

Delrapport II

Växtnäring vid ekologisk odling av lök

– utvärdering av användning av organiska gödselmedel samt insådd av vitklöver

Ulla Gertsson och Göran Ekblad*

Institutionen för växtvetenskap, SLU, Alnarp

* nuvarande adress: Institutionen för markvetenskap, SLU, Ultuna

SAMMANFATTNING

Iden bakom växtnäringsförsöken var att utveckla ett gödslingsprogram där kvävebehovet i början av säsongen tillgodoses genom insådd av vitklöver under förfruktsåret. Tanken var sedan att säkra kvävetillgången under säsongen genom tilläggsgödsling med rötrest, BioKomb (baserad på torkad hönsnögel) eller Bio Vinass (restprodukt från jästframställning), baserat på analyser av mineraliserat kväve i marken. Lök odlades 2001 och 2002 efter insådd av vitklöver. Under 2001 tillgodosåg insådden kvävebehovet under hela säsongen, medan tillskottet av kväve från klöverna var relativt litet under 2002. Under båda åren ökade insådden koncentrationen av kalium i markvätskan, medan fosforkoncentrationen inte ökade jämfört med behandling utan insådd. År 2001 ökade insådden markvätskans innehåll av kalcium, magnesium, natrium, svavel, bor, kisel, mangan och zink. Innehållet av koppar och järn påverkades inte av insådden. Under 2000 och 2001 jämfördes de olika gödselmedlen. Gödslingen gjordes i början av juni med tanken att kvävet skulle finnas tillgängligt för växterna i slutet av juni då upptaget ökar snabbt. Kvävet blev dock inte tillgängligt för växterna förrän i början av juli, vilket är för sent. Under 2002 gjordes därför en tilläggsgödsling med BioKombi slutet av maj, men även detta var för sent. År 2002 gödslades dessutom med BioKomb före sådd. Kvävet från denna gödsling fanns tillgängligt för växterna under rätt tidsperiod. BioKomben radmyllades eller bredspriddes och myllades med harvning. Trots att radmyllningen gjordes mitt mellan plantraderna resulterade den i betydligt mer tillgängligt kväve i marken intill plantraden jämfört med bredspridning. Slutsatsen blir att BioKomb och Bio Vinass måste spridas vid sådden. Detta innebär att mängden tillfört kväve endast kan baseras på grödans förväntade behov och analys av mineraliserat kväve före sådd, d v s det finns ingen möjlighet att anpassa givan efter förhållandena under säsongen med dessa organiska gödselmedel. I gengäld ger den tidiga gödslingen mindre kväve kvar vid skörd, vilket är en fördel ur miljösynpunkt och dessutom kan påverka lökens lagringsduglighet positivt.

BAKGRUND

De första åren efter omställningen till ekologisk odling ökar skördarna i regel år från år. Därefter är det risk för skördeminskningar om inte tillförseln av organisk näring anpassas till grödans behov (Manyard 1994). Det är viktigt att minimera läckaget av växtnäring av både miljömässiga och ekonomiska skäl. Enligt Uhlin & Österud (1992) påverkas fosforurlakningen huvudsakligen av jordtypen medan kväveläckaget är mest beroende av gödsling och nederbörd.

Generellt sett är grönsakskulturer krävande med avseende på tillgänglig växtnäring under hela säsongen (Hamilton & Bernier 1975) och det är därför viktigt att utveckla speciella gödslingsstrategier för varje växtslag (Warman 1990). I konventionell lökodling ges ganska höga kvävegivor i förhållande till lökens behov (Henriksen 1984, 1987). Lök har dålig förmåga att ta upp kväve ur marken eftersom den har ett grunt rotsystem (Salo 1996) och är känslig för konkurrens från andra växter. N_{\min} metoden har utvecklats för att behovsanpassa gödslingsgivan till lök (Ekbladh & Björklund 1997). Denna metod bygger på att kväve som mineraliseras i marken ska användas i första hand. Genom försök under många år har man kommit fram till hur mycket mineral kväve, via mineralisering eller oorganiska gödselmedel, som löken behöver i marken vid olika tidpunkter.

Den svenska utvecklingen av N_{\min} metoden för frölök har gjorts vid Torslunda försöksstation på Öland. Följande börvärden har fastställts vid en förväntad skörd på ca 60 ton lök/ha: vid sådd 40 kg N/ha, 15 juni 72 kg, 1 juli 74 kg och 20 juli 67 kg/ha. Vid skörd förväntas då 30 kg N/ha finnas kvar i marken, vilket behövs för acceptabel odlingssäkerhet (Gertsson & Björklund 2001a och b). Det är alltså viktigt med en någorlunda god kvävetillgång vid sådd. Därefter är kvävebehovet måttligt fram till juli då lökens tillväxt är beroende av god kvävetillgång. Kunskapen från detta arbete är till god hjälp även för gödslingsstrategier i ekologiska odlingssystem.

Insådd av gröngödsling

Gröngödsling (oftast kvävefixerande) och fångrödor (oftast ej kvävefixerande) odlas för att förhindra kväveläckage och för att förse kommande gröda med kväve. En konkurrenskraftig gröngödslingsgröda kan också ha god effekt mot ogräs. Odling av gröngödslingsgröda på hösten före lökodling har ökat skörden och dessutom minskat variationen i kvävetillgång mellan olika år (Thorup-Kristensen & Bertelsen, 1996). Gröngödslingsväxter har ofta en låg C/N-kvot och gröngödslingen mineraliseras därför snabbt vid nerbrukning på våren. Nerbrukat gröngödsling kan därför jämföras med snabbverkande kvävegödsel (Thorup-Kristensen 1995, 1997).

Eftersom man ofta har stråsäd som förfrukt till lök är det intressant att använda insådd gröngödsling i stråsäden. För insådd kan olika klövergräsblandningar vara intressanta med t.ex. rödklöver, vitklöver eller alsikeklöver (Höök 1993, Thorup-Kristensen 1995, 1997, Wivstad, 1997). Om man odlar en gröda som skördas tidigt, t.ex. färsipotatis, kan man även etablera en fånggröda på hösten, men den bör då sås redan i mitten av augusti för att ha bra verkan som fånggröda (Thorup-Kristensen 1997). Det är viktigt att använda djuprotade gröngödslingsväxter med snabb rotutveckling för att fånggrödan ska kunna ta upp mycket kväve ur jorden. På lätta jordar i områden med mycket nederbörd på vintern är det också viktigt att använda vinterhärdiga arter, så att kvävet finns kvar i marken på våren. På sådana urlakningsbenägna jordar bör gröngödslingen brukas ner tidigt på våren. På lerjordar där kvävet inte utlakas lika lätt kan det istället vara en fördel att gröngödslingen utvintrar eller

nedbrukas sent på hösten (Janzen & Radder 1989, Jensen 1994, Thorup-Kristensen 1995, 1997).

FRÅGESTÄLLNINGAR

De genomförda försöken bygger till stor del på kunskaper från tidigare projekt med kvävegödsling till konventionellt odlad lök (Gertsson & Björklund 2001a och b). Grundtanken är att marken genom grüngödsling ska innehålla tillräckligt mycket kväve för att klara tillväxten fram till juni, då en tilläggs gödsling med olika organiska gödselmedel ges. Denna tilläggs gödsling anpassas efter mängden mineraliserat kväve i marken. Resultaten visar att den ursprungliga gödslingsstrategin måste modifieras. Denna insikt har lett till modifieringar av försöksutförandet främst under det tredje året.

De tidigare försöken i konventionell odling har tydligt visat på stora skillnader mellan olika år i markens kvävelevererande förmåga och därmed stor variation i behovet av kvävegödsling. Vårt önskemål har därför varit att kunna gödsla med organiska gödselmedel i växande gröda och att därmed också kunna anpassa givan efter det aktuella årets förhållanden. Den första frågeställningen blev därför:

- *Går det att gödsla med organiska gödselmedel i växande gröda och få växttillgängligt kväve tillräckligt tidigt för att säkra en god löktillväxt?*

Det är önskvärt att mylla det tillförda gödselmedlet och det går att göra om man radgödlar mellan lökraderna, men är svårt att göra efter bredspridning på ett fält med en etablerad gröda. Vi testade därför följande fråga:

- *Ger bredspridning och radmyllning olika mängd växttillgängliga näringsämnen?*

Lök måste sås tidigt då temperaturen och därmed också mineraliseringshastigheten är låg. Det kan därför vara svårt att tillgodose det tidiga kvävebehovet med organiska gödselmedel. Detta ledde till nästa frågeställning:

- *Hur stor del av kvävebehovet kan tillgodoses med en klöverrik insädd i korn?*

Vid användning av organiska gödselmedel finns alltid en risk för att få med gödsel i de jordprov som tas. En alternativ metod är att ersätta jordproven med prov tagna på markvätskan med undertryckslysimetrar. Vi jämförde dessa båda metoder:

- *Ger analys av markvätska från undertryckslysimeter likvärdig information jämfört med N_{min} analyser av jordprover?*

Den utvunna markvätskan från lysimetrarna erbjuder enkla möjligheter att analysera samtliga växtnäringsämnen samt pH och ledningstal. Vi frågade oss därför:

- *Vilken användbar information får man från analyser av markvätska från undertryckslysimetrar?*

MATERIAL OCH METODER

Fältförsök har genomförts vid Torslunda försöksstation på Öland under säsongerna 2000, 2001 och 2002. Jordmånen är sand med låg lerhalt och medium innehåll av organiskt material. Löken, av sorten Hyskin, såddes i enkelrader med 50 cm radavstånd. I raderna såddes 39 frön/löpmeter och beståndet gallrades inte. Försöken var utlagda som blockförsök med fyra upprepningar av varje behandling. Parcellstorleken har varierat mellan 3*6 m och 3*7,5 m. Fältet bevattnades vid behov samt före varje provtagning av markvatten med lysimetrar. Angreppen av lökbladmögel var av liten omfattning samtliga försökssäsonger.

Ogräsbekämpningen sköttes med flanning före uppkomst, mekanisk bearbetning med radhackning och skrappinne samt vid behov genom handrensning.

Nedan redovisas de genomförda försöken årsvis, men i resultatdelen redovisas följande aspekter i stället:

- årsmån och skörd
- gröngödsling
- organiska gödselmedel
- utvärdering av användning av undertryckslysimetrar

Försök 2000

I gödslingsberäkningarna nedan har vi antagit att 50 % av kvävet och 60 % av fosfor som finns i gödseln har blivit tillgänglig för växterna under säsongen. Gödslingsgivorna har beräknats med ledning av analyser av mineraliserat kväve i marken (N_{\min}). När vi anger att vi gödslat till en viss nivå har givan reducerats med N_{\min} värdet. Det angivna innehållet av olika växtnäringsanalyser är baserat på analyser av det använda partiet och ej på tillverkarens uppgifter.

Vi hade inte tillgång till fält med kväverik förgröda och som en kompensation för detta gödslades fältet före sådd med färsk kycklinggödsel med 32 kgN/ha. Sådden gjordes den 14 april och den 6 juni tilläggsgödslades till 100 kgN/ha och 20 kgP/ha. Före tilläggsgödslingen hade plantorna symptom på fosforbrist och därför användes benmjöl (Biofer 6,75:7,67:0,56, C/N kvot 4,0) så att fosforgivan kunde höjas. Tillförseln av övriga växtnäringsämnen varierade beroende på vilket gödslingsmedel som användes. Tilläggsgödslingen radmyllades på så sätt att gödslen spreds i en fåra mitt mellan lökraderna och fåran täcktes därefter med jord. BioKomb är baserad på torkad hönsköttgödsel och Bio Vinass är en restprodukt från jästframställning. Försöket skördades den 4 september och totalt bevattnades med 94 mm. Följande försöksled med olika tilläggsgödsling i början av juni fanns upprepat i fyra block:

- Ej tilläggsgödsling
- BioVinass (3,42: 0,036: 2,51, C/N kvot 7,2), samt benmjöl, 6 juni
- Rötrest (0,3: 0,059: 0,26, C/N kvot 16) samt benmjöl, 6 juni
- BioKomb (5,28:1,49:3,57, C/N kvot 7,2) samt benmjöl, 6 juni

Försök 2001

Förgröda var korn med och utan insådd av vitklöver och rajgräs. Vitklöver valdes eftersom den lämnar kväve i det övre jordlagret där löken har sina rötter. Fältet vårplöjdes. Tilläggsgödsling gjordes i början av juni till 100 kgN/ha med radmyllning på samma sätt som år 2002. Vi antog att 50 % av kvävet som fanns i gödseln blev tillgänglig för växterna under säsongen. Sådden gjordes den 17 april och skörden den 20 augusti. Försöket vattnades totalt med 96 mm.

Förfrukt korn:

- Ej tilläggsgödsling
- BioVinass (3,27: 0,30: 0,16, C/N kvot 7,0), 3,03 ton/ha, 5 juni
- BioKomb (3,43:1,50:8,63, C/N kvot 11,3), 2,94 ton/ha, 5 juni
- Biofer (7,19:6,84:0,49, C/N kvot 3,9), 380 kg, 10 april

Förfrukt korn med insådd av rajgräs och vitklöver:

- Ej tilläggsgödsling

- Biofer (7,19:6,84:0,49, C/N kvot 3,9), 380 kg , 10 april

Avsikten var att tilläggsgödsla med BioVinass och BioKomb även där förfrukten varit klöver. Mängden mineraliserat kväve i början av juni var dock avsevärt högre än gällande börvärde vid konventionell odling och därför gjordes bedömningen att gödsling skulle lett till alltför god kvävetillgång.

Kornet (Scarlett) såddes den 4 maj 2000 och insådden med rajgräs och vitklöver gjordes den 26 maj.

Försök 2002

Förfrukten var korn med och utan insådd av rajgräs och vitklöver. Fältet plöjdes på våren (29/3), men dessförinnan (27/3) hade en del av ytan med klöverinsådd frästs. I samtliga fall där BioKomb användes gavs 150 kg N/ha, vilket förväntades innebära 75 kg/ha växttillgängligt kväve under säsongen. BioKomb valdes framför Bio Vinass eftersom det är granulerat och därför går lätt att bredsprida jämt. Radmyllningen genomfördes som år 2000. Efter bredspridningen myllades BioKomben med harv. Försöket såddes den 17 april och skördades den 26 augusti. Totalt bevattnades med 114 mm.

Förfrukt korn:

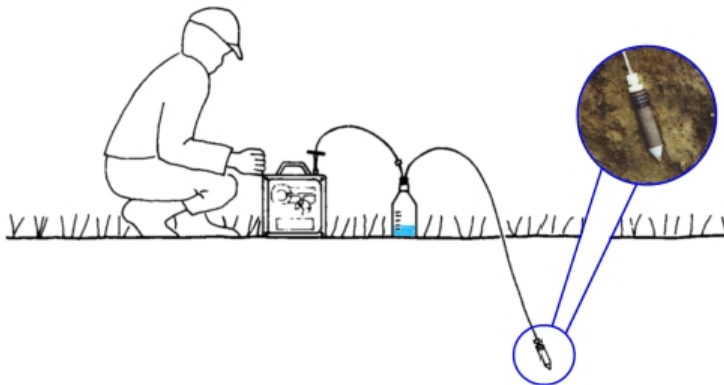
- Ej gödlat
- Bredspridd BioKomb (5,25:0,87:6,27, C/N kvot 9,8), 16 april
- Radmyllad BioKomb (5,25:0,87:6,27, C/N kvot 9,8), 16 april
- Radmyllad BioKomb (5,25:0,87:6,27, C/N kvot 9,8), 28 maj

Förfrukt korn med insådd av rajgräs och vitklöver:

- Endast plöjt
- Fräst och plöjt

Växtnäringsprovtagning

Under säsongerna togs dels jordprover för analys av mineraliserat kväve och dels prov på markvätska med hjälp av lysimetrar. De använda undertryckslysimetrarna (suction cup lysimeters, PRENART[®]) var 95 mm långa med diametern 21 mm. De var gjorda av poröst teflon (PTFE) blandat med kisel. Lysimetrarna var installerade i marken under hela odlingssäsongen med den lägsta punkten 20 cm djupt, bildande en 45 graders vinkel med markytan. De omgavs av en uppslamning av kiselmjöl för att få god kontakt med marken. De var placerade fem cm från plantraden (Fig. 1).



Figur 1. Principskiss av undertryckslysimeter placerad i marken.

Dagen före provtagning vattnades fältet. För att samla markvätska användes en pump för att få 0,7 bar undertryck i lysimetrarna. Vattnet från varje lysimeter samlades i en flaska som tömdes efter ett dygn. Jordprover, 0-30 cm, togs samma dag som undertrycket skapades i lysimetrarna. Varje jordprov bestod av 7 delprov som alla togs 5-15 cm från plantraden och maximalt 5 meter från motsvarande lysimeter.

Jordproverna användes för att kontrollera att marken hade samma vattenhalt vid alla provtagningstillfällen. Dessutom analyserades innehållet av mineraliserat kväve genom att otorkad jord skakades i två timmar i 2 M KCl och sedan filtrerades. Innehållet av ammonium och nitrat i dessa extrakt samt i markvätska från lysimetrarna analyserades sedan med FIA (flow injection analyse). Markvätskans pH och ledningstal mättes och innehållet av P, K, S, Mg, Ca, Mn, Mo, B, Si, Fe, Zn, Na och Cu analyserades med ICP.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Årsmån och skörd

Under 2000 tryggades skörden av den hönsgödsel som gavs till samtliga led före sådd. Några signifikanta skördeskillnader beroende på gödningen i juni finns inte, skillnaderna mellan behandlingarna stämmer väl med det tillförda gödselmedlets kväveleverans under senare delen av säsongen: ogödslat 45 ton/ha, rötrest 47 ton/ha, BioKomb 49 ton/ha samt Bio Vinass 49 ton/ha.

År 2001 var skörden drygt 30 ton/ha oberoende av behandling. Mineraliseringen var ovanligt god detta år och även i det ogödslade ledet utan insådd hade plantorna någorlunda, men inte fullgod, tillgång till kväve. Enligt lysimeterproven hade samtliga led tillgång till fosfor under hela säsongen, vilket förklarar varför användningen av Biofer inte ledde till ökad skörd.

Under 2002 drabbades försöken av nematodangrepp. Detta ledde till stora skillnader i planttillväxt mellan blocken och även till ojämnheter inom blocken som kan hänföras till nematodförekomsten snarare än till växtnäringstillgången. I det bästa blocket var den genomsnittliga skörden av prima lök 32 ton/ha. Tillförsel av BioKomb vid sådd ökade skörden från 29 ton/ha i det ogödslade ledet till 36 ton/ha. Spridning i slutet av maj ökade däremot inte skörden jämfört med det ogödslade ledet. I leden med insådd var skörden 31 ton/ha. Skörderesultaten är osäkra, men indikerar att det är relevant att använda försökets mätningar av tillgänglig växtnäring i marken.

Gröngödsling

Lök odlades efter korn respektive korn med insådd av klöver under 2001 och 2002. Mineraliseringen var ovanligt hög i försöken 2001, vilket ledde till att klöverinsådden bidrog med relativt stora mängder kväve. Under 2002 var mineraliseringen lägre och bidraget från klövern mindre. Sannolikt beror det mindre kvävetillskottet från klövern på sämre förhållanden för mineralisering, men det kan inte uteslutas att klövens tillväxt påverkats negativt av nematodförekomsten i marken.

Vid sådden 2001 hade klöverinsådden lett till en ökning av mängden mineraliserat kväve i de översta 30 cm (Tabell 1). Börvärdet 40 kg/ha som finns för konventionell odling var väl tillgodosett i detta led. År 2002 hade klövern inte bidragit med kväve vid sådden.

Tabell 1. N_{min} i marken i samband med sådd, efter olika förgrödor. Värden inom samma kolumn som ej åtföljs av samma bokstav är signifikant skilda ($P \leq 5 \%$, enl. Tukey)

Förgröda	Djup, cm	N_{min} , kg/ha 2001	N_{min} , kg/ha 2002
Korn med insådd	0-30	58,7 a	24,7 a
Korn med insådd	30-60	20,3 bc	
Korn	0-30	27,6 b	24,3 a
Korn	30-60	16,8 c	

I mars båda åren togs jordprover som analyserades med avseende på mullhalt, pH, ledningstal, fosfor, magnesium, kalium och kalcium på 0-30 och 30-60 cm djup. Insådden av klöver hade ingen signifikant inverkan på dessa mätvärden. Däremot noterades att mullhalten och markens fosforinnehåll var högre i det övre provtagningsområdet. Detsamma gällde för kalium under 2001 och för magnesium 2002. För ledningstal samt kalcium- och magnesiuminnehåll var det en markant högre standardavvikelse i innehållet på 30-60 cm djup jämfört med 0-30 cm.

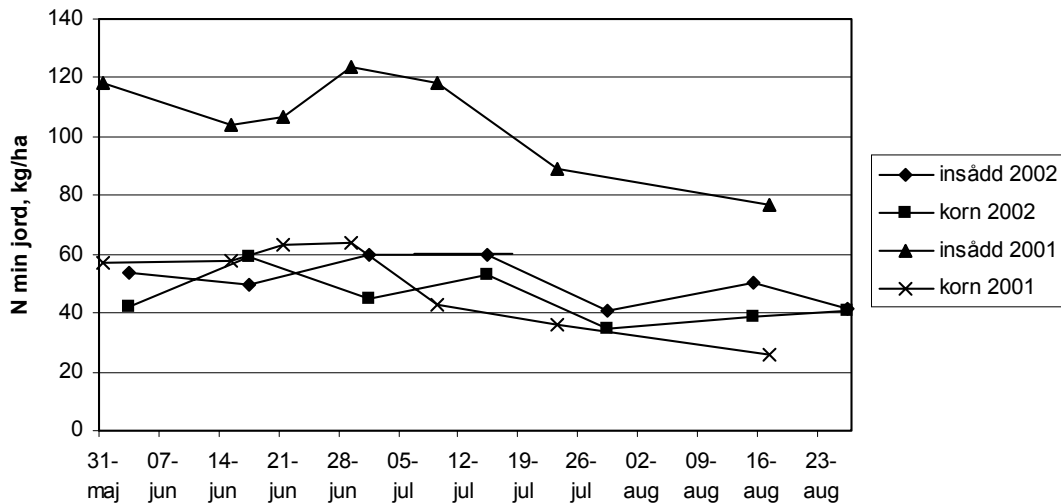
Under 2001 togs plantprover av lök för vägning samt bestämning av torrsbstanshalt och innehåll av mineralnäringsämnen den 13 juni. I tabell 2 framgår att det inte var någon skillnad i plantvikt beroende på förgröda. Däremot hade plantor från led med klöver som förgröda högre torrsbstanshalt och högre innehåll av kväve. Från vår provtagning kan vi inte påvisa några signifikanta skillnader i innehåll av övriga mineralnäringsämnen, men det finns en tendens till högre innehåll av Na, Mn och Zn i klöverleden. Dessa ämnen fanns också i ökad koncentration i markvätskan i leden med insådd (fig. 9, 15 och 16). Detta stämmer med Magnussons (2000) resultat som visar att tillförsel av färsk grönmassa är gynnsamt för upptaget av mikronäringsämnen. Vid motsvarande provtagning den 6 augusti 2001 var det ingen skillnad i plantvikt eller torrsbstanshalt (medelvärde 10,1%), medan plantorna från led med insådd hade signifikant ($P \leq 0,003$) högre innehåll av kväve (2,0 % av TS) jämfört med led utan insådd (1,7 % av TS).

Tabell 2. Plantvikt, torrsbstans (TS) och innehåll av olika näringsämnen per kg TS den 13 juni 2001. Parvisa jämförelser enligt Tukey.

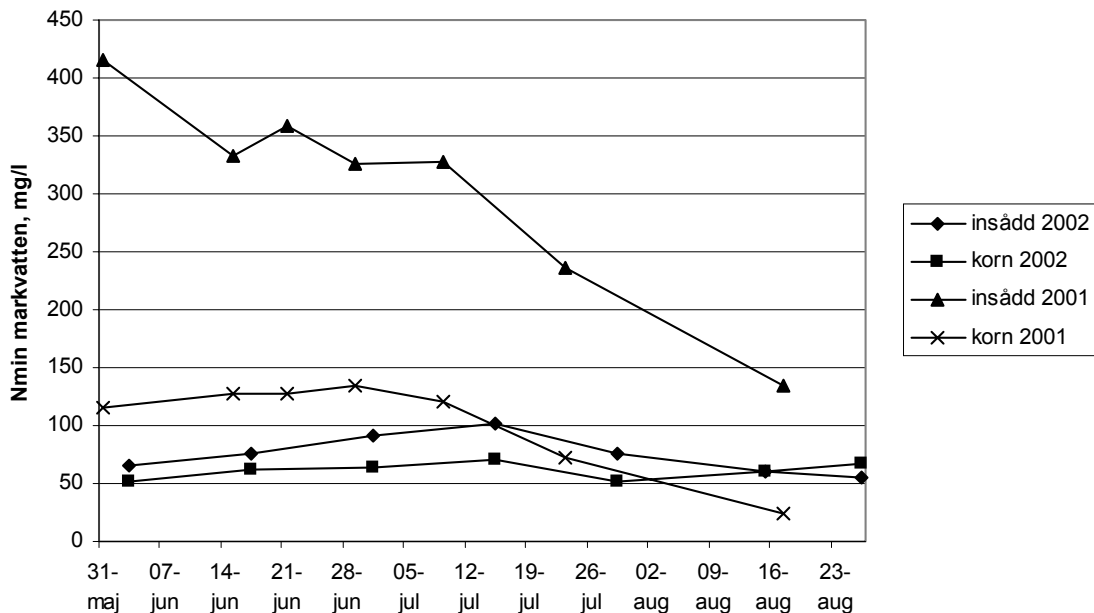
Förgröda	Vikt g/st	TS %	Mn mg/kg	Fe mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
Korn m insådd	1,1	8,0	66,9	264,5	7,0	26,2
Korn	1,2	7,6	47,9	242,5	7,4	21,9
<i>P</i>	<i>ns</i>	0,001	<i>ns</i> (0,147)	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i> (0,304)

Förgröda	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	Na g/kg	S g/kg
Korn m insådd	48,0	2,8	33,7	18,0	1,4	1,35	9,5
Korn	40,5	3,0	36,5	16,9	1,4	0,75	10,5
<i>P</i>	0,012	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i> (0,208)	<i>ns</i> (0,106)

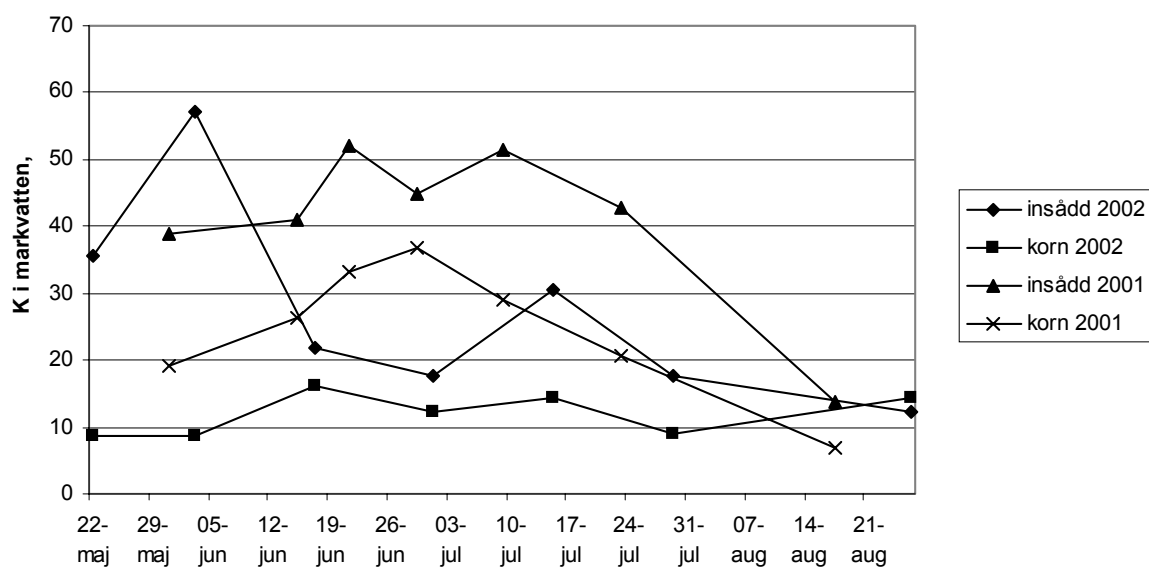
Under både 2001 och 2002 ledde insådden till ökat innehåll av kväve (Fig. 2 och 3) och kalium (Fig. 4) i marken. Under 2001 var bidraget från insådden avsevärd för båda ämnena. Även i det ogödslade ledet fanns goda mängder kväve t o m juni månad, vilket är ovanligt. Under 2002 var bidraget av kväve från klövern litet, medan tillskottet av kalium i markvätskan var nästan lika stort som 2001. Under 2002 hade de insådda leden behövt kvävegödsling. De frigjorda kvävemängderna 2002 var inte tillräckliga varken för god plantetablering på våren eller för löktillväxten senare. Inga skillnader noterades beroende på nedbrukningsmetod på våren 2002. Under båda åren, men mest 2001, ledde insådden till ökat ledningstal i markvätskan (Fig. 5). Insådden påverkade inte pH värdet.



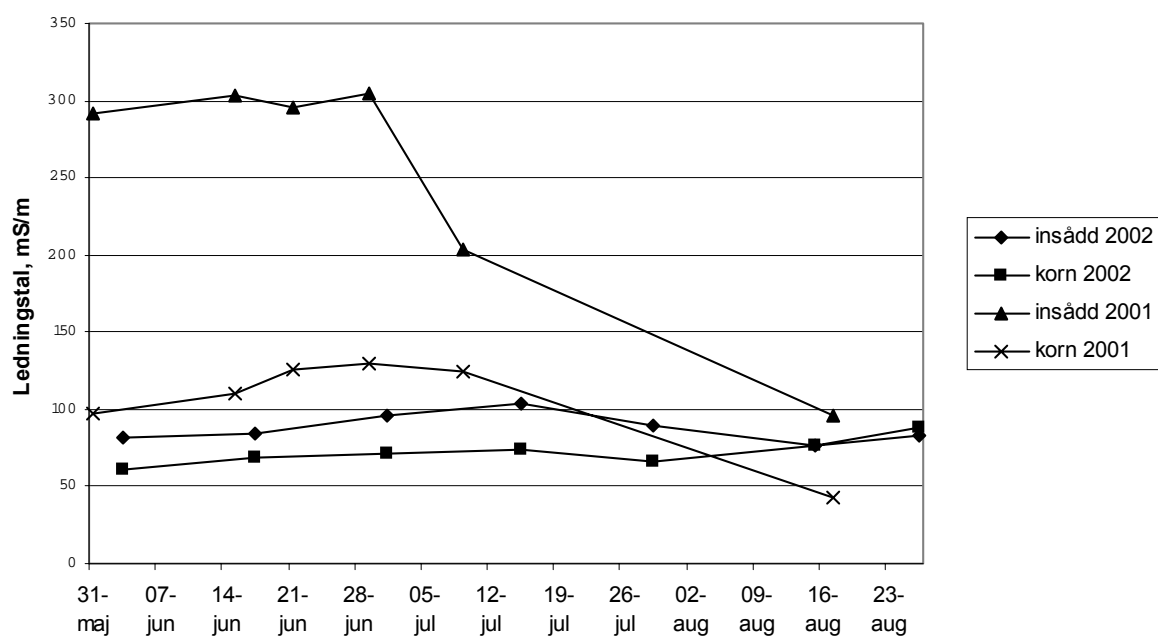
Figur 2. Mineraliserat kväve i jorden i lökförsök 2001 och 2002 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000 respektive 2001



Figur 3. Mineraliserat kväve i markvattnet i lökförsök 2001 och 2002 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000 respektive 2001

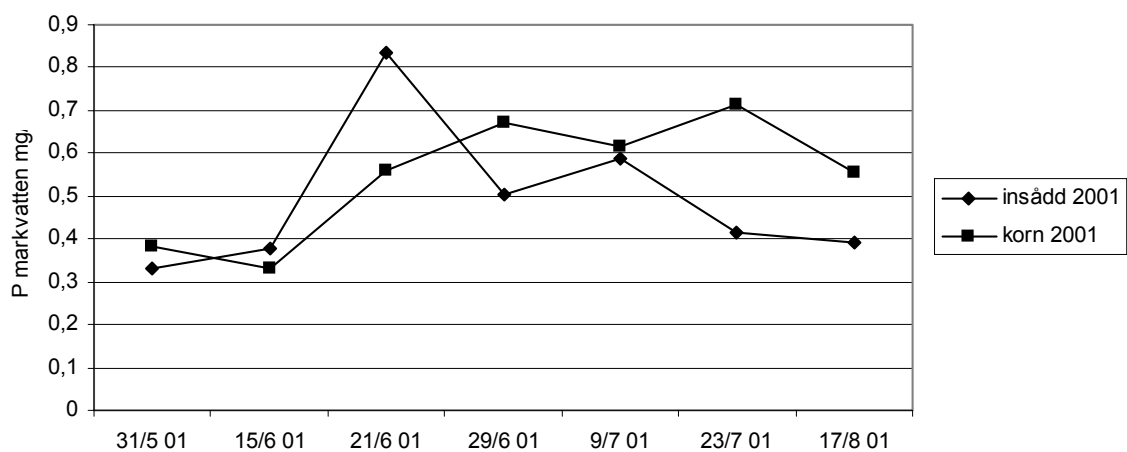


Figur 4. Kalium i markvattnet i lökförsök 2001 och 2002 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000 respektive 2001

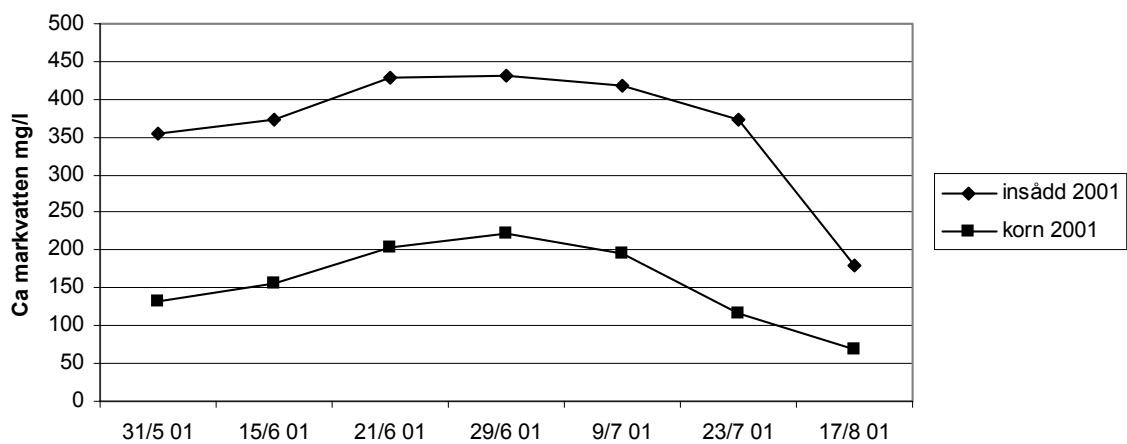


Figur 5. Ledningstal i markvattnet i lökförsök 2001 och 2002 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000 respektive 2001

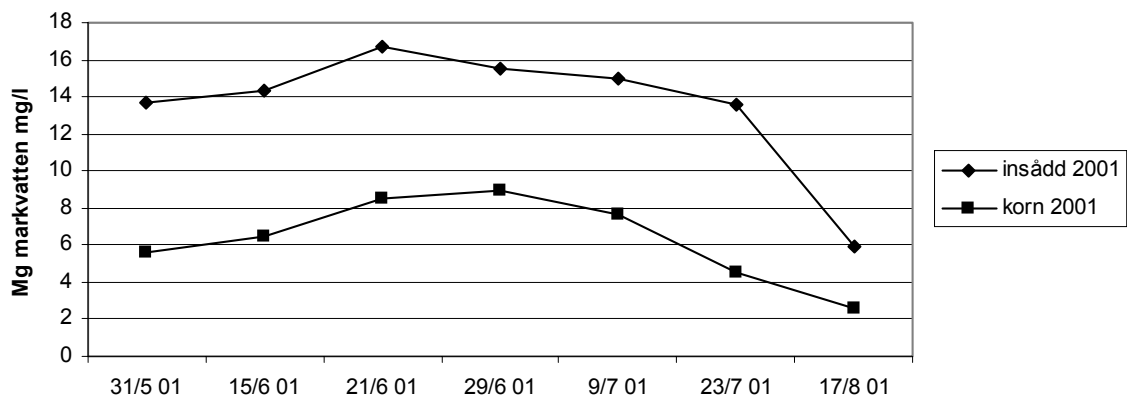
Effekten på övriga ämnen var otydlig 2002, medan insådden ledde till ökad koncentration i markvattnet av samtliga analyserade ämnen utom fosfor, koppar och järn under 2001 (Fig 6-16).



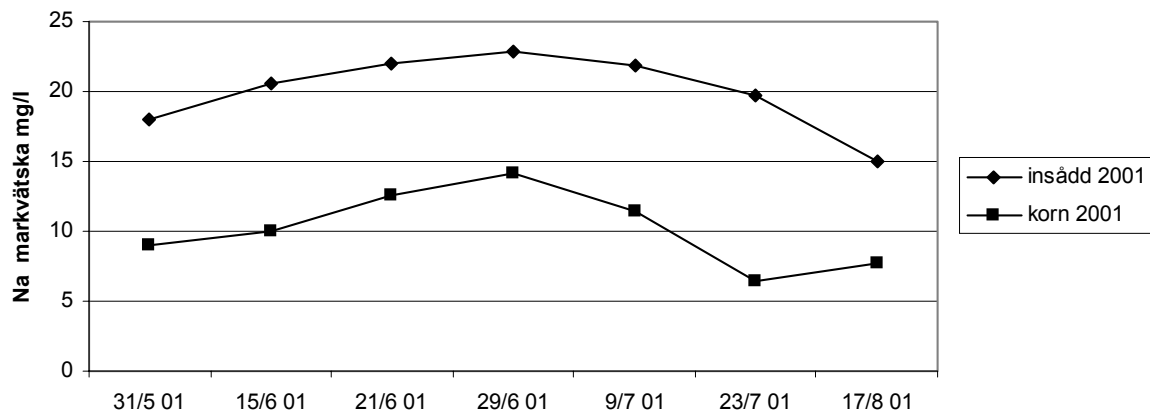
Figur 6. Innehåll av fosfor i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000



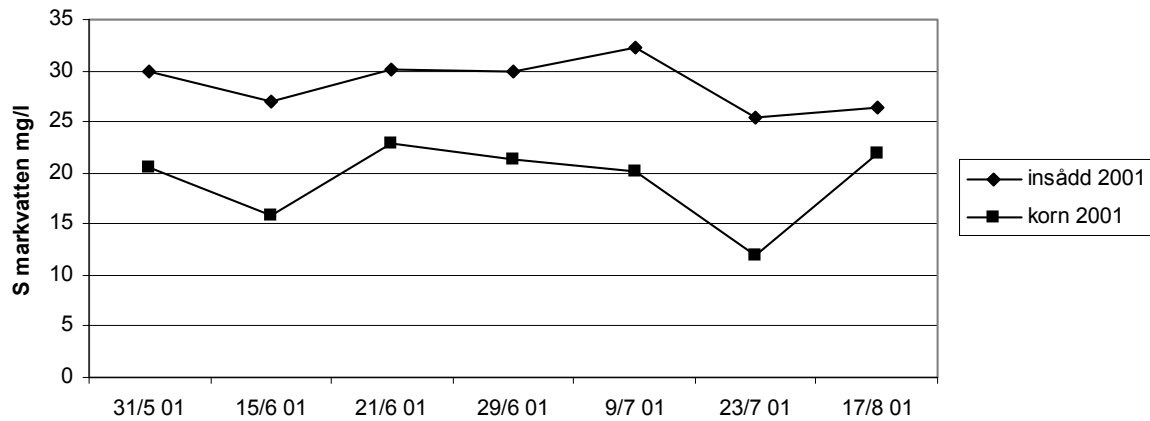
Figur 7. Innehåll av kalcium i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000



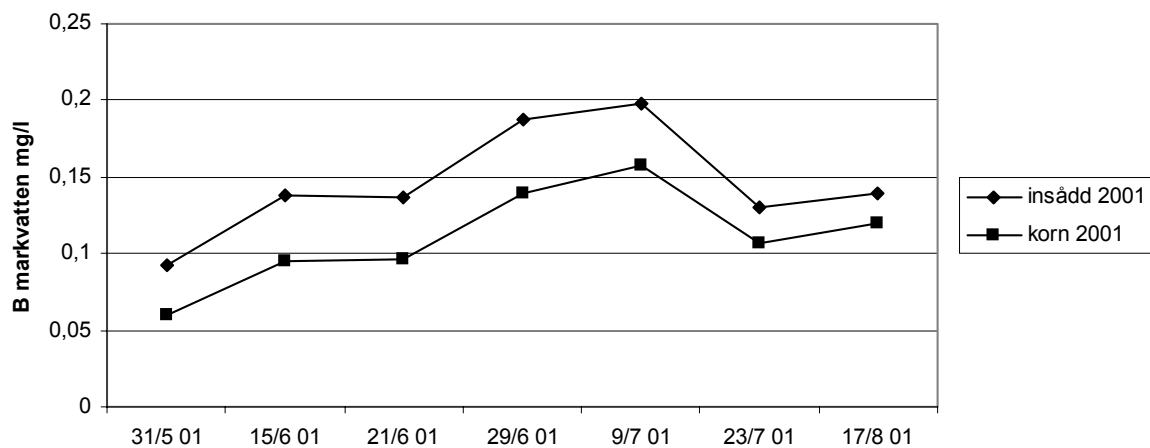
Figur 8. Innehåll magnesium i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000



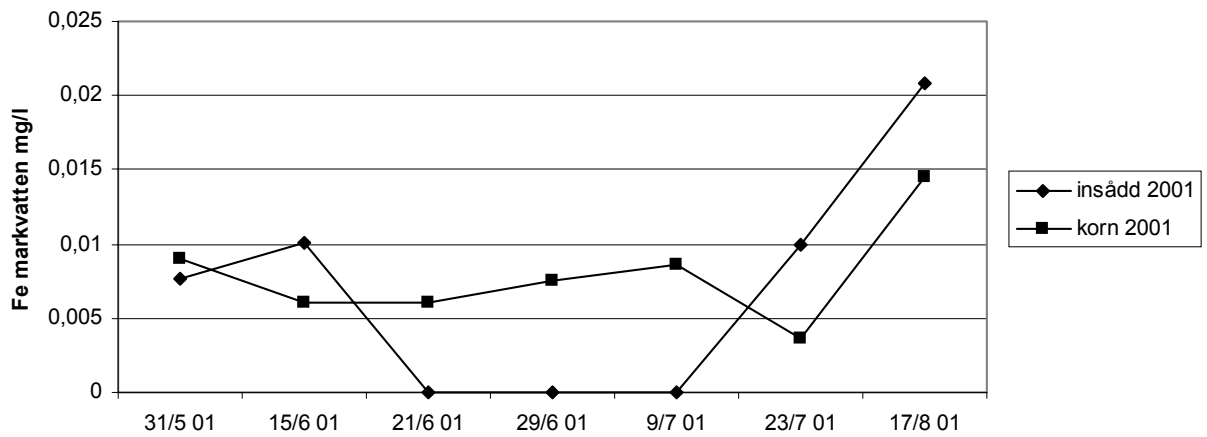
Figur 9. Innehåll av natrium i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insädd under 2000



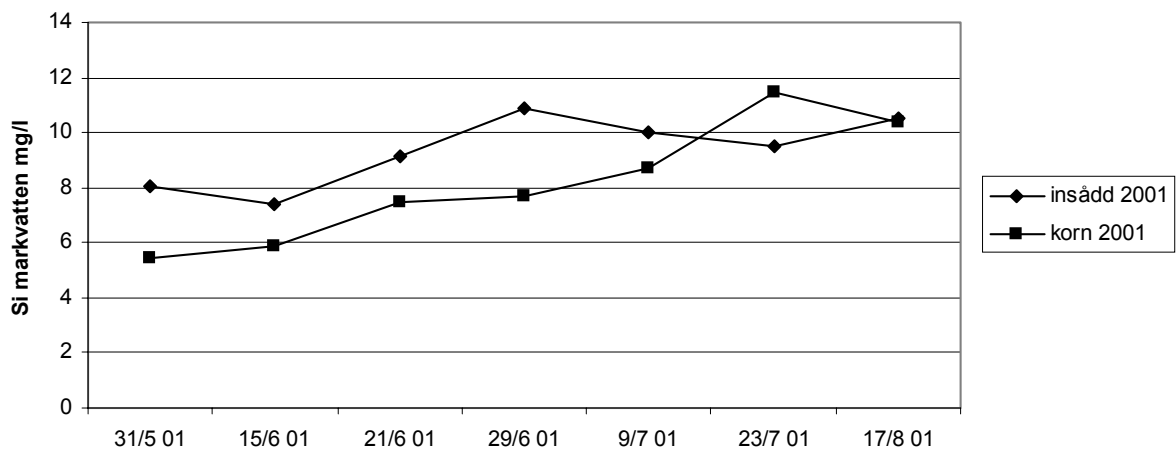
Figur 10. Innehåll av svavel i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insädd under 2000



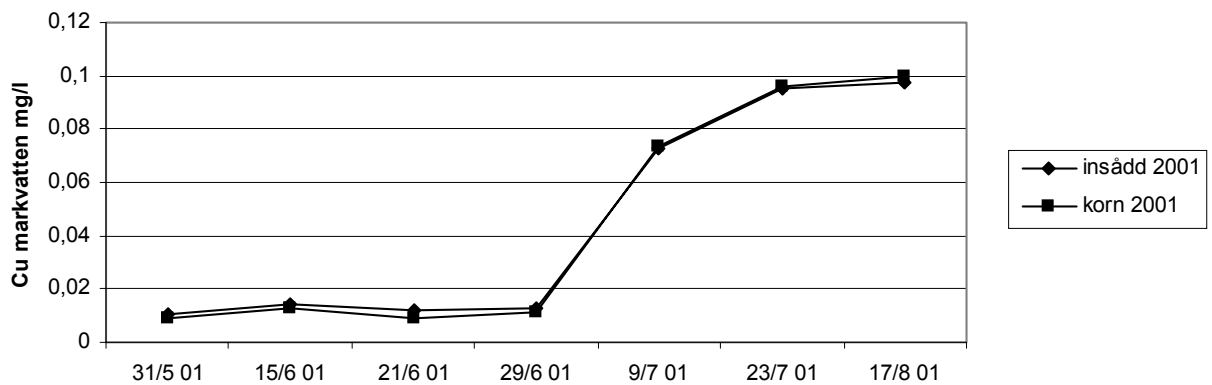
Figur 11. Innehåll av bor i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insädd under 2000



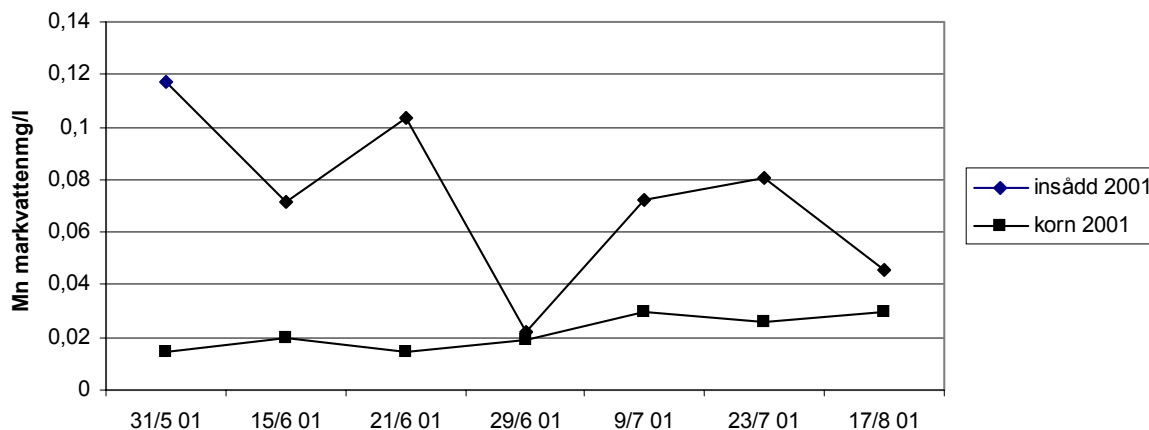
Figur 12. Innehåll av järn i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000



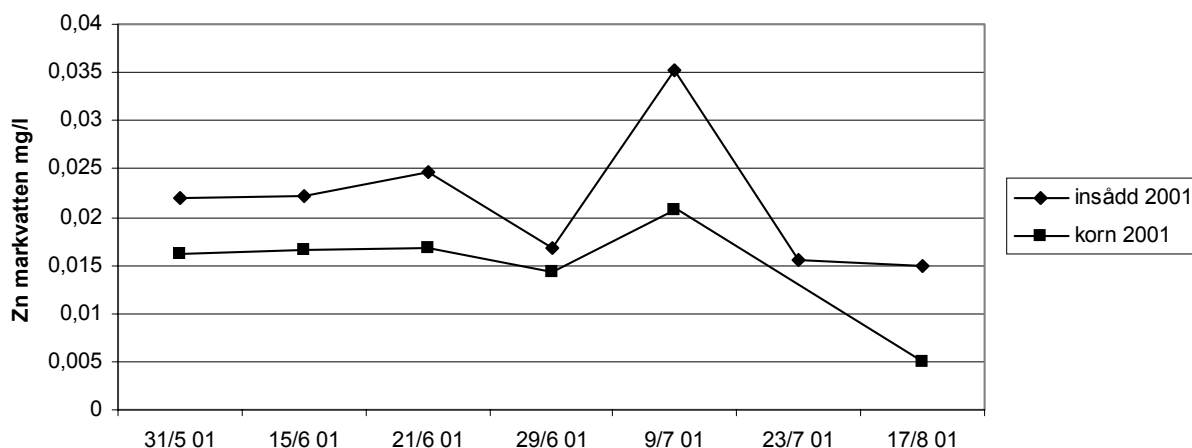
Figur 13. Innehåll av kisel i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000



Figur 14. Innehåll av koppar i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000



Figur 15. Innehåll av mangan i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000



Figur 16. Innehåll av zink i markvattnet i lökförsök 2001 i behandlingar med korn som förfrukt, med och utan insådd under 2000

Organiska gödselmedel

Vid utvärdering av effekten av olika gödselmedel är det viktigt att beakta deras olika C/N kvoter. Den använda rötresten hade kvoten 16, Biofer hade 3,9 och Bio Vinass 7,2 år 2000 och 7,0 2001. BioKomb varierade mer med 7,2 år 2000, 11,3 år 2001 samt 9,8 år 2002.

Under 2000 påverkas markinnehållet i alla leden av grundgödslingen med höns gödsel som gjordes före sådd. I början av juli är det tydligt att de led som gödslades i juni hade mer växttillgängligt kväve, jämfört med det icke övergödslade ledet. Även 2001 kom effekten av BioKomb och Bio Vinass i början av juli, medan den måttliga kväveeffekten av Biofer kom tidigare. Effekten av Bio Vinass var större än av BioKomb, vilket kan förklaras med att BioKomb detta år hade en hög C/N kvot. I en inkubationsstudie gjord vid 15 °C skedde en stor del av mineraliseringen under första veckan i jord (Jerkebring 2000). För Bio Vinass mineraliserades 45-50 % och för BioKomb 25-30 % under första veckan i det refererade försöket. I våra försök tog det längre tid innan effekten av gödslingen var mätbar.

Eftersom löken behöver ha god tillgång på kväve under andra halvan av juni tidigare lades gödslingen 2002 till slutet av maj och till att ges i samband med sådden. Resultaten visar att gödslingen behöver göras vid sådd för att få effekt vid rätt tidpunkt. Det innebär att gödselgivan inte kan anpassas till mineraliseringen under första delen av säsongen och till att kvävebehovet i början av säsongen i förekommande fall måste tillgodoses antingen med grüngödsling eller med mer snabbtillgängliga gödselmedel. Här kan Biofer eventuellt fylla en funktion.

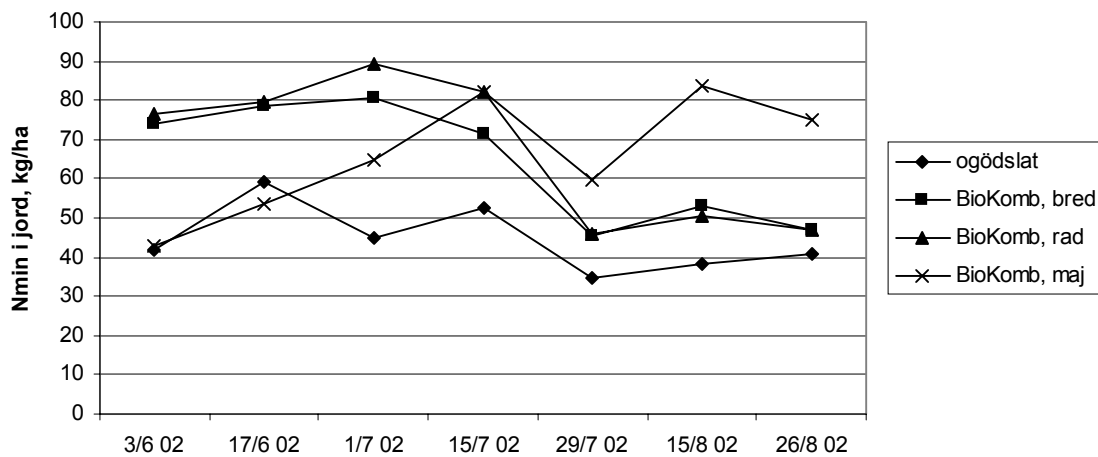
Det led som radgödslades vid sådd 2002 avviker klart från det led som bredspriddes samtidigt och från det som radgödslades i maj. Det led som radgödslades vid sådd hade markant högre mineralisering vilket visade sig i högre ledningstal i markvätskan och högre innehåll av flera näringsämnen. Effekten är markant, men det finns endast data från ett år och försöket planeras att upprepas. I övrigt speglar ledningstalet i markvätskan väl mineraliseringen. Inga entydiga pH effekter iakttogs.

Under slutet av säsongen 2000 fanns det mer fosfor i gödslande led än i det ogödslande. Detta beror sannolikt på att benmjöl blandades i övriga gödselmedel för att råda bot på de symptom på fosforbrist som fanns. I slutet av 2001 var det mest fosfor i markvätskan i det ogödslande ledet. Effekten av den Biofer som gavs vid sådden har sannolikt avklingat innan lysimeterprovtagningen började. Under 2002 påverkades fosfortillgängligheten negativt i det led som radgödslats med BioKomb vid sådd, men ingen skillnad fanns mellan de övriga gödslande leden och det ogödslande. BioKomb och Bio Vinass innehåller ytterst lite fosfor. Resultaten indikerar att de eventuellt kan bidra till att minska mängden växttillgängligt fosfor, vilket behöver undersökas ytterligare.

Rötrest och Bio Vinass påverkade inte mängden tillgängligt kalium under 2000 och 2001. Under dessa år påverkades kaliuminnehållet inte heller av BioKomb, medan det ökade mängden tillgängligt kalium under 2002. Effekten var störst i det led som radmyllades vid sådd och i det led som gödslandes i maj kunde en tydlig, men fördröjd, effekt iakttagas. BioKomb ändrade sammansättning mellan åren med avseende på C/N kvot och % K: år 2000, C/N 7,2 och K 3,57, år 2001, C/N 11,3 och K 8,63 samt år 2002, C/N 9,8 och K 6,27. Sammansättningen 2002 tycks vara gynnsammast för kaliumtillgången i marken.

Bio Vinass ökade markinnehållet av natrium både 2000 och 2001 medan rötresten inte ökade markens natriuminnehåll. BioKomb påverkade natriuminnehållet 2001 och 2002 men inte 2000. Detta beror troligen på den förändrade sammansättningen. Under 2002 syns samma mönster som för kalium, med ett högt värde på det led som radgödslats vid sådd och en fördröjd effekt vid gödsling i maj. Detta mönster för BioKomb 2002 finns också för kalcium och magnesium. För dessa båda ämnen visades ingen effekt av BioKomb 2001, medan BioKomb och rötrest ledde till en ökning i slutet av säsongen 2000. Även Bio Vinass bidrog till att höja markinnehållet av dessa båda ämnen, med undantag för kalcium år 2000.

Användning av BioKomb och Bio Vinass har entydigt lett till en ökning av markens svavelinnehåll. Den rötrest vi använde 2000 påverkade inte svavelhalten. När det gäller innehåll av mikronäringsämnen i markvätskan kan inga mönster utskiljas.



Figur 17. Mineraliserat kväve i jorden under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

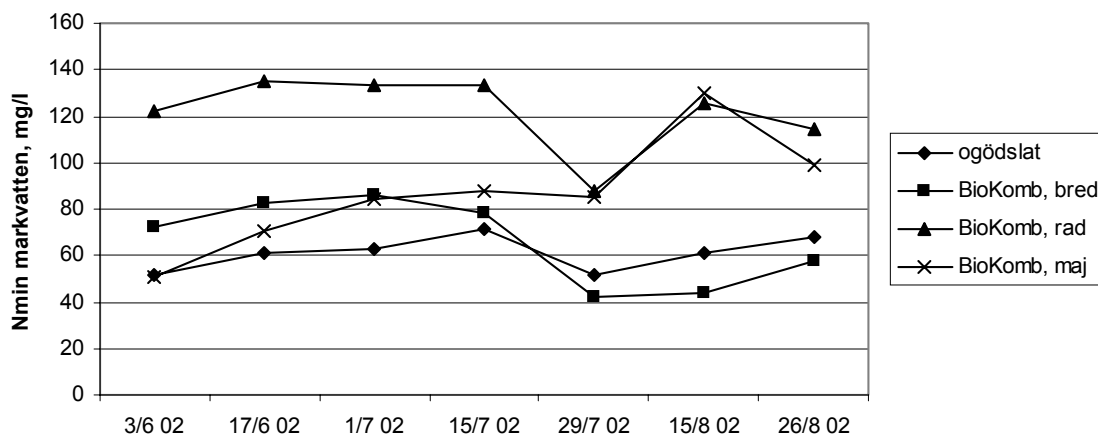


Fig 18. Mineraliserat kväve i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

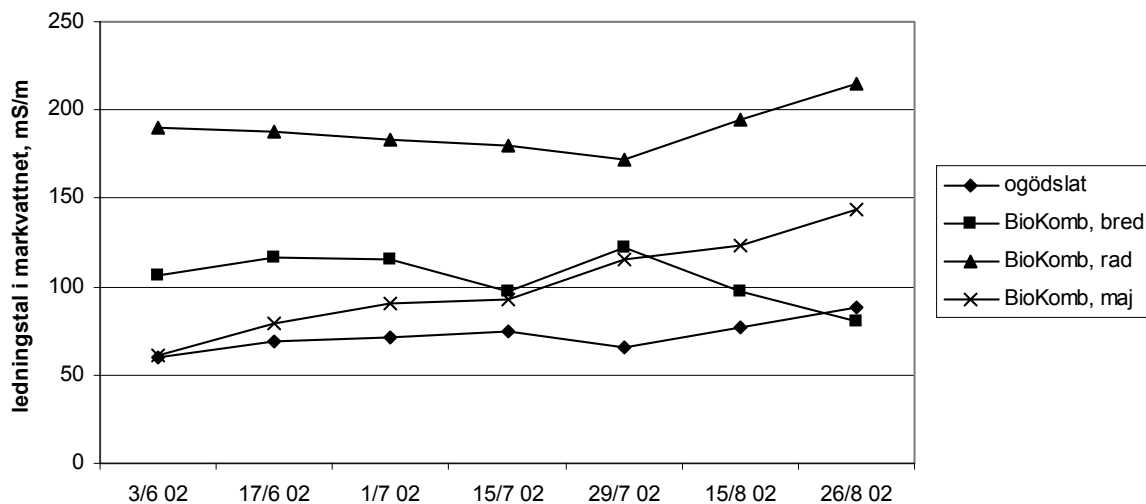


Fig 19. Ledningstal i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

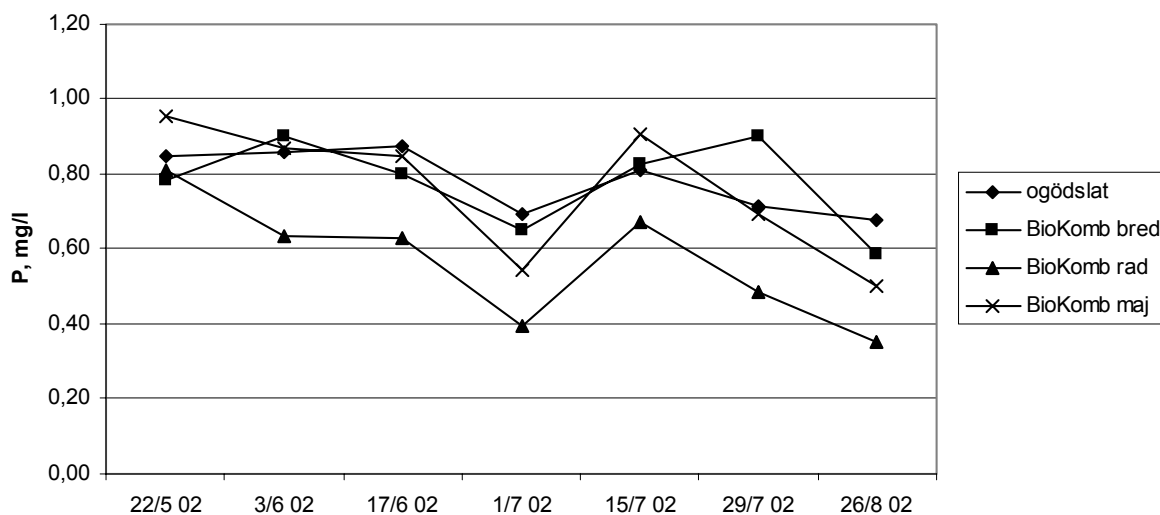


Fig 20. Fosfor i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

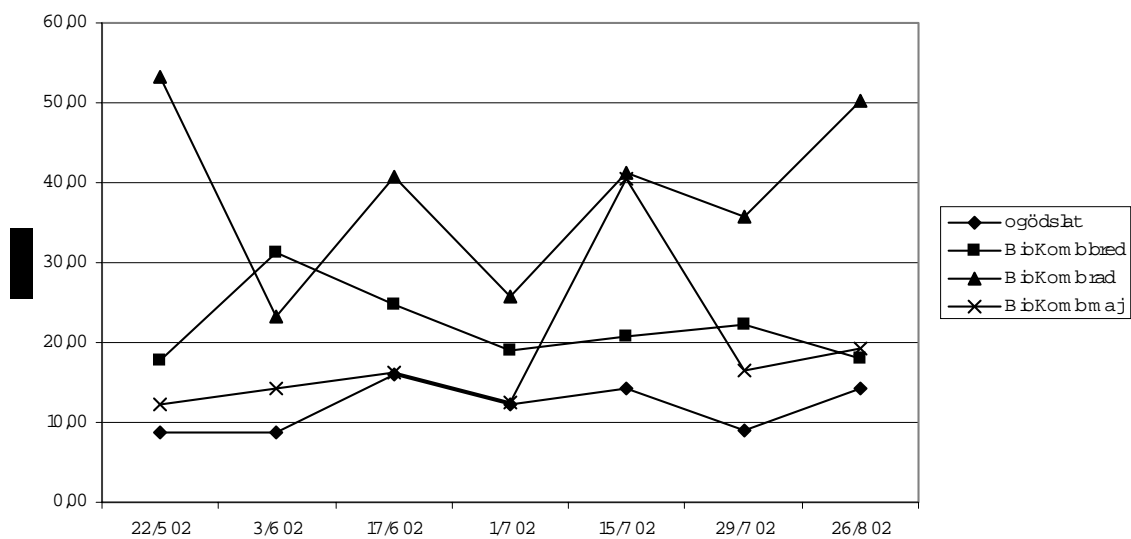


Fig 21. Kalium i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

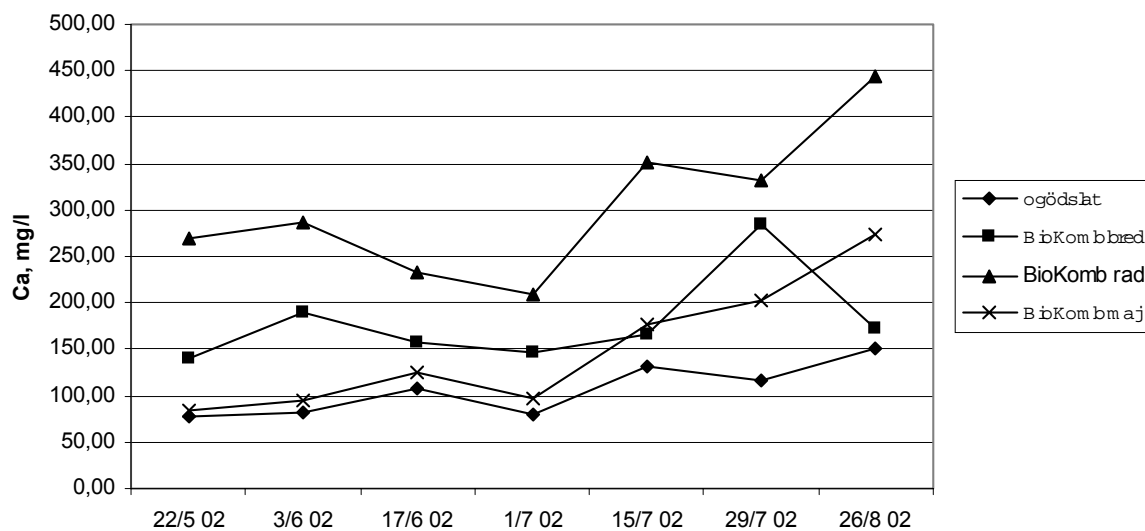


Fig 22. Kalcium i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

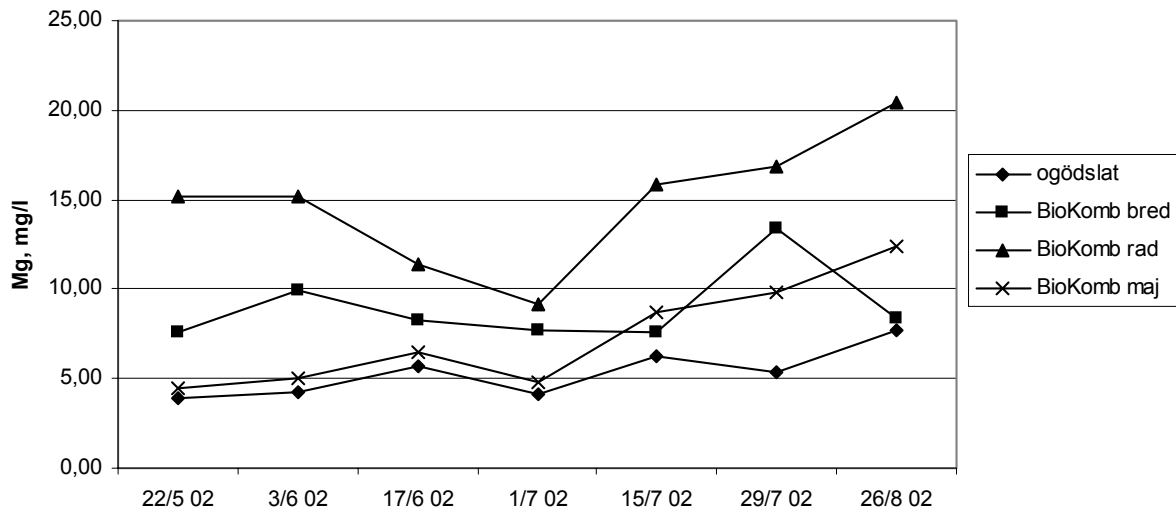


Fig 23. Magnesium i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

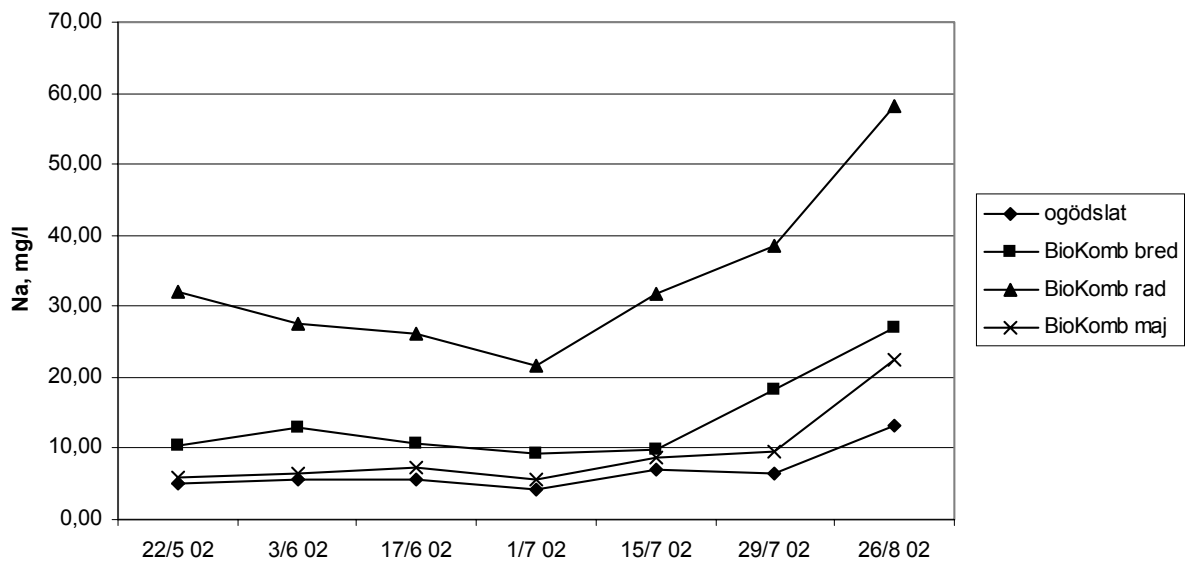


Fig 24. Natrium i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

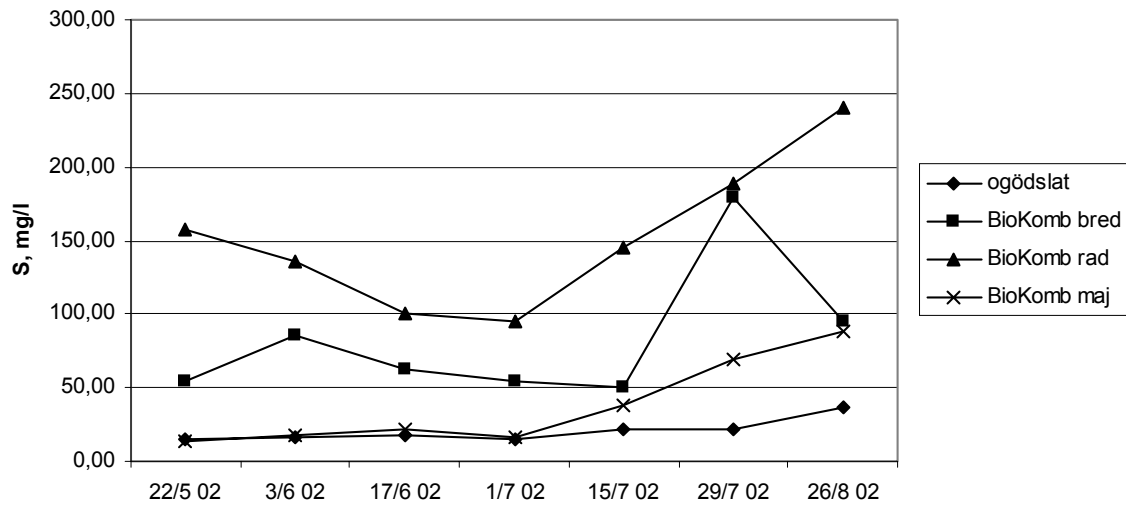


Fig 25. Svavel i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

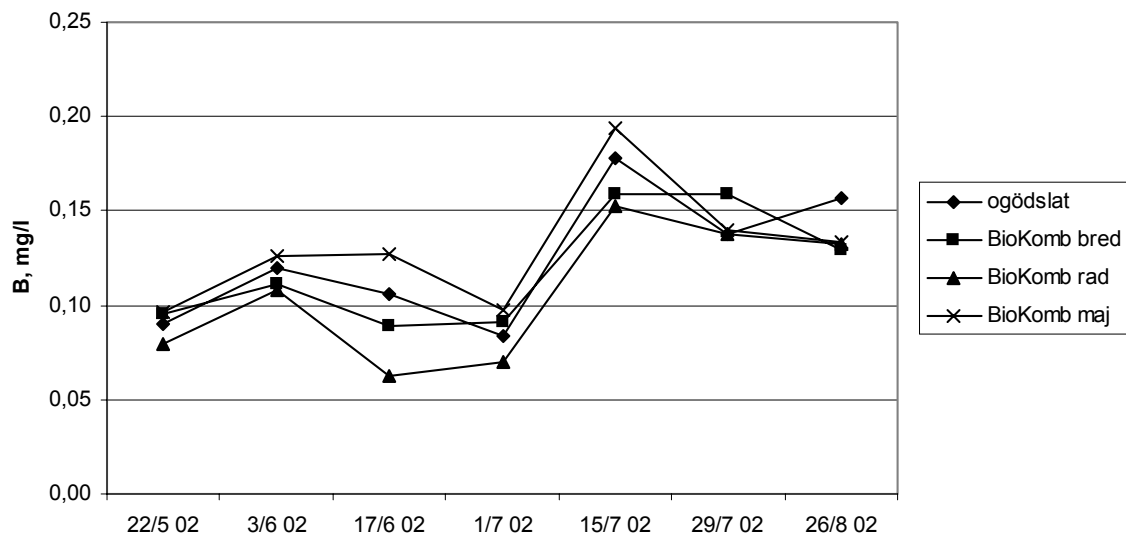


Fig 26. Bor i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

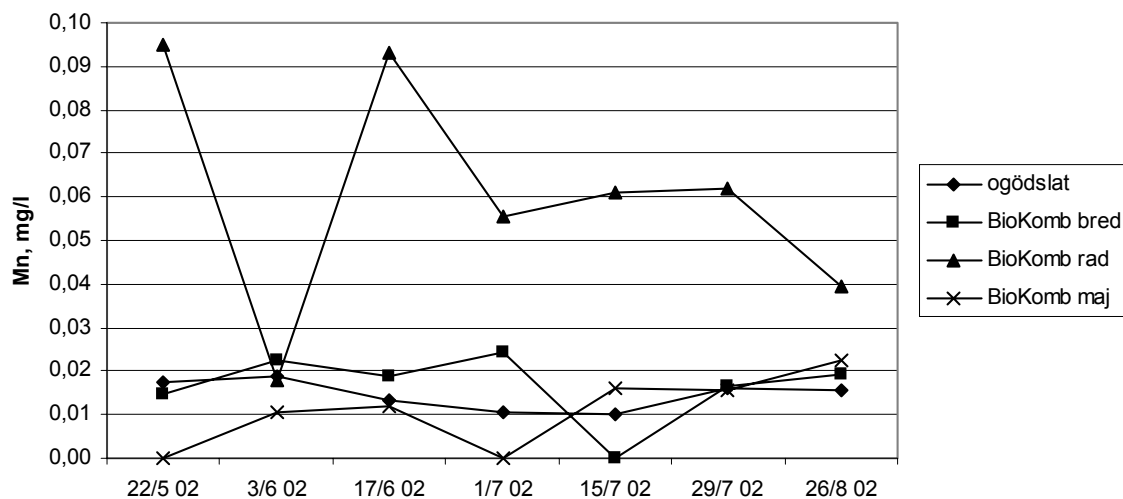


Fig 27. Mangan i markvattnet under säsongen 2002 i led gödslade med BioKomb på olika sätt. Gödslingen i de radmyllade och bredspridda leden gjordes före sådd. Gödslingen i maj radmyllades

Utvärdering av användning av undertryckslysimetrar

I Gertsson(2003) görs en utvärdering av användningen av undertryckslysimetrar baserad på dessa försök.

Ett jordprov som sänds till analys har sitt ursprung i flera delprov. I försöken har detta motsvarats av markvätska insamlad från en lysimeter. Den gjorda analysen visar tydligt att flera delprov hade behövts, vilket gör metoden dyrbar både vad gäller investeringar och tidsåtgång vid provtagning. Vi befارade att få problem med att delar av organiska gödselmedel skulle påverka resultaten från jordprover, men så har inte varit fallet. Det kan i stället konstateras att den information som erhållits om tillgången på mineraliserat kväve från jordprov och lysimeterprov gav samma bild av kvävetillgången i marken (Fig. 28).

Om man vill ha information om kvävetillgången i marken är analys av jordprover att föredra framför lysimeterprover eftersom det blir enklare och billigare. Dessutom kan mängden tillgängligt kväve lätt beräknas och jämföras med grödans behov. Det bör speciellt noteras att den använda metoden med lysimetrar inte är lämplig för att beräkna utlakning eller totala kvävemängder per ha. För att värdena ska bli jämförbara måste markfuktigheten vara samma vid alla provtagningstillfällen.

Med den provtagningsmetodik vi använde (0,7 bar undertryck) motsvarades ca 30 kgN/ha från jordproven, tagna på 0-30 cm djup, av gränsen för växttillgängligt kväve enligt lysimeterproven (Gertsson 2003). Den minsta kvävemängd i marken vid vilken växter kan ha ett upptag varierar med jordmån och växtslag. Enligt Greenwood och Draycott (1989) är gränsen för upptaglighet 0,46 kg N/ha/cm och i ett senare arbete anges 0,26 kg N/ha/cm (Greenwood et al. (1996).

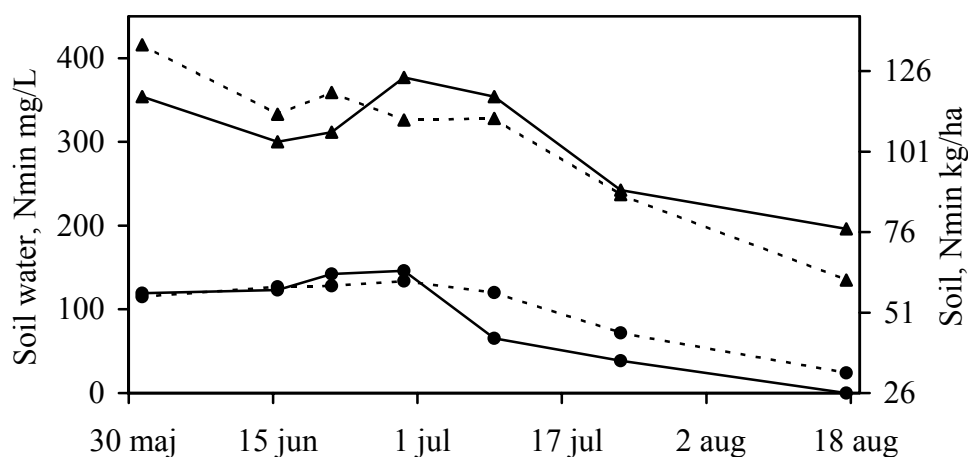


Fig 28. N min content in soil water (- - -) and soil (—) samples during the growing season 2001. The preceding crops were barley (▲) and barley with clover-grass (●). (Gertsson 2003).

Vi fick tydlig fosforbrist då analysen av innehållet i markvätskan visade på ej detekterbara mängder, medan inga bristsymptom kunde iakttagas då det fanns fosfor i markvätskan även om halten var låg. Dessa iakttagelser visar inte på några skäl att ifrågasätta metodiken, men det finns utrymme för ytterligare studier.

SLUTSATSER

I avsnittet med frågeställningar ovan formuleras fem konkreta frågor som kommenteras nedan:

- *Går det att gödsla med organiska gödselmedel i växande gröda och få växttillgängligt kväve tillräckligt tidigt för att säkra en god löktillväxt?*

Samstämmiga resultat från alla tre åren visar att gödningen måste göras vid sådd för att hinna få tillräckligt med kväve till mitten av juni då den behövs för att säkra löktillväxten. Dessutom kan mer snabbverkande kväve i form av grüngödsling eller organiskt gödselmedel med låg C/N kvot behöva ges för att trygga tillräcklig mängd tillgängligt kväve under den viktiga plantetableringsfasen. Detta innebär att mängden tillfört kväve endast kan baseras på grödans förväntade behov och analys av mineraliserat kväve före sådd, d v s det finns ingen möjlighet att anpassa givan efter förhållandena under säsongen med dessa gödselmedel. I gengäld ger den tidiga gödningen mindre kväve kvar vid skörd, vilket är en fördel ur miljösynpunkt och dessutom kan påverka lökens lagringsduglighet positivt.

- *Ger bredspridning och radmyllning olika mängd växttillgängliga näringsämnen?*

Efter ett års försök, 2002, förefaller det som om mineraliseringen blir bättre efter radmyllning. Detta behöver dock bekräftas under fler år innan slutsatsen kan anses säkerställd. En trolig förklaring till att bredspridning gav sämre resultat är att kornen inte myllas tillräckligt djupt med harvning utan att de till stor del hamnar i det allra översta torra jordlagret.

- *Hur stor del av kvävebehovet kan tillgodoses med en klöverrik insådd i korn?*

Under 2001 fanns det tillräckligt med kväve under hela säsongen i leden med insådd. Det bör dock beaktas att mineraliseringen var hög även i det ogödslade ledet det året. Under 2002 lämnade insådden endast ett tillskott av kväve under juli. Det innebär att en väletablerad insådd följd av ett för mineralisering gynnsamt år kan försörja löken helt med kväve, men att andra år kan en tilläggsgödsling behöva göras vid sådd. Behovet av gödsling måste således avgöras endast med hjälp av N_{\min} värden tagna före sådd.

- *Ger analys av markvätska från undertryckslysimeter likvärdig information jämfört med N_{\min} analyser av jordprover?*

Den information som ges om förändringar i växttillgängligt kväve under säsongen är likvärdig. Jordanalyserna ger underlag för att beräkna mängden kväve i det provtagna jordskiktet vilket inte kan göras med ledning av prover av markvatten. Ingen av metoderna ger uppgifter om utlakning.

- *Vilken användbar information får man från analyser av markvätska från undertryckslysimetrar?*

I framtida försök bör flera delprover blandas vid varje provtagning för att öka säkerheten i resultaten. De intressantaste iakttagelserna gjordes beträffande fosfor. Merparten av fosfor är bundet i marken och endast små mängder är lösta i markvätskan och tillgängliga för växten. Resultaten indikerar att BioKomb och Bio Vinass bidrar till att minska mängden fosfor i markvätskan. Resultaten behöver bekräftas ytterligare och effekten på grödans tillväxt behöver klargöras. I försöken med klöverinsådd visar analyserna av markvatten tydligt en ökad tillgänglighet på de flesta växtnäringsämnen.

LITTERATUR

- Ekbladh, G. & Björklund, I. 1997. Ta vara på naturens eget kväve. Informationsskrift från Torslunda försöksstation, SLU. 4s.
- Gertsson, U. & Björklund, I. 2001a. Strategies for determining optimum nitrogen supply to onions. *Acta Horticulturae*, 571, 181-185.
- Gertsson, U. och Björklund, I. 2001b. Kväve efter behov i lökodling – miljövinster och säkrad skörd. Fakta trädgård. Nr 8. 4s.
- Gertsson, U., 2003. Use of Suction Cup Lysimeters in Field Experiments with Organic Fertilisers. *Acta Horticulturae*. In press.
- Greenwood, D.J. & Draycott, A. 1989. Experimental validation of an N-response model for widely different crops. *Fertilizer Research*, 18, 153-174.
- Greenwood, D.J., Rahn, C., Draycott, A., Vaidyanathan, L.V. & Paterson, C. 1996. Modelling and measurement of the effects of fertilizer-N and crop residue incorporation on N-dynamics in vegetable cropping. *Soil Use and Management*, 12, 13-24.
- Hamilton, H.A. & Bernier, R. 1975. N.P-K fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, celery, carrot and onion grown on an organic soil in Quebec. *Canadian Journal of Plant Science*, 55(2): 453-461.
- Henriksen, K. 1984. Kvälstofgödsning af sålög (*Allium cepa*) ved god vandforsyning. *Tidsskrift for Planteavl*, 88, 621-631.
- Henriksen, K. 1987. Effect of N- and P-fertilization on Yield and Harvest Time in Bulb Onions (*Allium cepa* L.). *Acta Horticulturae*, 198, 207-215.
- Höök, K. 1993. Baljväxter som grön gödslingsgröda. *Ecological Agriculture*, 15, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 83 s.
- Janzen, H.H. & Radder, G.D. 1989. Nitrogen mineralization in a green manure-amended soil as influenced by cropping history and subsequent crop. *Plant and Soil*, 120, 125-131.
- Jensen, E.S. 1994. Availability of nitrogen in ^{15}N -labelled mature pea residues to subsequent crops in the field. *Soil. Biol. Biochem*, 26, 519-521.

- Jerkebring, K. 2000. Anpassad kvävegödsling I ekologisk odling av frilandsgrönsaker. Examensarbeten/Seminarieuppsatser, 16, Institutionen för ekologi och växtproduktionslära, SLU.
- Magnusson, M. 2000. Soil pH and Nutrient Uptake in Cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) and Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) in Northern Sweden. Dissertation. Agraria 220. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Manyard, A.A., 1994. Sustained vegetable production for three years using composted animal manures. Compost Science Utilization, 2:1:88-96.
- Salo, T. 1996. Nitrogen budget in cabbage, carrot and onion production. NJF-utredning/rapport, 114, 22-27.
- Thorup-Kristensen, K., 1995. Optimal strategies for Nitrogen Catch Crop Use, with Emphasis on Root Growth, Nitrogen Availability and and Nitrogen Supply for the Succeeding Crop. PhD Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark.
- Thorup-Kristensen, K., 1997. Anvendelse af grøngødning og efterafgrøder. Ökologisk planteproduktion, SP rapport nr 15, 47-62.
- Thorup-Kristensen, K. & Bertelsen, M. 1996. Green manure crops in organic vegetable production. NJF-utredning/rapport 114, 56-60.
- Uhlen, G. & Österud J.G. 1992. Nitrogen, fosfor og kalium i grøftevannsprøver fra dyrket mark. Norsk landbruksforskning 6:61-72
- Warman, P.R. 1990. Fertilization with Manures and Legume Intercrops and their Influence on Brassica and Tomato Growth, and on Tissue and Soil Copper, Manganese and Zinc. Biological Agriculture and Horticulture, 6: 325-335.
- Wivstad, M. 1997. Green-Manure Crops as a Source of Nitrogen in Cropping Systems. Doktorsavhandling. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria 34. ISBN 91-576-5278-3.