



Effekter av KRAV-godkända gödselmedel på skörd och proteinhalt hos vår- och höstvete

Effects of commercial organic fertilizers, certified in Sweden for organic farming, on yield and protein contents of spring and winter wheat

Examensarbete av:

Niklas Bergman

Handledare:

Börje Lindén

FÖRORD

Det här arbetet är ett examensarbete inom agronomprogrammet vid Sveriges Lantbruks-universitet (SLU), Uppsala. Här redovisas fältförsök med gödsling med några KRAV-godkända gödselmedel utförda under 1999. Tidigare utförda försök har även sammanställts och redovisas här. Examensarbetet ingår i ett projekt med ekologiska gödselmedel initierat av ODAL. Försöken utfördes av Hushållningssällskapet i Västmanlands län och HS Landsbygds-konsult AB i Stockholms och Uppsala län. Finansiärer var ODAL, Sveaförsöken, Statens Jordbruksverk, Gyllebo Gödning, EkoNatur Sverige AB och Binadan Svenska AB.

Analysen av kväve i mark och gröda genomfördes vid Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala och analys av gödselmedlen ägde rum hos AnalyCen i Skara.

Tack till projektgruppen: Pär-Johan Lööf (ODAL, projektledare) för engagemang och mentor-skap under hela perioden, Börje Lindén (SLU Skara, handledare) för kommentarer och syn-punkter under hela tiden för examensarbetet, CG Pettersson (ODAL) för databashantering och statistikbearbetning och Anne-Marie Dock Gustavsson (SVU Uppsala).

Tack till Allan Lundkvist (Institutionen för markvetenskap, SLU Uppsala) för hjälp under provtagningssäsongen, Laima Rosén och Käll Carlgren (Institutionen för Markvetenskap, SLU Uppsala) för hjälp i sökandet efter tidigare utförda försök och tack till min sambo Erika Carlsson för tålamod och korrekturläsning. Jag riktar även ett tack till dem som bidragit med publicerat och icke publicerat material till sammanställningen över tidigare utförda försök.

Innehållsförteckning

	Sida
SAMMANFATTNING	5
INLEDNING	7
BAKGRUND	7
SYFTE	8
LITTERATURSTUDIE	9
KVÄVETS FÖRRÅD, OMSÄTTNING OCH RÖRELSE I MARKEN	9
<i>Förråd</i>	9
<i>Mineralisering och immobilisering</i>	9
<i>Faktorer som påverkar mineraliseringen</i>	10
<i>KRAV-godkända gödselmedels innehåll och kväveformer</i>	10
<i>Kvävets rörelse i marken</i>	10
<i>Torra förhållanden</i>	11
INFORMATION OM DE ANVÄNDA GÖDSELPRODUKTERNA	12
SAMMANSTÄLLNING AV TIDIGARE UTFÖRDA FÖRSÖK MED KVÄVEGÖDSELMEDEL	13
FÖRSÖK GENOMFÖRDA FÖRE 1990	13
FÖRSÖK GENOMFÖRDA UNDER 1990-TALET	13
FÖRSÖKSSERIE L3-0123	17
FÖRSÖKSSERIE B3-NPK	17
FÖRSÖKSSERIE BINADAN -96	17
FÖRSÖKSSERIE L3-2237	17
FÖRSÖKSSERIE L3-0127	17
FÖRSÖKSSERIE L3-0129	18
FÖRSÖKSSERIE L3-0136	18
FÖRSÖKSSERIE GY-2100-1998	18
FÖRSÖKSSERIE L3-0137	18
<i>Korn</i>	18
<i>Vårvete</i>	19
FÖRSÖKSSERIE L3-0138	21
SKÖRDEÖKNINGAR, PROTEINHALTER OCH EKONOMISKA BERÄKNINGAR AVSEENDE FÖRSÖKEN I LITTERATURSTUDIEN	23
<i>Medeltal av skördeökningar och proteinhalter</i>	23
<i>Gödselmedelspriset per kilo kväve</i>	25
<i>Känslighetsanalys</i>	26
<i>Kvot mellan kväve- och spannmålspris</i>	27
<i>Sammanfattning</i>	27
FÖRSÖK 1999	29
FÖRSÖK MED VÅRVETE - FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSPLAN (SERIE L3-0144)	29
FÖRSÖK MED HÖSTVETE - FÖRSÖKSPLATSER OCH FÖRSÖKSPLAN (SERIE L3-0142)	30

PROVTAGNINGAR	32
<i>Generalprov av jord</i>	32
<i>Växt- och jordanalys under växtsäsongen</i>	32
<i>Spannmålsanalys</i>	33
<i>Kemiska analyser av organiska gödselmedel</i>	33
BERÄKNINGAR	33
<i>Skördedata och proteinhalt i kärnskörd</i>	33
<i>Kväveskörd, kväveupptag och kvävet utnyttjandegrad</i>	33
<i>Nettomineralisering</i>	34
<i>Ekonomi</i>	34
<i>Statistisk bearbetning</i>	35
RESULTAT OCH DISKUSSION - FÖRSÖK 1999	36
VÄRDET	36
<i>Markegenskaper på försöksplatserna</i>	36
<i>Kväveinnehållet i gödselmedlen</i>	36
<i>Kärnskördar och proteinhalter</i>	36
<i>Kväveskörd och kväveutnyttjande</i>	38
<i>Kväveupptagningsförloppet och mineralkväveförrådets förändringar under växtsäsongen</i>	41
<i>Nettomineralisering</i>	45
<i>Ekonomi</i>	45
HÖSTVÄRDET	47
<i>Markegenskaper på försöksplatsen</i>	47
<i>Kärnskörd, proteinhalt och ekonomi</i>	47
SLUTSATSER	49
SUMMARY	52
LITTERATURFÖRTECKNING	54
PERSONLIGA MEDDELANDE	56

SAMMANFATTNING

Denna studie omfattar tolv äldre försöksserier i Sverige med KRAV-godkända gödselmedel samt totalt tre försök utförda under 1999 med höst- och vårvete, som behandlas mera utförligt. Syftet med studien är att utvärdera kväveeffekter på kärnskörd och proteinhalt vid olika kvävegivor, tillförseltidpunkter och tillförselmetoder samt att värdera det ekonomiska utfallet av olika gödslingsar.

Skördeökningarna i de äldre försöken uppgick i medeltal för alla gödselmedel (Binadan, Biofer och BioVinass) och grödor (korn, höst- och vårvete) till mellan 16 % och 45 % i intervallet 40-120 kg kväve per hektar. Binadan och Biofer var här dominerande i antal försök. Vid tillförsel av låga kvävegivor (40-60 kg N/ha) tenderade proteinhalten att sjunka i jämförelse med ogödslade led. Risken för detta var större i höstvete. I försök med 40 kg N/ha som Biofer till höstvete ökade skörden i genomsnitt med 13 % jämfört med ogödslade led medan proteinhalten sjönk från 9,2 till 9,0 %. Generellt var skördeökningarna i sammanställningen över de äldre försöksserierna måttliga i jämförelse med de tre försöken som utfördes 1999.

Under 1999 studerades effekter på skörd, råproteinhalt och ekonomiskt utfall i ett försök med höstvete och två med vårvete med några olika KRAV-godkända gödselmedel (Binadan, Biofer, Biokomb och BioVinass). Till höstvete tillfördes gödselmedlen med olika metoder och vid olika tidpunkter i mängder motsvarande 60 kg N per hektar medan vår veteförsöken genomfördes med en enda tillförselmetod och en spridningstidpunkt men med stigande kvävegivor (0, 40, 80, 120 och 200 kg N/ha). Alla försök låg i Mälardalen.

Av de två försöksplatserna med vårvete kom det på den ena bara hälften av nederbörden på den andra mellan sådd och skörd. På den ena försöksplatsen, Fransåker vid Märsta i Uppland (86 mm regn), uppgick skörden i det ogödslade ledet till 1760 kg kärna per hektar, vilket var 1000 kg mindre än på den andra, Esta nära Köping i Västmanland (175 mm). Skördeökningarna vid Fransåker med de KRAV-godkända gödselmedlen var små och de varierade från 21 till 39 %. Råproteinhalten i gödslade led låg inom intervallet 11,5 till 11,7 % och det ogödslade ledet hade 12,1 %. Det var alldeles för torrt för att grödan skulle kunna tillgodogöra sig det tillförda kvävet. På Esta uppgick skördeökningarna till mellan 28 och 93 %. Proteinhalten förbättrades med kvävetillförseln (10,4 % i ogödslat led). I leden som gödslades med Biofer steg proteinhalten med nästan en procentenhet med ökande kvävegivor, 40 kg N/ha (10,7 %), 80 kg N/ha (11,4 %), 120 kg N/ha (12,1 %) och 200 kg N/ha (13,1 %), och resulterade i stort sett samma kväveskörd som i leden med konventionellt gödselmedel.

Vid beräkning av det ekonomiska utfallet har det stor betydelse om man beräknar ett gödslingsnetto eller ett totalnetto. I detta fall avser gödslingsnetto värdet på skördeökningen minus gödselmedels- och spridningskostnad i jämförelse med det ogödslade ledet. Med totalnetto avses hela skördens värde minus kostnad för gödsling och spridning. Om proteinhalten ändras vid gödsling kan det få stora konsekvenser för det ekonomiska utfallet. Gödslingnettot kan vid en viss kvävegiva visa sig vara måttligt eller negativt. Denna gödsling kan dock ha höjt proteinhalten över en gräns som medför ett högre avräkningspris för hela skörden och därmed ett större totalt netto jämfört med ogödslat led. Det totala nettot är den värdeökning lantbrukaren får och bör vara det man i första hand diskuterar.

Binadan, Biofer och BioVinass gav ungefär samma skördeökningar i vårveteförsöket på Esta men priset på gödselmedlen var här avgörande för det ekonomiska utfallet. Högsta totala netto hade ledet med 80 kg N/ha som BioVinass (+1690 kr) i jämförelse med ogödslat led. Beräknas ett totalnetto för gödsling med Biofer resulterade detta i att 80 och 120 kg N/ha gav drygt 1400 kr/ha mer än totalnettot i ledet som inte tillförts någon gödsel. Biofer gav tack vare sin goda förmåga att höja proteinhalten ett positivt gödslingsnetto (282-794 kr/ha) i alla led utom den höga givan 200 kg N/ha.

I höstveteförsöket 1999, som var beläget på Fransåker vid Märsta i Uppland blev det en hög grundskörd, hela 5260 kg kärna per hektar. Nederbörden uppgick till 161 mm från april till skörd. I de gödslade leden (60 kg N/ha) erhöles som högst en skördeökning på 900 kg/ha (Biofer 11-3-0, radmyllad på våren). De olika metoderna och tidpunkterna för tillförsel gav ungefär samma skördeökningar. Ingen av de gödslade leden ledde till att proteinhalten sänktes i jämförelse med ogödslat led (10,3 %), vilket som nämnts kan förekomma vid små N-givor, som mer stimulerar tillväxten och kärnskörden än ökning av proteinhalten. Som mest ökade proteinhalten till 11,4 %, även här i ledet som radmyllats på våren med Biofer. Leden med BioVinass, bredspridd på våren i jämförelse bredspridd på hösten, resulterade i totalnetton på 1090 kr respektive 100 kr mer än det led som inte tillfördes något kväve. Totalnettot i ledet med Biofer radmyllad på våren översteg det ogödslade ledet med 200 kr/ha.

De undersökta KRAV-godkända gödselmedlen tycks fungera ungefär som konventionella gödselmedel; de ger högre skördeökningar ju mer kväve man tillför inom rimliga gränser men de gav lägre kärnavkastning och kväveutnyttjandet blev sämre än för det handelsgödselmedel som användes (NPS 27-5-3) i försöken 1999. Resultaten från de refererade äldre försöken och de försök som genomfördes 1999 tyder på att produkterna är lämpliga att använda i normala ekologiska växtföljder efter ärtor, vallar eller grüngödslingsgrödor. Även sådana förfrukter lämnar tydligen inte tillräckligt med utnyttjbart kväve efter sig. Där förfrukten varit stråsäd är det enligt försöken än mer benäget att använda dessa gödselmedel. De tre viktigaste para-metrarna som avgör om man ska nyttja KRAV-godkända gödselmedel är priset på gödsel-medlet, spannmålspriset och förväntad skördeökning. Även förväntad grundskörd, d.v.s. den skörd som erhålls om man inte tillför något gödselmedel, kan vara viktig för gödslings-effekten. Förväntas den bli låg, t.ex. efter en dålig förfrukt, ger detta ofta större utslag i skördeökning vid gödsling. Spannmålspriset betyder mest för det ekonomiska utfallet vid förändringar av dessa parametrar.

Med avseende på skördehöjande effekt förefaller produkterna Biofer 11-3-0, BioVinass 4-0-6 och Binadan 6-3-12 vara likvärdiga. Biofer var den produkt som oftast gav högst proteinhalt följt av BioVinass och Binadan som dock hade en likartad effekt. Vid beräkning av det ekonomiska utfallet visade det sig att BioVinass tack vare sitt låga pris lönar sig att tillföra i de flesta fall, även med relativt låga förväntade skördeökningar. Biofer var näst bäst tack vare sin proteinhöjande förmåga, vilket är viktigt i brödsädesodlingar där proteinhalten är betal-ningsgrundande.

INLEDNING

Bakgrund

År 1994 antog riksdagen målet att minst 10 % av Sveriges åkerareal skall vara ekologiskt odlad år 2000. År 1999 uppnåddes målet då 11,7 % odlades ekologiskt (Tarighi, pers. medd.). Regeringen gav Jordbruksverket i uppdrag att föreslå ett nytt mål för den ekologiska produktionen efter år 2000. SJV (1999) föreslog att den ekologiskt odlade arealen skall fördubblas (till 20 %) till år 2005. För animalier avser förslaget 10 % av antalet mjölkkor och antalet slaktdjur av nöt och lamm i ekologisk produktion år 2005. För växtprodukter grundar sig målet i första hand på miljöargument samt på det beräknade behovet av inhemskt ekologiskt foder och efterfrågan till humankonsumtion. Utöver detta skall även ett utrymme finnas för export av ekologiskt odlad spannmål.

Efterfrågan på ekologisk stråsäd är numera större än tillgången. Den största och dominerande aktören inom ekologisk spannmålshandel är EcoTrade, ett dotterbolag till Lantmännen. Enligt Svantesson (pers. medd.) omsatte EcoTrade 1995 ca 15 000 ton spannmål och prognosen för år 2000 var 27 000 ton. Bristen på ekologisk stråsäd anses vara bromsande i utvecklingen av såväl animalieproduktionen som nya vegetabiliska produkter för humankonsumtion.

I ekologisk odling är det oftast bristen på växtnäring, speciellt kväve, som begränsar skörden. Detta framstår som det största problemet, utom för vall och baljväxter (SJV, 1999). En under-sökning utförd av Lööf (1995) om problemuppfattningen i ekologisk växtodling visade att lantbrukarna upplevde växtnäringsförsörjning följd av ogräs som det största problemet. Kvävetillförsel till marken sker i ekologisk odling genom kvävefixerande grödor såsom klöver, ärtor och åkerbönor. Stråsädens kväveförsörjning löses i första hand med den stallgödsel som finns till förfogande eller med baljväxtförfrukter inklusive klöverrika slåtter- och grüngödslingsvallar. Båda metoderna har sina begränsningar beträffande effektivitet och precision i växtnäringstyningen. Vid odling av baljväxter inklusive klöver, bl.a. i syfte att bidra till efterföljande grödas kväveförsörjning, kan följden bli större N-utlakningsförluster (Haak & Lindén, 1995). På kreaturslösa gårdar avsätts ofta en tredjedel av arealen till grüngödsling, vilket är negativt ur produktionshänseende. Lööf (pers. medd.) anser att den strikta växtföljd som vanligen tillämpas i ekologiskt jordbruk dessutom skapar oflexibel odling med små möjligheter till marknadsanpassning.

Det finns i dag ett antal KRAV-godkända specialgödselmedel på den svenska marknaden. De kan användas för att komplettera stallgödsel och grüngödsling. De kan också användas för att öka andelen avsalugrödor i växtföljden samt för att skapa möjligheter till marknadsanpassning med avseende på grödval. Gödselmedlen är baserade på stallgödsel, biprodukter från livs-medelsindustrin samt oprocessat mineral. Produkterna är ofta pelleterade för att underlätta spridning. Genom modern teknik, t.ex. kombisådd, kan sådan växtnäring tillföras med stor precision, vilket sparar både pengar och miljö. Kunskapen om användning av KRAV-godkända gödselmedel är dock i allmänhet liten bland både rådgivare och lantbrukare. Det gäller speciellt relationerna mellan förväntad skördeökning, det ekonomiska värdet av skörde-ökningen och kostnaden, inklusive spridning, för tillförd växtnäring.

Syfte

Denna studie omfattar två försök med vårvete och ett med höstvete under 1999 i Mälardalen. Dessa ingår i ett projekt som initierats av ODAL för att ge större kunskap i användandet av KRAV-godkända gödselmedel. Även resultat från tidigare undersökningar med KRAV-godkända specialgödselmedel har samlats in och sammanställts. Det har förekommit försök med höst- och vårvete, korn, havre, potatis, sockerbetor och olika grönsaker. Denna sammanställning omfattar endast undersökningar utförda med stråsäd.

Syftet med studien är att utvärdera kväveeffekter på kärnskörd och proteinhalt vid olika kvävegivor, tillförseltidpunkter och tillförselmetoder samt att värdera det ekonomiska utfallet av olika gödslingar.

LITTERATURSTUDIE

Kvävets förråd, omsättning och rörelse i marken

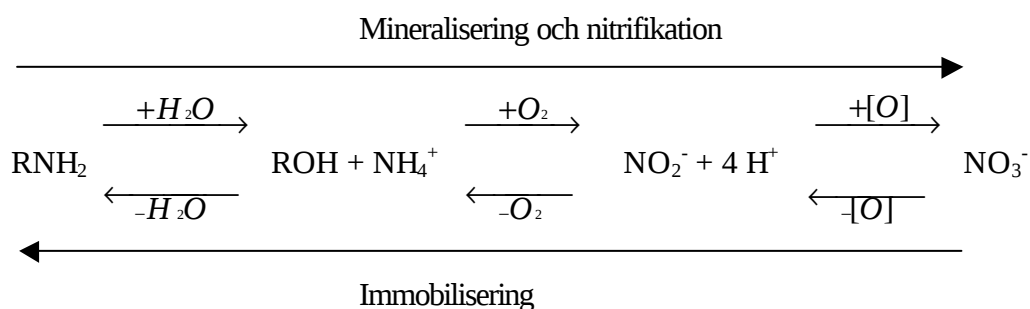
Förråd

Nästan hela förrådet av kväve i odlad jord är bundet i den organiska marksubstansen, dvs. i mullämnen, växtrester och markorganismer. Denna del står för långt över 90 % av det totala kvävet i de flesta jordar. Nedbrutet material från över- och underjordiska växtdelar bidrar till det organiska bundna kvävet (Haynes, 1986). Storleken på kväveförrådet hänger nära samman med jordens mullhalt. En jord med 4 % mullhalt i matjorden innehåller ca 100 ton organiskt material per hektar totalt. Kväveinnehållet i detta uppgår till ca 6 ton per hektar (Persson & Ottabong, 1994). Enligt Claesson & Steineck (1991) kan matjordslagret (0-25 cm) innehålla mellan ca 4 och 8 ton kväve per hektar vid en mullhalt på 5 %. Med ökande djup avtar mullhalten och därmed totalkväveinnehållet.

Mineralisering och immobilisering

Eftersom det mesta av kvävet är bundet i den organiska substansen är tillgängligheten för växterna begränsad. Kvävet måste övergå till mineralisk form för att vara tillgängligt för växterna. Mikroorganismernas aktivitet leder till att det organiska materialet slutligen bryts ned till enkla oorganiska föreningar. Men kväve kan också immobiliseras. Detta innebär att mineralkväve (NH_4^+ , NO_3^-) assimileras och byggs in i mikrobiomassa. Växternas rötter är därför inte den enda komponent i marken som förbrukar mineraliskt kväve. Mikro-organismer utnyttjar således det mineraliska kvävet i markens kvävepool. Killham (1994) menar att detta behov varierar kraftigt beroende på kol/kväveknoten hos organismen och kol/kväveknoten hos det substrat som organismen utnyttjar. Vid nedbrytning av t.ex. halm, som kan ha en kvot på 100-150, behöver mikroorganismerna extra kväve utifrån för sina livsfunktioner, vilket innebär att immobilisering sker. Om det finns förhållandevis gott om kväve i utgångsmaterialet, som i delar av baljväxter, blir det redan från början kväve över. Vid en kol/kväveknot på ca 20:1 går en brytpunkt under vilken kväve mineralisering sker (Claesson & Steineck, 1991; Killham, 1994).

I den process där de organiska föreningarna övergår i mineralisk form ingår en hel serie av reaktioner men nettoeffekten kan åskådliggöras ganska enkelt. Processen visas i figur 1 med RNH_2 som exempel på en organisk kvävekälla.



Figur 1. Schematisk bild av processen vid mineralisering och immobilisering av kväve samt nitrifikation (efter Brady, 1990).

Kolhydrater, lignin, proteiner, lipider, hartser och korkämnen bryts ned och humifieras av en mängd

organismer som utvinner energin i dessa föreningar för sina egna livsprocesser. Bland dessa organismer kan nämnas insekter, maskar, protozoer, alger, svampar och bakterier (Wiklander, 1976).

Faktorer som påverkar mineraliseringen

Det är två typer av faktorer som styr processerna vid mineralisering enligt Berg et al. (1986). Den ena är den biotiska faktorn, bl.a. mängden rotexudat och konkurrensen om substrat mellan mikroorganismerna. Den andra är den abiotiska faktorn som avser pH, syrehalt, vatten-potential, temperatur, substratkoncentration och aktuell mineralsammansättning i marken.

KRAV-godkända gödselmedels innehåll och kväveformer

För bästa möjliga kväveverkan måste det organiskt bundna kvävet i organiska kväve-gödselmedel, såsom KRAV-godkända av detta slag, mineraliseras i så stor utsträckning som möjligt under växtsäsongen. Samma skeenden som ovan beskrivna steg påverkar då deras verkan, fransett den del av kvävet som sedan från början är i mineralisk form. I specialgödselmedel som är avsedda för ekologisk odling är den största delen kväve organiskt bundet. Binadan 6-3-12, som har kycklinggödsel som huvudkomponent, består av ca 2,6 % ammoniumkväve med en totalkvävehalt på 6-7 %, se även sidan 11 för mer information om denna och andra produkter. Det stora innehållet av ammoniumkväve beror på att det organiska kvävet i Binadan består av urinsyra som relativt snabbt omvandlas till ammonium. I ett inkubationsförsök med olika gödselmedel utfört av Jerkebring (2000) framkom att kväve snabbast mineraliserades efter tillförsel av Binadan. Försöket, som pågick under 8 veckor, utfördes under gynnsamma betingelser med avseende på temperatur och vattentillförsel. Övriga kvävekällor som ingick var bl. a. Biokomb 6-2-3 och BioVinass 4-0-6. På en vecka hade drygt 60 % av kvävet mineraliserats hos Binadan och 70 % uppnåddes efter tre veckor. Motsvarande värden hos BioVinass var 50 respektive 60 % och hos Biokomb 28 respektive 38 %.

Biofer 11-3-0 innehåller ca 1,2 % ammoniumkväve och har en totalkvävehalt på ca 11 %. Biofer består av 67 % protein med köttbenmjöl som råvara. Det organiska kvävet i Biofer utgörs i huvudsak av lättmineraliserade proteiner (Wivstad, 1996). De proteiner som ingår i Biofer innehåller bl.a. aminosyromna glycin, prolin, glutamin och alanin. Proteiner spjälkas upp med hjälp av olika enzymer som bryter ned deras peptidbindningar till fria aminosyror. Dessa syror fortsätter via reaktioner med hjälp av enzymer att omvandlas till ammonium. Gödsling med Biofer har i ett flertal försök (Salomonsson et al., 1994 och 1995, samt i försöksserie L3-0144 som redovisas utförligt i avsnittet "Resultat och diskussion" i detta arbete) visat sig genomgå en relativt långsam mineraliseringsprocess och till följd av detta medföra en lägre halt av kväve i växten i början av säsongen än vad t.ex. Binadan ger. Enligt Robertsson (pers. medd.) har köttmjöl och benmjöl en C/N-kvot på 5 respektive 8. Kycklinggödsel har en C/N-kvot på 5,3.

BioVinass har en ammoniumhalt på 0,25 % och totalkvävet uppgår till 4 %. Enligt Jerkebring (2000) är kvävet till största del bundet i proteiner och är därmed lättomsättbart. Någon mer omfattande analys av innehållet har ej påträffats.

Kvävets rörelse i marken

Grödornas möjligheter att tillvarata mineralkväve i jorden beror bl. a. av i vilken omfattning detta kan

transporteras fram till rötterna via markvattnet. Enligt Lindén (1981) äger sådan förflyttning rum dels genom konvektion på grundval av vattnets rörelser i jorden och dels genom diffusion till följd av jonernas termiska rörelser, varvid en nettoförflyttning av jonerna uppkommer i riktning från en större koncentration och mot en mindre.

Nitrat- och ammoniumkvävet rör sig olika i markprofilen. Haynes (1986) menar att ammoniumkvävet i marken har liten benägenhet att utlakas därför att ammoniumjonen har positiv laddning och hålls kvar i marken tack vare adsorption på och fixering i lerpartiklarna samt att den snabbt kan immobiliseras av den mikrobiska biomassan.

Ammoniumjoner kan även diffundera i lösning. I motsats till NH_4^+ är benägenheten liten för NO_3^- att absorberas av markkolloiderna, som vanligtvis har negativ nettoladdning. Nitratjoner diffunderar eller masstransporteras med markvattnet.

Gödsel- $\text{NH}_4\text{-N}$ som placerats ytligt i matjorden, förflyttar sig trots rikligare nederbörd i allmänhet endast några centimeter nedåt. Först när ammoniumkvävet nitrifierats kan det röra sig mer påtagligt med vattnets rörelser i markprofilen. Ammoniumjonens rörelser är beroende av jonbytesreaktioner, varvid $\text{NH}_4\text{-N}$ som vaskats ned ett stycke i marken binds på nytt och kvarhålls i de nya jordlager som det nått.

Torra förhållanden

Gödselkvävet verkan är beroende av nederbördsförhållandena. Enligt Lindén (1981) har grödorna svårt att utnyttja gödselkväve, som till följd av torr väderlek icke transporteras ned till det inre av matjorden utan blir liggande nära markytan. Nitrat kan även transporteras uppåt genom vattnets kapillära stigning. Vattnets avdunstning tenderar att minska fuktigheten i markytan, varvid det vattenbindande trycket ökar. Detta leder i sin tur till att vatten sugas upp från underliggande jordskikt, förutsatt att dessa är tillräckligt fuktiga. Då kan nitrat och andra salter anhopas i eller nära markytan, samtidigt som halterna minskar i närmast underliggande jordlager.

Vatteninnehållet i marken är en viktig faktor som påverkar mineraliseringsprocessen. Under-sökningar som simulerar olika förhållanden har utförts som inkubationsförsök. Miller och Johnson (1964) inkuberade fyra jordar vid 30°C i 14 dagar under olika fuktighetsförhållanden. Jordtyperna justerades till vattenhalter motsvarande olika vattenavförande tryck, allt från noll bar till >50 bar som motsvarar lufttorr jord. De fann att mineraliseringen ($\text{NH}_4\text{-N}$ -produktionen) hade en topp vid vattenhalter motsvarande 0,15 och 0,5 bars vattenavförande tryck. I tre av jordarna var vatteninnehållet vid 0,3 bar ca 20 % och de luftfyllda porerna upptog drygt 30 % av den totala porvolymen. I den fjärde jorden uppgick vatteninnehållet till 40 % och luftfyllda porer till 12 %. I en liknande undersökning som Stanford och Epstein (1974) utförde framkom att den största mineraliseringshastigheten inföll där vattenhalter motsvarade vattenavförande tryck var mellan 0,33 och 0,1 bar. Vid samma tryck var 80-90 % av den totala porvolymen vattenfylld. Inom intervallet för optimal mineralisering (0,33-0,1 bar) och 15 bar (vissningsgränsen) kunde en linjär relation ($r^2=0,93$) konstateras mellan ackumulerat kväve och vatteninnehåll. Vid torrare förhållanden sjönk mineraliseringsgraden, och vid fuktigare betingelser ackumulerades mindre kväve ($\text{NH}_4\text{-N}$ och $\text{NO}_3\text{-N}$), troligtvis beroende på denitrifikation.

I gödselmedel där kvävet till största del är organiskt bundet, såsom i Binadan och Biofer, bör

mineraliseringen ske långsammare vid torra förhållanden. Enligt Engström et al. (1999b) gynnas mineraliseringen av tillförda organiska gödselmedel under en fuktig säsong, vilket var fallet i demonstrationsodlingar på Lanna försöksstation i Västergötland under 1999.

Information om de använda gödselprodukterna

Binadan tillverkas i Danmark och består av pelleterad kycklinggödsel med tillsats av stenmjöl och skörderester (Binadan Svenska AB, 1999). Gödseln är pelleterad och kan spridas med handelsgödselspridare och kombisåmaskiner. Två produkter saluförs i Sverige: NPK 6-3-12 och NPK 5-2-4.

Biofer tillverkas av Gyllebo Gödning AB, ett bolag som ägs av SLR, Skånska Lantmännen och Konvex. Råvarorna är biprodukter från slakteri- och livsmedelsindustrin, t.ex. köttben-mjöl, blodmjöl och Biokali (biprodukt vid jästtillverkning) (Gyllebo Gödning AB, 1999). I sortimentet finns många olika NPK-varianter, t.ex. 11-3-0, 6-2-11 och 5-1-14. De flesta produkterna är pelleterade och kan spridas med handelsgödselspridare och kombisåmaskiner.

Biokomb tillverkas av EkoNatur Sverige AB. Råvarorna är huvudsakligen kycklinggödsel och Biokali (EkoNatur Sverige AB, 1999). Den pelleterade produkten finns som NPK 6-1-3 och NPK 6-2-12. Spridning sker med handelsgödselspridare eller kombisåmaskin.

BioVinass är en biprodukt från Jästbolagets fabrik i Rotebro utanför Stockholm. Växtnäringsinnehållet är 4,5 % kväve och 6,5 % kalium (EkoNatur i Sverige AB, 1999). Produkten utgörs av en något trögflytande vätska som är brun och klibbig med en svag lukt av melass. Spridning sker enklast genom blandning med urin eller flytgödsel. Den kan även spridas med ogrässprika med stora munstycken efter spädning med en till två delar vatten eller med radmyllningsspridare för flytande handelsgödsel.

SAMMANSTÄLLNING AV TIDIGARE UTFÖRDA FÖRSÖK MED EKOLOGISKA KVÄVEGÖDSELMEDEL

Under de senaste 15 åren har verkan av KRAV-godkända gödselmedel undersökts vid odling av potatis, grönsaker, sockerbetor, vall, baljväxter och stråsäd. En lång rad olika produkter, i varierade formuleringar, har ingått i skilda försöksserier. Denna sammanställning berör endast försök genomförda med stråsäd och med de gödselmedel som finns i handel i dag, främst Binadan och Biofer. Se sammanställning i tabell 1.

De statistiska bearbetningarna bygger på material som finns inlagt i försöksdatabasen vid Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för växtnäring, SLU, Uppsala. Materialet om-arbetades till en statistikfil som importerades till statistikprogrammet NCSS 2000. Samtliga statistiska analyser är utförda i NCSS 2000.

Försök genomförda före 1990

De första dokumenterade undersökningarna genomfördes i slutet av 1980-talet. Gyllebo Gödning AB, Västsvenska Lantmän och Secco Tork AB lät utföra en lång rad fältförsök med KRAV-godkända gödselmedel (Anonym, 1991). De produkter som användes var i första hand hönsgödsel, Adularia och olika slaktbiprodukter. Syftet var att avkastnings- och kvalitets-mässigt (med avseende på proteinhalt) samt ekonomiskt utvärdera de gödselmedel som företagen marknadsförde vid den tiden. Man studerade verkan av produkterna efter gödsling till vårvete, havre, potatis, ärter, vitkål samt morot. Tyvärr saknas viktiga fältdata i de här studierna, t.ex. analyser av växttillgängligt kväve i marken. Det försvårar tolkning och statistisk bearbetning.

I ett försök med havre på Fransåker i AB-län 1989 gav gödslingarna stora skördeökningar. Redan vid en kvävegiva på 40 kg N/ha med Biofer 10-4-0 fördubblades kärnskorde. I det ogödslade ledet var avkastningen bara 1570 kg N/ha. I två försök som genomfördes 1989 med vårvete (Fransåker, AB-län och Stehag, M-län) erhöll man som mest 35 % i skördeökning där kvävegivor om 40, 80, 120, 160 och 200 kg kväve per hektar tillfördes som köttbenmjöl eller köttmjöl (ingen uppgift om NPK-sammansättning har hittats).

Försök genomförda under 1990-talet

Efter 1990 och några år framåt förekom nästan inga försök alls med KRAV-godkända gödselmedel. Under andra halvan av 90-talet intensifierades undersökningarna, men volymmässigt var försöksverksamheten liten jämfört med växtnäringförsök i konventionell odling. Under senare år genomfördes även undersökningar med alger, slam, biomull, humanurin, nöturin och bakterier. Gödselmedel, kvävegivor och tillförselsätt varierar mycket i de undersökningar som finns tillgängliga för sammanställning. Resultaten redovisas försöksserievis. Fördjupade statistiska analyser genomfördes på serierna L3-0137 och L3-0138. Vanligast förekommande gödselmedel var Biofer 11-3-0 som i huvudsak tillverkas av köttbenmjöl. Binadan 6-3-12 som har kycklinggödsel som huvudkomponent var också ett återkommande gödselmedel. De gödslingsnivåer som förekom var 30, 40, 60, 80 och 90, 120, och 200 kg N/ha. Vanligast var 40 och 80 kg N/ha. De tillförselsätt som studerats var bredspridning med efterföljande nedharvning, radmyllning vid sådd samt övergödsling i uppkommen gröda med och utan nedharvning.

Tabell 1. Sammanställning av försök utförda med KRAV-godkända gödselmedel till stråäd 1988-1999. I samtliga försök fanns ett led med 0 kg N/ha

Försöks-Plan	År, Gröda	Gödselmedel	Kvävegivor, kg N/ha	Tillförselsätt	Antal försök	Försöksplats och län	Beställare/betalare
GYBO-872	-88 Havre	Biofer, efterverkan	140	Bredsp.	1	Kristianstad, L	1
SEC1/75389	-89 Vårvete	Köttmjöl	40, 80, 120, 160 och 200	Bredsp.	1	Stehag, M	1
-	-89 Havre	Biofer 10-4-0	40, 80 och 120	Bredsp.	1	Fransåker, AB	1
-	-89 Vårvete	Köttbenmjöl	40, 80, 120, 160 och 200	Bredsp.	1	Fransåker, AB	1
-	-90 Korn	Köttbenmjöl, efterverkan av ovanstående försök	40, 80, 120, 160 och 200	Bredsp.	1	Fransåker, AB	1
GYBO-903	-90 Vårvete	Biofer 4,5-1-2	45 och 90	Bredsp.	1	Önnestad, L	1
SEC2/75890	-90 Vårvete	Biofer	60	Bredsp.	1	Härsnäs, M	1
VL-50	-90 Havre	Biofer 4,5-1-2	52 och 99	Bredsp.	1	Bredagården, R	1
L3-0123	-94 Vårvete	Biofer 10-4-0 och	30	Överg.	1	Lundsbrunn, S	2
	-95 Vårvete	Binadan 5-2-4	30	Överg.	6	Lillerud, S, Dingle, O, Tegneby, E	2
	-96 Vårvete	"	30	Överg.	2	Börsgård, O, L. Böslid, N, Kvinnersta, T Dingle, O, Lillerud, S	2
B3-NPK	-95 Vårvete	Binadan 5-2-4 och 6-3-12	30 och 60	Bredsp. och kombis.	3	Logården, R	3
Binadan -96	-96 Vårvete	Binadan 6-3-12	30, 60 och 90	Bredsp. och kombis.	1	Mariestad, R	3

Förklaring till förkortningar i tabellen:

Kombis. = tillfört vid sådd med kombimaskin

Radm. = radmyllat på våren med såmaskin

Bredsp. = bredspritt efterföljt av nedharvning

Överg. = bredspritt utan nedharvning

Tabell 1. Fortsättning

Beställare/betalare

1 = Gyllebo Gödning AB, Västsvenska Lantmän, Secco Tork AB

2 = HS (Hushållningssällskapet i resp. län)

3 = Svenska Binadan AB

Försöks-Plan	År Gröda	Gödselmedel	Kvävegivor, kg N/ha	Tillförselsätt	Antal försök	Försöksplats och län	Beställare/betalare
L3-2237	-96 Höstvete	Binadan 5-2-4 och 6-3-12	80	Överg.	1	Logården, R	3
L3-0127	-96 Korn	Köttbenmjöl	40 och 80	Bredsp.	1	Tingvall, O	4
L3-0129	-96 Vårvete	Biofer 10-4-0 och Binadan 5-2-4	30 och 60	Bredsp. och överg.	3	Siggantorp, E, Nuntorp, Pn, Logården, R	2
L3-0136	-97 Höstvete	Binadan 6-3-12		Bredsp.	1	Dingle, O	5
L3-0136	-98 "	"		"	1	Dingle, O	
L3-0137	-97 Vårvete	Biofer 10-4-0 och	40 och 80	Bredsp. och	3	L. Böslid, N, Dingle,O, Norrgården, T	6
L3-0137	-97 Korn	Binadan 6-3-12	"	kombis.	1	Öjebyn, BD	
L3-0137	-98 Vårvete	"	"	"	1	Dingle, O	
L3-0137	-98 Korn	"	"	"	3	Borlänge, W, Väse, S, Öjebyn, BD	
L3-0138	-97 Höstvete	Biofer 10-4-0 och Binadan 6-3-12	40, 80 och 120	Bredsp.	5	Rimforsa, E, L. Böslid, N, Dingle,O Logården, R, Kvinnersta, T	6
L3-0138	-98 "	"	"	"	5	Rimforsa, E, L. Böslid, N, Dingle,O Gräve, T, Frändesta, U	
GY-2100-1998	-98 Höstvete	BioVinass 4-0-6	60 och 120	Överg.	1	Logården, R	7
L3-0142	-99 Höstvete	Binadan 6-3-12, Biofer 11-3-0 Biokomb 6-2-3, BioVinass 4-0-6	60	Kombis. radm. och överg.	1	Fransåker, AB	8
L3-0144	-99 Vårvete	Binadan 6-3-12, Biofer 11-3-0 BioVinass 4-0-6	40, 80, 120 och 200	Bredsp.	2	Fransåker, AB, Esta, U	9

Förklaring till förkortningar i tabellen:

Kombis. = tillfört vid sådden med kombimaskin
Radm. = radmyllat på våren med såmaskin
Bredsp. = bredspritt efterföljt av nedharvning
Överg. = bredspritt utan nedharvning

Beställare/betalare

2 = HS = Hushållningssällskapet i resp. län
3 = Försök i Väst och Svenska Binadan
4 = HS och VL-stiftelsen
5 = HS och länsst. i Göteborgs och Bohus län
6 = HS och SJV
7 = RJ Natur i Gyllebo AB
8 = Produkttillverkarna
9= ODAL, SJV och Sveaförsöken

Försöksserie L3-0123

Här studerades inverkan på skörd och proteinhalt hos tre olika vårvetesorter (Lindén, 1998). En grundgödsling med 35 ton nötflytgödsel per hektar (66 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$) utfördes på våren före vårbuket. Biofer 10-4-0 (30 kg N/ha), Binadan 5-2-4 (30 kg N/ha) och urin från nötkreatur (30 och 45 kg N/ha) övergödslades i stadium 30-31. I fem av försöken under 1995 gav Dacke 4 % mindre och Curry 3 % större kärnskörd än Dragon som medeltal för alla gödslingar. Skördeökningarna blev bara ca 100 kg kärna per hektar, både med Biofer 10-4-0 och Binadan 5-2-4, i medeltal för alla vårvetesorter. Med urin från nötkreatur erhöles ca 400 kg kärna per hektar i merskörd i de två gödslingsleden. Råproteinhalterna blev för Dacke 10,8 %, Curry 10,0 % och Dragon 10,2 %. Gödslingarna gav endast marginella höjningar av proteinhalten jämfört med ogödslat led.

Försöksserie B3-NPK

Binadan 5-2-4 och Binadan 6-3-12 ingick i ett försök på Svaneberg, Mariestad, R-län med vårvete där dessa gödselmedel jämfördes vid kombisådd på nivåerna 30 och 60 kg N/ha och vid bredspridning före sådd på nivån 60 kg N/ha (Gustafsson, 1995). Grundskörden var 3900 kg per hektar och proteinhalten uppgick till 10,1 %. I det led som kombisåddes med 60 kg N/ha i form av Binadan 6-3-12 uppmättes en skördeökning på ca 1700 kg/ha och en råproteinhalt på 11,2 %. Merskörd och proteinhaltshöjning jämfört med ledet med bredspridd gödsel uppgick till ca 350 kg/ha respektive 0,8 enheter i proteinhalt. Leden som gödslats med Binadan 5-2-4 resulterade som bäst i en skördehöjning på 7 % och oförändrad proteinhalt.

Försöksserie Binadan -96

I ett försök med vårvete liknande B3-NPK jämfördes bredspridning före sådd med kombisådd, nu endast med Binadan 6-3-12 och med stigande kvävegivor (0, 30, 60 och 90 kg N/ha) (Gustafsson, 1997a). Grundskörden var 3690 kg/ha och proteinhalten var relativt låg, 8,6 %. Klara skördeökningar erhöles vid samtliga kvävenivåer (12-57 %) men proteinhalten sjönk i alla led som tillförts kväve. Kombisådd överträffade i medeltal bredspridning med ca 500 kg kärna per hektar. Alla gödslade led resulterade i en sänkning av proteinhalten till mellan 8,1 och 8,4 %.

Försöksserie L3-2237

Under 1996 undersöktes Binadan 5-2-4 och Binadan 6-3-12 i mängder motsvarande 80 kg N/ha till höstvet i integrerad odling på Logården, R-län (Gustafsson, 1997b). I ogödslat led uppgick skörden till hela 6140 kg kärna/ha och proteinhalten blev 8,2 %. Binadan 6-3-12 gav ca 1400 kg kärna per hektar i skördeökning medan Binadan 5-2-3 resulterade i halva denna skördeökning. Gödslingarna medförde en sänkning av proteinhalten med 0,2 respektive 0,1 procentenheter med ovanstående gödselmedel.

Försöksserie L3-0127

I ett försök med vårkorn på Tingvall, O-län var syftet att jämföra gödslingseffekten av humanurin med ett KRAV-godkänt gödselmedel (köttbenmjöl) (Anonym, 1997). Köttben-mjölet spreds i två led med 40 och 80 kg N/ha. Skördeökningarna var måttliga, 11 % och 4 % i leden med 40 respektive 80 kg N/ha jämfört med kontrolleret utan gödsling. Den höga grundskörden på ca 4100 kg kärna per hektar och den beskedliga skördeökningen kan delvis förklaras med att det fanns 91 kg mineralkväve per ha inom 60 cm djup i markprofilen före sådd.

Försöksserie L3-0129

På tre försöksplatser breddspreds 1996 Binadan 5-2-4 och Biofer 10-4-0 i kvävegivor om 30 och 60 kg N/ha vid sådd av vårvete (Lindén, 1998). Skördeökningarna uppgick till 470-740 kg kärna per ha i leden med 60 kg kväve per hektar jämfört med det ogödslade ledet. Dessa gödselmedel tillfördes även som övergödning i stadium 30-31 med 30 kg N/ha efter en grundgiva på 30 kg N/ha med nöturin vid sådd. I ledet med Biofer erhöles en skördesänkning med 200 kg/ha och en sänkning av proteinhalten från 9,6 % till 9,4 % jämfört med engångsgivan (60 kg N/ha vid sådd). Gödsling med Binadan gav en skördeökning på ca 100 kg/ha och en ökning proteinhalten från 9,2 % till 9,4 % vid samma jämförelse.

Försöksserie L3-0136

Binadan 6-3-12 motsvarande 20, 40 och 60 kg N per hektar breddspreds och nedharvades på våren i ett försök med höstvet på Dingleskolan i O-län under 1997 och 1998 (Olrog, 2000). Skördeökningarna uppgick till som mest 5 % under 1997 vid en grundskörd på 5120 kg kärna/ha. Proteinhalten i samtliga led blev ca 8,5 % och ökade inte med stigande kväve-givor. Under 1998 blev skörden i det ogödslade ledet 4280 kg kärna per ha och avkastningen i de gödslade leden steg mellan 15 och 22 %.

Försöksserie GY-2100-1998

BioVinass ingick i ett försök med höstvet på Logården, R-län med kvävegivor motsvarande 60 och 120 kg per hektar (Anonym, 1998). Skördeökningarna blev 35 respektive 61 % med en grundskörd på ca 2300 kg kärna per hektar. Proteinhalten sjönk från 10,3 % (ogödslade ledet) till 9,9 % respektive 9,6 % med nyss nämnda gödselgivor.

Försöksserie L3-0137

Åtta försök genomfördes under 1997 och 1998 med syftet att studera inverkan på kärnskörd och råproteinhalt, kvävet utnyttjandegrad samt gödslingens inverkan på kväveutlaknings-risken (Lindén, pers. medd.). Utöver ett ogödslat kontrollerad ingick kvävegivor om 40 och 80 kg N/ha nedharvat vid sådd samt 80 kg N/ha radmyllat vid kombisådd. De undersökta gödselmedlen var Binadan 6-3-12 och Biofer 10-4-0. Dessutom fanns ett led med vardera 80 och 120 kg N/ha som humanurin. Fyra försök genomfördes med korn och lika många med vårvete. Signifikansnivån bestämdes till $p = 0,05$ i alla i statistikbearbetningar.

Korn

Försöksplatserna med korn var utlagda på gårdar i närheten av Öjebyn i BD-län, Borlänge i W-län och Väse i S-län. Skördeökningarna varierade från 14 till 26 % i medeltal på alla försöksplatserna med Binadan och Biofer (båda tillförselmetoderna), se tabell 2. Störst skördehöjning hade leden med 80 kg N/ha som gödslets med Binadan, ca 650 kg, vilket gäller både breddspridning och kombisådd.

Försöket på Öjebyn 1997 hade högre grundskörd än de övriga. Gödslingarna gav mindre skördeökningar än i de andra försöken. Orsaken var förmodligen att förfrukten utgjordes av baljväxtgrönfoder, uppenbarligen med god kväveefterverkan. Härtill var stallgödseltillförseln stor under tidigare år. Gödslingen i detta försök resulterade i liggsäd. I de övriga försöken fanns dock statistiskt säkra skillnader mellan olika gödslingar.

Tabell 2. Kärnavkastning (15 % vattenhalt) av korn i försöksserie L3-0137

kg N per ha	Försöksled	Kärna (renvikt), kg/ha, försöksplats och län					Rel. tal
		Öjebyn -97, BD	Borlänge, W	Väse, S	Öjebyn -98, BD	Medeltal	
0	Utan gödselmedel	3610	2190	2280	2250	2580	100
40	Humanurin	3650	2940	2750	2510	2960	115
80	Humanurin	3610	3330	2720	2790	3110	121
120	Humanurin	3410	3180	2550	2660	2950	114
40	Biofer 11-3-0 breds.	3840	2830	2490	2570	2930	114
80	Biofer 11-3-0 breds.	3390	3110	2940	2550	3000	116
80	Biofer 11-3-0 radm.	3630	3270	2950	2560	3100	120
40	Binadan 6-3-12 breds.	3600	2840	2810	2510	2940	114
80	Binadan 6-3-12 breds.	3640	3230	3320	2800	3250	126
80	Binadan 6-3-12 radm.	3550	3600	2760	3050	3240	126

För samtliga gödslingar erhöles statistiskt säkra ökningar av kärnsörden jämfört med ogödslat led i medeltal för alla platser. 80 kg N som Binadan gav signifikanta mersördar jämfört med samtliga gödslingar med 40 kg N. Förfrukterna varierade mellan de olika försöken. Även om det mest extrema fallet med baljväxtgrönfoder utesluts orsakade förfrukterna skillnader i skörd. Den högsta skörden erhöles i försöket på Öjebyn 1997 med baljväxtgrönfoder som förfrukt. Orsaken är troligen även att större mängder stallgödsel tillförts under tidigare år. Detta försök gav minst utslag för tillförsel av gödsel genom radmyllning. Det beror antagligen på att tillräckligt med växtnäring fanns tillgängligt. I de andra försöken gav kombisädd (radmyllning) små skördeökningar som dock ej var statistiskt säkra. Biofer svarade något bättre än Binadan på radmyllning av gödseln. Skillnaden var inte statistiskt säker.

En möjlig förklaring till de måttliga skördeökningarna med kombisädd kan vara liggsädd. Försämringen av stråstyrkan vid radmyllning var statistiskt säker. Effekten av tillförda gödsel-medel blev helt enkelt för stor, troligen p.g.a. den regniga sommaren. I försöket på Öjebyn, där förfrukten var korn, var stråstyrkan svag oavsett hur de olika gödselmedlen tillförts.

Försöken genomfördes i västra och norra Svealand samt Norrland. De kornsorter som användes var Kinnan, Karin och Vanja. Dessa sorter har sämre stråstyrka än andra som används i sydligare delar i Sverige. Liggsädd i korn är inte ett generellt problem utan mycket sortberoende. De valda försöksplatserna i Värmland, Dalarna och Norrbotten har troligen lägre avkastningspotential än odlingslokaler längre söderut i Sverige. Då blir kvävebehovet mindre, och utslaget för kvävegödsling svagare. Radmyllning av gödseln ökade växtnäringens effektivitet men orsakade ytterligare liggsädd. Samtliga gödslingar gav ändå skördeökningar. Binadan tycktes vara något effektivare än Biofer. Då bör man också komma ihåg att Binadan innehåller kalium till skillnad från Biofer. Om försöken legat på lätta jordar kan innehållet av kalium vara betydelsefullt.

Värvete

De totalt fyra försöken under 1997 och 1998 var placerade på Lilla Böslid i N-län, Norrgårda i T-län samt Dingle i O-län (två tillfällen) (Lindén, pers. medd.). Gödslingarna (se tabell 3) resulterade i skördeökningar mellan 15 och 20 %, den större ökningen genom kombisädd med både Binadan och

Biofer motsvarande 80 kg N/ha. Råproteinhalten hos vårvete i ogödslad led var i genomsnitt 10,9 %, se tabell 4. Efter gödning med Binadan och Biofer, oavsett kvävegiva och tillförselsätt, ökade proteinhalten till mellan 11,3 och 11,8 %.

Tabell 3. Kärnskörd (15 % vattenhalt) hos vårvete i försöksserien L3-0137

kg N per ha	Försöksled	Kärna (renvikt), kg/ha, försöksplats och län					
		L.Böslid, N	Dingle -97, O	Norrgårda, T	Dingle -98, O	Medel- tal	Relativ- tal
0	Utan gödselmedel	3970	6680	4800	2540	4500	100
40	Humanurin	4220	7100	5520	3630	5120	114
80	Humanurin	4420	7190	5620	4240	5370	119
120	Humanurin	4720	7170	5880	4500	5570	124
40	Biofer 11-3-0 breds.	4840	7010	5540	3400	5200	116
80	Biofer 11-3-0 breds.	4600	7170	5310	3620	5180	115
80	Biofer 11-3-0 radm.	4860	7170	5760	3740	5380	120
40	Binadan 6-3-12 breds.	4960	7010	5670	3170	5200	116
80	Binadan 6-3-12 breds.	4950	7190	5580	3280	5250	117
80	Binadan 6-3-12 radm.	5290	7100	5330	3890	5400	120

Alla gödslade led gav med statistisk säkerhet skördeökningar jämfört med ogödslad led. Skördeeffekterna av 40 och 120 kg N/ha som humanurin var också statistiskt skilda ifrån varandra. Försöket på Dingle 1998 hade vårvete som förfrukt vilket delvis kan vara en förklaring till den låga grundskörden och det stora utslaget för tillförsel av kväve. Övriga försöksplatser hade kvävefixerande grödor som förfrukter. På Dingle 1997 var grundskörden hög och gödningarna resulterade i små skördeökningar. Det fanns ingen statistiskt säker skillnad mellan tillförselsätten i leden med 80 kg N som Binadan och Biofer. Tendensen var dock att radmyllning ger något högre skörd än bredspridning.

Ledet med 120 kg N/ha som humanurin gav med statistisk säkerhet högre proteinhalt än alla andra led, se tabell 4. Det ogödslade ledet hade signifikant lägre proteinhalt än de med 40 kg N som Binadan och 80 kg N/ha som urin. Minsta variationen och även lägsta nivå med kväve i kärna förekom i försöket på Dingle 1998. Medeltalet av skördarna i alla leden var lägst på den platsen. Grödan verkade ha svårt att tillgodogöra sig tillförd växtnäring, troligen bl.a. till följd av kväveförluster genom alltför hög nederbörd.

Tabell 4. Proteinhalt i försök med vårvete, försöksserie L3-0137

Kg N per ha	Försöksled	Proteinhalt (%) i kärna, försöksplats och län				
		L. Böslid O	Dingle -97 O	Norrgårda T	Dingle -98 O	Medeltal
0	Utan gödselmedel	10,3	11,5	11,1	10,8	10,9
40	Humanurin	10,5	11,9	12,0	10,1	11,1
80	Humanurin	10,8	12,4	12,8	10,3	11,6
120	Humanurin	11,2	13,0	13,4	10,8	12,1
40	Biofer 11-3-0 breds.	11,1	11,6	11,9	10,4	11,3
80	Biofer 11-3-0 breds.	10,8	12,1	12,4	10,1	11,4
80	Biofer 11-3-0 radm.	11,5	12,3	13,0	10,5	11,8

40	Binadan 6-3-12 breds.	11,6	11,9	12,1	10,4	11,5
80	Binadan 6-3-12 breds.	11,4	12,0	12,0	10,0	11,4
80	Binadan 6-3-12 radm.	11,5	11,8	11,5	10,1	11,2

Kväve tillfört med Biofer motsvarande 80 kg N per hektar gav något högre kväveinnehåll i kärnan än motsvarande mängd kväve tillfört som Binadan, men skillnaden var inte statistiskt säker. En tendens fanns också att radmyllad Biofer gav ett större kväveinnehåll i kärnan än radmyllad Binadan men skillnaden var inte heller här statistisk säker.

De statistiska beräkningarna gav inte många signifikanta resultat. Vissa trender kan ändå utläsas ur resultaten. Kvävetillförsel med Binadan tenderade att ge större skördeökning än Biofer. Gödsling med Biofer gav i gengäld ett större proteininnehåll i kärnan. Proteinhalten är en viktig betalningsgrundande faktor hos vårvete, och det skiljer ca 30 öre per kg vårvete-kärna om kravet på minst 10,5 % proteinhalt inte uppnås. Nedklassat vårvete betalas till höstvete-pris. Radmyllning tenderade att ge högre skörd.

Försöksserie L3-0138

Denna undersökning med höstvete hade samma syften som försöksserie L3-0137 (Lindén, 1998, opubl.). Här tillfördes gödselmedlen genom bredspridning följt av myllning med ogräsharv, men denna harvning kunde inte genomföras på alla försöksplatserna. Försöken genomfördes på tio platser under en tvåårsperiod. Förfrukterna var vall i olika åldrar, höstrybs samt ärter. Eventuell tillförsel av stallgödsel fanns inte redovisad. På grund av osäkra fältdata redovisas inte analyser av effekter med olika förfrukter. Ett avsteg från försöksplanen gjordes på Lilla Böslid i N-län 1998 där Biokomb 6-2-12 ersatte Binadan. Medeltalet för Binadan är således beräknat på 9 försöksplatser, de övriga på 10 platser. Signifikansnivån bestämdes till $p = 0,05$ i alla i statistikbearbetningar.

1997 resulterade de olika gödslingarna i skördeökningar mellan 10 och 34 %, se tabell 5. Ogödslat led hade en genomsnittlig kärnskörd på 4210 kg/ha. Leden med Biofer gav i medeltal en skördeökning på 17 %. Motsvarande resultat med Binadan var 24 %. Protein-halterna ökade från 8,7 % i ogödslat led med upp till en procentenhet (9,7 %). Proteinhalterna redovisas inte platsvis i tabellform utan kan ses i tabell 7 som medeltal för alla tio försöken.

Tabell 5. Kärnskörd kg per ha (15 % vattenhalt) under 1997 i försöksserie L3-0138 med höstvete

		Kärnskörd (kg/ha), försöksplats och län						
Kg N/ha	Försöksled	Västerby- skolan, E	Lilla Böslid, N	Dingle skolan, O	Logården R	Kvinnersta- skolan, T	Med. tal	Rel. tal
0	Utan gödselmedel	3890	4460	4690	2910	5100	4210	100
40	Humanurin	4713	4617	5290	2490	6120	4650	110
80	Humanurin	4820	-	6320	3170	7000	5330	127
120	Humanurin	4962	-	6890	3770	7660	5820	138
40	Biofer 10-4-0	4100	5010	5080	3430	5560	4640	110
80	Biofer 10-4-0	4230	5070	5340	3950	5850	4890	116
120	Biofer 10-4-0	4870	5460	5590	4450	6170	5310	126
40	Binadan 6-3-12	4600	4830	5640	2730	5930	4750	113
80	Binadan 6-3-12	5010	5650	5730	3640	6270	5260	125
120	Binadan 6-3-12	5140	5750	6310	4130	6960	5660	134

Under 1998 erhöjls skördehöjningar mellan 15 och 44 % i leden med Biofer (tabell 6) i jämförelse med ogödslat led. Proteinhalten ökade med 0,6 procentenheter i ledet med 120 kg N/ha. Gödslingarna med Binadan resulterade i skördehöjningar mellan 26 och 63 % i medeltal, men proteinhalten sjönk till mellan 9,5 och 9,8 % jämfört med led utan kvävetillförsel (10,0 % i ledet utan N-tillförsel). Proteinhalten redovisas inte platsvis i tabellform utan kan ses i tabell 7 som medeltal för alla tio försöken.

Tabell 6. Kärnskörd kg per ha (15 % vattenhalt) under 1998 i försökserie L3-0138 med höstvet

Kg N/ha	Försöksled	Kärnskörd (kg/ha), försöksplats och län						
		Frändesta U	Gräve T	Dingle- skolan, O	Västerby- skolan, E	Lilla Böslid, N	Med. Tal	Rel. tal
0	Utan gödselmedel	1490	2390	4100	4680	2070	2950	100
40	Humanurin	2550	3580	4720	4900	3550	3860	131
80	Humanurin	3320	4540	5270	5540	4030	4540	154
120	Humanurin	3930	5210	5280	5960	4320	4940	168
40	Biofer 10-4-0	1980	2890	4420	4940	2650	3380	115
80	Biofer 10-4-0	2260	3300	4400	5650	2600	3840	130
120	Biofer 10-4-0	2860	3670	4790	5910	3990	4240	144
40	Binadan 6-3-12	1960	3170	4280	5470	-	3720	126
80	Binadan 6-3-12	2750	3580	5260	5870	-	4370	148
120	Binadan 6-3-12	3150	4140	5500	6450	-	4810	163

Skördenivåerna varierade i hög grad mellan de olika försöksplatserna. Det går inte att se några generella samband mellan skörd i ogödslat led och skördeökningar med olika gödslingar. T ex var grundskörden hög (5100 kg/ha) i försöket på Kvinnersta 1997 men gensvaret på gödsling mycket bra, 10 till 34 % i skördeökning med Biofer och Binadan. Det visar att grundskörden i vissa fall inte bara var kopplad till näringsstatus (främst kväve) utan att andra bördighets-faktorer varit betydelsefulla. I tabell 7 redovisas medeltal för kärnskörd och proteinhalt i alla försök. Här framkommer också att gödsling med Binadan gav högre skörd än med Biofer, medan tillförsel av Biofer gav högre proteinhalt än Binadan.

Tabell 7. Medeltal för kärnskörd (15 % vattenhalt) och proteinhalt i försökserie L3-0138 med höstvet. 1997 och 1998, totalt 10 försöksplatser. Medeltalen för proteinhalt avser alla gödslingsnivåer tillsammans

Kg N/ha	Försöksled	Kärnskörd		Proteinhalt		
		Medeltal skörd	Rel. Tal	Medeltal Produkt	Medeltal proteinhalt	Medeltal Produkt
0	Utan gödselmedel	3580	100		9,3	
40	Humanurin	4250	119		9,1	
80	Humanurin	4400	123	<i>Humanurin</i>	9,5	<i>Humanurin</i>
120	Humanurin	4500	134	<i>4480</i>	10,0	<i>9,5</i>
40	Biofer 10-4-0	4010	112		9,1	
80	Biofer 10-4-0	4370	122	<i>Biofer</i>	9,5	<i>Biofer</i>
120	Biofer 10-4-0	4680	133	<i>4380</i>	10,1	<i>9,6</i>
40	Binadan 6-3-12	4310	120		9,1	

80	Binadan 6-3-12	4890	137	<i>Binadan</i>	9,4	<i>Binadan</i>
120	Binadan 6-3-12	5340	149	<i>4850</i>	9,7	<i>9,4</i>

Samtliga gödslingar gav statistiskt säkerställda skördeökningar. Vid 40 kg N fanns inga signifikanta skillnader mellan olika gödselmedel. Däremot gav 80 kg N/ha som Binadan högre skörd än Biofer och humanurin i motsvarande mängder. Vid 120 kg N per ha erhöles högre skörd efter gödsling med Binadan än med Biofer. Signifikanta skillnader saknades mellan Binadan och humanurin vid 120 kg N/ha.

I tre av försöken påverkades stråstyrkan av de högsta gödselgivorna. Däremot var inte denna försämring så stor att den skulle ha någon ekonomisk betydelse. Statistiskt säkerställda skillnader fanns mellan 120 kg N/ha som Binadan och Biofer jämfört med ogödslat samt 40 och 80 kg N/ha som humanurin. Det fanns inget samband mellan hög skörd i ogödslat led och försämrade stråstyrka vid gödsling.

De största kvävegivorna gav de högsta proteinhalter i kärnan. För ogödslat led finns säkra skillnader jämfört med 120 kg N/ha både som Binadan och som urin. Övriga skillnader jämfört med ogödslat var inte statistiskt säkra. Tendensen var ändå att låga gödselgivor (40 kg N/ha) resulterade i sänkt proteininnehåll i kärnan medan 80 och 120 kg N/ha resulterade i höjda proteinhalter.

Försöken i serien L3-0138 tyder på att Binadan genomgående ger något bättre effekt än Biofer. Risken för liggsäd tycks inte behöva beaktas vid gödsling inom det intervall som finns i den här försöksserien. I denna försöksserie ingick ingen radmyllning av gödsel. Kväve-effektiviteten hade kanske blivit ännu bättre om denna metod använts.

Sammanfattningsvis för alla gamla försök kan konstateras att den genomgående trenden var att kvävetillförsel med Binadan ger något högre skörd än med Biofer. Det fanns även en trend att gödsling med Biofer resulterade i högre proteinhalt än Binadan. Vid små gödselgivor finns stor risk för låga proteinhalter. Problem med detta kan uppstå om stora kvalitetstillägg är kopplade till kravet på hög proteinproteinhalt. I dagsläget är stor skörd viktigare än hög proteinhalt för god ekonomi i höstvetedlingen. I vårvete kan däremot låga proteinhalter innebära avsevärda inkomstbortfall för lantbrukaren.

Skördeökningar, proteinhalter och ekonomiska beräkningar avseende försöken i litteraturstudien

Medeltal av skördeökningar och proteinhalter

För att få en uppfattning om vilka skördeökningar man kan förvänta sig beräknades ett medeltal av olika kvävegivor från ett underlag av alla försök utförda under 1990-talet, oavsett förfrukt, tillförselmetod och tillförseltidpunkt, se tabell 8. I underlaget har också resultat med-tagits från försök utförda 1999 som behandlas mer ingående längre fram i denna rapport. I tabellen ingår endast tillförsel av gödsel genom bredspridning. Många kombinationer av gödselmedel och grödor fanns men de viktigaste valdes ut. Underlaget är relativt litet, åtminstone vid vissa kvävegivor med ett specifikt gödselmedel. BioVinass är klart intressant men redovisas inte för sig p.g.a. att väldigt få undersökningar finns. Om grundskörden var låg gav ofta gödslingarna större skördeökningar än om den från början var hög. Det har inte utförts någon statistisk analys på detta material men klara tendenser kan ändå utläsas. Med antal observationer avses vid hur många tillfällen kombinationen av

kvävegivan och gödselmedlet/gödselmedlen har förekommit. För en försöksserie som innehåller fem försöks-platser under två år redovisas således tio observationer.

I vissa försök (totalt 22 försöksplatser) jämfördes även radmyllning av gödseln med bred-spridning. I genomsnitt för alla grödor, alla gödselmedel och oavsett kvävenivåer gav radmyllad gödsel 5 % högre skörd än bredspridd.

Undersökningar har även utförts i korn men är inte med i tabellen. I medeltal för alla gödselmedel erhöles vid 40 kg N/ha en skördeökning på 11 % där grundskörden var 3160 kg/ha. 80 kg kväve per hektar med samma grundskörd resulterade i en ökning i skörd med 13 %. Underlaget är litet men slutsatsen kan dras att skördeökningarna har svårt att betala gödselmedelskostnaden då avräkningspriset på korn brukar vara flera 10-tals öre lägre än t.ex. höstvet.

Tabell 8. Effekter av gödsling med 40, 60, 80 och 120 kg kväve per hektar till olika grödor med skilda gödselmedel och växtnäringssammansättningar. Grundskördar och skördeökningar i kg/ha. NPK-sammansättning: Biofer 11-3-0 och 10-4-0, Binadan 6-3-12 och 5-2-4

	Alla gödsel- medel och grödor	Endast Biofer, alla grödor	Endast Binadan, alla grödor	Biofer till vårvete	Biofer till höstvet
40 kg N/ha					
Grundskörd	3500	3380	3600	3320	3580
Skördeökning,	540	530	550	70	480
Relativtal	116	116	115	122	113
Proteinhalt, gödsl.				11,0	9,2
ogödsl.				11,3	9,4
Antal observ.	43	21	22	6	10
60 kg N/ha					
Grundskörd	4140	3990	4120	2710	5260
Skördeökning	720	720	680	759	421
Relativtal	117	118	117	128	108
Proteinhalt, gödsl.				9,6	10,3
ogödsl.				9,0	10,5
Antal observ.	16	4	9	3	1
80 kg N/ha					
Grundskörd	3590	3380	3920	3317	3580
Skördeökning	880	700	990	1021	852
Relativtal	124	121	125	131	124
Proteinhalt, gödsl.				11,2	9,5
ogödsl.				11,0	9,4
Antal observ.	47	21	22	6	10
120 kg N/ha					
Grundskörd	3020	3140	3140	2260	4210
Skördeökning	1350	1180	1440	970	1470
Relativtal	145	138	146	143	135

Proteinhalt, gödsl.			11,9	10,1
ogödsl.			11,3	9,4
Antal observ.	25	12	12	2
			2	10

För att undersöka om tillförsel av Biofer gav ett ekonomiskt överskott vid ovanstående kvävegivor, beräknades ett gödslingsnetto (värdet av skördeökningen minus gödselmedel). Vid en kvävegiva på 40 kg N/ha till vårvete erhöles ett positivt ekonomiskt gödslingsnetto, 160 kr/ha. I och med att skördarna med de ökade kvävegivorna i tabellen kan vara beräknade på skilda försök och med olika antal observationer, skall ej för stora slutsatser dras i denna ekonomiska beräkning. I denna beräkning utgår man från skördeökningens värde. Om man tar hänsyn till hela skördens värde (grundskörd plus skördeökning) kan andra slutsatser komma att dras, t.ex. om man med en gödsling åstadkommer att kravet på proteinhalt uppfylls hos vårvete. Se mer om detta på sidan 41 i försöken utförda under 1999.

Gödselmedelspriset per kilo kväve

Värdet av en skördeökning vid en viss kvävegiva måste överstiga kostnaden för gödselmedlet för att uppnå ett positivt ekonomiskt netto. Vid gödsling med BioVinass som har ett pris på ca 12 kr per kg N behövs inte särskilt stora skördeökningar för att betala gödselmedelskostnaden. Biofer (33 kr/kg N) kräver större ökning i skörd och Binadan 6-3-12 (57 kr/kg N) kräver genom sitt höga pris mycket stora skördeökningar för att gödslingen ska bli ekonomiskt försvarbar. Med formeln $((\text{skördeökning} \times \text{spannmålspris} / \text{kvävegiva}) = \text{pris per kilo tillfört kväve})$ kan man beräkna vad priset per kg kväve "får" uppgå till. Då är ingen hänsyn tagen till kostnaden för spridning av gödselmedlen. Resultaten av beräkningarna framgår av tabell 9.

Man kan även värdera innehållet av fosfor och kalium genom att använda följande formel: $(\text{pris per kilo gödselmedel} / \text{Ó} (\text{innehållet av växtnäringsämnen i produkten} \times \text{värderade priset på växtnäringsämnen}))$. Priserna hämtades från ODALs gödselmedelspriser hösten 1999 (Pettersson, pers. medd.). Priset på kväve är beräknat för N 28 (6,46 kr/kg N), fosfor för P 20 (10,47 kr/kg P) och kalium för PK 13-13 (3,83 kr/kg K). Med denna beräkning blir kvävepriset på Binadan 18,90 kr/kg N, Biofer 23,10 kr/kg N och BioVinass 6,40 kr/kg N. Skördenivåerna är tagna från tabell 8 under antagande att alla gödselmedel ger lika stor skördeökning vid samma kvävegiva. Spannmålspriset har inte justerats i grödor med proteinhaltsgrundande betalning.

Tabell 9. Högsta tillåtna pris per kilo kväve (kr/kg) vid olika spannmålspriser. Kärnskördarna har beräknats på basis av resultat för alla gödselmedel och avser alla redovisade spannmålsgrödor

	Spannmålspris, kr/kg		
	1,60	1,90	2,20
40 kg N/ha			
Grundskörd, kg/ha	3500	3500	3500
Skördeökning, kg/ha	540	540	540
Värdeökning, kr/ha	869	1032	1195
Pris per kg N	21,70	25,80	29,90
60 kg N/ha			
Grundskörd, kg/ha	4140	4140	4140
Skördeökning, kg/ha	720	720	720

Värdeökning, kr/ha	1147	1362	1577
Pris per kg N	19,10	22,70	26,30

80 kg N/ha

Grundskörd, kg/ha	3590	3590	3590
Skördeökning, kg/ha	880	880	880
Värdeökning, kr/ha	1402	1664	1927
Pris per kg N	17,55	20,80	24,10

Huruvida man värderar fosfor och kalium eller inte har viss betydelse med detta sätt att beräkna om gödselmedlen är tillräckligt billiga för att ge ett positivt ekonomiskt netto. BioVinass är tillräckligt billig i alla situationer. Biofer kommer under priset per kg N i vissa fall. Detsamma gäller Binadan tack vare sitt höga kaliuminnehåll i situationer där detta kalium värderas. Priset per kilo kväve går lätt att beräkna med andra priser än vad som finns i tabellen. Vid exempelvis en gödselgiva på 40 kg N/ha multipliceras 543 kg med det aktuella kilopriset för spannmålen, t.ex. 1,70 kr/kg. Det erhållna värdet 923 kr divideras med 40 (kg N/ha). Grödan kan betala 23,08 kr/kg kväve enligt denna beräkning. Om en värdering av fosfor och kalium ska ligga till grund för vad grödan betalar för kvävet skall de rådande förhållandena vid växtplatsen beaktas och grödan ha ett behov av dessa växtnäringssämnen.

Känslighetsanalys

Det som styr valet av produkt och kvävegiva är förväntad skördeökning, spannmålspriset samt pris på gödseln. Förväntad grundskörd kan också vara av stor vikt. Om (1) grödan ej tillförts någon stallgödsel, (2) grüngödsling inte gett tillräckligt god kväveefferverkan av olika anledningar eller (3) grödan haft en dålig förfrukt, kan detta leda till låg grundskörd och som en följd av detta en hög skördeökning efter tillförsel av något KRAV-godkänt gödselmedel. Vilken av parametrarna är då känsligast vid förändring och mest betydelsefull för det ekonomiska nettot? Faktorena kan exempelvis ändras med en procentuell sats, t.ex. 10 %, och ett nytt netto beräknas för den nyuppkomna situationen, se tabell 10. I detta exempel har Biofer använts, både till höst- och vårvete. Totalnettot är beräknat på basis av värdet av totala skörden minus kostnaden för gödselmedlet. Grundskörd och skördeökning har hämtats från tabell 8.

Tabell 10. Känslighetsanalys med avseende på 10-procentiga förändringar av spannmålspris, gödselmedelspris, skördeökning samt grundskörd vid gödsling med 80 kg N/ha som Biofer till vår- och höstvete

80 kg N/ha	Biofer till vårvete	Biofer till höstvete
Totalnetto enligt beräkning	6880 kr	5760 kr
10 % höjning /sänkning av:		
Spannmålspriset	+/-950 kr	+/-840 kr
Gödselmedelspriset	+/-270 kr	+/-270 kr
Skördeökningen	+/-220 kr	+/-160 kr
Grundskörden	+/-730 kr	+/-680 kr

Det framgår att priset på avsalugrödan är känsligast vid procentuella förändringar och att skördeökningen är minst känslig. Om t.ex. spannmålspriset ändras med 10 % höjs eller sänks det

ekonomiska nettot med 950 kr för vårvete.

Kvot mellan kväve- och spannmålspris

Kvoten mellan priset på kväve i gödselmedlet och spannmålspriset (tabell 11) kan ses som ett mått på hur stor benägenheten blir att tillföra gödseln eller inte. Kvoten är inte absolut utan effektiviteten hos gödselmedlet måste också beaktas. Ett gödselmedel kan vara relativt billigt och kvoten blir därmed mindre men gödselmedlet måste ha en viss verkan för att över-huvudtaget vara aktuellt att sprida. Priset på Biofer, Binadan och BioVinass i beräkningarna var 3,66, 3,40 respektive 0,48 kr/kg vara. Kvävepriset sattes till (utan respektive med värdering av P och K) 33,27 / 23,10 kr/kg N hos Biofer, 56,57 / 18,90 kr/kg N hos Binadan och 12,00 / 6,40 kr/kg N hos BioVinass. Spannmålspriset bestämdes till 2,20 och 1,90 kr/kg för vårvete respektive höstvete.

Tabell 11. Kvot mellan priset per kg kväve och spannmål med avseende på tre gödselmedel och två grödor. Spannmålspriset har satts till 2,20 kr/kg för vårvete och 1,90 kr/kg för höstvete enligt Svantesson (pers. medd.)

	Gödselmedel	Vårvete	Höstvete
Biofer	utan värdering av P och K	15,12	17,51
	med värdering av P och K	10,5	12,16
Binadan	utan värdering av P och K	25,76	29,83
	med värdering av P och K	8,59	9,95
BioVinass	utan värdering av P och K	5,45	6,32
	med värdering av P och K	2,91	3,37

Vid jämförelse med ett konventionellt gödselmedel till konventionellt vårvete erhåller man en kvot på 5,87 mellan kvävepriset i N 28 och ett spannmålspris på 1,10 kr/kg. Det går inte att fastställa ett bestämt gränsvärde för kvoten och därmed avgöra om man ska tillföra gödsel-medlet eller inte, men en låg kvot innebär större benägenhet att använda gödselmedlet i fråga. En låg kvot kan sägas vara ett värde under 10.

Sammanfattning

Man kan konstatera att skörden ökade med stigande kvävetillförsel inom det undersökta intervallet. I höstvete gödslat med Biofer finns en tendens till att proteinhalten sjunker i jämförelse med ogödslat led vid låga kvävegivor. De ekonomiska beräkningarna i litteraturstudien omfattar till största delen försök innehållande Binadan och Biofer. I de flesta fall har dessa två gödselmedel svårt att finna sin plats i den ekologiska spannmålsodlingen p.g.a. sitt höga pris. I situationer där växtnäringsstillståndet för t.ex. kalium är lågt och starkt skördebegränsande kan det tänkas att Binadan 6-3-12 kan ge ett positivt ekonomiskt netto. Detta har dock inte undersökts i detta examensarbete. BioVinass som inte funnits med i så många försök har ett klart lägre pris och är därför det intressantaste KRAV-godkända gödselmedlet. I diskussionen om gödselmedlets högsta tillåtna pris per kilo kväve framgår det att med ökande kvävegiva minskar betalningsförmågan för att uppnå ett positivt netto. Detta betyder alltså att vid låga kvävegivor, t.ex. 40 kg N/ha, är högsta tillåtna pris/kg N som högst. T.ex. vid en kvävegiva på 40 kg N/ha och ett spannmålspris på 1,90 kr/kg kan man betala 25,80 kr per kg N, men vid 80 kg N/ha är detta värde nere i 20,80 kr/kg kväve. Priset på avsalugrödan betyder mer än priset på gödselmedlet i känslighetsanalysen där det ekonomiska utfallet jämfördes vid

förändringar av dessa.

FÖRSÖK 1999

Försök med vårvete - försöksplatser och försöksplan (serie L3-0144)

Försök lades ut på två platser i Mälardalen under 1999, det ena vid Fransåker (AB-län), två kilometer norr om Märsta, och det andra på Esta (U-län), en mil NO om Köping. Fälten hade tidigare odlats konventionellt med tröskade ärtor som förfrukt och hade inte stallgödslats de tre senaste åren. Fosfor hade tillförts på båda försöksplatserna under de senaste åren med ett NP-gödselmedel med givor som var anpassade till bortförseln av fosfor med de aktuella grödorna. Någon kaliumgödsling hade inte förekommit under de senaste åren.

Sådd av vårvete (Curry) ägde rum på både Fransåker och Esta den 20 maj. Skörden genomfördes på Fransåker 8 september och på Esta 13 september. Växtsäsongen i östra Sverige 1999 kännetecknades av försommartorka och fortsatt varmt och torrt väder till skörd. Nederbörden under växtsäsongen skilde sig ganska mycket mellan de två platserna. I tabell 12 redovisas nederbörden under växtodlingssäsongen 1999 i jämförelse med den normala (1961-1990). För att beräkna normal nederbörd som motsvarar förhållandena vid Fransåker har medelvärden från SMHI:s väderstationer i Uppsala och Stockholm använts. Vid Esta har nederbörds-mängder och temperatur från Västerås nyttjats för samma syfte.

Tabell 12. Nederbörd i mm månadsvis under april-september 1999, och med kursiv stil normalnederbörd för perioden 1961-1990

Plats	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Summa från sådd till skörd
Fransåker	71 / 78	27 / 32	34 / 45	7 / 74	36 / 66	83 / 57	Vårvete 86* Höstvete 161**
Esta	65 / 70	10 / 32	40 / 46	87 / 66	48 / 63	91 / 56	175*

*) Avser försöksserie L3-0144. **) Avser försöksserie L3-0142 (se nedan).

Försöken lades ut med 14 led i tre block med slumpmässig fördelning inom blocken. Gödslingseffekter studerades med avseende på stigande N-givor (0, 40, 80, 120 och 200 kg N/ha) med olika KRAV-godkända gödselmedel, se tabell 13. De höga kvävegivorna var inte realistiska ur gödslingssynpunkt utan togs med för att möjliggöra beräkningar av ekonomiskt optimum. Även gödslingsnettot för de KRAV-godkända gödselmedlen undersöktes. Ett konventionellt gödselmedel ingick i alla kvävenivåer som referens. BioVinass fanns bara med i ett led p.g.a. att detta gödselmedel kom med sent i diskussionen och att man ville hålla ner storleken på försöken.

Bruttostorleken på parcellerna var vid Fransåker $3,5 \times 16 = 54 \text{ m}^2$ och på Esta $4 \times 12 = 48 \text{ m}^2$. Skörderutorna var $2,4 \times 10 = 24 \text{ m}^2$ respektive $2,5 \times 9,3 = 23,25 \text{ m}^2$. De pelleterade KRAV-godkända gödselmedlen (Binadan och Biofer) och det konventionella gödselmedlet tillfördes med en typ av fallspridare som normalt används i försöksverksamhet och dessa nedharvades samma dag. BioVinass, som är i flytande form, sprutades ut med en ogrässpruta följt av nedharvning. Sådden utfördes i försökets längdriktning med en Väderstad Rapid dagen efter gödslingen.

Tabell 13. Försöksplan - vårvete (L3-0144)

Led	Kg N	Gödselmedel
A	0	-
B	40	NPS 27-5-3
C	80	NPS 27-5-3
D	120	NPS 27-5-3
E	200	NPS 27-5-3
F	40	Binadan 6-3-12
G	80	Binadan 6-3-12
H	120	Binadan 6-3-12
I	200	Binadan 6-3-12
J	40	Biofer 11-3-0
K	80	Biofer 11-3-0
L	120	Biofer 11-3-0
M	200	Biofer 11-3-0
N	80	BioVinass 4-0-6

Försök med höstvetete - försöksplatser och försöksplan (serie L3-0142)

Under hösten 1998 lades två försök ut i höstvetete. De två försöksplatserna låg vid Vretbo (U-län), en mil NO om Västerås, och på Fransåker (AB-län). I försöken ingick 13 led i tre block med randomisering inom blocken. Fyra olika KRAV-godkända gödselmedel tillfördes genom radmyllning vid sådd på hösten 1998, radmyllning på våren samt bredspridning utan nedharvning på våren. Samma kvävegiva valdes i alla led. Vid radmyllningen placerades gödseln på ca 7 cm djup. Ett led med NPS 27-5-3 fanns med som referens. Sådd och myllning skedde med en direktsåmaskin med skivbillar. Gödselmedel, metoder och tidpunkter framgår av tabell 14. Radmyllning av BioVinass vid sådd kunde inte genomföras, varför denna istället bredspreddes och harvades ned. I försöket i U-län drabbades en tredjedel av ytan av översvämning våren 1999 (nederbörd: se tabell 12). Det skadades ytterligare vid radmyllningen och av efterföljande torka vilket ledde till att hela försöket ströks. Sådden av höstvetete (Kosack) ägde rum vid Fransåker den 6 oktober och skörden genomfördes den 15 augusti. Förfrukten var ärtor på Fransåker.

Tabell 14. Försöksplan - höstvetete (L3-0142)

Led	Kg N/ha	Produkt	Tillförselsätt och tidpunkt
A	0	Ogödslat	-
B	60	NPS 27-5-3	Bredspridning, vår
C	60	Binadan 6-3-12	Radmyllning vid sådd
D	60	Biokomb 6-2-3	Radmyllning vid sådd
E	60	Biofer 11-3-0	Radmyllning vid sådd
F	60	BioVinass 4-0-6	Bredspridning, nedharvat vid sådd
G	60	Binadan 6-3-12	Radmyllning, vår
H	60	Biokomb 6-2-3	Radmyllning, vår
I	60	Biofer 11-3-0	Radmyllning, vår
J	60	Binadan 6-3-12	Bredspridning, vår
K	60	Biokomb 6-2-3	Bredspridning, vår
L	60	Biofer 11-3-0	Bredspridning, vår
M	60	BioVinass 4-0-6	Bredspridning, vår

Provtagningar

De provtagningar som utfördes i försöken framgår av tabell 15a och 15b.

Tabell 15a. Översikt över provtagningar i vårveteförsöken

Provslag	Vid utläggning	Stadium 37	Stadium 51	Stadium 87	Vid skörd
Jord, matjord	Generalprov				
Jord, mineral-N	Generalprov	Led A,C,G,K,N	Led A,C,G,K,N	Led A,C,G,K,N	
Gröda		Led A,C,G,K,N	Led A,C,G,K,N		
Kärna/övriga ovan-jordiska växtdelar				Led A,C,G,K,N	
Kärna					Samtliga led

Tabell 15b. Översikt över provtagningar i höstveteförsöket vid Fransåker

Provslag	Vid utläggning	Efter skörd
Jord, matjord	Kända värden*	
Jord, mineral-N	Generalprov	
Kärna		Samtliga led

*) Tidigare analysvärden utnyttjades

Generalprov av jord

Före gödningen på våren togs två olika generalprov i varje försök: (1) Ett matjordsprov med 16 stick togs inom 0-20 cm djup, där jordart, mullhalt, pH(H₂O), P-AL, K-AL, Mg-AL och Ca-AL, P-HCl, K-HCl och Cu-HCl samt B(H₂O) analyserades. I höstveteförsöket vid Fransåker användes dock kända värden på jordart, pH(H₂O), P-AL och K-AL då platsen utnyttjats under tidigare år i försöksverksamheten. Provcentralen vid SLU, Uppsala, utförde analyserna på jordart och mullhalt medan övriga bestämningar gjordes vid Inst. för markvetenskap, SLU, Uppsala. Växtnäringsämnen detekterades med ICP-teknik. (2) Kväveprofilprov togs med 15 borrhstick i skiktet 0-30 cm och 9 borrhstick i skiktet 30-60 cm. Proverna analyserades vid Inst. för markvetenskap, SLU, Uppsala. De extraherades med 2 M KCl efter homogenisering i fruset tillstånd. Därefter bestämdes innehållet av ammonium- och nitratkväve kolorimetriskt med en AutoAnalyzer TRAACS 800. Analysvärdena räknades om till kg N/ha med hjälp av aktuell vattenhalt och under antagande att volymvikten i matjorden (0-20 cm) var 1,25 kg/l och 1,50 kg/l därunder.

Växt- och jordanalys under växtsäsongen

I de led i vårveteförsöken som gödslades med 80 kg kväve per hektar (C, G, K och N) samt i det icke gödslade ledet (A) togs växt- och jordprover vid tre tillfällen. Dessa tre tillfällen var i utvecklingsstadium 37 (stråskjutning, flaggbladet just synligt), 51 (axgång, första småaxet just synligt), och 87 (sen degmognad, nageltryck blir kvar) enligt Zadoks et al. (1974). Fyra sårader, 0,5 m långa, klipptes på fyra ställen i varje ruta. Plantorna klipptes av alldeles intill markytan och eventuella ogräs togs också med. Samma dag som klippningen ägde rum lades växtproverna i torkskåp och torkades där i några dagar vid ca 50°C. Provberedning gjordes hos Provcentralen, SLU varefter totalkväve bestämdes rutvis vid Inst. för markvetenskap, SLU. genom elementaranalys. Det sista provtillfället (stadium 87) motsvarar den tidpunkt då grödan i stort sett avslutat sitt kväueupptag. Anledningen till att de sista jordprovtagningarna och växtklippningarna inte utfördes under den aktuella skördedagen var att tröskningen kan bli försenad av olika skäl. Detta kan medföra felaktigheter vid bestämningen av mängderna kväve i grödan och marken (Torstensson, G. & Johansson, H. 1996). Vid stadium 87

brukar mineralkväveförrådet (inkl. kvarvarande gödselkväve) vara som minst genom grödans kväueupptagning dittills (Lindén, 1981). Provtagning vid denna tidpunkt avspeglar därför kväueutnyttjandet bäst. Exempelvis medför senare kväueprofilprovtagning att mineralkväve-mängderna ökar genom N-mineraliseringsstillskott.

Kväueprofilprov togs ut samtidigt med växtproverna för att bestämma mängderna växt-tillgängligt kväue i marken. I varje ruta gjordes 7 borrhstick. Jordproverna delades i två skikt, 0-30 cm och 30-60 cm, och analyserades rutvis. För det översta skiktet användes en matjords-borr. Hela djupet 0-30 cm togs inte på en gång utan delades upp på två till tre deldjup för att undvika orepresentativa prov. Risken är annars att det kommer med mer jord från den översta delen av skiktet p.g.a. att jorden utövar ett visst motstånd vid inträngningen i borren. För det understa skiktet användes Ultunaborren som drevs nedåt med hjälp av en slägga. Analysen utfördes på samma vis som efter kväueprofilprovtagningen vid utläggningen av försöken på våren.

Spannmålsanalys

Kärnskörden analyserades rutvis med avseende på vattenhalt vid skörd, renhet totalkväuehalt, rymdvikt, tusenkornvikt och falltal.

Kemiska analyser av organiska gödselmedel

De tre gödselmedel som användes i vårveteförsöken analyserades vid AnalyCen i Skara där total-N bestämdes med Kjeldahlmetoden. Dessutom bestämdes halten $\text{NH}_4\text{-N}$.

Beräkningar

Skördedata och proteinhalt i kärnskörden

Råskördedata räknades om med hänsyn till vattenhalt och renhet, erhållna vid spannmåls-analysen, till hektarskörd med 15 % vattenhalt. Råproteinhalter (% av ts) beräknades som total-N x 5,7.

Kväveskörd, kväueupptag och kväueutsnyttjandegrad

Kväueinnehållet i grödan kan definieras på olika sätt. Den mängd kväue som tas bort med kärnskörden kan benämnas kväueskörd. Den beräknas genom att multiplicera kärnskörden omräknad till torrsubstans med kväuehalten (% av ts). Ett annat uttryck är kväueupptaget i de ovanjordiska växtdelarna som införlivar strå och blad i beräkningen. Härtill kan det totala kväueupptaget (inklusive kväueinnehållet i rötterna) behöva beaktas. Enligt Lindén et al. (1992) kan man anta att rötterna vid gulmognad eller senare innehåller 25 % av det totala N-upptaget.

Vid provtagning under ett tidigt stadium hos grödan kan man bestämma totalkväueinnehållet på en gång i hela den ovanjordiska delen av plantan. Efter mjölk-mognad bör man av tekniska skäl analysera kärnan och den övriga plantan var för sig, vilket också gjordes i denna undersökning.

Det finns olika metoder att beräkna gödselmedlens kväueutnyttjande. Man kan beräkna skillnaden i kväueinnehåll i kärnskörden (kväueskörden) eller i totala kväueupptaget mellan led med och utan gödselkväue. Man kan också använda sig av kvoten mellan kväueskörd (i kärna eller totala kväueupptaget) och tillförd gödselkväue, men då tas ingen hänsyn till det kväue som levereras från

marken under växtsäsongen och då kan kväveutnyttjandet bli över 100 %. För att ta hänsyn till det kväve som levererats från marken användes följande formler för att beräkna kvävet utnyttjandegrad:

1. I kärnskörd, jfr. Lindén (1997):

$$V = 100(N_g - N_0)/N_u$$

där V = gödselkvävet utnyttjandegrad (%)
 N_g = Kväve i kärnan i gödlat led vid skörd
 N_0 = Kväve i kärnan i ogödlat led vid skörd
 N_u = tillförd mängd totalkväve med gödselmedel i gödlat led

2. I ovanjordiska delar, halm+kärna i stadium 87 (sen degmognad), jfr. Lindén (1997):

$$V = 100(N_g - N_0)/N_u$$

där V = gödselkvävet utnyttjandegrad (%)
 N_g = Kväve i ovanjordiska delar i gödlat led vid gultmognad
 N_0 = Kväve i ovanjordiska delar i ogödlat led vid gultmognad
 N_u = tillförd mängd totalkväve med gödselmedel i gödlat led

Medeltal dels för utnyttjandet av kvävet samt dels för skördarna beräknades också för en jämförelse mellan gödselmedlen. Härvid summerades resultaten från de fyra gödslings-nivåerna med vardera NPS 27-5-3, Binadan och Biofer och ett medeltal beräknades för att göra en jämförelse mellan dessa gödselmedel.

Nettomineralisering

För att ta reda på vilka mängder kväve marken mineraliserat under växtsäsongen utfördes en beräkning enligt Lindén et al. (1992):

Total-N i grödan i slutet av kväveupptagnings perioden vid gultmognad (stadium 87 enligt DC-skalan)

+ kvarvarande mineralkväve i marken (0-100 cm djup) i slutet av kväveupptagningsperioden

- mineralkväve i marken (0-100 cm djup) på våren, före sådd

= nettomineralisering av kväve (mer korrekt: nettoutnyttjande av markkväve)

Termen total-N avser i detta fall det totala N-upptaget i växten under antagande att rötterna innehåller 25 % av det totala kväveinnehållet i hela plantan vid gultmognad. I denna undersökning gjordes provtagningarna för bestämning av mineraliskt kväve ned till 60 cm djup.

Ekonomi

En utvärdering av det ekonomiska utfallet gjordes i vårteförsöken för att undersöka om gödslingarna var lönsamma. Priset på spannmål (grundpris + kontraktstillägg) korrigerades med eventuella pristillägg eller avdrag med avseende på proteinhalt. Det grundpris som valdes var ODALs

pool 1-pris (vecka 45 1999) för skörd 1999. Priserna på gödselmedlen grundar sig på prisläget våren 1999. När det gäller BioVinass är priset satt utifrån ett pris på 0,40 kr/kg för varan och en transportkostnad på 0,08 kr/kg (tabell 16).

Kvalitetskraven på KRAV-godkänt¹ vårve te är enligt ODAL (Svantesson, pers. medd.) följande

- minst 11 % proteinhalt
- < 11 % proteinhalt: nedklassning till KRAV-godkänt¹ höstve te: grundpris 1,92 kr/kg vid 10,5 % protein, tillägg eller avdrag med 0,01 kr/kg per 0,1 % protein i avvikelse (ex. 10,8 % protein ger 1,95 kr/kg)
- < 9,5 % proteinhalt: nedklassning till KRAV-godkänt¹ foderve te (1,77 kr/kg)
- > 11 %proteinhalt: tillägg 0,01 kr/kg per 0,1 % protein i avvikelse
- falltal minst 200 s, rymdvikt minst 770 g/l. Om inte, nedklassning till foderve te

¹⁾ Spannmål som odlas enligt KRAVs regler (KRAV-regler, 1999) för att få säljas under KRAVs märke och därmed få tillägg på avräkningspriset.

Tabell 16. Priser utnyttjade i de ekonomiska beräkningarna

Produkt	Pris (inkl. kontraktstillägg 0,05 kr/kg)	Pris våren 1999	Förpackning
Vårve te KRAV ²	2,23 kr/kg		
Höstve te KRAV ²	1,92 kr/kg		
Foderve te KRAV ²	1,77 kr/kg		
Binadan 6-3-12		3,40 kr/kg	800 kg storsäck
Biofer 11-3-0		3,66 kr/kg	600 kg storsäck
BioVinass 4-0-6		0,48 kr/kg	35 ton, lastbil

²⁾ enligt definition, se ovan.

Spridningskostnaden för gödselmedlen kan ses i tabell 17. Enligt Lundin & Algerbro (1999) kan man vid körning med centrifugalspridaren Amazone ZA-M MAX i 5 km/h under spridning av Binadan och Biofer komma upp i givor på 2220 kg respektive 2070 kg/ha. Priset för detta var 106 kr/ha för traktor med spridare, bränsle och förarlön (Maskinringen, Enköping 1999). Den flytande BioVinassen kan spridas med flytgödseltunna, men minsta möjliga spridningsmängd är 5000 kg/ha. För att komma ned till en kvävegiva på t.ex. 80 kg/ha måste BioVinassen spädas med vatten. Det beräknas kosta 250 kr/ha att hyra in ett ekipage med traktor och flytgödselspridare för spridning av BioVinassen (Löf, pers. medd.).

Tabell 17. Spridningskostnader med olika gödselspridare

Produkt	Metod	Giva/ha	Kvävegiva	Kostnad
Binadan	Centrifugalspridare	2220 kg	Max 133 kg/ha	106 kr/ha
Biofer	Centrifugalspridare	2064 kg	Max 227 kg/ha	106 kr/ha
BioVinass	Flytgödseltunna m. släpslang	5000 kg	Min 200 kg/ha	250 kr/ha

Statistisk bearbetning

Programmet NCSS 2000 (Number Cruncher Statistical System) användes för statistisk bearbetning av undersökningsresultaten. Skördedata samt gröd- och jordanalysdata bearbetades med variansanalys.

RESULTAT OCH DISKUSSION - FÖRSÖK 1999

Vårvete

Markegenskaper på försöksplatserna

Generalprov togs som nämnts på våren före utläggningen. Analysresultaten kan ses i tabell 18. Fosforhalterna och K/Mg-kvoterna var låga på de två försöksplatserna med vårvete, likaså pH-värdena i viss mån. Mineralkväveförråden var större än normalt, särskilt i försöket på Fransåker. De låga fosfornivåerna och K/Mg-kvoterna skulle kunna innebära att olika innehåll av P och K i gödselmedlen kunde påverka skördenivåerna. På Fransåker utgjordes matjorden enligt analys av en något mullhaltig mycket styv lera (nmh SL). Vid Esta konstaterades att jordarten var en måttlig mullhaltig styv lera (mmh SL).

Tabell 18. Växtnäringstillstånd på försöksplatserna med vårvete

Försöks-plats	pH (H ₂ O)	P-AL		K-AL		Mg-AL	K/Mg- kvot	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-N
		mg per 100 g jord	P- klass	mg per 100 g jord	K- klass	mg per 100 g jord		kg/ha 0-60 cm	kg/ha 0-60 cm	Summa kg/ha
Fransåker	6,3	1,4	I	21,0	IV	53,8	0,4	42	18	60
Esta	6,2	3,9	II	14,6	III	79,4	0,2	26	14	40

Kväveinnehållet i gödselmedlen

Kväveinnehållet i de KRAV-godkända gödselmedlen framgår av tabell 19. Binadan visade sig innehålla mer totalkväve än vad som deklarerats av tillverkaren. Tar man hänsyn till detta var kväveutnyttjandet sämre än vad som redovisats i tidigare tabeller. Kväveinnehållet i Biofer låg under angivet tal och detta skulle medföra att kväveutnyttjandet blev en aning bättre än tidigare uträknat. BioVinass höll exakt de halter som tillverkaren angivit. Kväveinnehållet kan troligen variera under året och från parti till parti när det gäller organiska gödselmedel.

Tabell 19. Kväveinnehåll i de olika gödselmedlen i de säckar som användes på respektive försöksplats.

Gödselmedel	Plats	NH ₄ -N %	Total-N %
Binadan 6-3-12	Esta	2,7	6,8
"	Fransåker	2,5	7,1
Biofer 11-0-3	Esta	1,3	10,7
"	Fransåker	1,1	10,6
BioVinass 4-0-6	Esta	0,3	4,0
"	Fransåker	0,2	4,0

Kärnskördar och proteinhalter

Vid Fransåker gav det ogödslade ledet en kärnskörd på bara 1760 kg/ha, ett ton mindre än på Esta (tabell 20 och 21). Skördeökningarna i de gödslade leden var måttliga. På Fransåker varierade de

mellan 21 % och 39 % med KRAV-gödselmedlen. Störst skörd gav NPS 27-5-3 med 3490 kg kärna per ha efter tillförsel av en mängd motsvarande 200 kg N/ha.

Tabell 20. Kärnavkastning (15 % vattenhalt), antal ax per m² och kvalitetsegenskaper hos kärnskörden i försöket med vårvete på Fransåker, Märsta

Led	Gödselmedel	N-giva kg/ha	Skörd kg/ha	Relativtal	Antal ax per m ²	Råprotein, % av ts	Falltal
A	Ogödslat	0	1760	100	416	12,1	203
B	NPS 27-5-3	40	2410	137	416	11,1	217
C	NPS 27-5-3	80	2850	162	472	11,5	230
D	NPS 27-5-3	120	3240	184	504	11,6	237
E	NPS 27-5-3	200	3490	198	528	12,3	247
F	Binadan 6-3-12	40	2130	121	368	11,7	197
G	Binadan 6-3-12	80	2310	131	408	11,7	217
H	Binadan 6-3-12	120	2440	139	408	11,6	213
I	Binadan 6-3-12	200	2350	134	368	11,5	233
J	Biofer 11-3-0	40	2060	117	416	11,6	197
K	Biofer 11-3-0	80	2220	126	480	11,7	203
L	Biofer 11-3-0	120	2070	117	384	11,7	207
M	Biofer 11-3-0	200	2340	133	408	11,6	220
N	BioVinass 4-0-6	80	2370	134	392	11,6	210
Medelfel %			6,8			0,86	
LSD 95 %			480			0,29	

Tabell 21. Kärnavkastning (15 % vattenhalt), antal ax per m² och kvalitetsegenskaper hos kärnskörden i försöket med vårvete på Esta, Köping

Led	Gödselmedel	N-giva kg/ha	Skörd kg/ha	Relativtal	Antal ax per m ²	Råprotein, % av ts	Falltal
A	Ogödslat	0	2760	100	328	10,4	217
B	NPS 27-5-3	40	4360	158	432	10,6	227
C	NPS 27-5-3	80	5340	193	368	11,1	253
D	NPS 27-5-3	120	5840	212	456	12,6	250
E	NPS 27-5-3	200	5950	215	520	13,1	257
F	Binadan 6-3-12	40	3530	128	368	10,3	223
G	Binadan 6-3-12	80	4280	155	400	10,5	240
H	Binadan 6-3-12	120	4530	164	464	10,6	250
I	Binadan 6-3-12	200	5070	183	536	11,0	253
J	Biofer 11-3-0	40	3910	141	336	10,7	243
K	Biofer 11-3-0	80	4200	152	360	11,4	247
L	Biofer 11-3-0	120	4640	168	424	12,1	240
M	Biofer 11-3-0	200	5340	193	440	13,1	250
N	BioVinass 4-0-6	80	4280	155	432	10,4	233
Medelfel %			3,2			1,5	
LSD 95 %			430			0,51	

På Esta svarade grödan bättre på kvävetillförseln. De tre KRAV-godkända gödselmedlen gav vid gödslingsnivån 80 kg N/ha alla drygt 50 % i skördeökning. På Fransåker blev variationen i

proteinhalter liten (11,1-12,3 %) medan proteinhalterna vid Esta varierade mellan 10,4 % och 13,1 %. Vårvetet på Esta hade med 80 kg kväve per ha som BioVinass en proteinhalt på 10,4 % vilket innebär nedklassning till höstvetepreis. En tendens är att Biofer gav högre proteinhalt än övriga KRAV-godkända gödselmedel.

De olika leden med det konventionella gödselmedlet NPS gav merskördar på 400-1200 kg/ha jämfört med Biofer. Vid givor på 40 och 80 kg kväve per hektar var proteinhalten högre i kärnskörd i Bioferleden än i referensledet med NPS.

Kvävet i grödan omfördelas i slutet av säsongen från halm och blad till kärnan, där det bl.a. återfinns i protein. Vid tillfällen då kväve finns tillgängligt för grödan men inte ger någon större skördeökning ökar i stället proteinhalten i kärnan. Om mer kväve blir tillgängligt i slutet av växtsäsongen, t.ex. genom att mineraliseringen ökar efter regn, ger det kväve som då tas upp i normala fall höjd proteinhalt.

I denna undersökning tillfördes gödselmedlen dagen före sådden och harvades sedan ned. Salomonsson (1994) menade dock att Biofer kan tillföras med delad giva till vårvete för att erhålla en högre proteinhalt. I det fallet applicerades andra kvävegivan i stadium 30-31 och därmed uppnåddes en högre proteinhalt och nettointäkt.

Ett medeltal beräknades produktvis av samtliga tillförselnivåer av kväve, se tabell 22. Där framgår att gödsling med Binadan gav högre skörd vid Fransåker medan Biofer resulterade i högre avkastning på Esta.

Tabell 22. Medeltal produktvis av samtliga kvävenivåer av kärnskörd med vårvete på Fransåker och Esta

Gödselmedel	Medeltal kärnskörd, kg/ha, Fransåker	Medeltal kärnskörd, kg/ha, Esta
NPS 27-5-3	3000	5370
Binadan 6-3-12	2310	4350
Biofer 11-3-0	2170	4520

Kväveskörd och kväveutnyttjande

Kväveskörd i kärnan ökade generellt med tilltagande kvävegivor på båda försöksplatserna (tabell 23). Gödselmedlens kväveutnyttjandegrad med avseende på kväve i kärnskörd (se sid. 29-30) blev sämre vid ökande kvävegivor. På Fransåker var gödselkväveutnyttjandet mycket dåligt, även för det konventionella gödselmedlet NPS 27-5-3. Bästa utnyttjandet, 21 %, gav 80 kg N/ha av detta gödselmedel. Oavsett om kvävet fanns i form av ammonium eller nitrat hade plantorna troligen svårt att komma åt detta p.g.a. bristen på vatten.

På Esta blev gödselkväveutnyttjandet klart bättre. Intressant var att kväveskörd och kväveutnyttjande liksom kärnskörd och proteinhalt i de Biofergödslade leden nästan motsvarade nivåerna i de konventionellt gödslade leden. Även Engström et al. (1999a) fann att Biofer i jämförelse med ett konventionellt gödselmedel (NPK 21-4-7) gav liknande kväveutbyte i medeltal för tre år. På Esta medförde Binadan sämre kväveskörd och utnyttjande i alla led än med Biofer. Gödsling med

BioVinass, som bara tillfördes i mängden 80 kg N/ha, resulterade i samma skörd och utnyttjande av gödselkvävet på båda försöksplatserna som för 80 kg N/ha som Binadan.

Tabell 23. Kväveskörd och gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på kärnskörden av vårvete i försöken på Fransåker och Esta

Led	Gödselmedel	Kg N /ha	Kväveskörd kg/ha Fransåker	Kväveutnyttj. % Fransåker	Kväveskörd kg/ha Esta	Kväveutnyttj. % Esta
A	Ogödslat	0	31	-	42	-
B	NPS 27-5-3	40	40	20	68	65
C	NPS 27-5-3	80	48	21	88	57
D	NPS 27-5-3	120	56	20	109	55
E	NPS 27-5-3	200	64	16	115	37
F	Binadan 6-3-12	40	37	14	54	29
G	Binadan 6-3-12	80	40	11	66	30
H	Binadan 6-3-12	120	42	9	70	24
I	Binadan 6-3-12	200	40	4	83	20
J	Biofer 11-3-0	40	36	10	61	48
K	Biofer 11-3-0	80	39	9	71	36
L	Biofer 11-3-0	120	36	4	83	34
M	Biofer 11-3-0	200	40	4	103	31
N	BioVinass 4-0-6	80	40	11	66	30

För att möjliggöra en jämförelse mellan de gödselmedel som tillfördes som stigande kvävegivor beräknades ett medeltal för alla kvävenivåer med avseende på kväveskörd och kväveeffektivitet, se tabell 24. På Fransåker, där nederbörden var liten, gav Binadan bättre kväveutnyttjande, medan Biofer utnyttjade gödselkvävet bättre vid Esta troligen tack vare mer nederbörd.

Tabell 24. Medeltal av kväveskörda med avseende på kärnskörden av vårvete och gödselkvävet utnyttjandegrad på respektive försöksplats

Gödselmedel	Kväveskörd kg/ha Fransåker	Kväveutnyttjande % Fransåker	Kväveskörd kg/ha Esta	Kväveutnyttjande % Esta
NPS 27-5-3	52	19	95	53
Binadan 6-3-12	40	9	68	26
Biofer 11-3-0	37	7	80	37

I tabell 25 redovisas kväveupptaget och gödselkväveutnyttjandet i de ovanjordiska växt-delarna vid stadium 87 i det ogödslade ledet samt i leden med 80 kg kväve per ha som gödselgiva. I ledet med Biofer hade kärna och halm mindre kväveinnehåll vid stadium 87 än kärnskörden hade vid skörd. Vid stadium 87 anses kväveupptaget i allmänhet vara avslutat men här tycks plantorna ha tagit upp kväve ännu senare, såvida inte försöksfel uppkommit. Störst N-upptag och bäst gödselkväveutnyttjande hade NPS 27-5-3. Detta är logiskt med tanke på att allt kväve i detta gödselmedel är i mineralisk form med ganska lika andelar nitrat och ammonium. Det organiskt bundna kvävet i de KRAV-godkända gödselmedlen måste däremot först mineraliseras för att kvävet skall bli tillgängligt för grödan.

Tabell 25. Kväveinnehåll och gödselkväveutnyttjande med avseende på ovanjordiska växtdelar (kärna och halm) vid stadium 87

Led	Kg N /ha	Produkt	Kväve- innehåll kg/ha Fransåker	Kväve- utnyttjande % Fransåker	Kväve- innehåll kg/ha Esta	Kväve- utnyttjande % Esta
A	0	Ogödslat	40	-	51	-
C	80	NPS 27-5-3	65	31	99	60
G	80	Binadan 6-3-12	46	8	71	25
K	80	Biofer 11-3-0	52	15	69	23
N	80	BioVinass 4-0-6	60	25	86	44

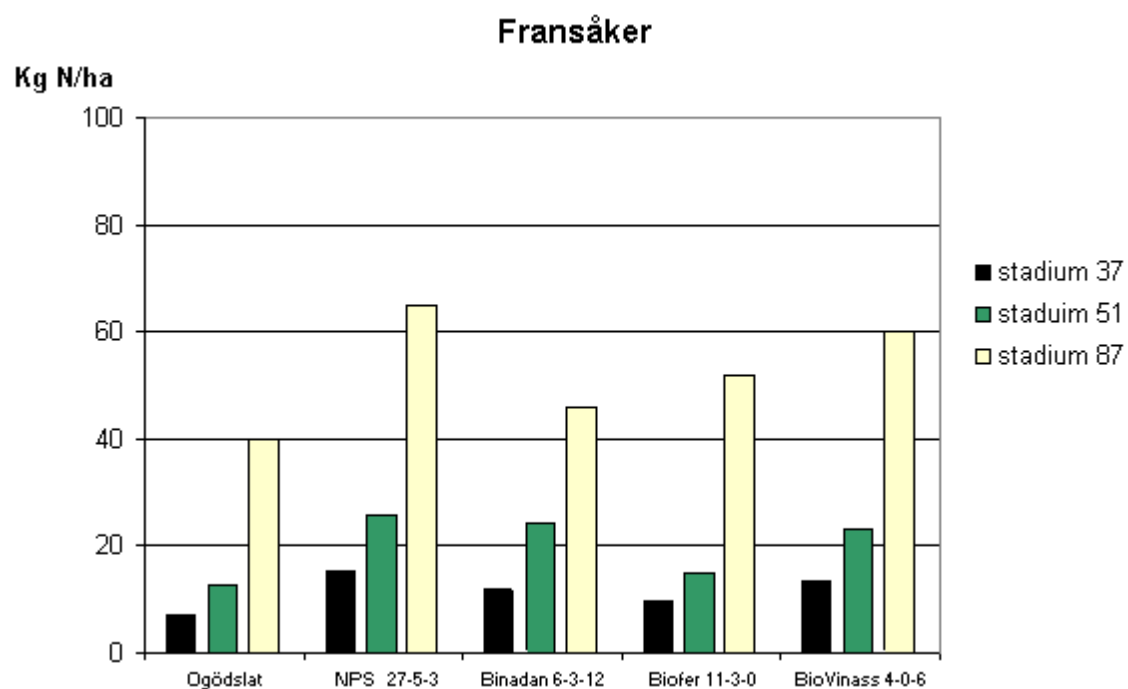
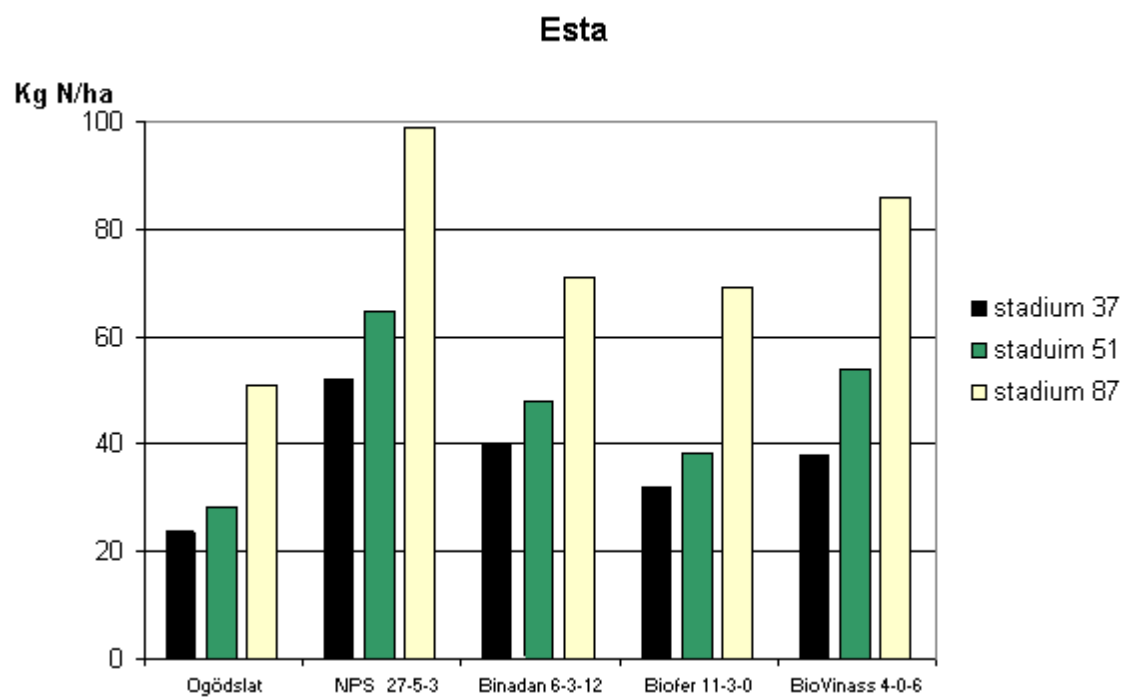
Kväveupptagningsförloppet och mineralkväveförrådets förändringar under växtsäsongen

Bestämning av grödornas kväveupptag och av mineralkväveförrådet i marken utfördes i stadium 37, 51 och 87 i de led som gödslades med 80 kg N/ha samt i det icke gödslade ledet. Kväveskördarna illustreras i figur 2.

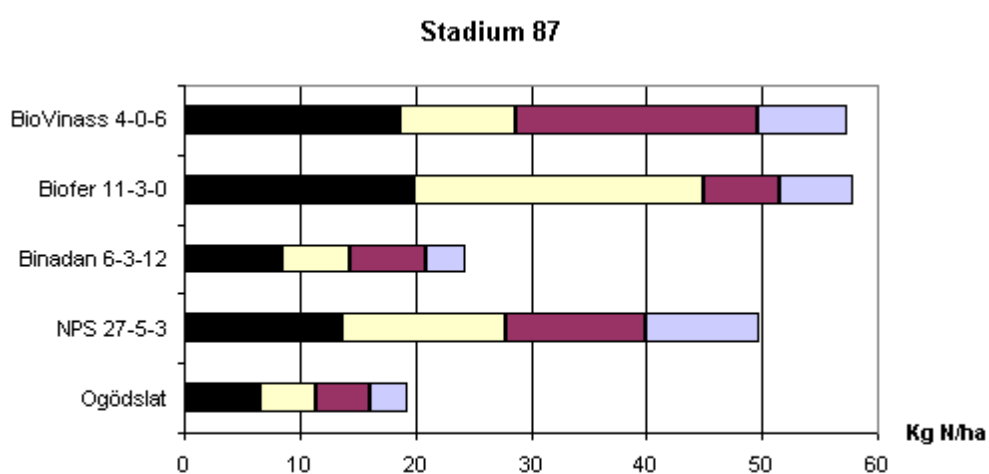
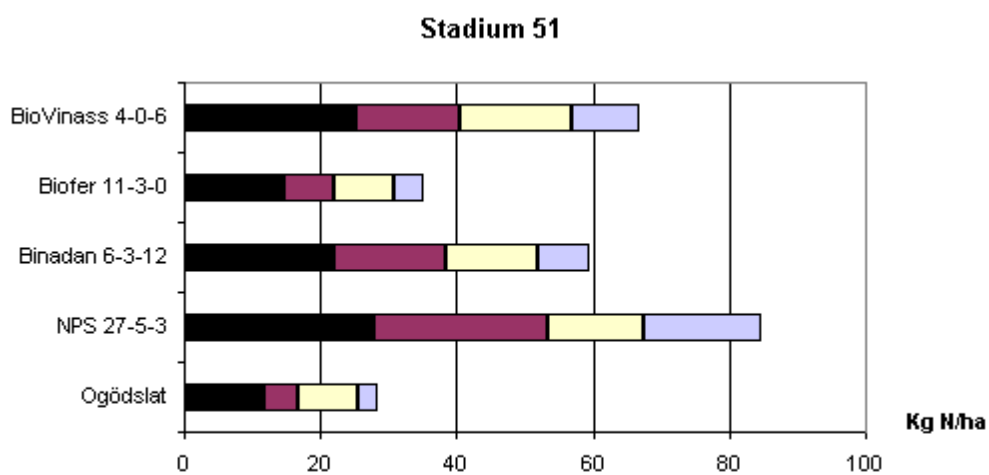
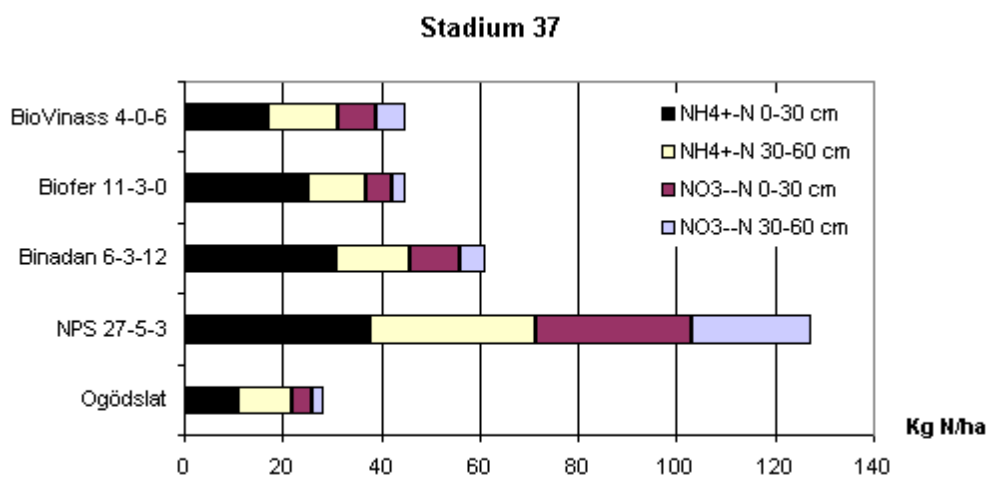
Analysen av produkterna (se tabell 19 sidan 32) visade att Binadan innehöll en ganska stor del ammoniumkväve, ca en tredjedel, medan Biofer innehöll ca en tiondel ammoniumkväve. Det kan vara en orsak till olikheterna i kväveupptagningen hos grödan beroende på gödselmedel. Kärnskördarna var i stort sett lika stora men proteinhalten var högre i ledet med Biofer, vilket kan förklaras av att kvävet troligen mineraliserades senare och därmed fungerade mer som en proteingödsling. Att gödsling med Biofer tycks medföra ett mindre kväveupptag än andra gödselmedel i början av plantans utveckling diskuteras av Salomonsson et al. (1995) i redovisning av ett försök med höstvetete där gödsling med nöt- och svinflytgödsel och urea också ingick. Vid skördetillfället var dock kväveupptaget i ledet med Biofer lika stort som ledet med flytgödseln.

Ammonium- och nitratkväveförråden i marken (0-60 cm) åskådliggörs i figur 3 (Fransåker) och 4 (Esta). Torkan i försöket på Fransåker resulterade i att mycket outnyttjat gödselkväve fanns kvar i markprofilen vid stadium 87. Det återstod ca 50 kg mineralkväve per ha i leden med 80 kg N/ha tillfört som BioVinass, Biofer och NPS 27-5-3. Vid samma stadium hade marken på Esta bättre tömts på kväve oavsett typ av gödselmedel och endast drygt 10 kg mineralkväve fanns kvar i marken. I ett försök som utfördes i lök fann Kellander & Björklund (1995) att i obevattnat led (280 mm regn) fanns tre gånger så mycket outnyttjat kväve kvar i marken vid skörd som i ett led där man tillfört 140 mm vatten med konstbevattning.

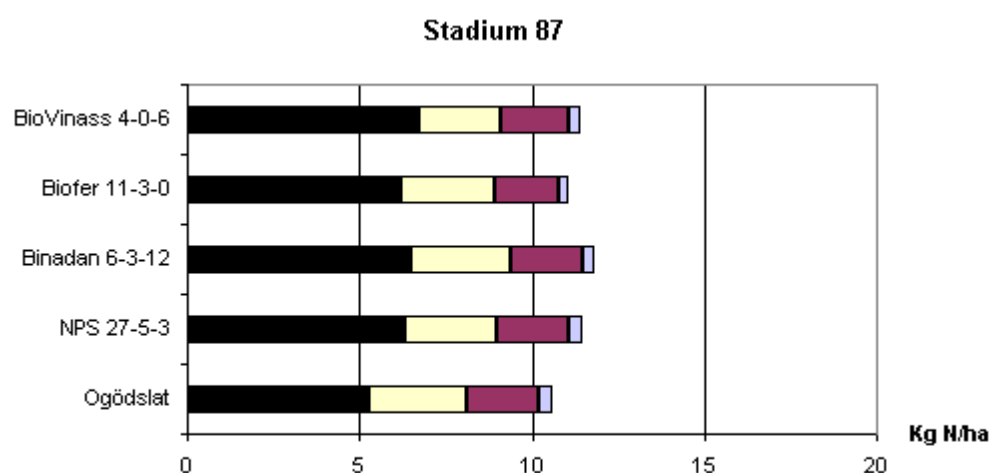
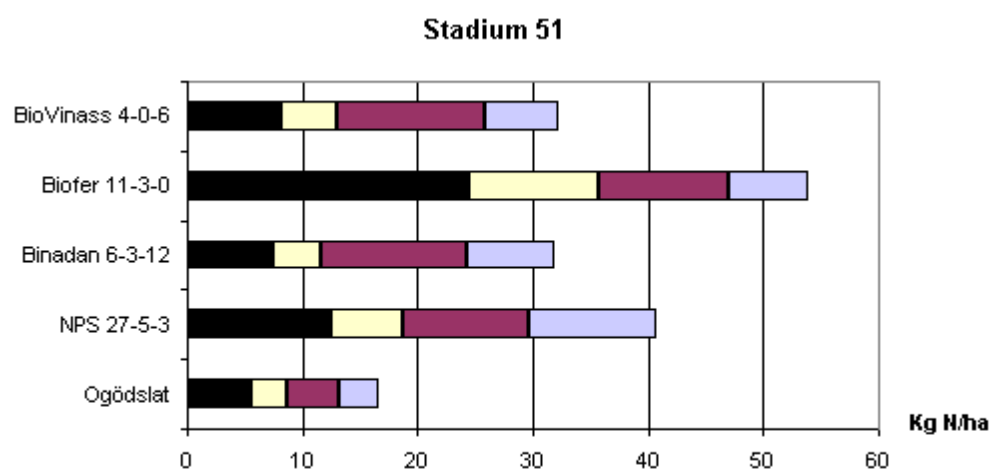
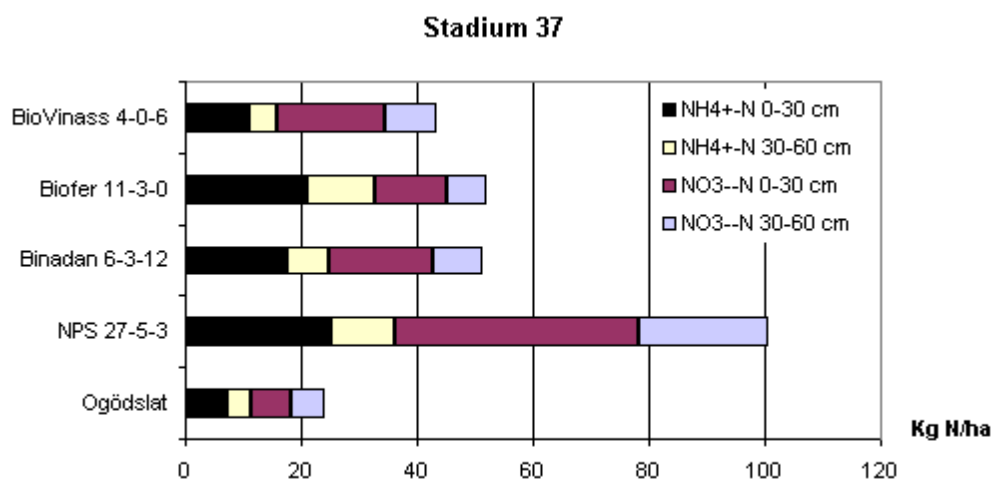
Vid stadium 51 på Esta fanns mer än 50 kg mineraliskt kväve i profilen i ledet gödslat med Biofer vilket var 20 kg mer än i leden med Binadan och BioVinass. Detta är bra korrelerat med markkvävet i stadium 87 då profilen var tömd på kväve sånär på 10 kg i alla led och att proteinhalten i kärnan var klart högre i Bioferleden (11,4 %) jämfört med Binadan (10,5 %) och BioVinass (10,4 %). På Fransåker avvek vid stadium 37 ledet som gödslats med Binadan, där nästan 20 kg mer kväve i profilen jämfört med Biofer och BioVinass kan tyda på att kvävet snabbare mineraliserats tack vare urinsyrainnehållet, som tidigare diskuterats på sidan 9.



Figur 2. Kväve i vårvetets ovanjordiska växtdelar vid olika stadier i ledet utan gödsling och i leden som gödslades med 80 kg N/ha i försöken vid Fransåker och Esta.



Figur 3. Ammonium- och nitratkväve (kg/ha) i marken (0-60 cm) vid olika utvecklingsstadier hos vårvete på Fransåker i de led som tillförts 80 kg N/ha samt det ogödslade ledet. Observera de olika skalorna på x-axeln.



Figur 4. Ammonium- och nitratkväve (kg/ha) i marken (0-60 cm) vid olika utvecklingsstadier hos vårmete på Esta i de led som tillförts 80 kg N/ha samt det ogödslade ledet.

Observera de olika skalorna på x-axeln.

Nettomineralisering

Tillskott av kväve under växtsäsongen genom mineralisering skilde sig mellan de två försöksplatserna. På Fransåker hade hela grödan i det ogödslade ledet vid gultmognad tagit upp 53 kg kväve per ha. Med hjälp av detta N-upptag och mineralkväveförrådet i marken på våren och vid gultmognad (se avsnittet Material och metoder) beräknades att 13 kg N/ha mineraliserats under växtsäsongen. Vid Esta uppgick motsvarande kväveupptag vid gultmognad till 68 kg N/ha och 39 kg kväve beräknades ha mineraliserats under växtsäsongen.

Ekonomi

Gödslingarnas inverkan på gödslingsnettot (merintäkt genom gödslingen minus gödslingskostnaderna) redovisas i tabell 26 och 27. Torkan i försöket på Fransåker visade sig även ha negativ effekt på det ekonomiska utfallet. Den låga skördeökningen i samtliga led (jfr. tabell 19) och värdet därav räckte inte till för att betala gödslingskostnaderna. Enda ledet som inte resulterade i negativt gödslingsnetto var det som gödslats med BioVinass. Tack vare att priset på BioVinass var lågt behövdes inte några större skördeökningar för att få positivt netto med denna gödsling.

Tabell 26. Kvalitetsparametrar och gödslingsnetto (kr/ha) i försöket med vårvete på Fransåker

Led	Kg N	Produkt	Rå protein % av ts	Falltal sek.	Rymd- vikt g/l	Pris kr/kg	Gödslings- netto kr/ha	Totalnetto kr/kg*
A	0	Ogödslat	12,1	203	824	2,33		+4100
F	40	Binadan 6-3-12	11,7	197	819	1,77	-1525	+1397
G	80	Binadan 6-3-12	11,7	217	819	2,29	-3380	+651
H	120	Binadan 6-3-12	11,6	213	814	2,28	-5356	-1343
I	200	Binadan 6-3-12	11,5	233	815	2,27	-10206	-6211
J	40	Biofer 11-3-0	11,6	197	818	2,28	-753	+2209
K	80	Biofer 11-3-0	11,7	203	817	2,29	-1714	+2316
L	120	Biofer 11-3-0	11,7	207	818	2,29	-3389	+642
M	200	Biofer 11-3-0	11,6	220	816	2,28	-5438	+1425
N	80	BioVinass 4-0-6	11,6	210	813	2,28	+181	+4194

*) Avser det samlade värdet av grundskörd och merskörd genom gödslingarna.

På Esta gav Binadanledet lika stor merskörd (jfr. tabell 20) som de andra KRAV-godkända gödselmedlen men proteinhalterna blev relativt låga. Det skulle behövas betydligt större skördeökningar för att betala denna dyra produkt. På fält där behovet av fosfor och kalium är större skulle kanske situationen vara annorlunda för Binadan i och med att den innehåller 3 % fosfor och hela 12 % kalium. Biofer gav vid de lägre kvävegivorna på Esta ett positivt utfall på ekonomin, mycket tack vare att proteinhaltsgränsen (10,5 %) uppnåddes redan vid 40 kg N/ha. För lägsta gödslingsnivån (40 kg N/ha) var gödslingsnettot 794 kr/ha. Gödslingsnettot minskade sedan mer och mer ju högre den tillförda kvävegivan var.

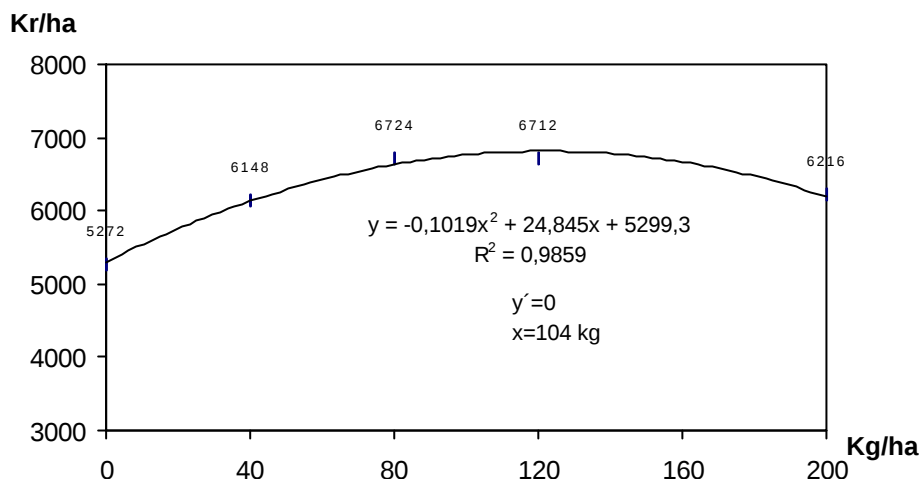
När det gäller BioVinass kan dock inte dra några slutsatser var den optimala tillförselnivån för kväve ligger. Det hade varit intressant om BioVinass funnits med i flera gödselnivåer. Gödslingsnettot hade kanske blivit högre med en större kvävegiva, liknande nivåerna vid tillförsel av konventionella gödselmedel till vårvete.

I ekologiska demonstrationsodlingar på Lanna 1996 till 1998 (Engström et al. 1999a) konstaterades att merskördarna med aktuellt spannmålspris inte räckte för att betala gödselkostnaderna. Med kvävegivor på 60-80 kg N/ha erhöles där skördeökningar i medeltal för tre år på ca 1000 kg kärna per hektar med Biofer och ca 650 kg/ha med Binadan vilket var mindre än i vårveteförsöket på Esta men mer än på Fransåker.

Tabell 27. Kvalitetsparametrar, gödslingsnetto och totalnetto (kr/ha) i försöket med vårvete på Esta

Led	Kg N /ha	Produkt	Rå protein % av ts	Fall-tal sek.	Rymd-vikt g/l	Pris kr/kg	Gödslings-netto kr/ha	Totalnetto kr/ha
A	0	Ogödslat	10,4	217	827	1,91		+5272
F	40	Binadan 6-3-12	10,3	223	826	1,90	-910	+4334
G	80	Binadan 6-3-12	10,5	240	825	1,92	-1721	+3578
H	120	Binadan 6-3-12	10,6	250	824	1,93	-3490	+1837
I	200	Binadan 6-3-12	11,0	253	830	2,22	-6417	-290
J	40	Biofer 11-3-0	10,7	243	828	1,94	+794	+6148
K	80	Biofer 11-3-0	11,4	247	830	2,26	+487	+6724
L	120	Biofer 11-3-0	12,1	240	832	2,33	+282	+6712
M	200	Biofer 11-3-0	13,1	250	831	2,43	-491	+6216
N	80	BioVinass 4-0-6	10,4	233	830	1,91	+1693	+6965

När gödslingsnetto beräknats har värdet på merskörden ställts mot gödselmedel- och spridningskostnaden. Då tas dock ingen hänsyn till grundskörden, d.v.s. skörden i det ogödslade ledet. Tar man hänsyn till det totala värdet på skörden, dvs. grundskörd och merskörd, blir det en annan bild som framträder. Detta anges som "totalnetto" i tabell 25 och 26 samt i figur 5. Vid gödsling med Biofer på Esta är det en betydligt högre kvävegiva som är den mest lönsamma än vad som framgick i beräkningen av gödslingsnettot. Detta exemplifieras i figur 3 med en värdekurva avseende totalnetto för Biofer på Esta. Den beräknade ekvationen till kurvan deriveras och därigenom erhålls att den kvävegiva som gav högsta ekonomiska nettot var 104 kg/ha. När man tar hänsyn till hela skördevärdet och att proteinhalten ökar med stigande kvävegiva inom hela gödslingsintervallet blir effekten att det betalar sig att tillföra relativt sett stora mängder kväve som Biofer i försöket på Esta. Med denna metod att räkna blir skillnaden i totalnetto mellan ogödslat led och 80 kg N/ha som Biofer som mest +1453 kr/ha.



Figur 5. Totalnetto (kr/ha) vid fem olika kvävenivåer vid gödsling med Biofer på Esta, U-län. Ur ekvationen har genom derivering av kurvan beräknats att det maximala totalnettot erhållits vid en giva på 104 kg kväve per hektar.

Höstvete

Markegenskaper på försöksplatsen

pH-värdet och fosfor- och kaliumtillståndet på försöksplatsen vid Fransåker hämtades från tidigare analyser, då platsen tidigare varit föremål för försöksverksamhet, se tabell 28. Mineralkväveförråden var mycket större än normalt. Jordarten på var enligt analys en måttligt mullhaltig mycket styv lera (mmh SL).

Tabell 28. Växtnäringstillstånd på försöksplatsen med höstvete vid Fransåker

	P-AL	K-AL	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Summa
pH	klass	klass	kg/ha	kg/ha	mineralkväve
(H ₂ O)			0-60 cm	0-60 cm	kg/ha 0-60 cm
6,7	III	III	70,2	21,8	92

Kärnskörd, proteinhalt och ekonomi

Det ogödslade ledet avkastade 5260 kg kärna per hektar (tabell 29). Förfrukten utgjordes av ärter. I de gödslade leden som tillfördes 60 kg N/ha med de olika gödselmedlen och spridningstidpunkterna varierade kärnskördens mellan 5200 kg och 6230 kg/ha. NPS 27-5-3 gav den högsta avkastningen som dock bara var 18 % högre än i det ogödslade ledet. Den största kärnskördens efter gödsling med KRAV-godkända gödselmedel hade ledet med Biofer, som radmyllats på våren. Där uppgick skörden till 6140 kg per hektar.

Man slås av den relativt höga skördenivån i det ogödslade ledet och de små skördeökningarna i gödslade led. Förfrukten, som ju utgjordes av ärter, medförde stor tillgång på utnyttjbart jordkväve. Det mineralkväve som fanns i marken på våren (totalt 92 kg N per hektar, 0-60 cm, se tabell 27) och det kväve som mineraliserades under växtsäsongen räckte till jämförelsevis god skörd. Troligen fanns även en del utnyttjbart mineralkväve under 60 cm djup. Nederbörden under odlingssäsongen var dock låg och grödan hade uppenbarligen svårt att tillgodogöra sig det tillförda gödselkvävet. Pelletsprodukterna hade dock löst upp sig inom ett dygn efter vårspridningen.

Det fanns ingen korrelation mellan hög skörd och låg proteinhalt respektive låg skörd och hög

proteinhalt i de olika leden. Biokomb radmyllad på hösten eller våren gav inga skörde-ökningar och relativt låg proteinhalt. Biofer radmyllad på hösten resulterade i en skördeökning på 600 kg/ha och en svag ökning av proteinhalten till 10,5 %, medan samma gödselmedel radmyllat på våren höjde skörden med 900 kg per hektar och proteinhalten till 11,4 %. I det senare fallet var Biofer i nivå med det konventionella gödselmedlet vad gäller inverkan på både skörd och proteinhalt.

Det stora förrådet av mineralkväve i jorden på våren medförde uppenbarligen att gödslingarna med 60 kg N/ha generellt inte lönade sig. Endast ett av gödslingsleden gav ett positivt ekonomiskt gödslingsnetto: led M med BioVinass, bredspridd på våren. Kostnaden för detta uppgick till ca 1000 kr per hektar inklusive spridning och frakt. Skördeökningen på 830 kg/ha var värd ca 1600 kr vilket gav ett gödslingsnetto på 670 kr/ha.

Om man jämför hela värdet av grundskörden med värdet på hela skörden minus gödsel- och spridningskostnad i de olika gödslade leden kommer man även här, liksom i försöket med vårvetepå Esta, fram till att ytterligare led gav ett ekonomiskt överskott. I detta fall var det också en höjning av proteinhalten som var orsaken. Dessa led var BioVinass spridd på hösten (led F), som gav +100 kr/ha, BioVinass på våren (led M) med +1090 kr/ha och Biofer radmyllat på våren (led I) med +200 kr/ha i jämförelse av totala nettot med ledet som inte tillförts något kväve.

Tabell 29. Effekter av gödsling med KRAV-godkända gödselmedel till höstvet i ett försök i serien L3-0142 på Fransåker, Märsta

Led	Kg N/ha	Produkt	Tillförselsätt	Skörd Kg/ha	Rel	Råprot. % av ts	Fall-tal	Kväve-skörd kg/ha	Göds. netto	Tot. netto
A		Ogödslat		5260	100	10,3	353	80		
B	60	NPS 27-5-3	Bredspritt, vår	6230	118	11,4	325	105		
C	60	Binadan 6-3-12	Radmyllat vid sådd på hösten	6000	114	10,4	333	92	-1990	-1930
D	60	Biokomb 6-2-3	Radmyllat vid sådd på hösten	5200	99	10,1	340	78	-2040	-1580
E	60	Biofer 11-3-0	Radmyllat vid sådd på hösten	5830	111	10,5	331	90	-900	-800
F	60	BioVinass 4-0-6	Bredspritt, nedharvat före sådd	5730	109	10,6	315	90	-60	+100
G	60	Binadan 6-3-12	Radmyllat, vår	5880	112	11,3	336	99	-2310	-1780
H	60	Biokomb 6-2-3	Radmyllat, vår	5280	100	10,4	331	81	-2150	-1570
I	60	Biofer 11-3-0	Radmyllat, vår	6140	117	11,4	344	103	-380	+200
J	60	Binadan 6-3-12	Bredspritt, vår	5770	110	11,0	345	94	-2500	-2130
K	60	Biokomb 6-2-3	Bredspritt, vår	5670	108	10,3	336	87	-1370	-1370
L	60	Biofer 11-3-0	Bredspritt, vår	5700	108	10,5	327	88	-1250	-1150
M	60	BioVinass 4-0-6	Bredspritt, vår	6090	116	11,1	340	100	+670	+1090
Medelfel %				3,3		1,44	2,83			
LSD 95%				567		0,45	28			

I tabell 30a har medeltal av kärnskördarna beräknats för vart och ett av de fyra gödselmedlen och i tabell 30b med avseende på tillförselmetod och spridningstidpunkt. Skillnaderna mellan gödselmedlen med avseende på skördenivåer var små med undantag av Biokomb som hade en tendens att ge mindre skördeökningar.

Tabell 30a. Inverkan på kärnskördarna av höstvet av gödsling med KRAV-godkända gödselmedel, medeltal för alla tidpunkter och tillförselmetoder

Gödselmedel	Binadan	Biokomb	Biofer	BioVinass
Skörd, kg/ha	5880	5380	5890	5910

Tabell 30b. Inverkan på kärnskördarna av höstvet av olika metoder och tidpunkter för tillförsel av KRAV-godkända gödselmedel, medeltal för alla gödselmedel

Gödselsätt	Radmyllat på hösten	Radmyllat på våren	Bredspridd på våren
Skörd, kg/ha	5680	5770	5810

Resultaten visar inte att någon spridningstidpunkt eller -metod skulle vara bättre än någon annan. Man hade väntat sig en större effekt av radmyllning än bredspridning på våren men så blev inte fallet. Radmyllningen gjordes till 7-8 cm djup och denna kan ha skadat plantorna och/eller orsakat att marken torkade ut fortare. Vid höstspridning finns dock risken för utlakningsförluster genom att en större del av det ammoniumkväve som tillförts med gödselmedlen eller bildas vid mineralisering av organiskt bundet gödselkväve troligen nitrifieras under hösten och sedan kan utlakas.

SLUTSATSER

Av litteraturstudien med redovisningen av de äldre försöken framgår att tillförsel av de KRAV-godkända gödselmedel som undersökts kan vara ett bra komplement där förfrukten varit svag och grüngödslingsvallen inte lämnat tillräckliga mängder kväve efter sig. Sammanställningen visar att produkterna fungerar på liknande sätt som konventionella gödselmedel, och de ger större skördeökningar ju mer kväve man tillför, dock inom rimliga nivåer. Skördeökningarna uppgick i medeltal för alla gödselmedel och grödor till 16 % vid 40 kg kväve per hektar, 17 % vid 60 kg, 24 % vid 80 kg och 45 % vid 120 kg. Proteinhalterna riskerar att sjunka i jämförelse med ogödslade led vid tillförsel av låga kvävegivor (40-60 kg N). Risken för detta tycks vara större hos höstvet. Man bör därför ej tillföra mindre än 60 kg/ha om det är betydelsefullt att erhålla höga proteinhalter, i vart fall om tillgången på utnyttjbart jordkväve är liten eller måttlig. Gödsling med Binadan och Biofer gav ungefär samma skördeökningar vid olika kvävenivåer, vilket framgår av en jämförelse beräknad på basis av ett medeltal för alla grödor.

I diskussionen om vad grödan kan betala för kvävet framgår att gödsling med BioVinass i stort sett alltid tycks löna sig, i alla fall med kvävegivor om 40-120 kg/ha och spannmålspriser mellan 1,60 till 2,20 kr/kg. Med det jämförelsevis låga priset krävs inga större skörde-ökningar för att erhålla ett positivt ekonomiskt netto. Biofer uppnår bara i vissa fall ett positivt gödslingsnetto beroende på om man värderar innehållet av fosfor eller inte.

Hanteringen av produkterna skiljer sig en del beroende på form och kväveinnehåll. De pelleterade är lätta att lagra och finns i små- och storsäck. Det går bra att sprida dem med konventionella gödselspridare. Det går att sprida en giva på drygt 2000 kilo vara per ha av Binadan och Biofer med en enda överfart med centrifugalspridare, och detta medger tillräckliga kvävenivåer med hänsyn till kvävekoncentrationen i produkterna.

Litteraturstudien visade att radmyllad pelleterad gödsel gav omkring 5 % högre skörd än bredspridd. Det beror troligtvis på att kväve mineraliseringen underlättas tack vare den större fuktigheten längre ned i jorden. I första hand bör man tillföra pelleterade produkter genom radmyllning, i andra hand

bredspridning med efterföljande nedharvning. Faktorer som tillgång på maskiner och krav på tidseffektivitet får också styra valet av tillförselsätt.

BioVinass framstår som det ekonomiskt klart bästa valet av de produkter som finns på marknaden idag. Lagring och spridning är besvärligare än med de pelleterade produkterna, men det kan lösas med att lagra BioVinass i gamla dieseltankar eller urinbrunnar. Spridning av produkten kan ske med flytgödselspridare eller radmyllningsspridare för flytande gödsel.

I försöken som utfördes 1999 med vårvete minskade utnyttjandegraden för kvävet med avseende på kväveinnehållet i kärnan vid stigande N-givor (0-200 kg N/ha) med de olika gödselmedlen. Vid de torra förhållanden som rådde på Fransåker blev kväveutnyttjandet (i kärnsörden) mycket dåligt, även i leden med det konventionella gödselmedlet. På denna försöksplats fanns en tendens till bättre kväveutnyttjande i de led som gödslats med Binadan än i motsvarande led med Biofer. En orsak till detta kan vara att en större andel ammonium-kväve finns i produkten från början och att en stor del av det organiskt bundna kvävet är i form av urinsyra som relativt lätt mineraliseras, vilket även Jerkebring (2000) påvisat i inkubationsförsök. Biofer består till stor del av proteiner där kvävet inte lika snabbt mineraliseras. I och med torkan på försöksplatsen gynnades Binadanleden i detta fall. Även bestämningarna av grödans kväveupptag vid tre tillfällen under växtperioden i de led som tillförts 80 kg N/ha med de olika gödselmedlen visar till att börja med samma tendens (figur 2). Med den större nederbörden på Esta förbättrades utnyttjandet av gödselkvävet. Det gäller alla gödselslagen. Vid de två första provtagningstillfällena på Esta hade grödan i ledet som tillförts Biofer tagit upp 8-10 kg mindre kväve per ha, men hade vid stadium 87 i stort sett samma totala kväveupptag som ledet med Binadan (figur 2).

Gödslning med Binadan gav ungefär samma skördeökning som med Biofer vid alla kväve-nivåer. Detta stämmer bra överens med resultaten i litteraturstudien. Proteinhalterna på Fransåker i alla led som gödslats med KRAV-godkända gödselmedel låg inom det snäva intervallet 11,5-11,7 %, troligtvis p.g.a. torkan. Effekten av stigande N-mängder uteblev således. På Esta visade sig Biofer vid varje ökad kvävegiva (40, 80, 120 och 200 kg N/ha) förbättra proteinhalten i allt högre grad (upp till en procentenhet) ju mer gödselkväve som tillfördes, liknande det konventionella gödselmedlet NPS 27-5-3. För Binadan blev proteinhalterna lägre på Esta. Fransåker kan ses som ett typfall för vad som kan hända under ett torrår och Esta som ett normalår med avseende på nederbörden.

Vid beräkning av det ekonomiska utfallet har det stor betydelse om man beräknar ett gödslingsnetto eller ett totalnetto. I detta fall avser gödslingsnetto värdet på skördeökningen minus gödselmedels- och spridningskostnad i jämförelse med det ogödslade ledet. Med totalnetto avses hela skördens värde minus kostnad för gödslning och spridning. Om proteinhalten ändras vid gödslning kan det få stora konsekvenser. Gödslingsnettot kan vid en kvävegiva visa sig vara måttligt eller negativt. Men denna gödslning kan ha höjt proteinhalten över en gräns som medför ett högre avräkningspris för grödan och därmed ett högre totalt netto. Detta skedde på Esta i försöket med vårvete vid gödslning med Biofer där gödslings-nettot minskade ju mer kväve som tillfördes. Men när ett totalnetto beräknades resulterade dock detta i att 80 och 120 kg N/ha gav drygt 1400 kr/ha mer än totalnettot i ledet som inte tillförts någon gödsel. Ledet med 40 kg N/ha gav knappt 900 kr/ha mer än ogödslat led.

Tillförsel av gödselmedlen till höstvete resulterade i relativt låga skördeökningar i försöket på

Fransåker 1999. Den höga grundskörden beroende på förfrukten (ärter) är en förklaring till det dåliga utbytet av gödslingarna. Orsaken till den höga grundskörden var delvis att det fanns drygt 90 kg mineraliskt kväve per hektar inom 60 cm djup på försöksplatsen på våren. Ytterligare en förklaring till de små skördeökningarna är torkan som bör ha försämrat kväveupptagningen, även i leden med radmyllning av gödselmedlen på våren. Ungefär samma skördeökningar erhöles oberoende av tidpunkt och tillförselmetod i de gödslade leden. Svårigheterna för grödan att utnyttja gödselkväve som tillförts på våren kan ses i ljuset av att radmyllning på hösten trots troliga kväveförluster gav skördeutslag i nivå med gödsling på våren. Ingen av de gödslade leden ledde till att proteinhalten sänktes i jämförelse med ogödslat led, vilket kunde förväntas vid små N-givor. Som mest ökade proteinhalten till 11,4 % (10,3 % i ogödslat led). Detta gäller ledet med mineralgödsel (NPS 27-5-3) bredspjutt på våren och ledet med Biofer som radmyllats på våren. Höjning av proteinhalten vid gödsling är inte lika viktig för det ekonomiska utfallet för höstvetete som till vårvete. Detta beror på att avdraget på avräkningspriset är 0,01 kr per tiondels % råproteinhalt ned till 9,5 %. Av resultaten i höstveteförsöket 1999 kan inte för stora slutsatser dras angående tidpunkt och metod för tillförsel av gödselmedlen men de kan sägas avspegla de effekter som erhålles vid god markkvävetillgång och om nederbörden blir liten under växtsäsongen. Generellt medförde gödsling med de KRAV-godkända gödselmedlen i de tre försöken 1999 mindre skörde-ökningar och sämre kväveutnyttjande hos grödan än tillförsel av mineralgödsel (NPS 27-5-3).

SUMMARY

This study is based on (1) a survey of results from earlier field trials with commercial organic fertilizers, certified in Sweden for organic farming, and (2) three field experiment trials carried out in 1999, two with spring wheat at Fransåker and Esta and one with winter wheat at Fransåker in east central Sweden. The purpose of the study was to evaluate the nitrogen effect of the fertilizers on yield and protein contents with various levels of nitrogen, time for nitrogen application and spreading methods, and also to estimate the economic outcome.

The organic fertilisers studied in the survey were Binadan (NPK 6-3-12), Biofer (NPK 11-3-10) and BioVinass (NPK 4-0-6). Binadan consist of manure from chicken. Biofer is based on wastes from the slaughter industry (meat bone meal) and BioVinass is a waste product from manufacture of yeast. Binadan and Biofer are in the shape of pellets and BioVinass has a liquid shape as molasses.

For all fertilizers and all crops in the earlier trials the average increase in yields was 16 % to 45 % following application of N rates from 40 to 120 kg nitrogen per hectare. On comparison with the treatment without fertiliser nitrogen, the protein content was at risk to decrease with low levels of nitrogen (40-60 kg N/ha). The tendency was higher in winter wheat. For instance, 40 kg N/ha as Biofer increased the yield with 13 % compared to the control but the protein content decreased from 9,2 to 9,0 %.

The trials at Fransåker and Esta in 1999 were carried out on clay loam soils. Effects on yield, protein content and economic return were studied following application of the commercial organic fertilizers Binadan, Biofer, Biokomb and BioVinass. Theses was compared with the effects of a mineral fertilizer (NPS 27-5-3). In the experiment with winter wheat the fertilizers were spread with different methods and at different times at the level of 60 kg of nitrogen per hectare, whereas the trials with spring wheat included increased levels of nitrogen (0, 40, 80, 120 and 200 kg N /ha) but with the same method and time for spreading.

There was a large difference in amounts of precipitation between the time of sowing and harvest at the two experimental sites Fransåker and Esta. At Fransåker (86 mm of precipi-tation) the yield without nitrogen fertilization in the spring wheat experiment was 1760 kg/ha, 1000 kg less than at Esta (175 mm of precipitation). The increase in yield at Fransåker was moderate and varied between 21 and 39 %, and the protein content was 11,5-11,7 %. The dryness reduced crop uptake of the applied nitrogen. The expected effect of increasing N levels did not come off. The increase in yield at Esta amounted to 28-93 %. There the protein content was improved (up to one unit of a percent) following application of Biofer (11,7-13,1 %) with increasing levels of nitrogen (40, 80, 120 and 200 kg N/ha) in comparison to the control, resulting in the same protein content as in the treatment with the conventional ferti-lizer (NPS 27-5-3).

Calculations of the economic effects as the net economic return of fertilization or the total net income may give quite different results. In this study, the net economic return of fertilization is defined as the value of increase in yield minus fertilizer and application costs. The total net income refers to the value of the whole yield minus fertilizer and application costs. Rather large consequences on the economic outcome can be obtained if the protein content is altered. The net income of fertilization can be moderate or negative, but fertilization could have increased the protein content beyond a

price limit, resulting in a higher price of the whole harvest and thus a larger total net income than in the treatment without nitrogen fertilization. The total net of income is the increase in value that the farmer receives and is thus important to discuss.

Binadan, Biofer and BioVinass produced roughly the same yield. However, the different price of the products was the most important factor concerning the economic return. The plot of 80 kg N/ha as BioVinass had the largest total net income, +1690 SEK per ha compared to control. The total net income for Biofer was +1400 SEK more in the treatment with 80 and 120 kg N/ha than in the control. The ability of Biofer to increase the protein content caused a net economic return of fertilization amounting to 282 -794 SEK per ha in the treatments with 40, 80 and 120 kg N/ha.

In the trial in 1999 with winter wheat at Fransåker the yield in the unfertilized treatment was comparatively high, 5260 kg per ha. The precipitation from April to harvest amounted to 161 mm. The effects of Binadan, Biofer and BioVinass were studied at a fertilization level of 60 kg N/ha with different application methods (placement at the depth of 7-8 cm at sowing in the autumn and in spring, and broadcasting in spring). Due to large amounts of plant-available soil nitrogen and the dry growing season the nitrogen fertilization effects were small with 900 kg per ha as the best result. The differences in yield between fertilizers and application methods was small. No fertilization treatment caused a decrease in protein content as normally can be expected at low N levels. As most the increase was 11,4 % (10,3 % in the control). The total net income after fertilization with Biofer, with spring placement, exceeded the unfertilized control with 200 SEK per ha. For BioVinass, in the treatments with autumn placement and broadcasting in spring, the increases were 1090, and 100 SEK per ha, respectively.

The investigated commercial organic products seem have effects similar to the compared conventional fertilizer (NPS 27-5-3), producing higher yields within the application rate studied (0-200 kg N per ha). However, application of the organic fertilizers led to smaller grain yields and lower nitrogen efficiency, calculated as the amounts of applied nitrogen utilized by the crops. Price of fertilizer and crop and expected increase in yield are obviously the three most important factors influencing the use of commercial organic fertilizers. The expected yield without nitrogen application is also important. If this basic yield is expected to be low, fertilization will probably cause a larger increase in yield. When calculating changes in economic return concerning those parameters (price of fertilizer and crop, and expected increase in yield) the price of the crop is the most important factor.

A ranking order of the effects on yield increase shows that the products are equivalent. Biofer 11-3-0 is best to improve the protein content followed by BioVinass 4-0-6 and Binadan 6-3-12. Calculations of the economic return demonstrate that BioVinass almost always is remunerative owing to its low price, even with relative small increases in yield. Biofer is the second best due to the ability to raise the protein content, being a fundamental factor of payment.

Litteraturförteckning

Anonym, 1991. Gyllebo Gödning AB.

Anonym, 1997. Hushållningssällskapet i O-län.

Anonym, 1998. Hushållningssällskapet i R-län.

Berg, P. 1986. *Nitrifier populations and nitrification rates in agricultural soil*. Rapport 34. SLU, Institutionen för mikrobiologi, Uppsala.

Binadan Svenska AB. 1999. Enhagsslingan 15, 183 39 Täby. Produktblad.

Brady, N. C. 1990. *The nature and properties of soils*. 10th edition. Macmillan Publishing Company, New York.

Claesson, S. & Steineck, S. 1991. *Växtnäring, hushållning - miljö*. Speciella skrifter 41, s. 14-20. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

EkoNatur Sverige AB. 1999. Pl 3422, 432 96 Åskloster. Produktblad.

Engström, L., Lindén, B. & Roland, J. 1999a. *Ekologiska demonstrationsodlingar på Lanna försöksstation 1996-98*. Teknisk rapport 2. SLU, Institutionen för jordbruksvetenskap, Skara.

Engström, L., Lindén, B. & Roland, J. 1999b. *Ekologiska demonstrationsodlingar på Lanna försöksstation 1996-99*. Teknisk rapport 3. SLU, Institutionen för jordbruksvetenskap, Skara.

Enköping-Håbo Maskinring. 1999. Kalkylexempel. Produktblad.

Granstedt, A. 1990. *Fallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling*. Doktorsavhandling Sveriges Lantbruksuniversitet, Forsknings- och försöksnämnden för alternativ odling. Alternativ odling nr 4. Uppsala

Gustafsson, L. 1995. *Provning av NPK 5-2-4 och 6-3-12 i ekologisk odling, s. 19*. Försöksrapport 1995. Försök i Väst. Hushållningssällskapens Multimedia.

Gustafsson, L. 1997a. *Gödsling med Binadan s .25*. Försöksrapport 1997. Försök i Väst. Hushållningssällskapens Multimedia.

Gustafsson, L. 1997b. *Gödsling med Binadan s .25*. Försöksrapport 1997. Försök i Väst. Hushållningssällskapens Multimedia.

Gyllebo Gödning AB, 1999. 205 03 Malmö. Produktblad.

- Jerkebring, K. 2000. *Anpassad kvävegödsling i ekologisk odling av frilandsgroänsaker – ett kunskapsunderlag för delad kvävegiva*. Examensarbete nr 16. SLU, Institutionen för ekologi och växtproduktionslära, Uppsala.
- KRAV-regler, 1999. Informationsbroschyr. KRAV, Box 1940, 751 49 Uppsala.
- Haak, E. & Lindén, B. 1995. *Odlingssystemets inverkan på kväveutnyttjande och utlakning*. Fakta - Mark/Växter, nr 7 1995. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Haynes, R. J. 1986. *Mineral nitrogen in the plant-soil system*. Academic Press, Orlando.
- Killham, K. 1994. *Soil Ecology*. University Press, Cambridge.
- Kellander, T & Björklund, I. 1995. *Anpassad gödsling till lök - i kombination med tre bevattningsnivåer*. Årsrapport, Torslunda försökstation 1995, SLU.
- Lindén, B. 1981. *Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. 1. Litteraturoversikt*. Rapport 132. SLU, Institutionen för markvetenskap, Uppsala.
- Lindén, B., Lyngstad, I., Sippola, J. & Kjellerup, V. 1992. *Nitrogen mineralization during the growing season*. 1. Contribution to the nitrogen supply of spring barley. Swedish Journal Agricultural Research, 22:3-12.
- Lindén, B. 1997. *Humanurin som kvävegödselmedel tillfört i växande gröda vid ekologisk odling av höstvet och havre*. SLU, Institutionen för jordbruksvetenskap, Skara.
- Lindén, B. 1998. *KRAV-godkända gödselmedel till vårvete, s 20-21*. Försöksrapport 1998. Försök i Väst. Hushållningssällskapens Multimedia.
- Lundin, G. & Algerbo, P-A. 1999. *Spridningsteknik för gödselmedel i ekologisk odling*. Teknik för lantbruket, nr 75. JTI, Uppsala.
- Lööf, P.-J. 1995. *Ekologiska jordbrukare och deras problemuppfattning rörande växtodlingen – särskilt skadeinsekter och sjukdomar*. Examensarbete nr 19. Institutionen för statistik, data och informationslära, SLU, Uppsala.
- Miller, R.D. & Johnson, D.D. 1964. *The effect of soil moisture tension on carbon dioxide evolution, nitrification, and nitrogen mineralization*. Soil Science Society of America Proceedings, no. 28: 644-647.
- Olrog, L. 2000. *Fintrådiga alger som gödselmedel*. Opublicerat.
- Salomonsson, L., Jonsson, A., Salomonsson, A.-C. & Nilsson, G. 1994. *Effects of organic*

fertilizers and urea when applied to spring wheat. Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. B, Soil and Plant Science. 44: 170-178. Scandinavian University Press.

Salomonsson, L., Salomonsson, A.-C., Olofsson, S. & Jonsson, A. 1995. *Effects of organic fertilizers and urea when applied to winter wheat. Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. B, Soil and Plant Science. 45: 171-180. Scandinavian University Press.*

Statens Jordbruksverk, 1999. *Mål för ekologisk produktion 2005. Rapport 1999:16. SJV offset, Jönköping.*

Stanford, G. & Epstein, E. 1974. *Nitrogen mineralization - water relations in soils. Soil Science Society of America Proceedings, vol. 38: 103-107.*

Torstensson, G. & Johansson, H. 1996. *Simulation of water and nitrogen dynamics in a five year leaching experiment with varying fertilisation and manure treatments. Reports and dissertations 29, SLU, Department of soil sciences, Uppsala.*

Wiklander, L. 1976. *Marklära. Grundkurs i marklära, Lantbrukshögskolan, Uppsala.*

Wivstad, M., Salomonsson, L. & Salomonsson, A.-C. 1996. *Effects of green manure, organic fertilizers and urea on yield and grain quality of spring wheat. Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. B, Soil and Plant Science. 46:169-177.*

Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. *A decimal code for the growth stages of cereals. International Weed Research. Vol. 14, s. 415-421.*

PERSONLIGA MEDDELANDEN

Börje Lindén, Institutionen för jordbruksvetenskap, SLU, Skara. Box 234, 532 23 Skara

Pär-Johan Lööf, ODAL, Linbanegatan 12, 745 84 Enköping.

CG Pettersson, ODAL, Linbanegatan 12, 745 84 Enköping

Martin Robertsson, Institutionen för trädgårdsvetenskap, SLU, Alnarp. Box 55, 230 53 Alnarp

Anneke Svantesson, EcoTrade, Linbanegatan 12, 745 84 Enköping.

Masoud Tarighi, Statens Jordbruksverk, Arealstödsenheten, 551 82 Jönköping.

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, som är en temainstitution med mark/växt- och husdjurskompetens, bedriver tillämpad, tvärvetenskaplig forskning. Detta sker bl.a. på försöksstationerna Lanna, Götala och Bjertorp samt på gårdar i olika slag av fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra avkastning och kvalitet hos våra jordbruksprodukter och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning.

I serien **Examensarbeten** publiceras examensarbeten (motsvarande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) vid Institutionen för jordbruksvetenskap Skara eller i samarbete med andra organisationer.

Examensarbetena kan beställas från institutionen, se nedan. Förteckning över samtliga publikationer i institutionens olika rapportserier erhålles kostnadsfritt. Rapporterna finns också tillgängliga på nedanstående internetadress.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
Box 234
532 23 Skara

Pris: 50:- (exkl. moms)

Tel. 0511-67000, fax 0511-67134, e-post: Lena.Ljunggren@jvsk.slu.se
Internet: <http://www.jvsk.slu.se>