



Kväveeffekter av humanurin, Biofer och Binadan som gödselmedel till höstvetete, vårvete och vårkorn i ekologisk odling

Nitrogen effects of human urine and fertilizers containing meat bone meal (Biofer) or chicken manure (Binadan) as fertilizers applied to winter wheat, spring wheat and spring barley in organic farming

Christina Lundström

Börje Lindén

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
Department of Agricultural Research Skara

Serie B Mark och växter
Series B crops and soils
Rapport 8
Report 8
Skara 2001

Förord

I föreliggande rapport redovisas fältförsök från åren 1997-99 med studier av kvävegödslings-effekter av humanurin i jämförelse med de KRAV-godkända gödselmedlen Biofer 10-4-0 och Binadan 11-3-0. De senare innehåller köttfodermjöl och biprodukter från slakteri- och livs-medelsindustri samt kycklinggödsel och andra biprodukter av animaliskt ursprung. Flertalet försök utfördes av hushållningssällskapen i Östergötlands, Hallands, Örebro, Västmanlands och Dalarnas län samt i förutvarande Göteborgs och Bohus län och Skaraborgs län. Härtill genomfördes försök av SLU:s försökspatrull i Värmland och vid försöksstationen Öjebyn i Norrbotten. Statens Jordbruksverk beviljade medel för genomförandet av undersökningarna. Statistisk bearbetning av resultaten utfördes av Irina Nyberg, Master of Science in Economics, vid SLU i Skara. Analyser av gödselmedlens växtnäringssinnehåll genomfördes av AnalyCen AB i Lidköping/Skara. Kväve i mark och gröda bestämdes vid Avdelningen för växtnäringss-lära, SLU i Uppsala.

Alla medverkande tackas för gott samarbete.

Skara i mars 2001

Författarna

Författarna har följande adresser:

Christina Lundström

SLU, Institutionen för jordbruksveten-
skap Skara, Avdelningen för mark-växter
Box 234, 532 23 Skara
Tel. 0511-67237
E-post: christina.lundstrom@jvsk.slu.se

Börje Lindén

SLU, Institutionen för jordbruksveten-
skap Skara, Avdelningen för mark-växter
Box 234, 532 23 Skara
Tel. 0511-67112
E-post: borje.linden@jvsk.slu.se

Innehållsförteckning

Förord	3
Innehållsförteckning	4
Sammanfattning	5
Inledning	8
Material och metoder	10
Försöksplatser	10
Höstvete	11
Vårkorn och vårvete	12
Tillförd växtnäring med humanurin och KRAV-godkända gödselmedel i försöken	13
Provtagning och analys av jord och gröda	14
Resultat och diskussion	15
Variation av växtnäringsinnehållet i humanurin	15
Växtnäringsinnehåll i de KRAV-godkända gödselmedlen	17
Biofer	17
Binadan och Biokomb	18
Mineralkväve i marken på våren	19
Höstvete	20
Gödselmedlens inverkan på avkastningen	20
Variation i proteinhalt	23
Mineralkväve i marken efter avslutad kväveupptagning och på senhösten	25
Kväveinnehåll i höstvetet före gödsling på våren	27
Kväveinnehåll i höstvetet vid avslutad kväveupptagning	27
Nettomineralisering	29
Gödselkvävet utnyttjandegrad	30
Vårkorn	32
Gödselmedlens inverkan på avkastningen	32
Variation i proteinhalt	34
Mineralkväve i marken på våren	35
Mineralkväve i marken efter avslutad kväveupptagning och på senhösten	35
Kväveinnehåll i korngrödan	37
Nettomineralisering av kväve	37
Gödselkvävet utnyttjandegrad	38
Vårvete	39
Gödselmedlens inverkan på avkastningen	39
Variation i proteinhalt	40
Mineralkväve i marken på våren	41
Mineralkväve i marken efter avslutad kväveupptagning och på senhösten	41
Kväveinnehåll i vårvetegrödan	43
Nettomineralisering av kväve	43
Gödselkvävet utnyttjandegrad	43
Slutsatser	45
Summary	46
Litteratur	49
Personliga meddelanden	51
Bilaga 1	51
Bilaga 2	52

Sammanfattning

I syfte att undersöka effekterna i ekologisk odling med avseende på avkastning, proteinhalt, kväveutnyttjande och kväveutlakningsrisker av gödsling med humanurin och de KRAV-godkända gödselmedlen Biofer 10-4-0 (i vissa försök Biofer 11-3-0) samt Binadan 6-3-12, genomfördes under åren 1997-99 sammanlagt 15 fältförsök med höstvetete, 7 med vårkorn och 4 med vårvete. Försöken var fördelade på 11 ekologiskt drivna gårdar från Halland i söder till Norrbotten i norr. I försöken med höstvetete tillfördes stigande givor av gödselmedlen motsvarande 0, 40, 80 och 120 kg N/ha. Humanurinen bandspreddes i vartannat sårads mellanrum med en släpplangsliknande metod, medan Biofer och Binadan bredspreddes. Därefter myllades gödselmedlen ned ytligt i jorden genom ogräsharvning i höstvetetet. I försöken med korn och vårvete bredspreddes humanurin (0, 40, 80 och 120 kg N/ha) liksom Biofer och Binadan (40 och 80 kg N/ha), varefter de tre gödselmedlen myllades ned genom harvning. Härtill radgödslades de båda senare gödselslagen genom kombisädd (80 kg N/ha).

Humanurinen hämtades från mer eller mindre närbelägna bostadsområden eller skolor med urinseparering. Urinens växtnäringsinnehåll varierade avsevärt, både mellan år och mellan olika hämtningsställen. Ammoniumkvävehalten, som utgjorde närmare 85 % av totalkvävehalten, uppgick i medeltal till 21 kg per tio ton urin, med 5 kg som minsta och 72 kg som högsta värde. Fosforinnehållet var i genomsnitt ca 2,5 kg per tio ton urin med variationer från 1 till 7 kg, medan kaliuminnehållet i medeltal uppgick till 6,5 kg per tio ton urin med en variationsbredd mellan 0 och 16 kg. Analys av de i försöken använda partierna av KRAV-godkända gödselmedlen visade att Biofer 10-4-0 i medeltal innehöll 9,7 % total-N (varav 0,2 % ammonium-N), 2,8 % P och 0,6 % K. Biofer 11-3-0 innehöll 10,6 % total-N (varav 0,1 % ammonium-N), 2,7 % P och 0,5 % K. I Binadan 6-3-12 fanns 6,0 % total-N (varav 0,5 % ammonium-N), 2,5 % P och 10,8 % K. Även om gödselmedlens verkningar studerats med avseende på kväveeffekter, kan innehållet av övriga växtnäringsämnen i viss mån ha påverkat resultaten.

Förfrukterna i höst- och vårveteförsöken utgjordes i allmänhet av "kväverika" grödor (vallar, grön gödslingsgrödor, ärtor, höstrybs) och bara i två fall av stråsäd. I försöken med korn förekom vall och baljväxter som förfrukter på tre försöksplatser och stråsäd på fyra. Förfrukterna påverkade tillgången på utnyttjbart jord- och förfruktskväve i försöken, vilket bestämdes som mängden kväve i grödan vid avslutad kväveupptagning (provtagning vid gulmognad) i de ogödslade leden. I medeltal fanns 90 kg utnyttjbart N/ha i höstveteförsöken (variationsbredd: 49-132 kg), 77 kg (36-119 kg) i kornförsöken och 106 kg (76-106 kg) i vårveteförsöken. Detta är i många fall betydligt mer än vad som normalt förekommer med stråsäd som förfrukt i konventionell odling (Lindén 1987, Lindén et al., 1993 a och b). Enligt beräkningar av nettomineraliseringen av kväve, gjord på basis av grödans totalkväveinnehåll vid gulmognad i de ogödslade leden och mineralkvävemängden i marken (0-90 cm) före gödslingen på våren och vid gulmognad, härstammade i höstveteförsöken i genomsnitt 66 kg N/ha av jord- och förfruktskvävet från kväve som mineraliserats under växtsäsongen (efter tidpunkten för gödslingen). I korn- och vårveteförsöken var nettomineraliseringen under samma period i medeltal 62 respektive 37 kg N/ha. På försöksplatser med mycket nederbörd under växtsäsongen påverkades uppenbarligen tillgången på mineraliserat kväve av förluster under växtsäsongen, vilket måste ha inverkat på den beräknade kvävefrigörelsen under växtsäsongen och medfört lägre värden än förväntat.

Den i allmänhet goda tillgången på utnyttjbart jord- och förfruktskväve påverkade grödornas avkastning, som i de ogödslade leden i höstveteförsöken i medeltal uppgick till 3370 kg kärna per ha (variationsbredd: 1490-5100 kg). I vårveteförsöken erhöles utan gödsling 4500 kg

kärna per ha (variationsbredd: 2540-6680). I försöken med korn, som var placerade i landsdelar med normalt ganska låg avkastningsnivå, uppgick dock grundskördarna på i medeltal bara till 2080 kg (variationsbredd: 820-3610 kg).

Skördeökningarna genom gödsling med humanurin till höstvetete motsvarande 40, 80 och 120 kg/ha uppgick i medeltal till ca 750, 1500 respektive 2000 kg per ha. Avkastningsnivån blev högst efter gödsling med humanurin, medan Binadan gav mindre (600, 1100 och 1500 kg/ha vid respektive kvävenivå) och Biofer minst skördeökning (400, 800 respektive 1200 kg/ha). I medeltal för de olika gödslingsnivåerna ökade höstveteskördarna med 18 kg kärna per kg N i leden med humanurin, 14 kg per kg N i leden med Binadan och 10 kg per kg N i leden med Biofer. Detta är betydligt sämre kväveverkan än vad en produktionsfunktion grundad på 152 höstveteförsök (Mattsson & Kjellquist, 1992) med tillförsel av mineralgödsel ger. Enligt den fås en skördeökning på 39 kg kärna per kg gödselkväve som medeltal för motsvarande kvävegivor. Därmed tycks kväve i humanurin, Biofer och Binadan ha sämre skördestegrande verkan. De höga grundskördarna i försöken med humanurin, Biofer och Binadan kan ha bidragit till att skördeutslagen inte blev större i dessa. Gödslingarna ökade proteinhalterna i höstvetet (sort: Kosack) från i medeltal 9,0 % i det ogödslade ledet till som mest 9,9 % efter tillförsel av 120 kg N/ha i form av humanurin och Biofer. Den senare kvävegivan i form av Binadan gav en proteinhalt på 9,6 % i genomsnitt. För att ekologiskt odlat höstvetete skall klassas som brödvete, krävs enligt Svenska Lantmännen (Gustafsson, pers. medd.) en proteinhalt på minst 9,5 %, vilket i medeltal ej uppnåddes med N-givor på 40 och 80 kg N/ha i form av de tre gödselslagen.

I de fyra försöken med vårvete blev skördeeffekterna av de tre gödselmedlen mycket begränsade vid gödsling med mer än 40 kg N/ha, uppenbarligen till följd av de i genomsnitt höga skördarna i det ogödslade ledet. Mängden mineralkväve i marken på våren var stor, med ett medeltal på 99 kg N/ha ner till 90 cm djup, vilket sannolikt bidrog till de höga grundskördarna. Avkastningsökningar på 600-700 kg kärna per ha erhöles efter gödsling med 40 kg N/ha, men N-givor därutöver inverkar bara obetydligt på kärnskördarna. Radmyllning av 80 kg N/ha som Biofer eller Binadan ökade emellertid avkastningarna med 150-200 kg/ha i jämförelse med bredspridning av dessa gödselmedel i samma mängd. Med spridning av 40 och 80 kg N/ha gav humanurin skördeökningar på 16 respektive 11 kg kärna per kg N. För bredspridd Biofer blev motsvarande värden 18 respektive 9 kg samt för Binadan 17 respektive 9 kg. Radmyllning av 80 kg N/ha förbättrade resultatet något. Proteinhalterna blev högre än i höstveteförsöken delvis beroende på något större tillgång på utnyttjbart jord- och förfruktskväve. Dessa ökade i vårvetet från i medeltal 10,9 % utan gödsling till 11,2-11,8 % efter tillförsel av 40 eller 80 kg N/ha, med obetydliga skillnader mellan gödselslagen. Humanurin i en mängd motsvarande 120 kg N/ha i medeltal gav 12,0 % proteinhalt. Gränsen på 9,5 % protein för att klassas som ekologiskt brödvete (Gustafsson, pers. medd.) klarades i samtliga led utom i ett försök i Bohuslän 1998, där ett kraftigt nederbördsöverskott uppenbarligen medförde stora kväveförluster.

I de sju försöken med korn, som var placerade i Värmland, Dalarna och Norrbotten, blev effekterna på skördenivåerna av de tre gödselmedlen mycket svaga. Kvävegödsling motsvarande 40 kg N/ha ökade kärnskördarna med i medeltal 400 kg/ha medan givor motsvarande 80 kg N/ha endast gav ca 100 kg mer efter bredspridning. Kombisådd av Biofer och Binadan ökade dock avkastningen med 200-300 kg/ha i jämförelse med bredspridning av samma gödselmängder. De ringa effekterna på skördarna torde främst bero på sämre avkastningsförmåga, betingad av klimat- och jordförhållandena, samt i försöken i Norrbotten på jämförelsevis stor tillgång på utnyttjbart kväve i marken. Med bredspridning av 40 och 80 kg N/ha gav

humanurin en skördeökning på 10 respektive 6 kg kärna per kg N. Med Biofer samma resultat medan Binadan gav 11 respektive 10 kg kärna per kg N. I leden med radmyllad Binadan och Biofer (80 kg N/ha) ökade effektiviteten med ytterligare ett par kg kärna per kg N.

Mängderna mineralkväve i marken vid avslutad kväveupptagning, som bestämdes genom provtagning till 90 cm djup vid gultmognad, påverkades mycket lite av gödslingarna. I försöken med höstvetete fastställdes i ledet utan gödsling i medeltal 22 kg N/ha, och gödslingarna ökade de utnyttjade mineralkvävemängderna med 0-6 kg N/ha utan tydligt samband med gödselgivornas storlek. Fram till senhösten (provtagning i oktober-november) tilltog mängderna, uppenbarligen genom kvävemineralskott, till i medeltal drygt 30 kg N/ha med högst obetydliga skillnader mellan gödslingsleden. Liknande förhållanden rådde i vår- vete- och kornförsöken. Gödslingarna medförde således inte några nämnvärda variationer i mängderna utnyttjat mineralkväve i marken vid avslutad kväveupptagning på sensommaren eller förhösten och ej heller ökad anhopning av mineraliserat kväve i marken under hösten. Någon mätbar inverkan på kväveutlakningsrisken syntes därmed inte ha uppkommit under dessa årstider genom ett enda års gödsling som i detta försök. Det kan tänkas bli effekter vid flerårig gödsling som för handels- och stallgödsel.

Gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på inverkan av gödslingarna på kväveinnehållet i hela grödan uppgick till 58, 54 och 55 % av tillförd N-mängd efter tillförsel av 40, 80 och 120 kg N/ha som humanurin i försöken med höstvetete. För Biofer erhöles kväveutnyttjandegrader på 32, 31 respektive 31 % och för Binadan 33, 27 och 34 %. I försöken med vårvete uppgick verkningsgraderna för kvävet till 32, 27 och 28 % efter tillförsel av 40, 80 och 120 kg N/ha som humanurin. Efter bredspridning av 40 och 80 kg N/ha till vårvetet erhöles 36 respektive 19 % utnyttjandegrad för Biofer och 40 respektive 21 % för Binadan. Radgödsling av 80 kg N/ha ökade verkningsgraden till 28 % för Biofer och 22 % för Binadan. I kornförsöken erhöles i medeltal 31 % verkningsgrad för humanurin oavsett kvävegiva. Bredspridning av Biofer i mängder om 40 och 80 kg N/ha till kornet gav i medeltal 33 respektive 31 % utnyttjandegrad och för Binadan i motsvarande led 26 respektive 35 %. Den bästa effektiviteten efter kombisådd av gödselmängder motsvarande 80 kg N/ha. Beräkningar av gödselkvävet verkningsgrad med avseende enbart på kvävet i kärnsörden gav betydligt lägre värden: ca 20-30 % i höstvetete (bäst i leden med humanurin och sämst för Biofer), 20-40 % i vårvete (i stort sett oberoende av gödselslag) och 10-20 % i korn (sämst för humanurin).

Inledning

Ekologisk spannmålsodling karakteriseras av relativt små skördar, som ofta har låga proteinhalter. Detta kan förbättras genom ökad kvävetillgång med hjälp av baljväxter som förfrukter och/eller tillförsel av stallgödsel eller djururin. Där gödselmedel av dessa eller andra slag inte finns att tillgå får man dock räkna med ganska låga skördar och proteinhalter även efter vallar och ettåriga baljväxtgrödor (jmf. Wallgren & Lindén, 1991, Lindén & Wallgren, 1993; Nyberg & Lindén, 2000), trots att markens kvävemineralsiserande förmåga med tiden anses öka vid ekologisk odling (se bl.a. Granstedt, 1990).

På ekologiskt drivna gårdar utan tillgång till stallgödsel eller djururin måste kväveförsörjningen då kompletteras med kväve av annat ursprung. KRAV-godkända gödselmedel huvudsakligen innehållande kycklinggödsel (Binadan), restprodukter från slakteri- och livsmedelsindustrin (Biofer, Biokomb) eller jästillverkning (BioVinass) utgör sådana alternativ (se t.ex. Bergman, 2000).

Samtidigt finns avloppsvatten från samhällen och enskilda hushåll med stora mängder kväve som förloras till omgivande miljö och därmed utgör ett miljöproblem. Varje svensk utsöndrar i genomsnitt 4,6 kg N, 0,6 kg P och 0,8 kg K med urin och fekalier per år, varav 90 % av N, 67 % av P och 70 % av K finns i urinen (Kirchmann, 1996). Det kan finnas risker med användning av avloppsvatten och slam som gödselmedel till lantbruksgrödor, dels med avseende på smittspridning och dels med tanke på förekomst av olämpliga substanser, exempelvis tungmetaller och organiska föreningar. Med humanurin som gödselmedel undgår man emellertid dessa nackdelar. Ren urin är normalt steril och enligt Smittskyddsinstitutet innehåller humanurin i allmänhet låga halter av mikroorganismer (Höglund, 1998). Störst risk för smittspridning är det vid kontaminering av urin med fekalier. Då ökar innehållet av mikroorganismer. Därför bör inblandningen av fekalier i urinen minimeras genom effektiv separering på toaletten. När urinämnet i urinen bryts ner till ammonium ökar pH, vilket bidrar till avdödning av bakterier. En månads lagring av humanurin vid en temperatur på 4 °C anses tillräckligt för att urinen ska kunna spridas i foder- och livsmedelsgrödor som ska vidareförädlas efter skörd (Torstensson, 1999). Grödor som konsumeras råa kan gödslas med urin som lagrats i minst sex månader vid en temperatur på 20 °C. Forskning har visat att humanurin är ett mycket rent gödselmedel med avseende på tungmetaller (Jönsson et al., 1997). Större delen av det totala växtnäringsinnehållet i urin och fekalier från människor återfinns i urinfraktionen. Detta tillsammans med den låga risken för smittspridning efter erforderlig lagringstid gör att det finns starka argument för att återföra de växtnäringsämnen som finns i urinfraktionen till lantbruket.

I humanurin förekommer kvävet till övervägande del (85-90 %) som ammonium/ammoniak, vilket innebär att kvävet är lättillgängligt för grödan vid gödsling (Richert Stintzing et al., 2001). Risken för kväveförluster via ammoniakavgång är dock stor då pH-värdet i urin är högt. Med lämplig spridningsteknik kan förlusterna sannolikt minskas betydligt. Mängden fosfor och kalium i humanurin förekommer också i för växterna lättillgänglig form tack vare att dessa ämnen förekommer som fosfat- och kaliumjoner. Försök, som utfördes av JTI 1997-1999 vid vilka ammoniakförlusterna mättes vid vårspridning av urin, visade förluster som var mindre än 10 % vid vårspridning med en efterföljande nedharvning inom 4 timmar (Richert Stintzing et al., 2001). Om möjligt bör urin myllas i samband med spridningen för att minska ammoniakavdunstningen.

Tidigare undersökningar av kväveverkan av KRAV-godkända, fasta gödselmedel såsom Binadan och Biofer (Lindén, 1998) tyder på små skördeutslag och svaga effekter på proteinhalten efter övergödning i växande gröda. Det är därför viktigt att även sådana gödselmedel

brukas in i jorden vid spridning, vilket dels gör att växtnäringen kommer närmare grödans rötter och dels medger bättre betingelser för mineralisering av det organiskt bundna kvävet i gödseln.

En negativ aspekt på spridning av organisk gödsel under växtsäsongen är risken för ökad kväve-mineralisering under hösten samma år. En större eller mindre andel av det organiskt bundna kvävet skulle kunna mineraliseras så sent att grödans kväveupptag redan har avslutats med risk för ökad kväveutlakning under påföljande höst och vinter. Tillförsel av gödselmedel så som Binadan och Biofer på våren kan tänkas få sådana följder, eftersom en stor andel av kvävet ursprungligen är i organisk form. Däremot är det sannolikt mindre risk för en ökad mineralisering på hösten efter spridning av urin, då kvävet i urinen endast till liten del är organiskt bundet.

Denna rapport redovisar resultat från gödslingsförsök med humanurin och två ekologiska gödselmedel (Binadan och Biofer) till höstvet, korn och vårvete. Försöksserien pågick under åren 1997–1999 på 11 ekologiskt drivna gårdar i landet från Öjebyn (Norrbotten) i norr till Lilla Böslid (Halland) i söder. Sammanlagt genomfördes 15 fältförsök med höstvet, 7 med vårkorn och 4 med vårvete. Målsättningen med försöken var att belysa gödslingseffekten med avseende på avkastning, proteinhalt och kväveutnyttjande vid spridning av humanurin, Binadan och Biofer samt studera hur risken för kväveutlakning påverkas av gödsling med dessa gödselmedel. För att förbättra effekten av de tre gödselmedlen harvades dessa ned genom ogräsharvning i höstveteförsöken. I försöken med vårsäd brukades gödselslagen ned genom harvning i samband med vårbruket. Dessutom radmyllades Biofer och Binadan i vissa led.

Material och metoder

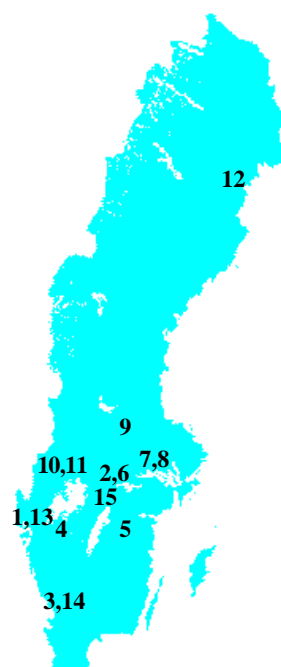
Försöksplatser

Under åren 1997 till 1999 utfördes försök med humanurin och två KRAV-godkända gödselmedel (Biofer 11-3-0 eller 10-4-0 och Binadan 6-3-12) till höstvet, korn och vårvete. Försök med höstvet genomfördes på fem platser per år. I korn utfördes ett försök 1997, tre 1998 och tre 1999. I vårvete var antalet tre 1997 och ett 1998.

Försöken lades ut på olika platser i landet enligt tabell 1 och figur 1:

Tabell 1. Fältförsökens placering 1997-1999.

Nummer på kartan	Försöksplats och län	År
Höstvet		
1	Dingleskolan (Västergötland)	-97, -98, -99
2	Kvinnersta (Örebro)	-97, -99
3	Lilla Böslid (Halland)	-97, -98, -99
4	Logården (Västergötland)	-97
5	Västerbyskolan (Östergötland)	-97, -98, -99
6	Gräve (Örebro)	-98
7	Frändesta (Västmanland)	-98
8	Brunnby (Västmanland)	-99
Korn		
9	Nisstäkt (Dalarna)	-98, -99
10	Rörsvik (Värmland)	-98
11	Trossnäs (Värmland)	-99
12	Öjebyn (Norrbotten)	-97, -98, -99
Vårvete		
13	Dingleskolan (Bohuslän)	-97, -98
14	Lilla Böslid (Halland)	-97
15	Norrgårda (Örebro)	-97



Figur 1. Försöksplatsernas placering.

Försöken lades ut på fastmarksjord med mullhalter på maximalt 5-6 % på ekologiskt drivna gårdar. Till säsongen 1997 var avsikten att placera försöken på fält med goda förfrukter med avseende på kväveefferverkan. Det visade sig dock att effekterna av gödselmedlen blev otidigare med kväverika förfrukter. Därför var målsättningen inför 1998 och 1999 att lägga ut försöken efter spannmål, gräsvall eller EU-träda (stubbräda, utan insädd av t.ex. klöver). Det var dock svårt att finna försöksplatser med höstvet eller vårvete med sämre förfrukt, eftersom man i ekologisk odling prioriterar dessa spannmålsgrödor och således odlar dem på platser med bästa möjliga förutsättningar.

För att underlätta tolkningen av resultaten valdes platser där stallgödsel inte hade tillförts under föregående år. I ett fall hade stallgödsel trots detta spritts på det aktuella skiftet året innan.

Höstvete

Försöksplanen för höstveteförsöken innehöll följande led, som genomfördes med tre upprepningar:

- A. Utan gödselkväve.
- B. 40 N/ha som totalkväve i humanurin, bandspridning.
- C. 80 N/ha som totalkväve i humanurin, bandspridning.
- D. 120 N/ha som totalkväve i humanurin, bandspridning.
- E. 40 kg N/ha som Biofer 10-4-0*, bredspridning.
- F. 80 kg N/ha som Biofer 10-4-0*, bredspridning.
- G. 120 kg N/ha som Biofer 10-4-0*, bredspridning.
- H. 40 kg N/ha som Binadan 6-3-12**, bredspridning.
- I. 80 kg N/ha som Binadan 6-3-12**, bredspridning.
- J. 120 kg N/ha som Binadan 6-3-12**, bredspridning.

* I fyra fall användes Biofer 11-3-0 istället för 10-4-0.

** På Lilla Böslid användes Biokomb 6-2-12 istället för Binadan 6-3-12.

Gödningen utfördes vid tidpunkten för vårbuket, då det bedömdes vara så pass torrt i marken, att en efterföljande ogräsharvning skulle vara möjlig för att mylla urin och gödsel. Urinen spreds manuellt med en vattenkanna, som var utrustad med en slang, så att urinen kunde spridas i vartannat såradsmellanrum för att efterlikna släpslangsteknik. Biofer och Binadan bredspreddes i höstgrödan vid samma tidpunkt som urinspridningen. Omedelbart efter gödselspridningen skulle samtliga led ogräsharvas. Höstveteförsöken på Dingleskolan och Västerbyskolan ogräsharvades dock inte något av åren. I alla höstveteförsök odlades sorten Kosack. Försöken utfördes på lerjordar och endast i ett fall var förfrukten spannmål (tabell 2).

Tabell 2. Försök med höstvete 1997-1999: försöksplatser och allmänna odlingsförutsättningar.

Försöksplats	Förfrukt	Jordart	Sådatum	Datum för urinspridning	Datum för spridning av Biofer och Binadan	Mineralkväve i marken före spridning av urin (kg/ha; 0-90 cm djup).
1997						
Dingleskolan	Vall IV	mmh SL	17/9	22/5	22/5	18
Kvinnerskolan	Vall II	mmh mj LL		22/5	22/5	119
Lilla Böslid	Lusemvall II	mmh mj LL	16/9	16/4	18/4	78
Logården	Årter	mmh ML	6/9	30/4	30/4	14
Västerbyskolan	Vall II	mmh mj LL	12/9	28/4	28/4	29
<i>Medeltal</i>						46
1998						
Dingleskolan	Vallgräs	mmh mj SL	10/9	25/5	20/5	55
Gräve	Årter	mmh mj ML	11/9	4/5	11/5	104
Lilla Böslid	Havre	mr mj LL	11/9	4/5	11/5	23
Frändesta	Årter	mmh mj MSL	15/9	15/5	15/5	55
Västerbyskolan	Höstrybs	mmh mj LL	27/8	20/5	20/5	39
<i>Medeltal</i>						55
1999						
Dingleskolan	Vall III	mmh mj SL	5/9	4/6	4/6	26
Brunnby	Årter	mmh mj SL	10/9	20/5	20/5	28
Lilla Böslid	Konservärt	mmh mj ML	24/9	20/5	20/5	17
Kvinnerskolan	Vall III	mmh mj SL	5/9	27/5	27/5	40
Västerbyskolan	Vall II	mmh mj SL	8/10	6/5	6/5	30
<i>Medeltal</i>						28
Medeltal 1997-99			13/9	14/5	14/5	43

Vårkorn och vårvete

Försöksplanen för vårvete- och kornförsöken hade följande tio försöksled, som lades ut med tre upprepningar:

- A. Utan gödselkväve.
- B. 40 N/ha som totalkväve i humanurin, bandspridning.
- C. 80 N/ha som totalkväve i humanurin, bandspridning.
- D. 120 N/ha som totalkväve i humanurin, bandspridning.
- E. 40 kg N/ha som Biofer 10-4-0*, bredspridning, omedelbar nedharvning.
- F. 80 kg N/ha som Biofer 10-4-0*, bredspridning, omedelbar nedharvning.
- G. 80 kg N/ha som Biofer 10-4-0*, kombisådd (radmyllning).
- H. 40 kg N/ha som Binadan 6-3-12**, bredspridning, omedelbar nedharvning.
- I. 80 kg N/ha som Binadan 6-3-12**, bredspridning, omedelbar nedharvning.
- J. 80 kg N/ha som Binadan 6-3-12**, kombisådd (radmyllning).

* I fem fall användes Biofer 11-3-0 istället för 10-4-0.

** På Lilla Böslid användes Biokomb 6-2-12 istället för Binadan 6-3-12.

Gödslingarna utfördes i samtliga led i samband med jordbearbetningen före sådd. Urinen bredspreddes med omedelbar efterföljande harvning för att minska risken för ammoniakförluster. Biofer och Binadan tillfördes dels genom bredspridning med efterföljande nedharvning (i mängderna 40 och 80 kg N/ha) och dels genom kombisådd med radmyllning i vartannat så radsmellanrum (endast 80 kg N/ha). På Lilla Böslid, där ett försök med vårvete lades ut 1997, användes Biokomb istället för Binadan. I försöken med korn odlades sorterna Karin, Kinnan, Vanja, Mentor och Filipa och i vårvete sorterna Dacke och Dragon.

Kornförsöken var placerade på fält med varierande jordarter (tabell 3): mojord (ett försök), mjåla (två försök), lättlera (tre försök) och mellanlera (ett försök). Mullhalterna översteg inte 5-6 %.

Tabell 3. Försök med korn 1997-1999: försöksplatser och allmänna odlingsförutsättningar.

Försöksplats	Förfukt (stg = tillförsel av stallgödsel året innan;	Jordart	Sådatum	Datum för urinspridning	Datum för spridning av Biofer och Binadan	Mineralkväve i marken före spridning av urin (kg/ha; 0-90 cm djup)
1997						
Öjebyn	Baljväxt (stg)	mmh I Mo	12/6	12/6	12/6	68
1998						
Nisstäkt	Korn	mmh I Mj	30/5	30/5	30/5	157
Rörsvik	Korn	mmh mj ML	22/5	22/5	22/5	181
Öjebyn	Vall II	nmh sv I Mj	12/6	11/6	11/6	59
Medeltal 1998						132
1999						
Nisstäkt	Höstvete	mmh mj LL	26/5	26/5	26/5	103
Trossnäs	Korn	nmh mj LL	26/5	26/5	26/5	95
Öjebyn	Vall II	mmh mj LL	21/6	21/6	21/6	66
Medeltal 1999						88
Medeltal 1997-1999						104

I vårvete genomfördes endast försök 1997 och 1998. Försöksplatserna låg på fält med lättlera eller mellanlera (tabell 4). År 1997 utgjordes förfrukterna av baljväxter, medan det hade varit spannmål året innan på den enda försöksplatsen 1998.

Tabell 4. Försök med vårvete 1997-1998: försöksplatser och allmänna odlingsförutsättningar.

Försöksplats	Förfrukt	Jordart	Sådatum	Datum för urinspridning	Datum för spridning av Biofer och Binadan	Mineralkväve i marken före spridning av urin (kg/ha, 0-90 cm djup)
1997						
Lilla Böslid	Perserklöver	mmh mj LL	17/4	17/4	17/4	77
Dingleskolan	Gröngödsling	mmh mj LL	28/4	28/4	28/4	115
Norrgråda	Rödklöver	mr mj ML	21/5	21/5	21/5	114
Medel 1997						102
1998						
Dingleskolan	Vårvete	nmh mj LL	19/5	19/5	18/5	90
Medeltal 1997-98						100

Tillförd växtnäring med humanurin och KRAV-godkända gödselmedel i försöken

Humanurinen erhöles från bostadsområden i samma trakt eller region som försöket i fråga, varför växtnäringsinnehållet varierade mellan olika platser. Urinen från ett visst ställe uppvisade dessutom ganska stor variation i näringsinnehåll mellan åren (tabell 6). I humanurin förekommer kvävet främst i form av ammoniumkväve och urinämne, som lätt omvandlas till ammoniumkväve. Därför baserades kvävegivan i försöken på mängden totalkväve i urinen. För att bedöma de tillförda kvävemängderna vid gödslingen togs prover dels före spridning som planeringsunderlag och dels i samband med spridningen för att beräkna hur stora givor som verkligen spreds. Vid det senare tillfället bestämdes torrs substans, totalkväve, ammoniumkväve, fosfor, kalium och magnesium

Trots analys av urinen inför spridning avvek i vissa fall de verkligen tillförda kvävemängderna betydligt från de planerade. I de fall resultaten varierade mellan de båda tillfällena har den senare analysen använts för att beräkna tillförd mängd kväve. Tabell 5 belyser de på så sätt uträknade faktiska kvävemängder som spreds i leden med humanurin. Mängderna avvek i vissa fall betydligt från de planerade enligt försöksplanerna. I några fall blev kvävegivorna betydligt mindre än planerat, varför resultat från leden med både 80 och 120 kg N/ha eller enbart 120 kg N/ha saknas för vissa försöksplatser och år.

För att kunna jämföra effekterna av stigande mängder humanurin mellan de olika försöken och gödselslagen beräknades av dessa skäl med hjälp av regressionsanalys funktioner i form av tredjegradspolynom, i något fall också linjära samband, som belyste kvävegivornas inverkan på kärnskörden m.fl. undersökta parametrar. Med hjälp av dessa funktioner interpolerades därefter värden för effekterna av de totalkvävegivor (40, 80 eller 120 kg/ha) som egentligen skulle ha tillförts med humanurin.

För att bedöma variationen i växtnäringsinnehåll i de tre KRAV-godkända gödselmedlen Biofer, Binadan och Biokomb analyserades även dessa under 1998 och 1999 med avseende på torrs substans, totalkväve, ammoniumkväve, fosfor, kalium och magnesium. Trots vissa variationer i näringsinnehåll (tabell 7-9) följdes det av tillverkaren angivna innehållet av kväve vid gödslingen av försöken med dessa gödselmedel.

Tabell 5. Faktisk kvävetillförsel (kg N/ha) i leden med humanurin i försöken med höstvetete, korn och vårvete under 1997-1999.

Försöksplats	Försöksled och planerad tillförsel av totalkväve (kg/ha) i urin		
	B 40	C 80	D 120
HÖSTVETE			
1997			
Dingleskolan	38	75	112
Kvinnersta	42	84	126
Lilla Böslid	21	43	64
Logården	40	80	120
Västerbyskolan	40	79	119
1998			
Dingleskolan	34	68	104
Frändesta	40	80	100
Gräve	43	86	129
Lilla Böslid	35	70	104
Västerbyskolan	24	48	72
1999			
Brunnby	64	128	170
Dingleskolan	40	79	119
Kvinnersta	35	69	104
Lilla Böslid	31	63	94
Västerbyskolan	40	80	120
KORN			
1997			
Öjebyn	40	80	120
1998			
Nisstäkt	40	80	120
Rörsvik	38	76	114
Öjebyn	40	80	120
1999			
Nisstäkt	46	90	136
Trossnäs	35	70	140
Öjebyn	32	64	96
VÅRVETE			
1997			
Lilla Böslid	34	68	101
Dingleskolan	29	59	88
Norrgårda	42	84	126
1998			
Dingleskolan	44	87	131

Provtagning och analys av jord och gröda

Omedelbart före gödslingarna togs jordprover för bestämning av mineralkvävemängden i marken skiktvis ner till 90 cm djup. I höstveteförsöken provtogs grödan samtidigt för bestämning av totalkväveinnehållet i dess ovanjordiska delar.

Vid gulmognad kan grödans kväueupptag anses vara avslutat. Därefter sker endast en fortsatt omfördelning av kvävet i växten. För att bedöma det maximala kväueupptaget provtogs grödan i samtliga led vid denna tidpunkt.

Grödprovtagningen före gödsling och vid gulmognad gjordes genom att grödan inom fyra 0,25 m² stora ytor per försöksparcell klipptes vid markytan. Växtproverna torkades sedan och vägdes, varefter totalkväueinnehållet bestämdes genom analys med en Leco CNS 2000 (Leco, St. Joseph, Michigan, USA). För att beräkna grödans samlade innehåll av kväue antogs att totalkväuemängden i rötterna uppgick till 20–25 % av innehållet i hela grödan. Vid ett samlat kväueinnehåll upp till 90 kg per ha antogs 25 % av kväuet finnas i rötterna. Med ett kväueupptag mellan 90 och 100 kg per ha antogs 22,5 % och vid mer än 100 kg per ha förmodades 20 % av kväuet finnas i rötterna.

I samband med provtagningen vid gulmognad togs också jordprover ledvis till 90 cm djup för bestämning av mineralkväue. Syftet var att bestämma mängden outnyttjat jord- och gödsekväue i marken efter att grödan avslutat sitt kväueupptag. Denna provtagning upprepades i månadsskiftet oktober-november för att belysa hur de olika behandlingarna hade påverkat dels kväue mineraliseringen i marken under hösten och dels risken för kväueutlakning. Mellan provtagningarna skulle alla försöksplatser stubbearbetas. I ett fall (Brunnby 1999) plöjdes försöket mellan provtagningarna.

Vid jordprovtagningarna före gödsling på våren, vid gulmognad och på senhösten uppdelades markprofilen ledvis med uppdelning i skikten 0–30, 30–60 och 60–90 cm, varefter proverna frystes. Dessa förvarades frysta, varefter de homogeniserades genom frysmalning. De extraherades med 2 M KCl i jord- vätskeförhållandet 100 g: 250 ml (jmf. Bremner & Keeney, 1966), varefter ammonium- och nitratkväue bestämdes kolorimetriskt med en autoanalysator (TRAACS 800, Bran-Lubbe, metod nr. ST9002-NH₄D och ST9002-NO₃D). Analysvärdena omräknades till kilogram kväue per ha med beaktande av aktuella vattenhalter och under antagande att volymvikten i matjorden (0-20 cm) var 1,25 kg/dm³ och 1,50 kg/dm³ i skikten därunder. Varje led provtogs med 24 borrstick i skiktet 0-30 cm och 16 stick vardera i skikten 30-60 cm respektive 60-90 cm. Vid provtagningen före gödsling på våren gjordes 24 borrstick i matjorden som fördelades över hela ytan och sedan slogs samman till ett samlingsprov.

Avkastningen bestämdes rutvis med en parcelltröska. Därefter togs ledvisa prover ut för sedvanlig spannmålsanalys och bestämning av kärnans totalkväueinnehåll. Det totala kväueinnehållet i kärnan bestämdes med en Leco CNS 2000 (Leco, St. Joseph, Michigan, USA). Totalkväuet omräknades till proteinhalter med faktorn 5,7 för höst- och vårmete och faktorn 6,25 för korn.

Resultat och diskussion

Variation av växtnäringsinnehållet i humanurin

Försöksutförarna skaffade humanurin till försöken i fråga från närbelägna bostadsområden eller liknande. Växtnäringsinnehållet i urinen varierade mycket, både mellan olika platser och skilda år, se tabell 6. Innehållet av totalkväue växlade mellan 5 och 72 kg per tio ton urin, medan fosforhalten varierade mellan 1 och 7 kg och kalium mellan 0 och 16 kg per tio ton. I medeltal innehöll urinen 25 kg total-N (varav 21 kg NH₄-N), 3 kg P och 7 kg K per tio ton, vilket stämmer väl överens med en undersökning som gjordes 1996 där humanurin spreds till

höstvete och havre i fyra respektive fem fältförsök i landet (Lindén, 1997). Den urin som användes i dessa försök innehöll i genomsnitt 27 kg N, 3 kg P och 8 kg K per tio ton. Variationen i växtnäringsinnehåll var således stor. En annan undersökning, där kvaliteten hos urin från ekobyar utanför Stockholm undersöktes, uppvisade något annorlunda växtnäringsinnehåll: 37 kg totalkväve, 34 kg ammoniumkväve, 3 kg fosfor och 1 kg kalium per 10 ton urin (Jönsson et al. 1997). I försök utförda av JTI 1997-1999 innehöll urinen 19-39 kg total-N, 1,4-3,0 kg P och 5,3-10,0 kg K per tio ton urin (Richert Stintzing et al., 2001).

Näringsinnehållet i humanurin kan också jämföras med motsvarande uppgifter för urin från nötkreatur och svin. Rodhe (1996) redovisar ett näringsinnehåll på 1-5 % total-N, 0,0 % P och 4,0 % K i nöturin och 1-7 % total-N, 0,3 % P och 1,5 % K i svinurin.

Tabell 6. Humanurinens växtnäringsinnehåll och härkomst.

Försöksplats	Urinens härkomst	Torrsubstanshalt, %	Växtnäringsinnehåll i urinen, kg per 10 ton				
			Total-N	NH ₄ -N	P	K	Mg
1997							
Lilla Böslid	Elias Fris skola, Hyltebruk	0,6	22	19	1	12	<0,5
Dingleskolan	Anders Schönbeck	1,3	49	43	7	13	<2,6
Norrgårda	HSB Hallsberg	0,9	39	31	3	1	0,05
Öjebyn	Ekobyn Björnsbyn, Luleå Elias Fris skola,	0,5	10	8	2	6	0,8
Lilla Böslid	Hyltebruk	0,5	16	14	2	16	<0,5
Dingleskolan	Anders Schönbeck	1,1	57	44	3	5	<0,5
Kvinnersta	HSB Hallsberg	0,9	39	31	2	0	<0,07
Västerbyskolan	Västerbyskolan	0,2	11	9	1	1	<0,5
Logården		0,2	8	6	1	4	<0,3
1998							
Öjebyn	Ekobyn Björnsbyn, Luleå	0,3	13	10	2	5	<2
Nisstäkt	Rättviks naturbruksgym. Mjölntorpets ekoby,	0,3	16	12	2	5	<2
Rörsvik	Karlsstad	0,6	38	30	3	10	<0,2
Dingleskolan	Anders Schönbeck	1,0	72	65	4	9	<2,5
Gräve	HSB Hallsberg	0,7	31	27	2	7	<2
Frändesta	Åkesta Ekoby, Västerås	0,2	10	9	1	3	<5
Västerbyskolan	Västerbyskolan	0,1	6	5	<2	<5	<5
Dingleskolan	Anders Schönbeck Elias Fris skola,	0,8	56	46	4	9	<2,5
Lilla Böslid	Hyltebruk	0,5	14	12	1	7	<2
1999							
Öjebyn	Ekobyn Björnsbyn, Luleå Rättviks	0,2	12	10	1	3	0,11
Nisstäkt	Naturbruksgymnasium	0,4	17	14	<2	3	<2
Trossnäs	Mjölntorpets Ekoby	0,6	39	31	4	12	<0,08
Brunnby 1	Åkesta	1	16	13	3	11	<2
Brunnby 2	Åkesta/Kretslöppshuset	0,7	24	21	2	6	<2
Kvinnersta	HSB Hallsberg	0,7	25	26	3	9	<0,15
Västerbyskolan	Västerbyskolan	0,1	5	4	<2	<2	<2
Dingleskolan	Anders Schönbeck Elias Fris skola,	0,5	23	19	2	8	<0,08
Lilla Böslid	Hyltebruk	0,4	11	10	5	5	<5
Medeltal		0,6	25	21	ca 3	7	
Min		0,1	5	4	1	0	
Max		1,3	72	65	7	16	
Standardavvikelse		0,32	17,77	15,10	1,40	4,06	
Variationskoefficient, %		56	71	72	56	62	

Av det totala kväveinnehållet i den humanurin som tillfördes i försöken 1997-99 utgjordes knappt 85 % av ammoniumkväve, vilket stämmer väl överens med undersökningar av Kirchmann och Pettersson (1998).

Det fanns en tendens till att urin från vissa bostadsområden eller annan bebyggelse hade både större växtnäringsinnehåll och högre torrsbstanshalt än andra. Det är därför nödvändigt att analysera urinen före spridning för att få avsedd växtnäringsstillförsel. Urin skiktar sig dessutom lätt, och före analys av näringsinnehållet måste den därför blandas väl. I en undersökning av Jönsson (1998) konstaterades en mindre mängd bottenlam i urinen från ett av de bostadsområden med urinseparering som undersöktes, och vikten av noggrann omblandning före spridning poängterades.

Växtnäringsinnehåll i de KRAV-godkända gödselmedlen

Under två av försöksåren undersöktes som nämnts växtnäringsinnehållet i de KRAV-godkända gödselmedlen Biofer och Binadan (på Lilla Böslid Biokomb istället för Binadan).

Biofer

Biofer tillverkas av Gyllebo Gödning AB, som ägs av Svenska Lantmännen (Persson, pers. medd.). Gödseln utgörs av köttfodermjöl och innehåller biprodukter från slakteri- och livsmedelsindustrin, t.ex. köttbenmjöl och blodmjöl, varför kvävet till övervägande del är organiskt

Tabell 7. Växtnäringsinnehåll (% av lufttorrt prov) i gödselmedlet Biofer.

Försöksplats	Typ av Biofer	Torrsbstanshalt, %	Växtnäringsinnehåll, % av lufttorrt prov				
			Total-N	NH ₄ -N	P	K	Mg
1998							
Öjebyn	10-40	93,9	10,1	0,1	3,2	0,5	0,12
Nisstäkt	10-40	94,0	10,1	0,1	3,1	0,5	0,12
Rörsvik	10-40	93,4	8,6	0,1	2,4	0,9	0,18
Dingleskolan	10-40	93,8	10,1	0,1	3,0	0,5	0,12
Gräve	10-40	93,2	8,3	0,2	2,4	1,0	0,17
Frändesta	10-40	93,8	10,1	0,2	3,1	0,6	0,14
Västerbyskolan	10-40	92,6	9,1	0,5	2,9	0,7	0,13
Dingleskolan	10-40	94,0	10,1	0,1	3,1	0,4	0,12
Lilla Böslid	11-30	94,2	11	0,1	2,7	0,5	0,13
1999							
Öjebyn	11-30	96,0	10,8	0,1	2,6	0,5	0,11
Nisstäkt	11-30	95,8	10,4	0,1	2,8	0,5	0,11
Trossnäs	11-30	94,0	10,8	0,1	2,5	0,5	0,10
Brunnby	10-40	94,1	10,9	0,1	2,6	0,4	0,10
Kvinnersta	11-30	93,3	9,9	0,1	2,7	0,6	0,13
Västerbyskolan	11-30	96,0	10,5	0,1	2,8	0,6	0,10
Dingleskolan	10-40	92,7	9,9	0,1	2,5	0,4	0,11
Lilla Böslid	11-30	95,6	10,8	0,01	3,1	0,5	0,16
Medeltal	10-40	93,5	9,7	0,2	2,8	0,6	0,1
Min	10-40	94,1	10,9	0,5	3,2	1,0	0,2
Max	10-40	92,6	8,3	0,1	2,4	0,4	0,1
Standardavvikelse	10-40	0,6	0,8	0,1	0,3	0,2	0,03
Varkiationskoefficient, %	10-40	1	10	80	11	40	20
Medeltal	11-30	95,0	10,6	0,1	2,74	0,5	0,12
Min	11-30	96,0	11,0	0,1	3,10	0,6	0,16
Max	11-30	93,3	9,9	0,01	2,50	0,5	0,10
Standardavvikelse	11-30	1,1	0,4	0,04	0,19	0,04	0,02
Varkiationskoefficient, %	11-30	1	3	5	7	10	18

bundet. Biofer finns i flera olika NPK-varianter. I denna undersökning användes Biofer 10-4-0 och 11-3-0. Biofer 10-4-0 tillverkas dock inte längre. Produkterna är pelleterade och kan spridas med handelsgödselspridare eller kombisåmaskin.

Analyserna av Biofer från de olika försöksplatserna uppvisade på ganska små skillnader mellan gödselpartierna (tabell 7). Innehållet av totalkväve var i några fall omkring en procentenhet under den av tillverkaren angivna nivån. Andelen kväve i form av ammonium var endast 2 % av det totala kväveinnehållet, vilket gör att den omedelbara kväveeffekten av Biofer antagligen var ganska måttlig. Fosforinnehållet i Biofer 11-3-0 var också litet i några fall vid en jämförelse med innehållsdeklarationen. I Biofer 10-4-0 hade samtliga prover mindre fosforinnehåll än vad som angavs i innehållsdeklarationen.

Binadan och Biokomb

Binadan Blå (NPK 6-3-12) tillverkades i Danmark och bestod av pelleterad kycklinggödsel, skörderester och biprodukter av animaliskt ursprung (Adolfsson, pers. medd). Någon närmare sammansättning av gödselmedlet kunde dock inte den svenska leverantören uppge. Därför är det svårt att bedöma i vilken form kvävet i huvudsak förekommer. Ju större andel kycklinggödsel, desto större andel lättillgängligt kväve i form av urinsyra och ammonium kan man dock anta. Binadan finns i flera olika NPK-varianter. I denna undersökning har Binadan 6-3-12 använts, men den tillverkas inte längre. Gödseln kunde spridas med handelsgödselspridare eller kombisåmaskin.

Biokomb 6-2-12, som endast användes i försöken på Lilla Böslid i Halland, tillverkas av EkoNatur Sverige AB. Gödseln är pelleterad och innehåller 42 % Biokali (restprodukt vid jästtillverkning), 48 % köttmjöl, 4 % benmjöl och 9 % kycklinggödsel. Kvävet förekommer huvudsakligen i organiskt form. I kycklinggödseln utgörs kvävet sannolikt till stor del av urinämne, vilket lätt omvandlas till ammoniumkväve när det kommer i kontakt med vatten. Gödseln kan spridas med kombisåmaskin eller handelsgödselspridare.

Gödselanalyserna (tabell 8) visar att kväveinnehållet i Binadan 6-3-12 uppgick till omkring 6 % i samtliga fall, medan kväveinnehållet i de två analyserna av Biokomb 6-2-12 var betydligt lägre än angivet: 3,5 och 3,8 % istället för 6 % enligt innehållsdeklarationen. Om dessa analyser stämmer innebär det att en giva på 2000 kg Biokomb, som beräknas ge 120 kg kväve till grödan, istället bara innehöll 80 kg. I Binadan var endast 8 % av den totala kvävemängden i ammoniumform och därmed direkt utnyttjbart för grödan. I Biokomb fanns 9 % ammoniumkväve. Detta innebär att dessa två gödselmedel sannolikt hade en relativt likartad gödsel-effekt, om inte kvävetillförseln var för låg i leden med Biokomb p.g.a. avvikelser från det deklarerade innehållet. Fosforinnehållet överensstämde väl med den halt som angavs i innehållsdeklarationen både för Biokomb och Binadan. Kaliummängderna i Binadan var dock oftast mindre än den angivna uppgiften.

Tabell 8. Växtnäringsinnehåll (% av lufttorrt prov) i gödselmedlet Binadan 6-3-12.

Försöksplats	Torrsubstanshalt, %	Växtnäringsinnehåll, % av lufttorrt prov				
		Total-N	NH ₄ -N	P	K	Mg
1998						
Öjebyn	91,5	6,5	0,5	2,6	10	0,48
Nisstäkt	92,4	6,4	0,5	2,8	10	0,53
Rörsvik	91,7	6,6	0,5	2,6	10	0,54
Dingleskolan	91,8	5,7	0,4	2,8	11	0,53
Gräve	90,3	6,4	0,7	2,4	9	0,55
Frändesta	89,7	5,9	0,6	2,5	10	0,52
Västerbyskolan	89,3	6,9	0,5	2,5	7	0,45
Dingleskolan	91,7	5,7	0,4	2,7	11	0,53
1999						
Öjebyn	92,1	6,0	0,3	2,3	12	0,54
Nisstäkt	92,3	6,5	0,6	2,3	11	0,54
Trossnäs	92,1	6,2	0,5	2,5	12	0,43
Brunnby	92,4	6,8	0,5	2,4	11	0,5
Kvinnersta	90,4	6,2	0,5	2,5	10	0,58
Västerbyskolan	91,6	6,5	0,3	2,6	13	0,40
Dingleskolan	91,0	5,8	0,4	2,5	11	0,54
Medeltal	91,5	6,0	0,5	2,5	11	0,51
Min	93,0	6,9	0,7	2,8	14	0,58
Max	89,3	3,5	0,1	2,3	7	0,40
Standardavvikelse	1,0	0,9	0,2	0,2	2	0,05
Varkiationskoefficient, %	1	20	30	10	10	10

Tabell 9. Växtnäringsinnehåll i gödselmedlet Biokomb 6-2-12.

Försöksplats	Torrsubstanshalt, %	Växtnäringsinnehåll, % av lufttorrt prov				
		Total-N	NH ₄ -N	P	K	Mg
1998						
Lilla Böslid*	92,2	3,8	0,6	1,6	12	0,23
1999						
Lilla Böslid*	93,0	3,5	0,1	1,6	14	0,24
Medeltal	92,6	3,7	0,3	1,6	13	0,2

* På Lilla Böslid användes Biokomb istället för Binadan under samtliga tre år.

Mineralkväve i marken på våren

Som nämnts utfördes jordprovtagningar ner till 90 cm djup före gödslingen på våren för att bestämma innehållet av mineralkväve i marken (tabell 2-4). I de flesta fall var förfrukterna på de olika försöksplatserna kväverika, vilket påverkade kväveinnehållet i marken.

I försöken med höstvetete fanns det i medeltal 43 kg mineralkväve per ha i marken ner till 90 cm under de tre åren (tabell 2). Variationen var dock stor. I försöket på Logården fanns endast 14 kg mineralkväve per ha 1997 ner till 90 cm, trots att förfrukten var ärter. Samma år fastställdes på Kvinnersta 119 kg mineralkväve per ha vid gödslingstillfället. Där var förfrukten en tvåårig vall.

I försöken med de vårsådda grödorna var mineralkvävemängderna i marken vid gödslingstillfället betydligt större (tabell 3 och 4). På platserna med vårvete var medeltalet för två år (1997 och 1998) och fyra platser 99 kg mineralkväve per ha. År 1997 utgjordes förfrukterna av

kväverika vallar, medan det i det enda försöket 1998 var vårmete som förfrukt. Mängderna varierade mellan 77 och 115 kg N/ha.

Korn odlades på sju lokaler under de tre åren. I medeltal var mineralkväveinnehållet i marken vid gödningen på våren 104 kg/ha. Förråden varierade mellan 59 och 181 kg/ha, trots att förfrukten på fyra av lokalerna var spannmål. År 1998 var mineralkvävemängderna extremt höga på två av försöksplatserna: Rörsvik i Värmland och Nisståkt i Dalarna. Vid Rörsvik konstaterades 181 kg N/ha och vid Nisståkt 157 kg N/ha. En bidragande orsak till de stora kvävemängderna kan vara att provtagningen gjordes relativt sent (22 maj respektive 30 maj). Därmed kan det tänkas att kvävemineraliseringen pågått en tid med en ökning av mineralkvävemängden som följd.

Kväveförråden på våren i försöken med korn och vårmete var betydligt större än efter stråsäd i konventionell odling, där man i rådgivningen räknar med mellan 30-40 kg N/ha som en normal mängd inom 0-60 cm djup (Albertsson, 2000). Förutom goda förfrukter kan orsaken vara ökad kvävemineraliseringsförmåga med åren genom ekologisk inriktning med återkommande odling av vallar, baljväxter samt stallgödselspridning.

Höstmete

Gödselmedlens inverkan på avkastningen

Under 1997-1999 uppgick skörden av höstmete i genomsnitt till 3400 kg kärna per ha i det ogödslade leden (tabell 10). Variationen i skörd mellan olika försöksplatser och år var stor utan gödning: från 1490 till 5100 kg kärna per ha. Medelavkastningen för samtliga led skilde sig mellan åren. År 1997 var den omkring 1000 kg/ha högre än de andra två åren vid en jämförelse mellan samma gödningssnivåer. 1997 var ett år med förhållandevis bra odlingsförutsättningar, medan växtsäsongen 1998 och delvis även 1999 var alltför nederbördsrika (se bilaga 1). År 1998 förekom mycket liggsäd och svåra skördeförhållanden rådde åtminstone i de västra delarna av landet. Stora nederbörds mängder försvårade i en del fall höstsådden, vilket i sin tur kan ha påverkat skörden 1999. Våren och försommaren 1999 var också relativt blöta, särskilt i Västsverige. Nederbörds mängderna skilde sig mycket mellan de olika lokalerna, varför det kan vara svårt att dra generella slutsatser om effekterna av gödningarna.

Skillnaden i avkastning mellan de olika gödselmedlen var relativt liten, men leden med humanurin gav högre skörd vid samtliga kvävenivåer. Binadan medförde något lägre skördenivå och Biofer lägst. Det fanns dock inga signifikanta skillnader mellan olika gödselmedel vid samma kvävegiva. Värt att notera var att det inte heller rådde signifikanta skillnader mellan ledet utan kvävetillförsel och leden med 40 kg N/ha oavsett gödselmedel. För Biofer fanns inte heller någon signifikant skillnad mellan leden utan kvävegödning och leden med 80 kg N/ha. Skörden var mer beroende av försöksplats och år än av vilket gödselmedel som användes.

I de led som gödslades med 40 kg N/ha ökade skörden i genomsnitt med 500 kg till 3900 kg/ha (figur 2). I urinleden steg avkastningen med 750 kg/ha, i Binadanleden med 560 och i leden med Biofer med 430 kg/ha. Med 80 kg N/ha ökade skörden i medeltal med 1100 kg till 4450 kg/ha, med knappt 1500 kg/ha i leden med urin, 1100 kg/ha med Binadan och 800 kg/ha med Biofer. Den högsta kvävegivan gav en ytterligare meravkastning på knappt 400 kg i genomsnitt, varav 500 kg/ha med urin och omkring 400 kg med Binadan och Biofer. Effektiviteten av gödselkvävet minskade således med stigande N-givor. Tyvärr saknas resultat med

Tabell 10. Kärnskördar (kg/ha) med stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan i försöken med höstvetete.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A 0	B 40	C 80	D 120	E 40	F 80	G 120	H 40	I 80	J 120
1997										
Dingleskolan	4690	5200	6400	6700	5080	5340	5590	5640	5730	6310
Kvinnersta	5100	6100	7010	7660	5560	5850	6170	5930	6270	6960
Lilla Böslid	4460	4870			5010	5070	5460	4830	5650	5750
Logården	2910	2490	3170	3770	3430	3950	4450	2730	3640	4130
Västerbyskolan	3890	4710	4820	4960	4100	4230	4870	4600	5010	5140
Medeltal 1997	4210	4670	5360	5779	4640	4890	5310	4750	5260	5660
Rel. tal	100	111	127	137	110	116	126	113	125	134
1998										
Dingleskolan	4100	4840	5370		4420	4400	4790	4280	5260	5500
Frändesta	1490	2550	3320		1980	2260	2860	1960	2750	3150
Gräve	2390	3500	4420	5090	2890	3300	3670	3170	3580	4140
Lilla Böslid	2070	3670	4100		2650	3600	3990	2700	3070	3480
Västerbyskolan	4680	4520	5050		4940	5650	5910	5470	5870	6450
Medeltal 1998	2950	3820	4450		3380	3840	4240	3520	4110	4540
Rel. tal	100	130	151		115	130	144	119	139	154
1999										
Brunnby	2450	3620	4630	5560	2940	3450	3480	3060	3570	3830
Dingleskolan	3580	4140	4440	4570	3460	3680	3840	3780	3810	3970
Kvinnersta	4300	5800	6710		4890	5230	5670	4930	5490	6100
Lilla Böslid	2350	2880	4100		3200	3520	4510	3120	3150	3550
Västerbyskolan	2080	2890	3930	4120	2450	3020	2980	2800	3930	4670
Medeltal 1999	2950	3860	4760	4750	3388	3780	4096	3538	3990	4424
Rel. tal	100	131	161	161	115	128	139	120	135	150
Medeltal (alla år)*	3370	4120	4820	5310	3800	4170	4550	3930	4450	4880
Relativtial	100	122	143	158	113	124	135	117	132	145
Max*	5100	6100	7010	7660	5560	5850	6170	5930	6270	6960
Min*	1490	2490	3170	3770	1980	2260	2860	1960	2750	3150
Standardavvikelse*	1170	1150	1190	1310	1130	1060	1070	1250	1190	1240
Variationskoefficient, %*	35	28	25	25	30	25	23	32	27	25

LSD (5 %) = 898 kg/ha.

Statistiskt signifikanta skillnader ($p < 0,05$): A-C, A-D, A-G, A-I, A-J, B-D, B-J, C-E, D-B, D-E, D-F, D-H, E-J, E-C, H-J.

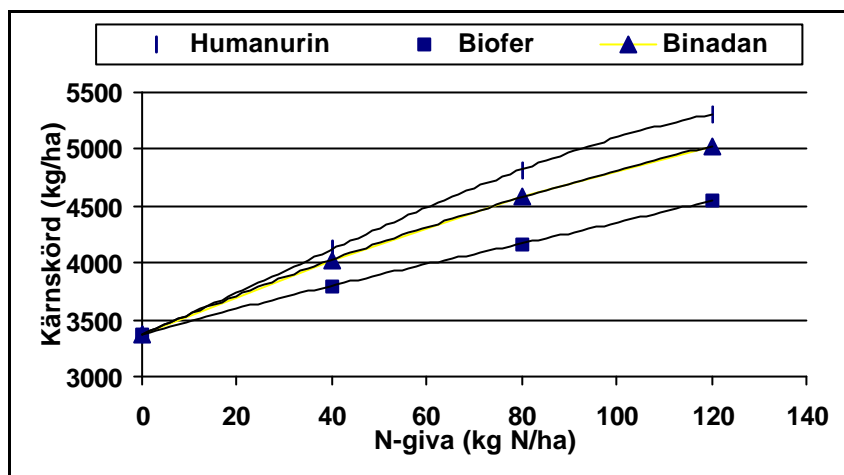
* Resultat för led H-J i försöken på L Böslid ingår ej eftersom Biokomb användes istället för Binadan.

tillförsel av 120 kg urin-N per ha i flera försök p.g.a. att kväveinnehållet i urinen missbedömdes, så att givorna blev för låga.

För att belysa skillnader i gödslingseffekterna mellan de tre gödselmedlen har medelvärden av kärnskörderna för varje N-giva och gödselmedel beräknats. Utifrån dessa medelvärden har sedan en funktion för varje gödselmedel anpassats (figur 2). Trots att det inte rörde signifikanta skillnader fanns en tendens till att Biofer gav lägre avkastning än humanurin och Binadan. I medeltal för N-givorna 40, 80 och 120 kg N/ha blev kärnskördarna 4970 kg/ha för humanurin, 3990 för Biofer och 4190 för Binadan. Genomsnittet för N-givorna 40 och 80 kg blev 4750, 4780 respektive 4420 kg/ha, vilket kan jämföras med betydligt sämre verkan i försöken med korn och vårvete (se nedan).

En viktig aspekt här är att Biofer huvudsakligen innehåller organiskt bundet kväve, som måste frigöras innan det kan komma grödan till godo. I Binadan är sannolikt huvuddelen av kvävet som nämnts också organiskt bundet, men en del troligen är mer lättomsättbart. I denna undersökning spreds ju humanurinen mellan såraderna med släpplångsliknande teknik, vilket bör

innebära att förlusterna var måttliga och ammoniumkvävet alltså till stor del kunde tas upp av vetet. Den låga torrsbstanshalten gjorde att vätskan snabbt rann ner i marken. Det befintliga växttillgängliga kvävet i Biofer och Binadan, som breddspreds på markytan, måste först lösas upp och därefter transporteras ner i marken till rötterna. Om dessutom kvävet är i en för växten otillgänglig form försenar detta upptaget ytterligare i förhållande till gödsling med urin.



Figur 2. Kärnavkastning av höstvetet efter tillförelse av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan. Ekvationer för kurvorna: humanurin ($y = -0,00004 x^3 + 0,0399 x^2 + 17,8 x + 3369,3$); Biofer ($y = 0,0002 x^3 - 0,0408 x^2 + 12,108 x + 33,69,3$); Binadan ($y = -0,00005 x^3 + 0,0416 x^2 + 18,08 x + 3369,3$)

En beräkning av den genomsnittliga skördeökningen per kg gödselkväve i medeltal för de tre kvävegivorna (40, 80 och 120 kg N/ha) med respektive gödselmedel visar att avkastningen ökade med 18 kg kärna per kg N i urinen, 14 kg kärna per kg N i Binadan och 10 kg kärna per kg N i Biofer, men att utbytet avtog med ökande kvävegivor (tabell 11). Resultatet kan jämföras med en produktionsfunktion beräknad på basis av 152 försök i konventionell odling från perioden 1977-1988 med huvudsaklig användning av handelsgödselkväve (Mattsson & Kjell

Tabell 11. Skördeutbyte per kg kväve tillfört med olika gödselmedel till höstvetet.

Gödselmedel	N-giva, kg/ha	Skörd, kg/ha	Skördeökning, kg/ha	Skördeökning, kg kärna/kg N
Humanurin	0	3370		
	40	4120	750	19
	80	4820	1450	18
	120	5310	1940	16
Medeltal för givorna				18
Biofer	40	3800	430	11
	80	4170	800	10
	120	4550	1180	10
	Medeltal för givorna			
Binadan	40	3930	560	14
	80	4450	1080	14
	120	4880	1510	13
	Medeltal för givorna			
Handelsgödselkväve*	0	3410		
	40	5100	1700	42
	80	6550	3150	39
	120	7770	4360	36
	Medeltal för givorna			

* Enligt produktionsfunktioner publicerade av Mattsson & Kjellquist (1992).

quist, 1992.). Genomsnittsskörden i de ogödslade leden i den sammanställningen överensstämmer mycket väl med skördenivån i motsvarande led i denna undersökning med humanurin, Biofer och Binadan. Med handelsgödsel fås enligt produktionsfunktionen en skördeökning på 39 kg kärna per kg tillfört kväve. Den större effektiviteten hos handelsgödsel beror sannolikt på att kvävet tillförts i mineralisk form, och varit direkt upptagbart för grödan.

Variation i proteinhalt

Proteinhalten varierade inom ett stort intervall, 7-11,4 %, med de högsta halterna i leden med störst kvävegiva (tabell 12 och figur 3). För att ekologiskt höstvetete ska klassas som brödvete krävs en proteinhalt på minst 9,5 % (Gustafsson, pers. medd.). Vid lägre halter klassas vetet som fodervete. Grundpriset ges vid 10 % protein, vilket innebär att höstvetetet från de flesta av försöksplatserna skulle ha fått avdrag p.g.a för låga proteinhalter, trots relativt höga kvävegivor och måttlig avkastningsnivå. I medeltal skulle bara alla led med 80 och 120 kg N/ha oavsett gödselslag ha klassats som brödvete med avseende på proteinhalten.

Under 1997 var proteinhalten i medeltal för samtliga platser och led lägst i kontrolleret utan gödsling. År 1998 var det endast i leden med den högsta kvävegivan av Biofer som proteinhalten blev högre än i det ogödslade ledet och 1999 hade leden med tillförsel av 40 kg kväve per ha lägre proteinhalt än de ogödslade. Detta visar på en stor variation i effekt mellan åren. Proteinhalten är beroende av flera faktorer. De låga proteinhalterna 1998 torde sammanhånga med de stora nederbörds mängderna denna sommar (bilaga 1), med större risker för kväveförluster och svampangrepp på grödan som följd. Orsaken till att en liten N-giva gav lägre proteinhalt än det ogödslade ledet är att måttlig kvävetillförsel till en gröda, som ursprungligen har liten kvävetillgång, i första hand ökar kärnskörden på bekostnad av proteinhalten. Detta är sannolikt förklaringen till att gödslade led i flera fall hade lägre halt av protein än de ogödslade.

Man skulle förvänta sig större skillnader mellan de olika gödselmedlen. I urinen var ju ca. 85 % av kvävet i ammoniumform, i Binadan knappt 8 % och i Biofer 2 %. Får grödan tillgång till kväve tidigt, gynnas den vegetativa tillväxten och därmed förutsättningarna för en hög skörd, medan en senare kvävegiva ofta gynnar proteinhalten mer. Om kvävet i gödseln utgörs av organiskt bundet kväve och därmed frigörs långsamt, skulle det alltså vara rimligt att tro att proteinhalten ökar. Mineraliseringen får dock inte gå så långsamt att grödan inte hinner utnyttja kvävet under säsongen. I denna undersökning rådde inga signifikanta skillnader i proteinhalt mellan leden med lika höga kvävenivåer, men det fanns en svag tendens att Biofer gav högre proteinhalt, vilket kan sammanhånga med en senare kväveleverens till grödan.

För att jämföra effekten av de olika gödselmedlen och kvävenivåerna beräknades medelvärden av proteinhalterna för alla försök. Utifrån dessa värden anpassades därefter en funktion för varje gödselmedel (figur 3). Det förelåg inga signifikanta skillnader mellan gödselmedlen, men det fanns en tendens till att proteinhalten blev högst med Biofer och humanurin och något lägre med Binadan. Ur dessa funktioner kan utläsas att det behövdes kvävegivor på omkring 95 kg N/ha som urin och Biofer samt 110 kg N/ha i form av Binadan för att klara gränsen för ekologiskt brödvete på 9,5 % protein.

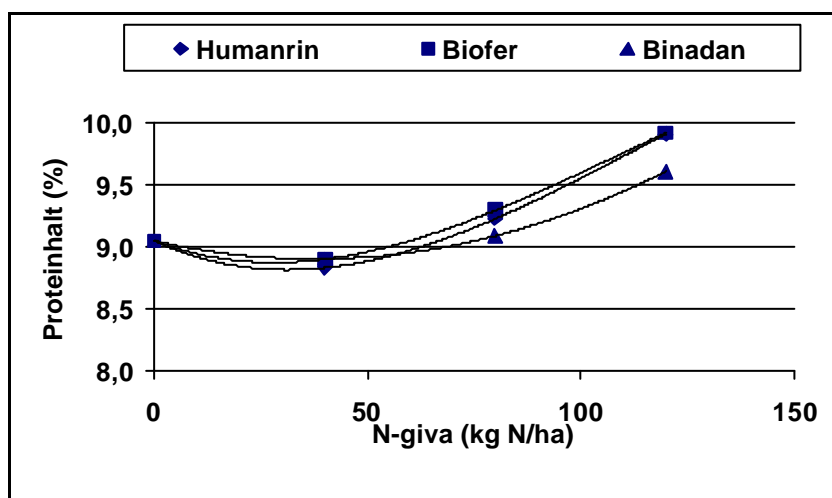
Tabell 12. Proteinhalter (% av ts) i kärnskorde av höstvetet efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A 0	B 40	C 80	D 120	E 40	F 80	G 120	H 40	I 80	J 120
1997										
Dingleskolan	8,4	8,9	9,6	10,5	8,9	9,5	9,9	8,8	9,0	9,5
Kvinnersta	8,8	9,3	10,4	11,4	9,2	10,1	10,5	8,9	9,3	10,4
Lilla Böslid	9,1	9,3			8,9	9,1	9,6	8,9	9,7	10,1
Logården	8,3	7,7	7,9	7,8	8,0	8,3	8,4	8,2	8,9	8,8
Västerbyskolan	8,8	9,2	10,2	10,4	8,9	8,6	9,7	9,0	9,4	9,7
Medeltal 1997	8,7	8,9	9,5	10,0	8,8	9,1	9,6	8,7	9,2	9,6
1998										
Dingleskolan	9,9	9,9	11,0		9,9	10,1	10,5	9,9	10,0	10,2
Frändesta	11,2	8,6	8,9		9,3	9,1	10,1	9,7	9,1	9,1
Gräve	9,8	9,2	9,2	10,7	9,3	9,6	10,2	8,9	9,0	9,6
Lilla Böslid	8,5	8,5	8,4		8,9	10,0	10,7	8,6	8,6	8,3
Västerbyskolan	10,3	9,9	9,8		10,0	10,1	10,8	9,7	9,8	10,3
Medeltal 1998	10,0	9,2	9,5		9,5	9,8	10,5	9,6	9,5	9,8
1999										
Brunnby	7,0	7,2	7,3	7,9	7,5	8,8	9,5	7,4	7,5	7,7
Dingleskolan	8,9	9,8	10,2	11,4	9,1	9,7	9,9	9,6	9,7	9,8
Kvinnersta	9,2	9,3	10,3		9,4	9,4	10,6	9,0	8,9	10,1
Lilla Böslid	9,4	7,9	7,6		7,9	8,0	8,3	8,2	7,4	7,5
Västerbyskolan	8,0	7,8	8,3	9,2	8,2	9,0	9,9	7,7	8,3	10,1
Medeltal 1999	8,5	8,4	8,8	9,5	8,4	9,0	9,6	8,4	8,6	9,4
Medeltal (alla år)*	9,0	8,8	9,2	9,9	8,9	9,3	9,9	8,9	9,1	9,6
Max*	11,2	9,9	11,0	11,4	10,0	10,1	10,8	9,9	10,0	10,4
Min*	7,0	7,2	7,3	7,8	7,5	8,0	8,3	7,4	7,5	7,7
Standardavvikelse*	1,0	0,9	1,2	1,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
Variationskoefficient, %*	11	10	13	15	8	7	8	9	8	8

LSD (5 %) = 0,9 %.

Statistiskt signifikanta skillnader (p<0,05): A-D, A-G, B-D, B-G, B-I, C-G, D-I, D-H, D-E, E-G, E-J, G-I, G-H.

* Resultat för led H-J i försöken på L Böslid ingår ej eftersom Biokomb har använts istället för Binadan.



Figur 3. Proteinhalter i kärnskorde av höstvetet efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan. Ekvationer för kurvorna: Humanurin ($y = -1E-06x^3 + 0,0003x^2 - 0,0159x + 9,0478$); Biofer ($y = -8E-07x^3 + 0,0003x^2 - 0,013x + 9,0478$); Binadan ($y = 2E-05x^3 - 0,0025x^2 + 0,2995x + 90$)

Mineralkväve i marken efter avslutad kväveupptagning och påsenhösten

Vid gulmognad anses stråsädesgrödor ha tagit upp maximalt med kväve. Det mineralkväve som finns kvar i marken vid denna tidpunkt riskerar alltså att lakas ut under kommande höst och vinter. Så länge marken inte är frusen pågår dessutom mineralisering av kväve ifrån organiskt material. Tillförseln av humanurin, Biofer och Binadan skulle som nämnts kunna öka kvävefrigörelsen i marken på hösten. Bl.a. kan det tänkas att organiskt kväve i de aktuella gödselmedlen inte helt mineraliserats under växtsäsongen, utan att denna frigörelse fortsätter under påföljande höst.

Jordprovtagningarna vid gulmognad och i månadsskiftet oktober-november i försöken med höstvetete visade inte några tydliga skillnader i mängden mineralkväve inom 0-90 cm djup mellan olika gödselmedel (tabell 13 och 14). Med ökade N-givor tilltog mineralkvävemängderna visserligen något, åtminstone för humanurin. Förekommande skillnader var ej statistiskt signifikanta. Generellt var mineralkvävenivåerna små eller måttliga vid gulmognad i jämförelse med andra undersökningar (Lindén et al. 1993 a och b, 1999) och ökningen av kväveinnehållet fram till senhösten var också förhållandevis liten. Resultaten tyder på att det växttillgängliga kvävet i marken utnyttjats väl, men kväveförluster kan ha bidragit till de låga värdena i vissa av försöken. Det fanns dock ett undantag. I försöket på Kvinnersta 1997 med

Tabell 13. Mineralkväve (kg/ha) i markprofilen (0-90 cm) vid höstvetets gulmognad efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin			Biofer			Binadan			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	0	40	80	120	40	80	120	40	80	120
1997										
Dingleskolan	47	50	54	54	50	45	52	45	43	62
Kvinnersta	118	106	105	106	114	94	167	86	73	85
Lilla Böslid	22	22			21	21	21	19	23	23
Logården	20	16	15	17	17	18	20	19	18	19
Västerbyskolan	19	21	21	23	18	20	19	22	15	18
Medeltal 1997 (ej Kvinnersta)	27	27	30	31	26	26	28	26	25	30
1998										
Dingleskolan	9	23	26		13	9	13	10	11	9
Frändesta	14	20	22		14	14	15	15	13	17
Gräve	18	14	11	13	25	28	22	15	9	9
Lilla Böslid	19	19	17		20	19	22	18	20	18
Västerbyskolan	31	26	40		28	31	16	31	28	30
Medeltal 1998	18	20	23		20	20	18	18	16	17
1999										
Brunnby	14	17	18	19	20	25	27	19	16	16
Dingleskolan	41	43	42	58	45	44	43	36	46	52
Kvinnersta	23	20	22		18	27	30	34	23	23
Lilla Böslid	14	16	14		17	12	15	16	13	13
Västerbyskolan	17	11	12	11	12	15	11	10	12	12
Medeltal 1999	22	21	22	29	22	25	25	23	22	23
Medeltal (alla år)	28	28	30	38	29	28	33	26	24	27
Medeltal (utom Kvinnersta)	22	23	24	28	23	23	23	22	21	23
Max	118	106	105	106	114	94	167	86	73	85
Min	9	11	11	11	12	9	11	10	9	9
Standardavvikelse	27	24	25	28	26	21	39	19	17	22
Variationskoefficient, %	90	80	83	70	90	70	120	70	70	80

en andraårsvall som förfrukt, var det mycket stora mineralkvävemängder kvar i marken vid gultmognad, i storleksordningen 100 kg N/ha oberoende av gödsling. Det ogödslade ledet gav här en skörd på 5100 kg/ha, vilket förklaras av kraftig kväve mineralisering under växtsäsongen. Fram till den senare provtagningen minskade dock mineralkväveförråden (tabell 14), vilket tyder på förluster under hösten.

Generellt kan man annars konstatera att kvävemängderna hade ökat något fram till senhösten, men inte markant och inga signifikanta skillnader mellan leden kunde konstateras. Tilltagande förekomst är annars det normala under hösten (Lindén, 1981; Lindén et al., 1993 a och b, 1999). Mineralkväveförråden på senhösten tyder på att tillförseln av gödselkväve knappast givit upphov till stigande kvävefrigörelse under hösten och därmed troligen ej heller till ökad kväveutlakningsrisk under denna period genom mineralisering.

Tabell 14. Mineralkväve (kg/ha) i markprofilen (0-90 cm) i oktober-november efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan i försöken med höstvet.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	40	80	120	40	80	120	40	80	120	
1997										
Dingleskolan	38	37	37	37	42	47	42	41	41	41
Kvinnersta	71	75	67	61	55	52	69	59	64	52
Lilla Böslid	33	34			34	37	41	33	37	38
Logården	49	36	93	25	49	49	36	88	25	49
Västerbyskolan	40	34	34	37	32	38	44	44	34	42
Medeltal 1997	46	43	58	40	42	45	46	53	40	44
1998										
Dingleskolan	22	26	32		28	24	28	28	22	22
Frändesta	28	19	32		25	27	28	26	23	33
Gräve					32	36	30	21	16	19
Lilla Böslid										
Västerbyskolan	30	43	37		42	43	26	42	40	43
Medeltal 1998	27	30	34		32	32	28	29	25	29
1999										
Brunnby	30	29	31	35	31	35	36	31	31	29
Dingleskolan	28	32	30	37	32	29	31	27	30	33
Kvinnersta	24	30	30	36	28	25	26	27	29	27
Lilla Böslid	18	19	17		19	19	17	20	16	14
Västerby skola	26	42	23		31	26	43	23	24	31
Medeltal 1999	25	30	26	32	28	27	31	26	26	27
Medeltal (alla år)	34	35	40	37	34	35	36	36	31	34
Medeltal (utom Kvinnersta)	30	32	36	32	33	33	33	35	28	32
Max	71	75	93	61	55	52	69	88	64	52
Min	18	19	17	24	19	19	17	20	16	14
Standardavvikelse	14	14	20	11	10	10	12	18	12	11
Variationskoefficient, %	41	40	50	31	28	30	35	50	40	33

Kväveinnehåll i höstvetet före gödsling på våren

Höstvetegrödan provtogs samtliga år vid tidpunkten för gödsling på våren för att få ett mått på beståndets utveckling och kvävestatus. I allmänhet var kväveinnehållet i de ovanjordiska växtdelarna av höstvetet litet och i några fall mycket litet trots förhållandevis sen provtagning (tabell 15). Mängderna uppmättes till 3-41 kg N/ha. Det är dock svårt att jämföra platser och år, då väderförhållandena och grödans utveckling skilde sig mellan platserna och tidpunkten för provtagningen varierade från början av april till slutet av maj. Det fanns ett svagt samband ($R^2 = 0,17$) mellan kväveinnehållet i grödan på våren och vid guldmodning i det ogödslade ledet. I de gödslade leden var sambanden ännu svagare. Medeltalet för kväveinnehållet var bara 15 kg N/ha trots kväverikare förfrukter och i flera fall stora mineralkväveförråd på våren (tabell 2). Medeldatum för provtagningarna var den 10 maj, varefter gödslingen ägde rum. Höstvetets kväveupptagning hade uppenbarligen bara börjat vid denna tidpunkt, men gödslingstidpunkten (i genomsnitt den 14 maj) kan anses ganska sen i jämförelse med det vanliga vis konventionell odling av höstvete. Detta kan i viss mån ha försämrat grödans utveckling.

Tabell 15. Totalkväve i höstvetets ovanjordiska delar omedelbart före gödsling.

Försöksplats	Datum	Totalkväve (kg/ha)
1997		
Dingleskolan	22/5	18
Kvinnerstaskolan	22/5	3
Lilla Böslid	12/4	5
Logården	10/4	9
Västerbyskolan	28/4	13
Medeltal 1997	1/5	10
1998		
Dingleskolan	20/5	35
Gräve	8/5	10
Lilla Böslid	4/5	16
Frändesta	14/5	7
Västerbyskolan	20/5	41
Medeltal 1998	13/5	22
1999		
Dingleskolan	27/5	31
Brunnby	19/5	12
Lilla Böslid	29/4	4
Kvinnersta	27/5	17
Västerbyskolan	6/5	4
Medeltal 1999	16/5	14
Medeltal 1997-1999	10/5	15

Kväveinnehåll i höstvetet vid avslutad kväveupptagning

För att studera effektiviteten i de olika gödselmedlen provtogs grödan som nämnts genom klippningar av dess ovanjordiska delar vid guldmodning. Avsikten var att belysa det totala kväveupptaget i höstvetet och dess utnyttjande av det tillförda gödselkvävet. Rötternas innehåll av kväve beräknades som en procentuell andel av kvävemängden i de ovanjordiska delarna. På de flesta lokalerna gav humanurin det största kväveupptaget (tabell 16). Detta överensstämmer väl med att gödsling med urin tenderade att ge den högsta skörden. I medeltal gav 120 kg N/ha i urin ett kväveinnehåll i hela grödan på 163 kg/ha. Det är 20 % mer än för samma giva med Binadan och 23 % mer än Biofer. Det fanns signifikanta skillnader i effekten mellan olika kvävenivåer och gödselmedel, men inga signifikanta samband mellan de olika gödselmedlen vid samma kvävegivor.

I samtliga gödslade led hade grödan tagit upp mer N än vad som tillförts. En viktig orsak till det stora kväveupptaget var att det i samtliga fall var kväverika förfrukter, som uppenbarligen bidrog en hel del till kväveförsörjningen. Det framgår av det ogödslade ledet (tabell 16), där höstvetet i medeltal innehöll 90 kg N/ha, vilket visar den samlade mängden utnyttjbart jord-

och förfruktskväve. Detta är större mängder än efter stråsäd i konventionell odling, där försök har visat en kväveleverens på 60-80 kg N/ha i medeltal (Lindén 1987).

Som framgår av tabell 15 innehöll höstvetet vid gödslingen på våren ännu bara 15 kg N/ha i medeltal i ovanjordiska delar, medan höstvetet vid gulfmognad hade ett innehåll på i genomsnitt 90 kg N/ha i hela grödan i det ogödslade ledet och 163 kg N/ha i ledet med 120 kg N/ha som humanurin. Detta innebär att den huvudsakliga grödtillväxten och kväveupptagningen skett efter gödslingstidpunkten (i medeltal 14/5).

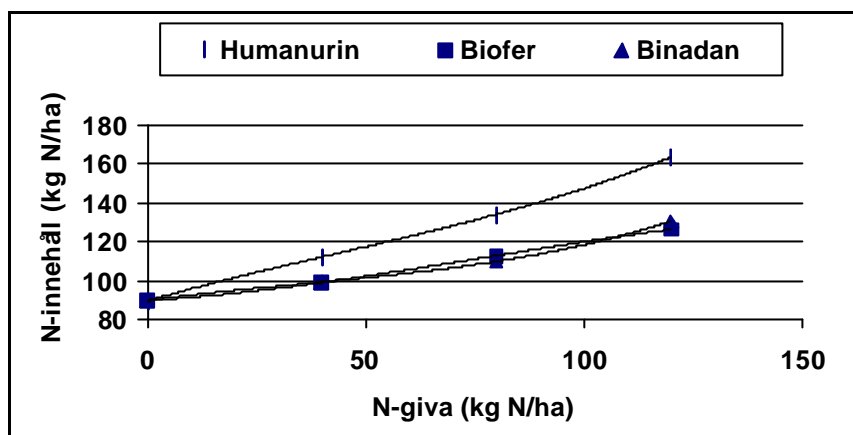
Tabell 16. Totalt innehåll av kväve (kg/ha) i höstvete (inkl. beräknade mängder i rötterna) vid gulfmognad efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0	40	80	120	40	80	120	40	80	120	
1997										
Dingleskolan	117	114	134	163	116	116	128	119	124	137
Kvinnersta	131	147	187	231	156	197	147	126	134	211
Lilla Böslid	93	124			115	95	136	125	119	150
Logården	132	157	178	199	149	191	216	153	176	197
Västerbyskolan	106	116	124	149	108	117	130	116	126	136
Medeltal 1997	116	132	156	186	129	143	151	128	136	166
1998										
Dingleskolan	119	142	200		126	134	161	115	140	164
Frändesta	63	108	117		66	83	99	71	87	103
Gräve	70	113	140	170	75	91	104	88	100	113
Lilla Böslid	59	102	123		79	105	127	64	86	86
Västerbyskolan	127	136	175		125	133	145	149	141	161
Medelt 1998	88	120	151		94	109	127	97	111	125
1999										
Brunnby	49	63	81	101	68	77	89	57	73	81
Dingleskolan	101	117	119	166	95	115	117	99	100	127
Kvinnersta	71	110	119		81	96	104	87	87	119
Lilla Böslid	55	60	80		63	69	105	56	57	63
Västerby skola	53	76	100	128	67	76	88	68	99	112
Medeltal 1999	66	85	100	132	75	87	101	73	83	100
Medeltal (alla år)	90	112	134	163	99	113	126	99	110	131
% av N-giva		280	168	128	248	141	105	248	138	109
Max	132	157	200	231	156	197	216	153	176	211
Min	49	60	80	101	63	69	88	56	57	63
Standardavvikelse	31	29	38	40	31	38	33	32	31	41
Variationskoefficient, %	30	30	30	20	30	30	30	30	30	30

LSD (5 %) = 27,1 kg N/ha.

Statistiskt signifikanta skillnader ($p < 0,05$): A-C, A-D, A-G, A-J, B-D, B-J, C-E, C-H, D-E, D-F, D-G, D-H, D-I, E-G, E-J, H-J.

En beräkning av höstvetets genomsnittliga kväveinnehåll (tabell 17) vid de olika kvävenivåerna för varje gödselmedel visar att grödan i de led som gödslats med humanurinen totalt innehöll betydligt större mängd kväve än i motsvarande led med de båda andra gödselmedlen (figur 4). Det var dock ingen större skillnad mellan Binadan och Biofer i detta avseende.



Figur 4. Inverkan av olika gödselmedel och kvävegivor på höstvetets samlade kväveinnehåll (inklusive beräknade mängder i rötterna) vid gulmognad. Ekvationer för kurvorna: humanurin ($y = -3E-05x^3 + 0,0037x^2 + 0,4438x + 89,844$); Biofer ($y = -1E-05x^3 + 0,0028x^2 + 0,1377x + 90$); Binadan ($y = 2E-05x^3 - 0,0025x^2 + 0,2995x + 90$)

Nettomineralisering

Under växetsäsongen mineraliseras en del av det organiskt bundna kvävet i marken. Det frigjorda kvävet kan antingen tas upp av grödan, utnyttjas av mikroorganismer i marken eller förloras genom utlakning och/eller denitrifikation. För att beräkna hur mycket kväve som grödan fick tillgång till via mineralisering av organiskt material i marken beräknades nettomineraliseringen under växetsäsongen från mineralkväve- och grödprovtagning vid gödslingen på våren till gulmognad enligt följande formel:

$$M = N_0 + N_{mh} - N_{mv} - N_{gv}$$

M = nettomineralisering (kg N/ha)

N_0 = mängd kväve i hela grödan i ogödslad led vid gulmognad (kg N/ha)

N_{mh} = mängd mineralkväve i marken (0-90 cm) i ogödslad led vid gulmognad (kg N/ha)

N_{mv} = mängd mineralkväve i marken (0-90 cm) omedelbart före gödsling på våren (kg N/ha)

N_{gv} = mängd kväve i grödan omedelbart före gödsling på våren (kg N/ha)

Nettomineraliseringen av kväve blev i genomsnitt för samtliga platser och år 66 kg N/ha, vilket avser perioden från gödsling till gulmognad (tabell 17). Detta är vad som i allmänhet fastställs för hela växetsäsongen (från tidig vår) i försök med stråsäd som förfrukt i konventionell odling (Lindén 1987; Lindén et al., 1992). Eftersom den samlade mängden utnyttjbart jord- och förfruktskväve uppgick till 90 kg N/ha utgörs differensen $90 - 66 = 24$ kg N/ha av växt-tillgängligt mineralkväve i marken på våren och av kväve som då redan tagits upp av höstvetet. År 1997 var den beräknade frigörelsen störst och på tre av försöksplatserna översteg den då 100 kg/ha. 1998 visar beräkningen på negativ nettomineralisering på en lokal, vilket är osannolikt i praktiken. En faktor som inte finns med i ekvationen ovan är förluster genom denitrifikation och utlakning. Dessa går ej att bedöma, då inga sådana mätningar finns tillgängliga. Sannolikt har en del av det kväve som fanns i marken på våren och en del av det kväve som mineraliserats under säsongen förlorats genom denitrifikation och/eller utlakning åtminstone där beräkningssättet gav upphov till negativt värde eller små positiva värden på kvävemineraliseringen under växetsäsongen. Den stora nederbörden under växetsäsongen 1998 och 1999 kan på vissa platser ha bidragit till större kväveförluster och därmed skenbart till mindre kvävefrigörelse enligt beräkningarna än 1997.

Tabell 17. Nettomineralisering av kväve under växtsäsongen samt gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på kväveinnehållet i hela grödan i relation till N-givor och gödselmedel i försöken med höstvet.

Försöksplats	Nettomineralisering (kg N/ha)	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel								
		Humanurin			Biofer			Binadan		
		B	C	D	E	F	G	H	I	J
		40	80	120	40	80	120	40	80	120
1997										
Dingleskolan	128	-6	21	39	-2	-1	9	4	9	17
Kvinnersta	127	41	70	83	62	82	14	-13	4	67
Lilla Böslid	32	77			56	2	36	81	33	48
Logården	130	62	57	56	42	73	70	51	55	54
Västerbyskolan	83	25	23	36	5	14	20	26	25	25
Medeltal	100	51	43	53	41	43	30	41	25	42
1998										
Dingleskolan	50	59	102		18	19	35	-10	26	37
Frändesta	23	111	66		8	25	30	19	29	33
Gräve	-27	107	87	83	13	26	28	45	38	36
Lilla Böslid	40	105	79		49	58	57	11	33	23
Västerbyskolan	78	23	60		-7	6	14	54	17	28
Medeltal	33	81	79	83	22	27	33	32	29	31
1999										
Brunnby	24	0	17	26	47	35	33	20	30	27
Dingleskolan	86	38	23	54	-17	17	13	-7	-2	21
Kvinnersta	37	99	61		27	32	28	40	20	40
Lilla Böslid	48	13	32		20	18	42	3	3	7
Västerbyskolan	36	57	58	62	33	28	29	37	57	49
Medeltal	46	41	38	48	32	26	29	25	28	29
Medeltal (alla år)*	66	58	54	55	32	31	31	33	27	34
Max*	130	111	102	83	62	82	70	81	57	67
Min*	23	0	17	26	5	2	9	3	3	7
Standardavvikelse*	39	37	27	21	19	24	17	23	16	16
Variationskoefficient, %*	60	60	50	40	60	80	50	70	60	50

* Negativa tal är ej medräknade.

Gödselkvävet utnyttjandegrad

Effektiviteten av en gödslingsåtgärd kan mätas som utnyttjandegraden för den tillförda växt-näringen. Utnyttjandegraden beräknades i denna undersökning med följande formel:

$$U = 100 (N_{cg} - N_{c0}) / N_g$$

U = Utnyttjandegrad för totalkvävet i det använda gödselmedlet (%)

N_{cg} = Kväveinnehåll i hela grödan i gödslat led vid gultmognad

N_{c0} = Kväveinnehåll i hela grödan i ogödslat led vid gultmognad

N_g = Tillförd mängd totalkväve med gödseln

I leden med uringödsling blev utnyttjandegraden för gödselkvävet i medeltalet 50-60 % (tabell 17), medan det för Binadan och Biofer endast var omkring 30 %. Skillnaden var väntad, då andelen ammoniumkväve i gödseln varierade så mycket. I humanurinen var som nämnts 85 % av kvävet i ammoniumform (tabell 6), medan motsvarande för Binadan och Biofer var 8 respektive 2 % (tabell 7). Det fanns mot förmodan ingen klar tendens till sämre utnyttjandegrad med ökad kvävegiva för någon av gödseltyperna. I försök från 1996 med spridning av humanurin i höstvet- och havregrödor verkade det dock som om utnyttjandegraden minskade

med ökad kvävetillförsel (Lindén, 1997). I dessa försök var effektiviteten av urinkvävet något högre till höstveten än till havre (höstveten 54-75 % och havre 50-56 %). Försök med svinflytgödsel visar på en utnyttjandegrad mellan 60 och 70 % av mängden ammoniumkväve i gödseln (Lindén et al., 1998). Om utnyttjandegraden för kvävet i urinleden omräknas så att man endast tar hänsyn till ammoniumkvävet, ökar utnyttjandegraden till 61, 65 och 63 % i leden med tillförsel av 40, 80 respektive 120 kg N/ha. Binadan och Biofer hade med tanke på den ringa andelen ammoniumkväve i gödseln ändå en förhållandevis hög utnyttjandegrad.

I nio fall var utnyttjandegraden negativ. Detta innebär att kväveupptaget i det ogödslade ledet var större än för motsvarande gödslade led. Kännetecknande för lokalerna där detta har förekommit är att kväve mineraliseringen var stor och i några fall mycket stor. På Dingleskolan och Kvinnersta var nettomineraliseringen under 1997 nästan 130 kg N/ha, med kärnskördar i ogödslat led på omkring 5 ton per ha. Då kväveförsörjningen på ekologiska gårdar huvudsakligen sker genom att man odlar kvävefixerande grödor och använder stallgödsel är det ofta mycket organiskt material i omlopp och kväveleveransen från marken kan därmed bli stor om förutsättningarna är bra. Med stort mineralkväveförråd på våren, betydande nettomineralisering under växtsäsongen och hög avkastning i det ogödslade ledet kan andra faktorer än kvävetillgången verka begränsande och göra att ytterligare kväve får liten skördeeffekt och därmed utnyttjas sämre. I vissa fall såsom på Dingleskolan 1998 och 1999 förmodas hög sommarnederbörd också ha inverkat. Om jorden blir vattenmättad kan kväveförluster genom denitrifikation och utlakning ha uppkommit.

Undersökningar har visat att kväveeffekten av en tillförd gödselgiva under spridningsåret är mycket beroende av i vilken form kvävet befinner sig. Ju större andel som är i mineralisk form, d.v.s. som ammonium eller nitrat, desto högre blir utnyttjandegraden det första året. Långtidseffekten av det organiskt bundna kvävet är dock densamma. Efter 2-3 år har mellan 60 och 70 % av det tillförda kvävet tagits upp av grödan oavsett om kvävet tillfördes som handelsgödsel eller stallgödsel (Sørensen, 1998). Sørensen anger också ett typiskt mineraliseringsförlopp för organiskt bundet kväve i stallgödsel. Första året frigörs mellan 0-30 %, andra året 12 % och tredje året 4 % av kvävet. Organiskt bundet kväve från andra typer av gödselmedel, t.ex. grön gödsling grödor eller köttmjöl, kan tänkas bete sig på ett likartat sätt.

Beräkningarna av det totala kväveupptaget i grödan grundar sig på provtagningar av det ovanjordiska växtmaterialet inom mindre rutor i varje försöksparcell vid tidpunkten för gultmognad. Om utnyttjandegraden istället beräknas på basis av kärnskörderna erhålls lägre värden (tabell 18). Utnyttjandegraden sjunker till i medeltal 29-30 % för humanurin, 15-18 % för Biofer och 19-20 % för Binadan. Det uppkom ej heller någon minskad effektivitet med ökade kvävegivor, men det blev något mindre skillnad i utnyttjandegraden för kvävet mellan urinen och de två andra gödselmedlen. Det finns också en svag tendens till att kväveeffektiviteten vid gödsling med Biofer blev sämre än med Binadan.

Tabell 18. Gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på kväveinnehållet i kärnskörden i relation till N-givor och gödselmedel i försöken med höstvete.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel								
	Humanurin			Biofer			Binadan		
	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	40	80	120	40	80	120	40	80	120
1997									
Dingleskolan	24	42	38	21	20	20	37	22	25
Kvinnersta	43	52	53	22	26	25	29	25	34
Lilla Böslid	18			16	10	14	8	26	22
Logården	-19	1	6	12	16	17	-7	15	15
Västerbyskolan	34	27	22	8	4	16	26	24	20
Medeltal	30	30	30	16	15	18	25	23	23
1998									
Dingleskolan	27	34		12	7	12	7	23	19
Frändesta	19	24		7	7	15	9	16	15
Gräve	33	32	39	13	15	17	18	16	20
Lilla Böslid	50	31		23	35	31	21	16	14
Västerbyskolan	-13	2		5	16	20	19	17	23
Medeltal	32	25		12	16	19	15	18	18
1999									
Brunnby	33	32	34	19	25	20	20	18	15
Dingleskolan	32	25	25	-1	8	7	16	9	9
Kvinnersta	53	56		24	18	26	18	18	27
Lilla Böslid	2	17		11	12	19	13	2	6
Västerbyskolan	22	30	26	13	20	16	18	30	38
Medeltal	29	32	28	17	16	18	17	16	19
Medeltal (alla år)*	30	29	30	15	16	18	19	19	20
Max*	53	56	53	24	35	31	37	30	38
Min*	2	1	6	5	4	7	7	2	6
Standardavvikelse*	14	15	14	6	8	6	8	7	9
Variationskoefficient, %*	50	50	50	40	50	30	40	40	40

* Negativa tal är ej medräknade.

Vårkorn

Under perioden 1997 till 1999 utfördes sammanlagt sju försök med vårkorn (tabell 3). År 1997 genomfördes ett försök medan det under 1998 och 1999 lades ut tre försök per år. Försöken var placerade i Öjebyn i Norrbotten (tre år), Nisstäkt i Dalarna (1998 och 1999) samt Rörsvik och Trossnäs i Värmland (1998 respektive 1999).

Gödselmedlens inverkan på avkastningen

Avkastningen i kornförsöken var i allmänhet relativt låg och skillnaden mellan leden var liten (tabell 19). De generellt låga skördarna berodde sannolikt på klimat och allmänna odlingsbetingelser i områdena i fråga. Den högsta genomsnittliga kärnskörden (3980 kg/ha) för samtliga led i ett enskilt försök noterades i Öjebyn 1997. Försöksplatsen vid Öjebyn var också den enda lokal där stallgödsel hade tillförts året innan. Stallgödseltillförsel, baljväxtförfrukt och en bra årsmån var troligen förklaringen till att avkastningen blev bäst där.

I medeltal för samtliga försök var kärnskörden i det ogödslade ledet knappt 2100 kg/ha. Med bredspridning av på 40 kg/ha tilltog avkastningen oavsett gödselmedel med omkring 400

kg/ha. En kvävegiva på 80 kg per ha genom bredspridning ökade den genomsnittliga skörden med ytterligare mellan 100-300 kg/ha. Den högsta avkastningen uppnåddes i leden som gödslats med Binadan och allra bäst i ledet med radmyllad Binadan: 3020 kg/ha. Med motsvarande giva humanurin och med kombisådd av Biofer blev skörden omkring 200 respektive 400 kg mindre per ha. Efter bredspridning av Binadan blev avkastningen ca. 200 kg lägre än vid kombisådd. Bredspridd Binadan gav omkring 300 kg mer i avkastning än bredspridd Biofer som medeltal för givorna 40 och 80 kg N/ha. I leden med bredspridd Biofer blev resultatet mycket likt det i de uringödslade leden, medan ledet med radmyllning gav 300 kg högre skörd per ha.

Det blev relativt sett bättre skördeutslag för Biofer och Binadan i jämförelse med humanurinen än i försöken med höstvetete. Detta kan eventuellt förklaras med att det efter spridning före sådden fanns möjligheter för det organiska kvävet att i viss mån hinna mineraliseras innan grödans kväueuptagning blev stor. Om gödseln dessutom placerades strategiskt i marken, med hjälp av kombisådd, förbättrades resultatet ytterligare. Resultaten antyder att det föreligger skillnader i skördeutslag dels mellan gödselmedlen och dels mellan spridningsteknikerna. Det fanns dock inga signifikanta skördeskillnader. Sannolika orsaker kan vara generellt låga skördenivåer och därmed litet kvävebehov.

Resultaten från leden med humanurin var något förvånande. 40 kg urinkväve per ha gav en skördeökning på ca. 400 kg per ha vilket motsvarade resultatet för de båda andra gödselmedlen. Ytterligare kväve gav dock mycket dåligt resultat. Med 80 kg urinkväve ökade avkastningen ca 100 kg och med den högsta kvävegivan blev resultatet till och med något

Tabell 19. Kärnskorrdar (kg/ha) efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan i försöken med korn.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Öjebyn	3610	3650	3610	3410	3840	3390	3630	3600	3640	3550
1998										
Nisstäkt	2190	2940	3330	3180	2830	3110	3270	2840	3230	3600
Rörsvik	2280	2760	2700	2530	2490	2940	2950	2810	3320	2760
Öjebyn	2250	2510	2790	2660	2570	2550	2560	2510	2800	3050
1999										
Nisstäkt	1180	1230	1210	1140	1180	1150	1440	1150	1470	2010
Trossnäs	820	1200	1430	1460	1200	1750	2000	1740	1860	2360
Öjebyn	2220	3010	3060		3140	2920	3980	2940	3560	3780
Medeltal	2080	2470	2590	2510	2460	2540	2830	2510	2840	3020
Max	3610	3650	3610	3410	3840	3390	3980	3600	3640	3780
Min	820	1200	1210	1140	1180	1150	1440	1150	1470	2010
Standardavvikelse	898	926	922	984	978	807	900	818	854	673
Variationskoefficient, %	43	37	36	39	40	32	32	33	30	22

Signifikant skillnad ($p < 0,05$) mellan led J och A.

LSD (5 %) = 930 kg/ha.

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

sämre. Utslagen tyder på att urinkvävet, som i och för sig bör ha haft bättre verkan än kvävet i Biofer och Binadan, med stigande tillförsel gavs i överoptimala mängder mot bakgrund av den låga avkastningsnivån och den generellt goda tillgången på utnyttjbart jord- och mark-

kväve. Dessutom fanns tendenser till att de stora vätskemängderna vid större uringivor i vissa fall har verkat störande på markstrukturen i såbädden.

En beräkning av den genomsnittliga skördeökningen per kg gödselkväve (medeltal för de tre kvävegivorna) med respektive gödselmedel visar att avkastningen ökade med motsvarande 8 kg kärna per kg N efter gödsling med humanurin och Biofer (40 och 80 kg N/ha, ej kombisätt) och något bättre, 11 kg kärna per kg N, med Binadan (tabell 20). Det kan konstateras att utbytet i allmänhet avtog med ökande kvävegivor. Dessa beräkningar visar också på den ökade effektiviteten i utnyttjande av kvävet i Biofer och Binadan med radmyllning. Resultaten kan jämföras med en produktionsfunktion beräknad på basis av 304 konventionella försök med vårkorn under perioden 1971-1987 med användning av handelsgödselkväve (Mattsson & Kjellquist, 1992.). Genomsnittsskörden i de gödslade och de ogödslade leden i Mattssons och Kjellquists sammanställning var dock högre än i försöken i denna rapport. Orsaken är sannolikt att de senare var belägna längre norrut i landet, vilket innebär sämre klimatförhållanden och tillväxtbetingelser. Med handelsgödsel fås enligt produktionsfunktionen en skördeökning på 24 kg kärna per kg tillfört kväve vid en gödslingsnivå på 40 kg N/ha och 19 kg kärna per kg kväve med en kvävegiva på 80 kg N/ha. Den större effektiviteten i försöken med handelsgödsel torde förutom det geografiska läget bero på att kvävet tillförts i mineralisk form, och därmed direkt upptagbart för grödan.

Tabell 20. Skördeutbyte per kg kväve efter tillförsel av humanurin, Biofer, Binadan och handelsgödsel till vårkorn.

Gödselmedel	N-giva, (kg N/ha)	Skörd, (kg/ha)	Skördeökning, (kg/ha)	Skördeökning, per kg N
	0	2080		
Humanurin	40	2470	390	10
	80	2590	510	6
	120	2510	430	4
Biofer	40	2460	380	10
	80	2540	460	6
	80 **	2830	750	9
Binadan	40	2510	430	11
	80	2840	760	10
	80 **	3020	940	12
Handelsgödselkväve*	0	2780		
	40	3750	970	24
	80	4300	1520	19

* Enligt produktionsfunktion erhållen från Jordbruksverket (Albertsson, pers.medd.).

** Kombisätt.

Variation i proteinhalt

Det fanns en klar tendens till ökad proteinhalt med stigande kvävegivor (tabell 21). Skillnaden mellan proteinhalten i det ogödslade ledet och leden med 40 kg kväve per ha var liten oavsett gödselmedel. Givan på 40 kg N/ha verkar istället i första hand ha givit en viss skördeökning. Ledet med 120 kg urinkväve per ha gav de högsta proteinhalterna, i genomsnitt 12,7 %.

Vid gödsling med Binadan var det marginell skillnad i proteinhalt mellan led I och J, d.v.s. breadspridning respektive radmyllning av 80 kg N/ha. I leden med Biofer ökade däremot proteinhalten med i genomsnitt 0,3 % om gödseln radmyllades. Skillnaderna mellan leden var dock inte signifikanta.

Tabell 21. Proteinhalter (% av ts) i kärnskördar av korn efter gödsling med stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Öjebyn	11,6	13,1	14,0	14,5	12,5	13,6	14,1	12,8	13,8	14,3
1998										
Nisstäkt	11,8	11,6	12,3	13,5	11,6	12,1	11,7	11,1	11,8	11,9
Rörsvik	11,8	12,3	13,3	13,0	12,5	12,2	12,4	12,7	12,7	12,4
Öjebyn	12,8	12,7	13,4	14,0	12,8	12,7	14,2	13,1	12,8	13,3
1999										
Nisstäkt	8,4	8,2	9,4	10,2	8,1	9,1	9,0	7,8	8,6	8,0
Trossnäs	11,1	10,5	10,6	10,8	11,6	12,1	11,5	11,3	11,3	11,6
Öjebyn	9,6	9,4	10,2		9,6	9,7	10,1	9,4	9,4	9,4
Medeltal	11,0	11,1	11,9	12,7	11,2	11,6	11,9	11,2	11,5	11,6
Max	12,8	13,1	14,0	14,5	12,8	13,6	14,2	13,1	13,8	14,3
Min	8,4	8,2	9,4	10,2	8,1	9,1	9,0	7,8	8,6	8,0
Standardavvikelse	1,5	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,9	2,0	1,9	2,2
Variationskoefficient, %	14	16	15	14	15	14	16	18	16	19

LSD (5 %) = 1,8 %.

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

Mineralkväve i marken på våren

Mängden mineralkväve i marken på våren var i allmänhet stor och varierade avsevärt (tabell 3). I medeltal för samtliga platser under de tre åren fanns 104 kg/ha ner till 90 cm djup i samband med sådden. Våren 1998 konstaterades 157 och 181 kg N/ha i marken på försöksplatserna vid Nisstäkt i Dalarna respektive Rörsvik i Värmland. Detta är mycket stora mängder, speciellt eftersom förfrukten på båda försöksplatserna var vårkorn. En möjlig förklaring kan vara att det under en följd av år hade spridits stallgödsel och odlats kvävefixerande grödor på dessa platser, vilket då ökat markens mineraliseringsförmåga. Under samtliga år noterades de minsta mängderna mineralkväve vid Öjebyn i Norrbotten: 60-70 kg/ha.

Mineralkväve i marken efter avslutad kväveupptagning och påsenhösten

Mängden kvarvarande mineralkväve i marken vid gulmognad (i augusti-september) uppgick till 30-40 kg/ha (tabell 22). Detta visar att kornet inte lyckades tömma marken på mineralkväve fullt så bra som höstvetet. Restmängderna var i allmänhet större än i försök med vårsäd i konventionell odling (Lindén et al., 1993a och b, 1999). Detta kan dels sammanhålla med lägre avkastning och därmed mindre kvävebehov och dels med generellt sett ganska stor tillgång på utnyttjbart jordkväve. De största utnyttjade mängderna fanns i leden med 80 och 120 kg urinkväve per ha samt i ledet med radmyllad Biofer i mängden 80 kg N/ha. Resultatet visar dock inte på några tydliga skillnader i mängderna kvarvarande mineralkväve mellan de olika gödselmedlen.

Tabell 22. Mineralkväve (kg/ha) i markprofilen, (0-90 cm) vid kornets gulmognad efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin			Biofer			Binadan			
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Öjebyn	35	44	53	61	42	36	47	43	49	51
1998										
Nisstäkt	23	17	19	25	26	31	30	27	30	34
Rörsvik	20	36	39	45	30	23	60	26	22	23
Öjebyn	41	27	48	38	26	36	48	26	22	27
1999										
Nisstäkt	19	16	24	29	19	12	20	18	23	23
Trossnäs										
Öjebyn	46	47	51		45	46	47	40	46	46
Medeltal	31	31	39	40	31	31	42	30	32	34
Max	46	47	53	61	45	46	60	43	49	51
Min	19	16	19	25	19	12	20	18	22	23
Standardavvikelse	11	13	14	14	10	12	15	9	13	12
Variationskoefficient, %	40	40	40	40	30	40	30	30	40	30

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

Vid jordprovtagningen i månadsskiftet oktober-november hade mineralkvävemängderna i marken i de flesta fall ökat med mellan 5 och 10 kg/ha (tabell 23). I två försök förblev dock kväveinnehållet i marken i stort sett oförändrat fram till den senare provtagningen. Liksom vid gulmognad fanns på senhösten bara något kg N/ha mer efter tillförsel av 80 kg N/ha med de olika gödselmedlen. Det fanns emellertid inga signifikanta skillnader mellan de olika be-

Tabell 23. Mineralkväve (kg/ha) i markprofilen, (0-90 cm) i oktober-november efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan i försöken med vårkorn.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin			Biofer			Binadan			
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Öjebyn	76	75	74	82	60	69	67	60	79	76
1998										
Nisstäkt	31	36	43	47	35	40	38	35	39	42
Rörsvik	25	27	26	35	38	29	30	32	28	38
Öjebyn	47	32	42	54	32	44	54	31	28	34
1999										
Nisstäkt	17	19	16	21	16	15	18	17	17	15
Trossnäs	28		19		27	24	30	31	25	25
Öjebyn	46	44	49		47	50	53	47	41	51
Medeltal	38	39	39	48	36	39	41	36	37	40
Max	76	75	74	82	60	69	67	60	79	76
Min	17	19	16	21	16	15	18	17	17	15
Standardavvikelse	20	20	20	23	14	18	17	14	20	20
Variationskoefficient, %	50	50	50	50	40	50	40	40	60	50

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

handlingarna varken vid provtagningen i augusti eller vid oktober-november. Liksom i försöken med höstvetete tyder detta på att de olika gödselmedlen och de stigande N-givorna knappast påverkat kväve-mineraliseringen i marken under hösten och därmed ej heller kväve-utlakningsrisken märkbart på detta sätt.

Kväveinnehåll i korngrödan

För att studera hur stora mängder kväve grödan i de olika leden tog upp provtogs kornet liksom höstvetetet vid gulmognad genom klippning av de ovanjordiska delarna. Kvävemängderna i rötterna beräknades sedan enligt ovan för att belysa hela grödans kväveinnehåll. Kväveinnehållet i grödan steg med ökad tillförsel av kväve (tabell 24). Grödans kväveupptag var dock större med Biofer och Binadan än med humanurin i mängderna 40 och 80 kg N/ha. Det största genomsnittliga kväveupptaget noterades i ledet med 80 kg N/ha som radmyllad Biofer. Det fanns dock bara två signifikanta parvisa skillnader i grödans kväveinnehåll mellan olika led. Kornet i det ogödslade ledet innehöll i medeltal 77 kg N/ha, vilket avspeglar mängderna utnyttjbart jord- och förfruktskväve. Med hänsyn till detta kväve och de låga skördarna blev ökningen av kväveinnehållet i grödan till följd av gödslingarna liten.

Tabell 24. Totalt innehåll av kväve (kg/ha) i korn (inkl. beräknade mängder i rötterna) vid gulmognad efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Öjebyn	119	93	93	102	121	134	185	182	166	139
1998										
Nisstäkt	82	93	120	127	84	99	104	88	91	116
Rörsvik	103	114	128	132	127	128	139	120	128	125
Öjebyn	101	112	115	145	117	124	131	101	116	124
1999										
Nisstäkt	36	48	67	85	49	57	59	41	57	64
Trossnäs	53	56	72	79	68	96	117	71	92	96
Öjebyn	44	75	66		63	75	103	60	81	83
Medeltal	77	85	94	112	90	102	120	95	105	107
Max	119	114	128	145	127	134	185	182	166	139
Min	36	48	66	79	49	57	59	41	57	64
Standardavvikelse	32	26	27	27	32	29	39	46	36	27
Variationskoefficient, %	40	30	30	20	40	30	30	50	30	20

LSD (5 %) = 35 kg N/ha.

Statistiskt signifikanta skillnader ($p < 0,05$): A-G, B-G.

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

Nettomineralisering av kväve

Nettomineraliseringen av kväve från tidig vår (vid vårbruket) till gulmognad (beräkning: se nettomineralisering i höstvetete) i de olika kornförsöken uppgick i medeltal till 62 kg N/ha, men varierade kraftigt (tabell 25). I tre av fallen var den negativ. Dessa värden ingår dock inte i medeltalen. Orsaken till dessa resultat var sannolikt att kvävemängderna i marken vid sådd var mycket stora och att en del av detta kväve förlorats genom denitrifikation och utlakning under växtsäsongen.

Gödselkvävet utnyttjandegrad

Gödselkvävet utnyttjandegrad kan, som nämnts tidigare, relateras dels till kväveinnehållet i hela grödan och dels till kärnskorde. Resultaten från provtagningen av kornets ovanjordiska delar vid gulmognad visar att utnyttjandegraden för humanurinkvävet var ca. 30 % oavsett kvävegiva (tabell 25). I leden med 40 och 80 kg N/ha i form av Binadan och Biofer som bredspritts blev resultatet också omkring 30 %. Den bästa genomsnittliga kväveeffektiviteten noterades i ledet med radmyllad Biofer, där utnyttjandegraden i medeltal blev 54 %. Radmyllning av Binadan förbättrade också effekten, men inte lika tydligt.

Tabell 25. Nettomineralisering av kväve (kg N/ha) under växtsäsongen samt gödselkvävet utnyttjandegrad (% av tillfört kväve) med avseende på kväveinnehållet i hela grödan i relation till N-givor och gödselmedel i försöken med korn.

Försöksplats	Nettomineralisering	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel								
		Humanurin			Biofer			Binadan		
		B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
		40	80	120	40	80	80	40	80	80
1997										
Öjebyn	85	17	24	26	7	20	83	158	60	25
1998										
Nisstäkt	-60	28	48	38	5	21	28	16	12	43
Rörsvik	-45	28	32	26	61	31	45	42	32	28
Öjebyn	75	27	18	37	40	28	37	1	19	28
1999										
Nisstäkt	-48	37	45	46	33	27	28	13	27	35
Trossnäs	64	3	18	16	37	53	80	43	48	53
Öjebyn	23	80	28	28	47	38	73	40	47	48
Medeltal***	62	31	31	31	33	31	54	26****	35	37
Max***	85	80	48	46	61	53	83	43****	60	53
Min***	23	3	18	16	5	20	28	1****	12	25
Standardavvikelse***	27	24	12	10	20	12	24	18****	17	11
Variationskoefficient, %***	40	80	40	30	60	40	50	70****	50	30
*	Bredspridning av gödseln.									
**	Kombisådd.									
***	Negativa värden ingår ej.									
****	Resultat från Öjebyn ingår ej.									

Om utnyttjandegraden istället beräknas på basis av den tröskade kärnskorde blir bilden lite annorlunda (tabell 26). Effektiviteten av urinkvävet minskade med ökad kvävegiva från 14 till 8 %, vilket var sämre än för Biofer och Binadan. I leden med bredspridd Biofer och Binadan minskade likaså utnyttjandegraden med ökade kvävegivor. Också i detta fall hade radmyllning av gödseln positiv verkan. 80 kg N/ha som radmyllad Binadan gav ett N-utbyte i kärnskorde på 17 % mot 14 % efter bredspridning. För Biofer var motsvarande resultat 15 respektive 10 %.

Variationen i kväveeffektivitet var mycket stor mellan de olika försöksplatserna och i vissa fall blev skillnaderna mellan försöken större än mellan de olika leden på samma plats. På en plats, Nisstäkt i Dalarna, var utnyttjandegraden mycket låg 1998. Skörden blev liten. Sannolikt hade också en stor mängd kväve förlorats under säsongen.

Tabell 26. Gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på kväveinnehållet i kärnskörden i relation till N-givor och gödselmedel i försöken med korn.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel								
	Humanurin			Biofer			Binadan		
	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
	40	80	120	40	80	80	40	80	80
1997									
Öjebyn	17	12	7	17	6	13	12	12	12
1998									
Nisstäkt	24	22	17	20	17	18	17	18	25
Rörsvik	20	13	6	12	13	14	25	22	11
Öjebyn	9	13	8	12	5	11	12	10	17
1999									
Nisstäkt	1	3	1	-1	1	4	-3	4	9
Trossnäs	9	8	6	14	17	20	30	17	26
Öjebyn	18	12	13	25	10	27	18	18	20
Medeltal***	14	12	8	17	10	15	19	14	17
Max***	24	22	17	25	17	27	30	22	26
Min***	1	3	1	12	1	4	12	4	9
Standardavvikelse***	8	6	5	5	6	7	7	6	7
Variationskoefficient, %***	60	50	60	30	60	50	40	40	40

* Bredspridning av gödseln.
 ** Kombisådd.
 *** Negativa värden ej beaktade.

Vårvete

Försök med vårvete genomfördes bara på fyra platser och endast 1997 och 1998. År 1997 utfördes tre försök: ett på Dingleskolan (Bohuslän), ett på L Böslid (Halland) och ett vid Norrgårda (Närke). 1998 var det enda försöket beläget på Dingleskolan.

Gödselmedlens inverkan på avkastningen

Tillförsel av 40 kg N/ha gav 600-700 kg kärna per ha i meravkastning oberoende av gödselslag (tabell 27). Gödsling med 80 kg N/ha medförde endast obetydlig skördeökning där Biofer och Binadan bredspreddes, men något mer för humanurin. Radmyllning av Binadan och Biofer hade en svagt positiv effekt i jämförelse med bredspridning av gödseln. Med undantag av försöket på Dingle 1997 gav kombisådd något högre avkastning än bredspridning på samtliga försöksplatser. De generellt små skördeutbytena i alla leden torde bero på de höga grundskördarna, med i medeltal 4500 kg kärna per ha i ledet utan gödseltillförsel.

Skördeökningen per kg kväve som tillfördes var mycket måttlig, men något bättre än i kornförsöken. En giva på 40 kg kväve gav i medeltal en skördeökning på 16, 17 och 18 kg kärna/kg N för urin, Binadan respektive Biofer. Tillförsel av 80 kg N/ha gav 11 kg kärna/kg N vid gödsling med urin samt radmyllning av Biofer och Binadan. Vid bredspridning av 80 kg N/ha som Biofer och Binadan blev resultatet något sämre: 9 kg kärna/kg N. Resultatet är något sämre än för höstvete, vilket antagligen beror på större tillgång på utnyttjbart jord- och förfruktskväve (tabell 31) och delvis lägre skördenivåer.

Tabell 27. Kärnskördar (kg/ha) med stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan i försöken med vårvete.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Dingleskolan	6680	7140	7180		7010	7170	7170	7010	7190	7100
Lilla Böslid	3970	4290	4620		4840	4600	4860	4960	4950	5290
Norrgråda	4800	5510	5620	5800	5540	5310	5760	5540	5580	5330
1998										
Dingleskolan	2540	3560	4170	4460	3400	3620	3740	3170	3280	3890
Medeltal	4500	5120	5400	5130	5200	5180	5380	5170	5250	5400
Max	6680	7140	7180	5800	7010	7170	7170	7010	7190	7100
Min	2540	3560	4170	4460	3400	3620	3740	3170	3280	3890
Standardavvikelse	1730	1560	1340	950	1500	1500	1450	1590	1620	1320
Variationskoefficient, %	38	31	25	20	29	29	27	31	31	24

LSD (p < 0,05) = 2151 kg/ha
 * Bredspridning av gödseln
 ** Kombisådd.

Variation i proteinhalt

Vårvetets proteinhalt blev förhållandevis hög i de flesta fall (tabell 28). Det gäller också försöket på Dingle 1997 där avkastningen var mycket bra. I motsats till höstveteförsöken gav gödsling med 40 kg N/ha påtagliga öknings av proteinhalten för alla tre gödselslagen. Detta beror sannolikt på den goda tillgången på utnyttjbart kväve. Leden med uringödsling uppvisade tydliga öknings av proteinhalten. Efter bredspridning av Biofer var emellertid skillnaden i proteinhalt liten mellan leden med 40 och 80 kg N/ha. Radmyllning av 80 kg N/ha som Biofer ökade dock proteininnehållet något. I leden med Binadan gav gödslingsnivån 40 kg N/ha högst proteinhalt.

För att inte få avdrag på betalningen av ekologiskt vårvete från Odal krävs en proteinhalt på 11 % (Gustafsson, pers. medd.). Under 1997 klarade vårvetet i de flesta behandlingarna denna gräns, medan i det enda försöket 1998 blev det för låga proteinhalter t.o.m. med de högsta kvävegivorna. 1998 var som redan nämnts ett kallt och nederbördsrikt år vilket sannolikt påverkade resultatet. Dessutom var förfrukten spannmål i detta försök, vilket ju normalt minskar kvävetillgången och därmed försämrar förutsättningarna för höga proteinhalter.

Tabell 28. Proteinhalter (% av ts) i kärnskörden av vårveete efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Dingleskolan	11,5	11,9	12,6		11,6	12,1	12,3	11,9	12,0	11,8
Lilla Böslid	10,3	10,6	11,1		11,1	10,8	11,5	11,6	11,4	11,5
Norrgårda	11,1	12,0	12,7	13,3	11,9	12,4	13,0	12,1	12,0	11,5
1998										
Dingleskolan	10,8	10,1	10,2	10,7	10,4	10,1	10,5	10,4	10,0	10,1
Medeltal	10,9	11,2	11,7	12,0	11,3	11,4	11,8	11,5	11,4	11,2
Max	11,5	12,0	12,7	13,3	11,9	12,4	13,0	12,1	12,0	11,8
Min	10,3	10,1	10,2	10,7	10,4	10,1	10,5	10,4	10,0	10,1
Standardavvikelse	0,5	1,0	1,2	1,8	0,6	1,1	1,1	0,8	1,0	0,8
Variationskoefficient, %	5	9	10	6	6	9	9	7	9	7

LSD (5 %) = 1,4 %.

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

Mineralkväve i marken på våren

Mineralkväveförråden i marken (0-90 cm) omedelbart före gödsling och sådd uppgick till 77-115 kg N/ha med 100 kg N/ha som medeltal (tabell 4). Trots spannmåsförfrukt på den enda försöksplatsen 1998 fastställdes där en mineralkvävemängd på 90 kg/ha. På de övriga provplatserna var det kväverika förfrukter.

Mineralkväve i marken efter avslutad kväveupptagning och påsenhösten

I leden med humanurin fanns med stigande kvävegivor en tendens till ökat mineralkväveinnehåll i marken vid avslutad kväveupptagning (tabell 29). Variationen i mineralkväveförekomst mellan de olika försöken var dock stor. Detsamma gäller resultaten från leden med Binadan och Biofer. Någon entydig inverkan av gödselmedlen och de stigande kvävegivorna på de kvarvarande mineralkvävemängderna vid avslutad kväveupptagning kan därför inte fastställas.

Värt att notera är att kvävetillgången på Dingle 1997 var så god att det trots en avkastning på omkring 6700 kg/ha med en proteinhalt på 11,5 % i det ogödslade ledet fanns 60 kg kväve kvar per ha i marken i detta led vid gulmognad. År 1998 var både förfrukt och väder sämre, vilket kan vara orsaken till de mindre mineralkvävemängderna i marken vid gulmognad detta år.

Tabell 29. Mineralkväve (kg N/ha) i markprofilen (0-90 cm) vid vårvetets gulmognad efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	A	Humanurin			Biofer			Binadan		
		B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
	0	40	80	120	40	80	80	40	80	80
1997										
Dingleskolan	62	50	60		47	46	68	77	57	51
Lilla Böslid	20	23	24		21	24	25	23	21	20
Norrgårda	24	39	38	63	33	51	47	63	49	40
1998										
Dingleskolan	15	15	16	15	11	12	12	18	17	13
Medeltal	30	31	34	39	28	33	38	45	36	31
Max	62	50	60	63	47	51	68	77	57	51
Min	15	15	16	15	11	12	12	18	17	13
Standardavvikelse	22	16	19	34	15	18	25	29	20	17
Variationskoefficient, %	70	50	60	20	60	60	60	60	50	60

LSD (5 %) = 31 kg/ha.

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

En jämförelse av mineralkvävemängderna i marken vid gulmognad (tabell 29) och på senhösten (tabell 30) visar att förråden i medeltal för respektive led ökade med 2-18 kg/ha under perioden däremellan. Någon inverkan av de olika gödselmedlen och kvävegivorna på denna anhopning av mineraliserat kväve kunde dock inte fastställas. På Norrgårda fanns led där kvävemängderna minskade från augusti till november. Detta gäller de led där mineralkväveresterna var som störst vid gulmognad. Här kan särskilt stora förluster ha uppkommit under hösten, bl.a. genom att mineralkväve transporterats ner under provtagningsdjup. På Dingleskolan var väderförhållandena så svåra hösten 1998 att provtagningen inte kunde genomföras, varför värden därifrån saknas.

Tabell 30. Mineralkväve i markprofilen (kg/ha, 0-90 cm) i oktober-november efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan i försöken med vårvete.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	A	Humanurin			Biofer			Binadan		
		B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
	0	40	80	120	40	80	80	40	80	80
1997										
Dingleskolan	64	65	83		61	61	64	71	68	58
Lilla Böslid	30	30	30		30	31	33	32	33	30
Norrgårda	43	47	43	43	41	44	44	44	40	48
1998										
Dingleskolan ***										
Medeltal	46	47	52		44	45	47	49	47	46
Max	64	65	83		61	61	64	71	68	58
Min	30	30	30		30	31	33	32	33	30
Standardavvikelse	17	17	28		16	15	16	20	18	14
Variationskoefficient, %	40	40	50		40	30	30	40	40	30

LSD (5 %) = 32 kg/ha.

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

*** dåligt väder omöjliggjorde provtagning på Dingleskolan.

Kväveinnehåll i vårvetegrödan

Det största kväveinnehållet i hela grödan erhöles efter gödsling med humanurin (tabell 31). Med en kvävegiva på 40 kg/ha steg kvävemängden i grödan med 20 kg/ha i urinledet, 19 kg i Bioferledet och 12 kg i ledet med Binadan jämfört med ogödslad gröda. Med tillförsel av 80 kg N/ha genom bredspridning ökade kväveinnehållet ytterligare, men i mindre utsträckning. Radmyllning av Biofer (80 kg N/ha) gav större kvävemängd i grödan än bredspridning. I leden med Binadan var tendensen emellertid den motsatta, med undantag för en försöksplats. Signifikanta skillnad fanns mellan det ogödslade ledet och ledet med den största uringivan.

Tabell 31. Totalt innehåll av kväve (kg/ha) i vårvete (inkl. beräknade mängder i rötterna) vid gulmognad (kg/ha) efter tillförsel av stigande kvävegivor i form av humanurin, Biofer och Binadan.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel									
	Humanurin				Biofer			Binadan		
	A	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
0	40	80	120	40	80	80	40	80	80	
1997										
Dingleskolan	136	161	175		155	168	172	151	166	150
Lilla Böslid	100	117	116		121	120	117	106	128	126
Norrgårda	111	135	175	180	137	135	152	129	156	126
1998										
Dingleskolan	76	91	111	122	88	93	94	85	80	110
Medeltal	106	126	144	151	125	129	134	118	132	128
Max	136	161	175	180	155	168	172	151	166	150
Min	76	91	111	122	88	93	94	85	80	110
Standardavvikelse	25	30	36	41	29	31	35	29	39	17
Variationskoefficient, %	20	20	20	20	20	20	30	20	30	10

LSD (5 %) = 44,4 kg N/ha.

Statistiskt signifikanta skillnader (p < 0,05): A-D.

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

Nettomineralisering av kväve

Nettomineraliseringen varierade avsevärt mellan de olika platserna (tabell 32). Från tiden för vårbruket till gulmognad hos vårvetet uppgick den i medeltal till 37 kg N/ha. Genomsnittsvärdet påverkades negativt av resultatet från försöket på Dingle 1998, där den beräknade nettofrigörelsen bara blev 1 kg/ha jämfört med 84 kg N/ha 1997. Förfrukten stråsäd hade sannolikt betydelse för nettomineraliseringen 1998, men de stora nederbörds mängderna under samma år kan troligen ha medfört betydande denitrifikationsförluster, vilket kan förklara att den beräknade nettomineraliseringen blev så liten.

Gödselkvävet utnyttjandegrad

Gödselkvävet effektivitet med avseende på kväveinnehållet i hela grödan var bäst i de urin-gödslade leden med ett genomsnitt på knappt 50 % (tabell 32). För Biofer och Binadan erhöles omkring 40 respektive 30 %. Radmyllning av Biofer ökade utnyttjandet, medan så inte var fallet med Binadan. Vårvetet var nästan lika effektivt i utnyttjande av urinkvävet som höstvetet, medan utnyttjandegraden för kornet var betydligt sämre. Kornförsöken utfördes dock betydligt längre norrut, vilket sannolikt har betydelse.

Tabell 32. Nettomineralisering av kväve under växtsäsongen samt gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på kväveinnehållet i hela grödan i relation till N-giva och gödselmedel i försöken med vårvete.

Försöksplats	Nettomineralisering	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel								
		Humanurin			Biofer			Binadan		
		B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
		40	80	120	40	80	80	40	80	80
1997										
Dingleskolan	84	64	49		47	40	45	39	37	18
Lilla Böslid	42	43	20		54	25	21	16	35	33
Norrgårda	22	60	79	57	65	29	51	43	56	18
1998										
Dingleskolan	1	37	43	38	28	21	22	21	4	42
Medeltal	37	51	48	47	49	29	35	30	33	28
Max	84	64	79	57	65	40	51	43	56	42
Min	1	37	20	38	28	21	21	16	4	18
Standardavvikelse	35	13	24	14	15	8	15	13	21	12
Variationskoefficient, %	95	26	51	29	31	29	44	44	65	42

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

Gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på enbart kärnskörden (tabell 33) var givetvis lägre än för hela grödan, men skillnaden blev i några fall liten, vilket tyder på osäkerhet i resultatet. I leden med Biofer och Binadan blev kväveeffektiviteten högre med den lägsta kvävegivan, medan det inte var någon påtaglig skillnad mellan de led som gödslats med humanurin. I dessa motsvarade kvävet i kärnan omkring 30 % av de tillförda gödselkvävmängderna. I leden med Binadan utnyttjades 20-40 % av gödselkvävet i kärnan. Motsvarande för leden som gödslats med Biofer var 20-35 %.

Tabell 33. Gödselkvävet utnyttjandegrad med avseende på kväveinnehållet i kärnskörden i relation till N-giva och gödselmedel i försöken med vårvete.

Försöksplats	Totalkväve (kg/ha) tillfört med respektive gödselmedel								
	Humanurin			Biofer			Binadan		
	B*	C*	D*	E*	F*	G**	H*	I*	J**
	40	80	120	40	80	80	40	80	80
1997									
Dingleskolan	31	25		17	18	20	25	18	13
Lilla Böslid	17	19		49	16	28	63	29	38
Norrgårda	48	34	30	47	24	41	52	26	15
1998									
Dingleskolan	32	29	25	30	17	22	21	10	22
Medeltal	32	27	28	36	19	28	40	21	22
Max	48	34	30	49	24	41	63	29	38
Min	17	19	25	17	16	20	21	10	13
Standardavvikelse	13	6	4	15	3	9	21	9	11
Variationskoefficient, %	39	23	14	42	18	33	52	42	51

* Bredspridning av gödseln.

** Kombisådd.

Slutsatser

I höstveteförsöken medförde tillförsel av humanurin god tillväxtökning, från i medeltal knappt 3500 kg kärna per ha utan gödsling till drygt 5000 kg efter tillförsel av 120 kg N/ha som urin. Det fanns en tendens, dock inte signifikant, till att gödsling med urin gav något högre kärnavkastning än Binadan, och som i sin tur var bättre än Biofer. Skördeskillnaderna uppgick till 200-400 kg/ha mellan humanurinen och Binadan vid tillförsel av 40 och 80 kg N/ha. Diskrepansen mellan Binadan och Biofer var något mindre. När det gäller proteinhalten blev bilden lite annorlunda. Urin och Biofer gav något högre proteinhalter än Binadan, men inte heller här fanns några signifikanta skillnader mellan de olika gödselmedlen vid samma kvävenivåer. För att klara proteinhaltskravet för brödvete krävs enligt denna undersökning en tillförsel av 95 kg N/ha i form av humanurin eller Biofer jämfört med 110 kg N/ha som Binadan. Att mindre kvävegödsling, såsom givorna 40 och 80 kg N/ha i försöken, inte gav tillräckligt hög proteinhalt trots relativt sen gödsling (medeldatum 14 maj) torde bero på att kvävesorter som Kosack är högavkastande och mer främjar storleken på kärnskorde än proteinhalten vid måttlig kvävetillförsel. Sålana sorter passar därför sämre i ekologisk odling.

I kornförsöken blev de tre gödselmedlens inverkan på avkastningen liten. Orsaken var sannolikt låg avkastningsnivå i försöken och god tillgång på utnyttjbart jord- och förfruktskväve. Tillförsel av 40 kg N/ha gav skördeökningar på 400-500 kg korn per ha med små skillnader mellan gödselslagen. Med ytterligare kväve erhöles bara små skördeutslag. En viss skördeökning hos korn konstaterades dock med radmyllad gödsel. Binadan gav då något högre skörd än Biofer. Skillnaderna i gödselmedlens inverkan på proteinhalten var också små. Kväve i form av urin och radmyllad Biofer visade en svag tendens till högre proteinhalter.

I försöken med vårvete ökade kärnskorde med 600-700 kg /ha efter tillförsel av 40 kg N/ha, med små skillnader mellan gödselslagen. Efter tillförsel av ytterligare kväve blev dock avkastningsökningarna små i jämförelse med höstvete, särskilt vid bredspridning av Biofer och Binadan. Med radmyllning av dessa båda gödselmedel erhöles dock något bättre skördeutbyte. Orsaken till den sämre effekten av större kvävegivor jämfört med höstvetet var sannolikt god tillgång till utnyttjbart jord- och förfruktskväve, med höga grundskördar som följd. De tre gödselmedlen gav i stort sett lika proteinhalter. I genomsnitt klarade alla gödselade led i vårveteförsöken de av handeln uppsatta kraven på proteinhalt för ekologiskt brödvete (11 %). Orsaken torde bl. a. vara kväverika förfrukter. År 1998 (endast ett försök) var dock proteinhalten i vårvetet för låga oavsett gödseltyp och kvävenivå troligen till följd av kväveförluster.

För höstvete blev utnyttjandegraden för gödselkvävet med avseende på kväveinnehållet i hela grödan omkring 55 % vid gödsling med humanurin och 30 % med Biofer och Binadan. I jämförelse med höstvete blev utnyttjandet av gödselkvävet i vårvete något sämre efter urinspridning (ca 50 %), ungefär likartat vid gödsling med Binadan (32 %) och något bättre med Biofer (39 %). Kornförsöken uppvisade avsevärt sämre utnyttjande av det tillförda kvävet oavsett gödselslag (13 % med urin, 14 % med Biofer och 17 % med Binadan). Låga skördar, uppenbarligen beroende på sämre klimat och tillväxtbetingelser på försöksplatserna, som var belägna längre norrut än höst- och vårveteförsöken, och stora mängder mineralkväve i marken på våren var troliga orsaker till det svaga kväveutnyttjandet.

En jämförelse med omfattande försöksserier med höstvete och vårkorn i konventionell odling visar att skördeökningen per kg tillfört kväve i form av humanurin, Biofer och Binadan var sämre än för handelsgödselkväve. Detta överensstämmer med resultat redovisade av Bergman (2000). För humanurin kan förhållandet delvis bero på ammoniakavdunstning (Richert Stint-

zing et al. 2001) och för Biofer och Binadan på att gödselkvävet till största delen är organiskt bundet och måste mineraliseras innan det blir tillgängligt för grödan. Det fanns inga tydliga tendenser till skillnader i mängden utnyttjat mineralkväve i marken vid avslutad kväveupptagning (gulmognad) och under senhösten (oktober-november), varken mellan de tre gödselslagen eller mellan olika kvävemängder med dessa. Detta visar på att risken för ökad kväveutlakning under vinterhalvåret efter spridning av dessa gödselslag måste ha vara liten vid de använda kvävenivåerna. Återkommande gödsling under ett antal år kan dock öka utlakningen liksom för stall- och handelsgödsel.

Summary

In order to investigate the effects of human urine and the commercial organic fertilisers Biofer 10-4-0 (or in some cases Biofer 11-3-0) and Binadan 6-3-12 on grain yield, protein content, nitrogen recovery and risks of nitrogen leaching in organic farming, 15 field experiments with winter wheat, 4 with spring wheat and 7 with spring barley were performed in 1997-99. Biofer mainly consists of meat bone meal and Binadan of chicken manure. The trials were carried out on eleven farms with organic production from the province of Halland in south Sweden (ca. 57°N) to the province of Norrbotten in the north (ca. 65°N). However, the experiments with winter and spring wheat were located in south, west and central Sweden (56°37'N - 59°15'N). The experiments with spring barley were performed in west-central and north Sweden (59°30'N - 65°15'N). In the trials with winter wheat, increasing amounts of the fertilisers were applied corresponding to 0, 40, 80 and 120 kg of N/ha in the spring (average date: 14th May). Human urine was band-spread on the soil surface in every second seed row interspace, whereas Biofer and Binadan were broadcast. The fertilisers were then incorporated into the soil surface by means of weed harrowing. In the trials with spring wheat and barley the nitrogen fertilisation levels were 0, 40, 80 and 120 kg of N/ha. Here, human urine was applied in amounts corresponding to 40, 80 and 120 kg N/ha, whereas Biofer and Binadan were used in amounts corresponding to only 40 and 80 kg N/ha. In these treatments the fertilisers were broadcast and then harrowed down into the seedbed before sowing in the spring. Moreover, 80 kg N/ha in the form of Biofer and Binadan was band-spread at a depth of about 7 cm in every second seed row interspace at sowing (placement).

Human urine was taken from more-or-less adjacent housing areas or schools equipped with urine-separating toilets. The plant nutrient content of the urine varied considerably between the sources. The concentration of ammonium nitrogen, constituting almost 85 % of the content of total nitrogen, amounted to, on average, 21 kg per ten tonnes of urine, with 5 kg as the minimum value and 72 kg as the maximum value. The mean phosphorus concentration was 2.5 kg per ten tonnes (range: 1-7 kg), whereas the potassium content was 6.5 kg (range: 0-16 kg). Analyses of the consignments of Biofer 10-4-0 used in the field experiments showed that this fertiliser contained, on average, 9.7 % total N (0.2 % ammonium N), 2.8 % P and 0.6 % K. Biofer 11-3-0 contained, on average, 10.6 % total N (0.1 % ammonium N), 2.7 % P and 0.5 % K. The analyses of Binadan 6-3-12 showed, on average, 6.0 % total N, (0.5 % ammonium N), 2.5 % P and 10.8 % K. Even though the nitrogen effect of the fertilisers was studied, the contents of the other plant nutrients may have influenced the results to some extent.

The preceding crops in the trials with winter and spring wheat were grass-clover for forage (mainly 2- or 3-year leys) or for green manuring, peas and winter turnip rape, thus possessing a better residual nitrogen effect than cereals, which were grown only at two sites. The crops prior to the spring barley were leys or annual leguminous plants at three sites and cereals at

four. The preceding crops obviously affected the amounts of plant-available soil nitrogen in the trials, which were determined as total nitrogen in the crops at the cessation of nitrogen uptake (sampling at the yellow ripeness stage) in the control treatments (without fertilisation). On average, plant-available soil nitrogen amounted to 90 kg N/ha (range: 49-132 kg) in the trials with winter wheat, 106 kg (range: 76-106 kg) in the spring wheat experiments and 77 kg (range: 36-119 kg) in the spring barley trials. This is generally more than normally found with cereals as preceding crops in field experiments under conventional farming conditions in Sweden (Lindén, 1987; Lindén et al., 1993a and b). According to calculations of net nitrogen mineralisation, based on the determinations of total nitrogen in the crops at yellow ripeness in the control treatment and soil mineral nitrogen (ammonium and nitrate N) in the 0-90 cm soil layer before fertilisation in the spring and at yellow ripeness, an average of 66 kg N/ha of the plant-available soil nitrogen originated from nitrogen mineralised during the growing season (after the fertilisation time) in the winter wheat trials. In the spring wheat and barley experiments the corresponding net nitrogen release amounted to, on average, 37 and 62 kg N/ha, respectively. However, at experimental sites with extremely large precipitation during the growing season, the supply of plant-available soil nitrogen was reduced, obviously due to losses.

The generally good supply of plant-available nitrogen from the soil and the preceding crops affected the grain yields. These amounted to, on average, 3370 kg/ha (range: 1490-5100 kg) in the control treatment in the winter wheat experiments. In the spring wheat trials, 4500 kg/ha (range: 2540-6680 kg) was harvested without fertilisation. In the trials with spring barley, being performed in regions normally with lower yield levels, the corresponding average production was only 2080 kg/ha (range: 820-3610 kg).

Human urine corresponding to 40, 80 and 120 kg of N/ha increased the grain yields of winter wheat by, on average 750, 1500 and 2000 kg/ha, respectively. Binadan yielded less grain by, on average, about 600, 1100 and 1500 kg/ha, respectively. With Biofer the smallest yield increase was obtained: about 400, 800 and 1200 kg/ha, respectively. On average for all three nitrogen fertilisation levels, the increase of the winter wheat yields was 18 kg grain per kg N for humane urine, 14 kg for Binadan and 10 kg for Biofer. This nitrogen effect is considerably lower than that shown in 152 field experiments with winter wheat under conventional farming conditions with applications of mineral commercial fertilisers (Mattsson & Kjellquist, 1992). Here the corresponding yield increase was 39 kg grain per kg N. Thus nitrogen in human urine, Biofer and Binadan seems to have lower yielding effects. However, the comparatively large amounts of plant-available soil nitrogen in the experiments with these organic fertilisers may have contributed to the lower yield increases to some extent.

Fertilisation increased the grain protein contents of the winter wheat from, on average, 9.0 % in the control treatment to a maximum of 9.9 % following the application of 120 kg N/ha in the form of human urine and Biofer. The application of 120 kg N/ha of Binadan resulted in a mean protein concentration of 9.6 %. For marketability of organically produced winter wheat as bread wheat, a minimum protein content of 9.5% is required. On average, this content level was not reached in those treatments involving either 40 or 80 kg N/ha for all three fertilisers.

In the experiments with spring wheat the yield effects of the three organic fertilisers were very limited following the application of more than 40 kg N/ha. This was obviously due to the generally large supplies of plant-available soil nitrogen and consequently comparatively high yields in the control treatment. The application of 40 kg N/ha generally increased grain yields by 600-700 kg/ha but larger fertiliser amounts had insignificant effects. However, the place-

ment of 80 kg N/ha in the form of Binadan and Biofer increased grain yields by 150-200 kg/ha compared with the broadcasting of these fertilisers in the same amounts. Following the broadcasting of 40 and 80 kg N/ha, human urine had a yield effect corresponding to 16 and 11 kg of grain per kg N, respectively. For Biofer the corresponding values were 18 and 9 kg grain per kg N and for Binadan 17 and 9 kg, respectively, following broadcasting of these fertilisers. The protein concentrations were higher than in the winter wheat trials, probably due in part to larger supplies of plant-available soil nitrogen. The protein content in the spring wheat increased from, on average, 10.9 % without fertilisation to 11.2-11.8 % following the application of 40 or 80 kg N/ha, with insignificant differences between the three fertilisers. Human urine corresponding to 120 kg N/ha gave 12.0 % protein, on average. The conditions for classifying the spring wheat as organically produced bread wheat (at least 9.5 % protein) were obtained with all fertilisers and nitrogen levels, except for one trial in which a precipitation surplus obviously caused large nitrogen losses.

In the seven experiments with spring barley, performed in more northern regions as previously mentioned, the effects of the three organic fertilisers were very small. This was obviously due to more unfavourable climate and soil conditions, as well as large supplies of plant-available soil nitrogen in the trials in Norrbotten. Whereas amounts of the three fertilisers corresponding to 40 kg N/ha increased grain yields by, on average 400 kg/ha, a further yield increase of only about 100 kg of grain per ha was produced following broadcasting of 80 kg N/ha. However, placement of this nitrogen amount as Biofer and Binadan enhanced production by 200-300 kg of grain per ha compared to broadcasting. With the broadcasting of 40 and 80 kg N/ha, human urine and Biofer gave yield increases corresponding to 10 and 6 kg of grain per kg N, respectively. With Biofer the same results were obtained, whereas Binadan yielded 11 and 10 kg of grain per kg N, respectively. In the treatments with placement of 80 kg N/ha in the form of Biofer and Binadan the efficiency was further increased by about 2 kg of grain per kg N.

Residual soil mineral nitrogen at the cessation of crop uptake of nitrogen, determined by means of sampling the 0-90 cm soil layer at the yellow ripeness stage, was insignificantly affected by the fertilisers. In the trials with winter wheat, an average of 22 kg of N/ha was found in the treatment without fertilisation. The unused amounts of mineral nitrogen increased by 0-6 kg/ha following fertilisation but without any significant relationship to the kind or the amount of the fertilisers. Up to late October or early November soil mineral nitrogen generally increased further due to nitrogen mineralisation. On average, 30 kg of N/ha was found with very small differences between the fertilisation treatments. Similar results were obtained in the trials with spring wheat and barley. Obviously the fertilisers did not cause any significant increase neither in residual soil mineral nitrogen when crop uptake of nitrogen ceased nor in the accumulation of mineralised nitrogen during the autumn. Therefore no measurable influence on the risk of nitrogen leaching seemed to have occurred during these seasons as a result of fertilisation during one single year as in these experiments.

The efficiency of the nitrogen was calculated as the degree of recovery of fertiliser nitrogen in the entire crop, using the so-called difference method. In the trials with winter wheat the recovery of nitrogen from human urine amounted to, on average, 58, 54 and 55 % following the application of 40, 80 and 120 kg N/ha, respectively. For Biofer, the corresponding values were 32, 31 and 31 % and for Binadan 33, 27 and 34 %, respectively. In the experiments with spring wheat the recovery of urine nitrogen was 32, 27 and 28 % following the application of 40, 80 and 120 kg N/ha, respectively. After the broadcasting of 40 and 80 kg N/ha to the spring wheat in the form of Biofer, efficiency values corresponding to 36 and 19 % were ob-

tained and for Binadan 40 and 21 %, respectively. Placement of 80 kg N/ha increased nitrogen recovery to 28 % for Biofer and to 22 % for Binadan. In the experiments with spring barley the mean recovery for human urine was 31 %, irrespective of fertilisation level. The broadcasting of 40 and 80 kg N/ha as Biofer to the barley gave, on average, 33 and 31 % efficiency, respectively. For Binadan the corresponding values were 26 and 35 %, respectively. The best efficiency was obtained following the placement of 80 kg N/ha. Calculations of the efficiency of the fertiliser nitrogen as regards the nitrogen recovered only in the grain yield resulted in considerably lower values: about 20-30 % in the winter wheat (highest recovery in the treatments with human urine and lowest with Biofer), 20-40 % in the spring wheat (irrespective of the fertiliser type) and 10-20 % in the spring barley (lowest values for Biofer).

Litteratur

Albertsson, B. 2000. Riktlinjer för gödning och kalkning 2001. Statens Jordbruksverk. rapport 2000:22.

Bergman, N. 2000. Effekter av KRAV-godkända gödselmedel på skörd och proteinhalt hos vår- och höstvet. Examensarbete 3. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Bremner, J. M. & Keeney, D. R. 1966. Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 3. Exchangeable ammonium, nitrate and nitrite by extraction-distillation methods. Soil Science Society of America Proceedings 30, 577-582.

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

Höglund, C. 1998. Hygienisk kvalitet på källsorterad urin. Presentation vid Rikskonferensen Avlopp och Kretslopp, Linköping 2-3 mars 1998. Opubl.

Jönsson, H., Stenström, T.A. & Sundin, A. 1997. Source separated urine – Nutrient and heavy metal content, water saving and faecal contamination. Wat. Sci. Tech., 35 (9), 145-152.

Kirchmann, H. 1996. Växtnäringsämnenas kretslopp i samhället. Fakta – Mark/växter. Nr 5.

Lindén, B. 1981. Sambandet mellan odlingsåtgärderna och markens mineralkväveförråd. Kungl. Skogs- och lantbruksakademien, rapport 5, 1981, 67-123.

Lindén, B. 1987. Mineralkväve i markprofilen och kvävemineralisering under växtsäsongen. I: Kvävestyrning till stråsäd - dagsläge och framtidsmöjligheter. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, rapport 24, 23-46.

Lindén, B., Lyngstad, I., Sippola, J., Søgaard, K. & Kjellerup, V. 1992. Nitrogen mineralization during the growing season. I. Contribution to the nitrogen supply of spring barley. Swedish J. agric. Res. 22, 3-12.

Lindén, B., Aronsson, H., Gustafson, A. & Torstensson, G. 1993a. Fånggrödor, direktsådd

och delad kvävegiva - studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingssystem i ett lerbordsförsök i Västergötland. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Ekohydrologi 33.

Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G. & Ekre, E. 1993b. Mineralkvävedynamik och växtnäringsslakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingssystem med och utan fånggröda. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Ekohydrologi 30.

Lindén, B. & Wallgren, B. 1993. Nitrogen mineralization after leys ploughed in early or late autumn. Swedish J. agric. Res. 23, 77-89.

Lindén, B. 1997. Humanurin som kvävegödselmedel tillfört i växande gröda vid ekologisk odling av höstvet och havre. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Sveriges Lantbruksuniversitet. Serie B Mark och växter, rapport 1.

Lindén, B. 1998. KRAV-godkända gödselmedel till vårvete i ekologisk odling. Försök i Väst, Hushållningssällskapet, Skara, Försöksrapport 1998, 20-21.

Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M. & Rydberg, T. 1999. Kvävemineralisering under olika årtider och utlakning på en jord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Ekohydrologi 51.

Mattson, L. & Kjellquist, T. 1992. Kvävegödsling till höstvet på gårdar med och utan djurhållning. SLU, Institutionen för Markvetenskap, avdelning för växtnäringsslära. rapport 189.

Nyberg, A. & Lindén, B. 2000. Dokumentation av ekologiska växtodlingsgårdar i västra Sverige 1996-98. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Sveriges lantbruksuniversitet. Serie B Mark och växter, rapport 6.

Richert Stintzing, A., Rodhe, L. & Åkerhielm, H. 2001. Humanurin som gödselmedel – växtnäring, spridningsteknik och miljöeffekter. JTI-rapport. Lantbruk & Industri 278.

Rodhe, L. 1996. Urin från djur till gröda. Jordbrukstekniska Institutet. Teknik för lantbruket. Nr 53.

Steineck, S. Richert Stintzing, A. Rodhe, L. Elmquist, H. & Jakobsson, C. 1999. Plant nutrients in human urine and food refuse. Proceedings of NJF seminar no. 292, November 23-25 1998. Agricultural Research Centre, Jokioinen, Finland. DIAS report 13.

Sørensen, P. 1998. Lang eftervirkning af kvæstof i husdyrsgødning. Forskningsnytt om økologisk landbrug i Norden nr 2. 6-7.

Torstensson, L. 2000. Biologiskt avfall i kretslopp. Sveriges Lantbruksuniversitet. Faktablad Jordbruk, nr 5 2000.

Wallgren, B. & Lindén, B. 1991. Residual nitrogen effects of green manure crops and fallow. Swedish J. agric. Res. 21, 67-77.

Personliga meddelanden

- Ronny Adolfsson, Binadan Svenska AB, Enhagsslingan 6, 104 32 Stockholm. Tel. 08-792 2150.
- Tommy Gustafsson, Odal, V Skolgatan, Box 48, 534 21 Vara. Tel. 0512-797755.
- Rune Johansson. EkoNatur Sverige AB, Bäck 3422, 432 96 Åskloster. Tel. 0340-626498.
- Stefan Persson. Gyllebo Gödning, Vessmantorpsv. 16 260 70 Ljungbyhed. Tel. 0431-27233

Bilaga 1

Nederbörd (mm) vid meteorologiska stationer nära de olika försöksplatserna.

Meteorologisk station	Försöksplats	År	april	maj	juni	juli	augusti	september	oktober	Summa
Malmslätt	Västerbyskolan	1997	37	78	83	80	7	36	56	377
		1998	54	29	107	61	85	69	53	459
		1999	49	23	54	21	43	61	18	269
Piteå	Öjebyn	1997	42	2	70	168	29	47	27	385
		1998	23	77	77	97	117	56	107	554
		1999	26	32	52	30	30	13	66	249
Dingle	Dingleskolan	1997	23	82	71	65	47	102	89	479
		1998	80	44	141	99	104	93	194	755
		1999	117	86	178	66	69	140	127	782
Karlstad	Trossnäs och Rörsvik	1998	59	40	110	70	106	69	105	560
		1999	80	51	96	104	76	151	72	630
Örebro	Kvinnersta, Gräve & Norrgårda	1997	17	99	50	41	21	49	31	308
		1998	28	15	97	92	80	62	91	465
		1999	53	46	80	45	50	108	20	402
Västerås	Frändesta och Brunnby	1998	75	21	48	30	47	54	24	299
		1999	26	52	101	171	62	47	36	495
Borlänge	Nisståkt	1998	22	53	95	115	103	60	83	532
		1999	93	15	78	52	63	82	46	429
Halmstad	Lilla Böslid	1997	43	82	39	111	26	60	81	442
		1998	59	46	155	144	101	102	197	804
		1999	89	79	119	42	135	94	106	664
Logården	Logården	1997	37	76	117	20	87	60	50	447

Bilaga 2

Månadsmedeltemperaturer (°C) vid meteorologiska stationer nära de olika försöksplatserna.

Meteorologisk station	Försöksplats	År	april	maj	juni	juli	augusti	september	oktober
Malmslätt	Västerbyskolan	1997	3,7	9,1	15,3	17,4	19,9	12,5	4,6
		1998	4,0	10,5	12,7	14,9	13,6	11,8	6,3
		1999	7,1	9,2	15,2	17,9	15,6	14,6	7,2
Piteå	Öjebyn	1997	-0,3	6,5	15,3	18,8	16,3	10,6	1,8
		1998	-0,6	7,2	12,8				
		1999			14,8	15,9	12	10,4	4,0
Dingle	Dingleskolan	1997	4,3	9,2	15,5	17,6	18,9	12,0	4,7
		1998	5,0	11,0	12,9	14,8	13,9	12,8	6,6
		1999	7,0	9,0	13,6	16,6	15,2	14,2	7,6
Karlstad	Trossnäs och Rörsvik	1998	4,1	10,4	12,9	15,3	13,7	12,0	5,0
		1999	6,1	8,9	14,1	17,2	14,8	13,8	6,7
Örebro	Kvinnersta, Gräve & Norrgårda	1997	4,0	9,2	15,8	18,2	19,6	12,0	4,4
		1998	4,3	11,0	13,0	15,2	13,7	11,9	5,3
		1999	6,9	9,5	14,9	17,5	14,7	13,9	7,1
Västerås	Frändesta och Brunnby	1997	3,8	9,1	15,4	18,0	19,9	12,3	4,3
		1998							
		1999	7,1	9,9	16,6	18,7	15,5	14,6	7,2
Borlänge	Romme	1998	3,1	10,5	12,5	15,0	12,9	11,4	4,3
		1999	5,6	8,8	15,2	17,5	14,0	13,1	6,0
Logården	Logården		4,4	9	15	17,4	19,4	12,9	5,7
Halmstad	Lilla Böslid	1997	5,1	9,9	16,3	18,3	20,8	13,5	5,9
		1998	7,0	12,7	13,9	15,1	14,8	13,5	8,4
		1999	8,1	10,8	14,8	18,2	16,6	16,1	8,7