

Kväveförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – studie av olika kvävekällor, tillförseltidpunkter och myllningstekniker

Maria Stenberg¹, Lena Engström¹, Ingemar Gruvaeus², Ann-Charlotte Wallenhammar³ och Per-Johan Löf⁴

¹SLU, Institutionen för mark och miljö, Box 234, 532 23 Skara, ²Lantmännen SWSeed, ³Hushållningssällskapet/ HS Konsult AB, Box 271, 701 45 Örebro, ⁴Lantmännen

Projektansvarig: Maria.Stenberg@slu.se, 0511-672 74



Foto: Lena Engström

Sammanfattning

Övergången till 100 % ekologiskt foder till idisslare har inneburit att efterfrågan på ekologiska rapsprodukter har ökat. Den KRAV-godkända arealen har under de senaste fem åren varit i genomsnitt 4 200 ha. Höstraps har stort kvävebehov och börjar växa tidigt på våren. Tidigt på våren och under stjälksträckningsfasen som sker under april och början av maj är nettomineraliseringen av kväve i marken vanligen låg på grund av låga temperaturer. Kväveeffektiviteten hos olika organiska gödselmedel, såsom stallgödsel och restprodukter från livsmedelsindustrin har främst undersökts i spannmål. Eftersom de olika gödselslagen innehåller varierande mängd av lättillgängligt ammoniumkväve och mer svårtillgängligt organiskt kväve, varierar också kvävetillgängligheten efter spridning. Frågeställningar som behövde utredas var när de olika gödselslagen ska spridas för att bäst synkronisera med höstrapsgrödans behov och om gödseln bör nedbrukas i jorden för bästa kväveverkan. Med syfte att presentera en hållbar strategi för kväveförsörjning av ekologisk höstraps med organiska gödselmedel skördades totalt sex fältförsök 2006 - 2008 i Västra Götaland nära Lanna försöksstation. Projektet finansierades av SLU EkoForsk. Effekten av fyra organiska gödselmedel utvärderades vid spridning före tillväxtstart på våren (27 mars) och strax efter tillväxtstart (20 april). Kvävegivan på våren av de organiska gödselmedlen Vinass, Biofer, kycklinggödsel och nötflytgödsel motsvarade 100 kg N ha⁻¹ baserat på innehållet av totalkväve. Spridning i 12 cm radavstånd jämfördes med 48 cm radavstånd med hackning efter spridning. Hackning i 48 cm radavstånd gjordes på ca. 2-4 cm djup med gåsfotskär. Grödans kväveinnehåll bestämdes genom klippning och analys av kväveinnehållet vid knoppstadium (BBCH 55) och vid full blomning (BBCH 65). Mineralkväve (nitrat och ammonium) i marken i 0-30, 30-60 och 0-90 cm bestämdes vid etablering, tidig vår samt efter skörd. Alla gödselmedel gav i medeltal merskördar som varierade mellan 300 och 1300 kg ha⁻¹, jämfört med ogödslad led. Variationen var stor mellan platser och år, vilket visar betydelsen av platsspecifik kunskap för att anpassa gödslingen. Radhackning i 48 cm radavstånd efter gödselspridning ökade inte skörden jämfört med bredspridning i 12 cm. Injicering av Vinass vid hackning i 48 cm eller spridning efter hackning hade ingen effekt på skörden. Spridning av gödsel före eller efter tillväxtstart på våren hade liten betydelse för skörden, med undantag för Vinass som under torra förhållanden på våren gav ett merutbyte på 400 kg ha⁻¹ vid första spridningstidpunkten jämfört med andra. Gödsling med Vinass gav högre skörd än övriga gödselmedel, vid båda gödslingstidpunkterna. Merskörd för Vinass jämfört med ogödslad led var 1300 kg ha⁻¹ och 700 kg ha⁻¹ för spridning före respektive efter tillväxtstart. Gödsling med Biofer, kycklinggödsel och nötflytgödsel gav 400 kg ha⁻¹ i merskörd oavsett spridningstidpunkt, även om torråret 2007 inte togs med vid jämförelsen. Gödsling med Vinass visade på en större kvävetillgänglighet både före och efter plantsträckning av höstrapsen jämfört med övriga gödselmedel. Spridning av Vinass innan tillväxtstart gav högre skörd än spridning efter tillväxtstart, vid torr väderlek, och kan rekommenderas vid sådana förhållanden. Gödsling med Biofer, kycklinggödsel och nötflytgödsel gav en liknande kväveförsörjning av grödan, oavsett radavstånd eller spridningstidpunkt. Kväveupptaget vid knoppstadium och oljehalten efter gödsling med kycklinggödsel och nötflytgödsel visade dock på en något tidigare kväveförsörjning, i jämförelse med Biofer, trots lika stor skördeökning.

Summary

The demand of domestically produced protein products for food and feed, based on organic rapeseed is steadily increasing due to certification standards of 100 % organic fodder for

ruminants. The acreage of organic oilseed rape in Sweden, that mainly constitutes of winter oilseed rape (WOSR) has increased from a few hundred hectares in 1997 to an average of 4200 hectares during the last five years. The production of organic winter oilseed rape is often hazardous and the grower has to expect great variations in yield levels. The N requirement of WOSR is large during the vegetative stages. At stem elongation the uptake rate is high. In April and the beginning of May, the net N mineralisation usually is low in Swedish soils due to low soil temperature. The efficiency of four organic N fertilisers in WOSR were investigated when applied during periods with low temperatures in early spring. Four amendments available on the market, Vinass (a by-product from the yeast production), Biofer (meat and bone meal), chicken manure and dairy slurry, were compared in six field experiments in south and central Sweden harvested in 2006 - 2008. Field experiments were established with hybrid cultivars at row distances of 12 and 48 cm. In autumn 30 kg ha⁻¹ N was applied as Biofer to all treatments. Inter row hoeing was performed in 48 cm row distance after application in autumn and spring. The fertilisers were applied at a rate corresponding to 100 kg ha⁻¹ N in early spring before the start of growth in March (early) and after the start of growth in April (normal time). The early application of Vinass was only carried out in one of three years due to unfavourable weather conditions. All four organic fertilisers significantly increased the yield. The yield of unfertilised plots was on average 1400 kg ha⁻¹ (91% DM), but ranged from 400 to 3000 kg ha⁻¹ between the experimental sites. There was no difference in yield between application of fertilisers in 12 cm row distance compared with in 48 cm row distance with inter row hoeing after application. Neither did application of Vinass after inter row hoeing or injection of Vinass at hoeing improve yield. Vinass increased yield more than the other fertilisers when applied early (27 March) and at normal application time in spring (20 April). The yield increased by 1300 kg ha⁻¹ for early application of Vinass and by 700 kg ha⁻¹ at normal application time. With Biofer, chicken manure and dairy slurry the yield increase was 400 kg ha⁻¹ regardless of application time. The results clearly show a larger N availability in WOSR after application of Vinass, both before and after plant elongation of WOSR than after the other fertilisers. Consequently an early application of Vinass can be recommended, as yield was improved under dry weather conditions. Application of Biofer, chicken manure and dairy slurry provided a similar N supply for WOSR, regardless of row distance and application time. A delayed N supply after normal application time compared with early application was indicated by a lower oil content, even though it did not affect yield. A delayed N supply after application in 48 cm row distance with inter row hoeing, compared with in 12 cm, was indicated by a lower oil content, but did not affect yield.

Bakgrund

Övergången till 100 % ekologiskt foder till idisslare har inneburit att efterfrågan på ekologiska rapsprodukter har ökat. Proteinerna i rapsmjölet har en gynnsam sammansättning för foderändamål (Ohlsson & Anjou, 1979) och genom de satsningar som gjordes inom svensk fodermedelsindustri med en ny processteknik, s.k. värmebehandling, ökade foderutnyttjandet väsentligt (Herland, 1991). Produktionen av ekologiska oljeväxter tog fart hösten 1997 då priset på ekologisk soja steg, och odlarna erbjöds ett attraktivt fröpris. Dessförinnan var odlingen blygsam, ca. 100 ha skördades 1997 (Wallenhammar, 1998). Den KRAV-godkända arealen har överstigit 1000 ha årligen sedan 1998 och under de senaste fem åren har i genomsnitt 4 200 ha odlats (SCB, 2009).

Höstraps har stort kvävebehov (Schoultz, 1972; Dejoux *et al.*, 1999; Engström *et al.*, 2000) och börjar växa tidigt på våren. Tidigt på våren och under stjälksträckningsfasen som sker under april och början av maj är nettomineraliseringen av kväve i marken vanligen låg. Kväve är en väsentlig beståndsdel i varje oljeväxtgröda, och har förmodligen med undantag för såtidpunkt, den största betydelsen för fröskördens storlek (Aalmond *et al.*, 1986). Brist i kvävetillgänglighet hämmar tillväxten och begränsar fröskörden. Grödor som lider av kvävebrist visar kloroser på stjälk och blad, grödan är vanligen tunn, blommar i förtid och mognar tidigt. Riklig kvävetillgång kan dock leda till en alltför hög proteinproduktion som orsakar en sänkning av oljehalten.

Höstraps kan ta upp mycket kväve och en stor del av detta kan tas upp redan på hösten. Kväveupptaget varierade mellan 100 och 290 kg N ha⁻¹ vid skörd och på hösten mellan 23 och 200 kg N ha⁻¹ i konventionella höstrapsförsök i Mellansverige (Engström *et al.*, 2000). Allmänna gödslingsrekommendationer är att gödsla med 30-60 kg N ha⁻¹ på hösten efter stråsäd som förfrukt (Yara AB). Vårgivan anpassas till förväntad skörd, t.ex. 140 kg N ha⁻¹ för 3 ton ha⁻¹, och justeras med 20 kg N ha⁻¹ mer per ton ökad skörd. Kvävegivan bör läggas när höstrapsen börjar växa på våren men kan också delas så att en del ges något senare när rapsens totala kvävebehov bättre kan bedömas. Hela kvävegivan bör vara ute innan stjälksträckning. Bengtsson och Cedell (1993) visade att höstrapsen svarade starkt för ökande kvävemängder upp till 120 kg N ha⁻¹, därefter planade skördekurvan ut. Fältförsök 2002-2007 i konventionell odling visade att 30 kg N ha⁻¹ på hösten var tillräckligt för optimal skörd, att skördekurvan planade ut vid kvävegivor över 150 kg N. Ekonomiskt optimum kan ligga både lägre och högre beroende av fröpris och kvävepris (Biärsjö och Nilsson, 2007). Försök med spannmål som förfrukt under 2008-2010 visade ett optimum vid 60 kg N på hösten och 140 kg N ha⁻¹ på våren (Gunnarsson och Nilsson, 2010). Odlingstekniken är under ständig utveckling och erfarenheter från konventionell odling och försöksverksamhet ger vägledning.

Med syfte att förbättra odlingssäkerheten och skapa förutsättningar för en produktion av ekologiskt rapsfrö genomfördes ett dokumentationsprojekt 1999-2001, baserat på enkäter och fältbesök i hela landet (Pettersson *et al.*, 2001). Resultaten visade bl.a. att höstoljeväxter dominerade odlingen, med en jämn fördelning mellan höstraps och höstrybs, samt att många av odlarna använde stallgödsel eller inköpt höns- eller kycklinggödsel. Vinass (restprodukt från jästtillverkningen) användes i relativt stor omfattning jämfört med andra organiska gödselmedel som Binadan, Biofer och Biokomb. Avkastningen varierade stort för samtliga grödslag, höstraps mellan 200 och 3300 kg ha⁻¹, höstrybs mellan 400 och 2000 kg ha⁻¹ och våroljeväxter mellan 350 och 1200 kg ha⁻¹.

Låga skördar i ekologisk höstrapsodling kan ofta kopplas till liten tillgång av växtnäring, främst kväve. Noggrann planering och genomtänkt odlingsteknik krävs för att klara en rad svårigheter bl.a. grödans stora kvävebehov, skadeinsekter, framförallt rapsbaggar och jordloppor, samt efterföljande spillplantor (Wallenhammar, 1997). Genom odlarenkäter har en rad viktiga erfarenheter vunnits. 1997 följdes odlingsresultatet upp hos flertalet av Eco Trades kontraktsodlare som uteslutande odlade höstoljeväxter. Variationen var stor i såväl skördenivå (från 341 kg ha⁻¹ till 3 200 kg ha⁻¹) som odlingsteknik. De högsta skördenivåerna erhöles när flytgödsel tillfördes i stor mängd eller när en baljväxtrik vall varit förfrukt (Wallenhammar, 1998). Till ekologisk höstraps med gräsvall eller stråsäd som förfrukt rekommenderas kvävetillskott på hösten i form av stallgödsel eller andra organiska gödselmedel, motsvarande 60 kg N ha⁻¹, som brukas ner före sådden (JV, 2007). Efter en klöverrik vall bedöms kvävetillgången vara tillräcklig. På våren sprids gödseln så snart marken är farbar, t.ex. vid nattfrost i slutet av mars. Vårgivan bör motsvara 90-100 kg N ha⁻¹ vid en förväntad

skördenivå på 2,5 ton ha⁻¹ och man bör ta hänsyn till jordens kvävemineralsiserande förmåga. Efter kvävefattiga förfrukter kan en andra giva spridas, innan sträckningsfasen startar.

Kväveeffektiviteten hos olika organiska gödselmedel, som stallgödsel och restprodukter från livsmedelsindustrin har främst undersökts i vårsäd men också i höstvetete (Bergman, 2000; Gruvaeus, 2003). Eftersom de olika gödselslagen innehåller varierande mängd av lättillgängligt ammoniumkväve och mer svårtillgängligt organiskt kväve, varierar också kvävetillgängligheten efter spridning. Spridningstidpunkten kan då bli avgörande för effekten på skörden. Jämförande studier av effekterna av organiska gödselmedel på skörden av ekologisk höstraps saknas. Frågeställningar som behöver utredas är när de olika gödselslagen ska spridas för att bäst synkronisera med grödans behov och om gödseln bör nedbrukas i jorden för bästa kväveverkan.

Mål

Den övergripande målsättningen var att för ekologiska gårdar presentera en hållbar strategi för kväveförsörjning av höstraps med organiska gödselmedel, och därmed öka odlingssäkerheten och det ekonomiska utbytet i odlingen. I projektet studerades tre frågeställningar:

- Hur kan olika organiska gödselmedel försörja en höstrapsgröda med kväve vid gödsling på våren?
- Kan kvävetillgängligheten i organiska gödselmedel förbättras om radhackning följer direkt efter spridning jämfört med bredspridning?
- Ökar bredspridning tidigt på våren före tillväxtstart (ca. 15 mars) kvävetillgängligheten jämfört med bredspridning strax efter tillväxtstart (ca. 15 april)?

Material och metoder

Totalt åtta fältförsök anlades 2005-2007 i höstrapsodlingar i Västra Götaland nära Lanna försöksstation (58°21 N, 13°08 E), och utfördes av dess personal. Sex skördades (tabell 1), och två kasserades pga. stora ogräsmängder på våren. I första hand valdes ekologiska gårdar (Hög) som försöksplatser, men i brist på ekologiska höstrapsfält lades försök även på gårdar (Brogården, Lanna, Bjertorp, Skofteby) med konventionell produktion. De två försök som slopades var utlagda på ekologiska gårdar. Försöksplatserna valdes efter kvävefattiga förfrukter, och utan stallgödsel spridd året innan, samt med en fördelning på olika jordarter.

I höstraps av hybridsort jämfördes fyra olika organiska gödselmedel som förekommer på marknaden. Spridning av gödseln i bestånd med 12 cm radavstånd jämfördes med spridning i bestånd med 48 cm radavstånd där hackning utfördes efter spridning (tabell 2). Två spridningstidpunkter jämfördes 1) före tillväxtstart, så fort det går att komma ut på fälten efter vintern och 2) strax efter tillväxtstart men innan plantsträckning. Totalt jämfördes 18 olika kombinationer av gödsling, radavstånd och spridningstidpunkt, med fyra upprepningar. Rutstorleken (3 m x 20 m) anpassades så att den var tillräcklig för provtagningar och för tillgänglig utrustning för jordbearbetning, sådd, spridning av gödselmedel samt radhackning. Försöksytorna gödslades på hösten med 430 kg ha⁻¹ Biofer 7-9-0 som var i mjölkform (7 % N

och 9 % P) och med 50 kg ha⁻¹ Kieserit (20 % S som magnesiumsulfat) samt med Kieserit (100 kg ha⁻¹) på våren utöver gödslingen enligt försöksplanen.

Kvävegivan på våren av de organiska gödselmedlen Vinass, Biofer, kycklinggödsel och nötflytgödsel motsvarade 100 kg N ha⁻¹ baserat på innehållet av totalkväve. Vinass är en biprodukt från jästtillverkningen och utgörs av en trögflytande vätska som innehåller ca 4 % kväve varav det mesta är organiskt kväve och mycket lite är ammoniumkväve (0,25 %). Biofer 11-3-0 är en sammansättning av pelleterat kött- och benmjöl. Kväveinnehållet är 7 % och i organisk form. Kycklinggödseln innehöll 70-80 % organiskt kväve och 20-30% ammoniumkväve av totalkvävet. Nötflytgödseln som användes innehöll 50 % organiskt kväve och 50 % ammoniumkväve.

Tabell 1. Försöksplatser med uppgifter om odlingen på respektive plats

| Plats | Skörde- år | Koordinat | Jordart | Lera (%) | Silt (%) | Sand (%) | Organiskt material (%) ¹ | För- frukt | Sort | Sådatum | Göds- ling 1 | Göds- ling 2 |
|-----------|---------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------|---------------------|-----------------|------------------|
| Brogården | 2006 | 58°24 N, 13°26 E | Lättlera | 14 | 41 | 45 | 2,9 | Träda | Banjo | 15 augusti 2005 | - | 24 april 2006 |
| Hög | 2006 | 58°35 N, 13°06 E | Mellan- lera | 39 | 57 | 4 | 3,8 | Helsädes- ensilage | Banjo | 16 augusti 2005 | - | 21 april 2006 |
| Lanna 1 | 2007 | 58°21 N, 13°06 E | Mellan- lera | 39 | 52 | 9 | 3,5 | Höstvete | Banjo | 26 augusti 2006 | 27 mars 2007 | 20 april 2007 |
| Bjertorp | 2008 | 58°16 N, 13°08 E | Lerig sand | 8 | 9 | 83 | 4,5 | Höstråg | Banjo | 25 augusti 2007 | 27 mars 2008 | 19 april 2008 |
| Lanna 2 | 2008 | 58°21 N, 13°06 E | Styv lera | 43 | 48 | 10 | 2,6 | Havre | Status | 3 september 2007 | 28 mars 2008 | 18 april 2008 |
| Skofteby | 2008 | 58°26 N, 13°05 E | Mellan- lera | 37 | 52 | 11 | 2,3 | Spann- mål | Banjo | 20 augusti 2007 | 28 mars 2008 | 18 april 2008 |

¹Glödförlust.

Hackning gjordes på ca. 2-4cm djup med en ogräsharv som hade gåsfotskär (Lille Harrie, figur 1a). Biofer och kycklinggödsel spreds för hand i försöksrutorna medan Vinass och nötflytgödsel spreds med släpslang. Gödsling med Vinass i led F och G utfördes endast i 48 cm radavstånd efter tillväxtstart. Vinass injicerades i marken i led G med hjälp av en hydraulburen maskin specialbyggd för försöken, bestående av en behållare från en ogrässprika fäst på en sektion harvpinnar (figur 1c). Harvpinnarna, till vilka Vinassen leddes genom plaströr från behållaren, sattes ner i marken ca. 5 cm och lämnade där gödseln. Förutom radhackning efter spridning av gödsel i 48 cm radavstånd enligt försöksplanen (figur 1), radhackades ledet med 48 cm radavstånd på hösten anläggningsåret.

Tabell 2. Försöksled

| Gödselmedel | Radavstånd | Spridningstidpunkter |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| A. Ogödsled (0 N vår) | a. Bredsådd 12 cm, | 1. Före tillväxtens start ca. 15 mars i led B-E ¹ |
| B. Vinass släpslang | b. Radsådd 48 cm, alla led | 2. Strax efter tillväxtstart ca. 15 april, på upptorkad markyta i led B-G |
| C. Biofer 7-9-0, köttbenmjöl, bredspridd | radhackas direkt efter | |
| D. Kycklinggödsel bredspridd | gödselspridning tidpunkt 2 utom | |
| E. Nötflytgödsel släpslang | led F där hackningen görs före | |
| F. Vinass släpslang efter radhackning endast radhackat led 48 cm | samt led G där injicering görs i samband med hackning. | |
| G. Vinass injicerat vid hackning endast radhackat led 48 cm | | |

¹ Under 2008 fanns inte Vinass att tillgå i tillräcklig mängd vid den tidiga spridningstidpunkten och leden utgick.

Planträskningar genomfördes sen höst och tidig vår. Grödans kväveinnehåll bestämdes genom klippning av grödan och analys av kväveinnehållet vid knoppstadium (BBCH 55) och vid full

blomning (BBCH 65). En N-sensor-mätning gjordes även av grödan med Yara AB:s handburna N-sensor för att uppskatta kväveinnehållet vid blomning. Mätvärdet (SN-index) som användes är framtaget specifikt för höstraps, korrelerar väl med kväveinnehållet och används av Yara för gödslingsrekommendationer. Fröskörden analyserades även på kväveinnehållet. Ogräs klipptes vid full blom. Mineralkväve (nitrat och ammonium) i marken i 0-30, 30-60 och 0-90 cm bestämdes vid etablering (försöksvis) tidig vår (ledvis led Ba och Bb) samt efter skörd (rutvis led Aa, Ba1, Ba2, Bb1, Bb2, Ca1, Ca2, Cb1, Cb2).

Försöksresultaten analyserades med procedurerna GLM och Mixed i SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA). Parvisa jämförelser gjordes med Tukey's test respektive T-test (pdiff) vid $\alpha=0,05$. För att jämföra gödslade led med ogödslade gjordes enfaktoriell analys med alla led A-G i varje försök (tabell 3). Trefaktoriell analys gjordes med led B-E på medeltalet för 6 försök för jämförelse av olika gödselmedel, radavstånd och gödslingsstidpunkt (tabell 4).

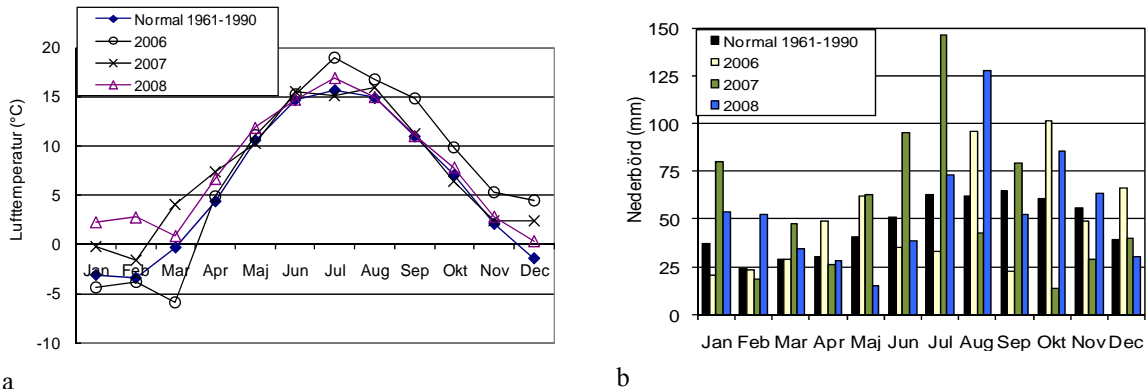


Figur 1. Gödslings på Brogården i höstraps våren 2006 med a) hackning efter spridning, b) Vinass med släpslang och c) injicering av Vinass.

Temperatur och nederbörd

Då våren 2006 blev sen, efter en kall och snöig vinter, kunde gödsel inte spridas vid den första gödslingsstidpunkten (figur 2). Båda gödslingsstidpunkterna genomfördes 2007. En torrperiod

på 13 dagar inföll efter första gödslingstidpunkten och därefter uppmättes 24 mm regn innan andra gödslingstidpunkten på Lanna försöksstation. Under 2008 fanns inte Vinass att tillgå i tillräcklig mängd vid den tidiga spridningstidpunkten och Vinass-leden slopades. Totalt föll 27 mm regn jämnt fördelat mellan gödslingstidpunkt 1 och 2 på Lanna försöksstation 2008.



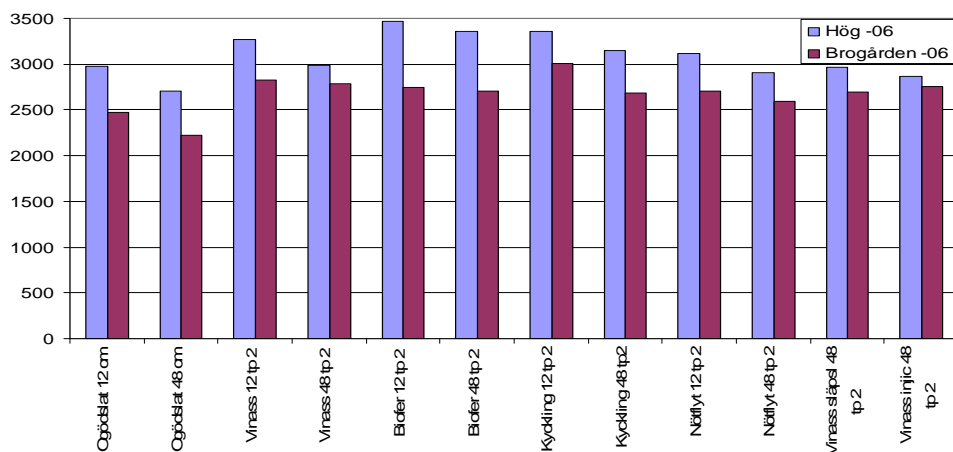
Figur 2. Månadsvis medellufttemperatur (a) och ackumulerad nederbörd (b) samt medeltal för år 1961-1990 vid Lanna försöksstation.

Resultat

Skörd 2006

Höstrapsen avkastade 2006 i medeltal 3050 kg ha⁻¹ på Hög och 2670 kg ha⁻¹ på Brogården (figur 3 och tabell 3). Grundskördarna (ogödslade led) var höga och indikerade god kväveleverans på båda platserna, som hade bra växtföljder med stallgödselspridning tidigare år. Vid jämförelse av led A-G på Hög erhöles signifikanta merskördar på 490 och 650 kg ha⁻¹ med Biofer och 440 kg ha⁻¹ med kycklinggödsel jämfört med ogödslade led (tabell 3, figur 3). På Brogården erhöles signifikant merskörd på 570 kg ha⁻¹ med Vinass. Skördeökningen i gödslade led var i medeltal 12 och 18 % på Hög respektive Brogården.

Vid jämförelse av gödselmedlen i led B-E på Hög gav Biofer och kycklinggödsel högre skörd än övriga vid spridning strax efter tillväxtstart i april ($p = 0,007$). Bredspridning i 12 cm radavstånd gav större skörd jämfört med hackning efter spridning i 48 cm radavstånd på Hög ($p = 0,01$). På Brogården fanns inga skillnader i skörd mellan gödselmedlen i led B-E eller mellan bredspridning i 12 cm radavstånd jämfört med hackning efter spridning i 48 cm.



Figur 3. Fröskörd (kg ha⁻¹, 9 % vattenhalt) av höstraps i två försök 2006. Endast spridningstidpunkt 2 (tp 2) genomfördes detta år.

Tabell 3. Fröskördar (kg ha⁻¹, 9 % vattenhalt) i sex försök med olika gödselmedel, radavstånd (12 och 48 cm), gödslingsstidpunkt före (tp1) och efter tillväxtstart (tp2), analyserade enfaktoriellt. Medelvärden redovisas som LSMeans

| Led | | Hög ¹ | Bro- gården ¹ | Lanna1 ² | Bjertorp ³ | Skofteby ³ | Lanna2 ³ | Medel |
|----------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------|
| Utan N, 12 cm | Aa | 2973abc ⁴ | 2479ac | 1056h | 940abc | 617a | 631ac | 1442 |
| Utan N, 48 cm | Ab | 2710c | 2225a | 1099gh | 546ac | 635a | 462a | 1278 |
| Vinass, 12 cm, tp1 | Ba1 ⁵ | - | - | 2867a | - | - | - | 2715 |
| Vinass, 12 cm, tp2 | Ba2 | 3265abc | 2824cb | 2195bcde | 1754b | 938a | 1346b | 2054 |
| Vinass, 48 cm, tp1 | Bb1 ⁵ | - | - | 2740ab | - | - | - | 2588 |
| Vinass, 48 cm, tp2 | Bb2 | 2982abc | 2790abc | 2529abc | 1660bc | 1070a | 1268b | 2050 |
| Biofer, 12 cm, tp1 | Ca1 | - | - | 1957cdef | 864abc | 829a | 1261b | 1796 |
| Biofer, 12 cm, tp2 | Ca2 | 3465a | 2741abc | 1905def | 1171abc | 740a | 975abc | 1827 |
| Biofer, 48 cm, tp1 | Cb1 | - | - | 2004cdef | 902abc | 747a | 1093bc | 1740 |
| Biofer, 48 cm, tp2 | Cb2 | 3357ab | 2701abc | 1831def | 1053abc | 743a | 1022abc | 1785 |
| Kyckling, 12 cm, tp1 | Da1 | - | - | 1805def | 882c | 836a | 1139bc | 1719 |
| Kyckling, 12 cm, tp2 | Da2 | 3364ab | 3005bc | 1571fgh | 1009abc | 907a | 921abc | 1796 |
| Kyckling, 48 cm, tp1 | Db1 | - | - | 1804def | 1313abc | 813a | 971abc | 1779 |
| Kyckling, 48 cm, tp2 | Db2 | 3146abc | 2683abc | 1680fg | 1247abc | 679a | 756abc | 1721 |
| Nötflyt, 12 cm, tp1 | Ea1 | - | - | 2146cdef | 1049abc | 906a | 1101bc | 1854 |
| Nötflyt, 12 cm, tp2 | Ea2 | 3118abc | 2707abc | 2267abcde | 994abc | 748a | 1089bc | 1821 |
| Nötflyt, 48 cm, tp1 | Eb1 | - | - | 1848def | 949abc | 833a | 905abc | 1687 |
| Nötflyt, 48 cm, tp2 | Eb2 | 2908abc | 2599abc | 2350abcd | 987abc | 990a | 796abc | 1772 |
| Vinass, släpplang, 48 cm, tp2 | Fb2 | 2966abc | 2693abc | 2334abcd | 1469b | 1061a | 1092bc | 1936 |
| Vinass, injicerat, 48 cm, tp2 | Gb2 | 2862bc | 2756abc | 2245bcde | 1257abc | 985a | 948abc | 1846 |
| CV (%) | | 7,7 | 6,8 | 11,6 | 29,9 | 21,1 | 22,9 | 20,5 |
| p-värde | | 0,0014 | 0,0005 | <0,0001 | 0,0005 | 0,0086 | 0,0001 | <0,0001 |

¹ Skördat 2006. Ingen tidig spridning pga. sen vår och snösmältning först i början av april.

² Skördat 2007.

³ Skördat 2008. Inget Vinass fanns tillgängligt vid den tidigare spridningen.

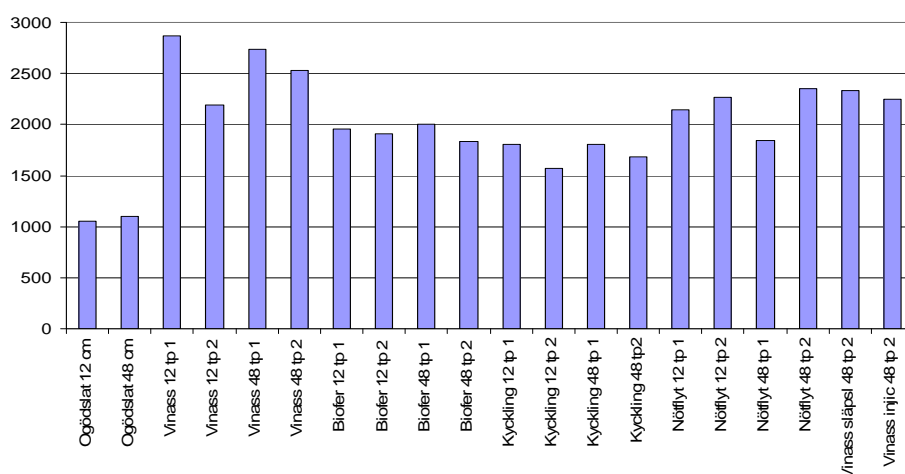
⁴ Värden med olika bokstäver skiljer sig signifikant vid $\alpha=0,05$.

⁵ Leden Ba1 och Bb1 genomfördes endast i ett försök 2007. Se punkt 1 och 3 ovan.

Skörd 2007

Höstrapsen avkastade på Lanna i medeltal 2013 kg ha⁻¹ (figur 4 och tabell 3). Avkastningen i de gödslade leden var dubbelt så stor som i ögödslade led (96 % skördeökning). Merskörden var i medeltal 1040 kg ha⁻¹ i gödslade led vilket var betydligt högre jämfört med 2006 medan grundskörden var hälften så stor som 2006 (figur 4). Vid jämförelse av led A-G gav alla gödselmedel signifikanta merskördar från 700 till 1800 kg ha⁻¹, med undantag för kycklinggödsel spriden vid tidpunkt 2, där merskörden dock uppmättes till 520 och 580 kg ha⁻¹ för 12 respektive 48 cm radavstånd (tabell 3). Den låga grundskörden i försöket kan bero på att försöket låg på en mellanlera med spannmålsväxtföljd utan stallgödsel, dvs. låg kväveleverans, i kombination med torr väderlek.

Vid jämförelse av gödselmedlen i led B-E erhöles signifikant högre skörd för Vinass än övriga gödselmedel ($p < 0,0001$). Bland övriga gödselmedel gav nötflytgödsel högre skörd än Biofer och kycklinggödsel medan Biofer gav högre skörd än kycklinggödsel. Merskörden var i medeltal 1290 kg ha⁻¹ för Vinass, 1230 kg ha⁻¹ för nötflytgödsel, 790 kg ha⁻¹ för Biofer och 700 kg ha⁻¹ för kycklinggödsel. De större merskördarna för gödselmedel i flytande form var troligen ett resultat av ökad kvävetillgänglighet under rådande torr väderlek efter spridningen. Bredspridning i 12 cm radavstånd och hackning efter spridning i 48 cm gav lika stor skörd och gödning före eller efter tillväxtstart hade ingen effekt på skörden.

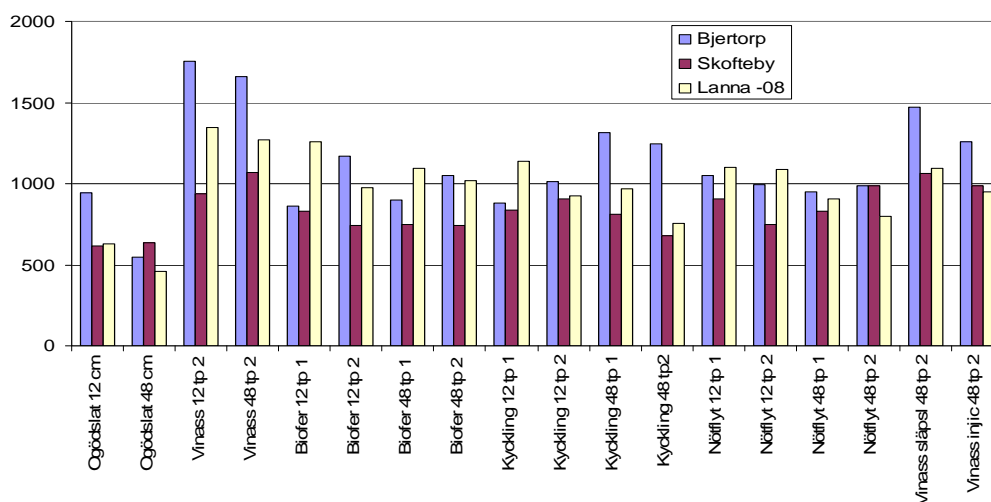


Figur 4. Fröskörd (kg ha⁻¹, 9 % vattenhalt) av höstraps i ett försök på Lanna 2007.

Skörd 2008

I de tre försök som genomfördes 2008 var avkastningen lägre än de tidigare åren (figur 5 och tabell 3). Angrepp av rapsbaggar och framförallt dålig markstruktur på våren efter en blöt höst och mild vinter kan ha bidragit till detta. Samtliga försök utfördes på konventionella gårdar med spannmål som förfrukt som gjorde att kväveleveransen från marken var låg. Höga CV-värden tydde på att försöken var ojämna och man bör därför inte dra alltför stora slutsatser av de resultaten. I det ögödslade ledet var skörden nästan bara hälften av den i ögödslat led 2007. Båda gödningstidpunkterna genomfördes, men tyvärr fanns inte Vinass att tillgå vid den första tidpunkten. Trots stor uppmätt skördeökning i gödslade led, i medeltal 75, 38 och 97 % för Bjertorp, Skofteby respektive Lanna, var få behandlingar signifikant större än ögödslat led (tabell 3).

Vid jämförelse av gödselmedlen i led B-E gav Vinass, vid andra gödslingstidpunkten, signifikant högre skörd än övriga gödselmedel i alla tre försöken. Merskörden var mer än dubbelt så stor för Vinass (700 kg ha⁻¹) som för Biofer (310 kg ha⁻¹), kycklinggödsel (320 kg ha⁻¹) och nötflyt (310 kg ha⁻¹) i medeltal för försöken. Bredspridning (12 cm) gav högre skörd jämfört med hackning efter spridning (48 cm) på Lanna men ej på Bjertorp och Skofteby. Spridningstidpunkten (endast Biofer, kycklinggödsel eller nötflytgödsel) hade ingen effekt på skörden i något försök.



Figur 5. Fröskörd (kg ha⁻¹, 9 % vattenhalt) av höstraps i tre försök genomförda 2008. Vinass vid tidpunkt 1 (tp1) utgick i båda radavstånden detta år.

Skörd 2006-2008

Effekt av hackning efter spridning

I medeltal för ogödslat led fanns en tendens ($p=0,09$) till lägre skörd i 48 cm radavstånd än i 12 cm (tabell 3). Radhackning efter spridning i 48 cm radavstånd ökade inte fröskörden eller kväveskörden i jämförelse med bredspridning i 12 cm radavstånd (tabell 4). Även vid jämförelse av spridning före tillväxtstart i 48 cm radavstånd utan hackning, med spridning efter tillväxtstart följt av hackning fanns inga skillnader i skörd. Hackning efter (led B) eller före (led F) spridning av Vinass vid tidpunkt 2, eller injicering av Vinass (led G), hade ingen effekt på skörden i något av de sex försöken (tabell 3). En lägre oljehalt uppmättes efter hackning (48 cm) jämfört med bredspridning (12 cm) för alla gödselmedel med undantag för Vinass, enligt signifikant samspel mellan gödselmedel och radavstånd (tabell 4).

Gödslingstidpunktens betydelse

Gödsling strax före tillväxtstart, första gödslingstidpunkten, gav signifikant högre avkastning för Vinass (580 kg ha⁻¹) än spridning tre veckor senare efter tillväxtstart, enligt signifikant samspel mellan gödselmedel och tidpunkt (tabell 4). För att renodla effekten av gödslingstidpunkten på fröskörden jämfördes gödslingstidpunkterna enbart i 12 cm radavstånd där bredspridning gjorts vid båda tillfällena. Endast Vinass lämnade då högre skörd vid första spridningstidpunkten jämfört med andra. Resultatet var det samma för kväve- och råfettsskörden. Övriga gödselmedel gav lika stor skörd oavsett spridningstidpunkt och oavsett om torråret 2007 togs med vid jämförelsen eller inte. Oljehalten var däremot högre efter spridning vid första än andra tidpunkten för alla gödselslag förutom Vinass (tabell 4).

Effekt av olika gödselmedel

Alla gödselmedel gav i medeltal för sex försök och led A-G, signifikanta merskördar mellan 300 och 1300 kg ha⁻¹ (tabell 3). Vid jämförelse av de olika gödselmedlen i led B-E gav Vinass 900 kg ha⁻¹ signifikant högre skörd vid spridning vid första gödslingstidpunkten och 270 kg ha⁻¹ mer vid andra tidpunkten än övriga gödselmedel (tabell 4). Merskörden, jämfört med ogödslad led, var för Vinass vid första gödslingstidpunkten 1300 kg ha⁻¹ och vid andra tidpunkten 700 kg ha⁻¹. För övriga gödselmedel som gav lika skörd, var merskörden 400 kg ha⁻¹ för båda gödslingstidpunkterna (tabell 4). Oljehalten var högst efter kycklinggödsel och nötflytgödsel och lägst efter Vinass och Biofer.

Tabell 4. Fröskörd (kg ha⁻¹, 9 % vattenhalt), kväveskörd i frö (kg N ha⁻¹), råfettskörd (kg ha⁻¹), oljehalt (%) och SN-index (mätt i sent knoppstadium) som medeltal för alla sex försöken. Trefaktoriell analys av led B-E

| Led | Fröskörd ¹ | Kväveskörd ² | Råfett | Oljehalt | SN |
|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| B. Vinass, släpslang | 2340 ^{a3} | 65,4 ^a | 1033 ^a | 49 ^c | 155 ^a |
| C. Biofer 11-3-0, bredspridd | 1792 ^b | 48,4 ^b | 804 ^b | 50 ^{bc} | 119 ^b |
| D. Kycklinggödsel, bredspridd | 1758 ^b | 46,1 ^b | 799 ^b | 51 ^a | 126 ^c |
| E. Nötflyt, släpslang | 1789 ^b | 45,7 ^b | 817 ^b | 51 ^a | 137 ^d |
| a. 12 cm, | 1949 | 50,5 | 882 | 51 | 148 |
| b. 48 cm, radhackning efter gödsling. ⁵ | 1890 | 52,2 | 844 | 50 | 121 |
| 1. Gödsling före tillväxtstart (15 mars) | 1988 | 53,2 | 891 | 52 | 148 |
| 2. Gödsling efter tillväxtstart (15 april) | 1851 | 49,6 | 835 | 50 | 120 |
| Gödsling (B-E) p-värde | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
| Radavstånd (a-b) p-värde | 0,2142 | 0,2039 | 0,0776 | <0,0001 | <0,0001 |
| Gödslingstidpunkt (1-2) p-värde | 0,0076 | 0,0142 | 0,0193 | 0,5214 | <0,0001 |
| Gödsling*Gödslingstidpunkt | 0,0009 | <0,0001 | 0,0232 | <0,0001 | n.s. ⁴ |
| Gödselmedel*Radavstånd | n.s. ⁴ | n.s. ⁴ | n.s. ⁴ | 0,0308 | n.s. ⁴ |

¹ B1 2629 och B2 2052 kg ha⁻¹. Data från B1 endast från ett försök av sex.

² B1 75,7 och B2 55,1 kg ha⁻¹. Data från B1 endast från ett försök av sex.

³ Värden med olika bokstäver skiljer sig signifikant vid $\alpha=0,05$.

⁴ Inga signifikanta samspel mellan några faktorer.

⁵ radhackning vid gödslingstidpunkt 2.

Kväveinnehåll i grödan vid knoppstadium och blomning

Effekt av hackning efter spridning

Vid första grödprovtagningen, i knoppstadium, fanns inga skillnader i biomassa eller kväveupptag mellan bredspridning i 12 cm radavstånd och 48 cm radavstånd med hackning (tabell 5). Vid den andra grödprovtagningen, i full blomning, var biomassa och kväveupptag lägre vid spridning i höstraps med 12 cm radavstånd än med 48 cm och hackning.

Gödslingstidpunktens betydelse

Vid knoppstadium hade höstrapsen ett högre kväveupptag vid första jämfört med andra spridningstidpunkten efter spridning av kycklinggödsel, enligt ett signifikant samspel mellan gödselmedel och gödslingstidpunkt (tabell 5). Det enda året Vinass spreds vid första tidpunkten (2007) klipptes dock ej försöket vid knoppstadium. Vid blomning var kväveupptaget högre vid första jämfört med andra spridningstidpunkten endast efter spridning av Vinass (tendens till signifikant samspel).

Effekt av olika gödselmedel

Höstrapsens kväveupptag vid både knoppstadium och blomning var signifikant högre efter spridning av Vinass, vid både första och andra gödslingstidpunkten, än efter övriga gödselmedel (tabell 5). Gödsling vid första tidpunkten med kycklinggödsel och flytgödsel, gav ett högre kväveupptag vid knoppstadium än efter spridning av Biofer, enligt ett signifikant samspel mellan gödselmedel och gödslingstidpunkt. Även biomassan vid blomning var störst efter Vinassgödsling. Bland övriga gödselmedel var biomassan större efter flytgödsel än med Biofer och kycklinggödsel, som var lika stora.

Tabell 5. Biomassa (kg ts ha⁻¹) och kväveinnehåll (kg N ha⁻¹) vid grödklippning i knoppstadium (BBCH 55) och vid full blomning (BBCH 65) som medeltal för alla sex försöken. Trefaktoriell analys av led B-E

| Led | Ts | Ts | N i gröda | N i gröda |
|----------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | BBCH 55 ¹ | BBCH 65 ² | BBCH 55 ¹ | BBCH 65 |
| B. Vinass, släpslang | 1899 ⁶ | 4492a ³ | 55a ⁶ | 91a |
| C. Biofer 11-3-0, bredspridd | 1681 | 3022c | 45b | 63b |
| D. Kycklinggödsel, bredspridd | 1828 | 3192bc | 48b | 62b |
| E. Nötflyt, släpslang | 1929 | 3488b | 51b | 65b |
| a. 12 cm, | 1869 ⁶ | 3260b | 48 ⁶ | 67 |
| b. 48 cm, radhackning efter gödsling. ⁵ | 1775 ⁶ | 3835a | 49 ⁶ | 74 |
| 1. Gödsling före tillväxtstart (15 mars) | 1868 ⁶ | 3626 | 49 | 71 ⁶ |
| 2. Gödsling efter tillväxtstart (15 april) | 1784 | 3470 | 48 | 69 ⁶ |
| Gödsling (B-E) p-värde | 0,1684 | <0,0001 | 0,0380 | 0,0004 |
| Radavstånd (a-b) p-värde | 0,3441 | 0,0003 | 0,7040 | 0,0828 |
| Gödslingstidpunkt (1-2) p-värde | 0,2424 | 0,3254 | 0,2795 | 0,6604 |
| Gödsling*Gödslingstidpunkt | 0,0601 | 0,1601 | 0,0333 | 0,0960 |

¹ Data från B endast från tidp 2.

² Data från B1 endast från ett försök av sex.

³ Värden med olika bokstäver skiljer sig signifikant vid $\alpha=0,05$.

⁵ radhackning vid gödslingstidpunkt 2.

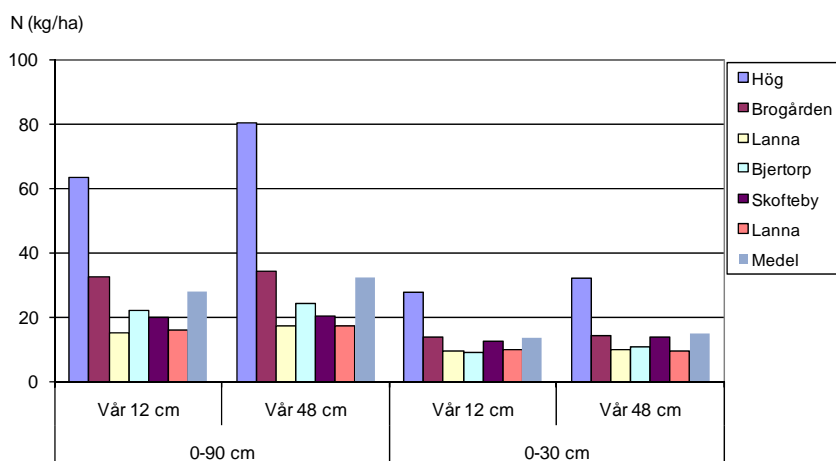
⁶ Raka medelvärden av LSMMeans för respektive ledkombination.

Mineralkväve i marken

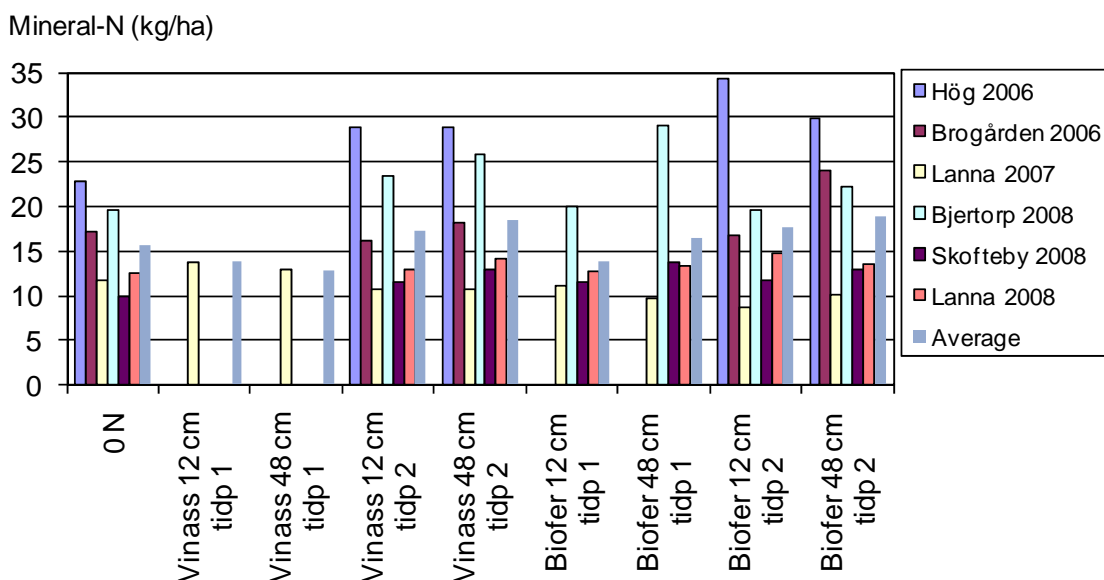
Vid sådd av höstrapsen fanns stora mängder mineralkväve i marken på Brogården men på övriga platser var de låga (tabell 6). På våren var mängden mineralkväve i marken större på Hög 2006 än på övriga platser som hade relativt små mängder ($p = 0,0006$; figur 6). På Brogården 2006 och Bjertorp 2008 var mängden mineralkväve på våren signifikant större än på Lanna 2007 samt Skofteby och Lanna 2008. Mängden mineralkväve i marken tidigt på våren provtogs före första spridningstidpunkten i alla försök, men på Hög och Brogården 2006 blev provtagningen utförd något senare på våren, strax innan andra gödslingstidpunkten, eftersom våren blev sen. Inga skillnader i mineralkvävemängd fanns mellan radavstånden på våren ($p = 0,17$). Efter skörd fanns endast små mängder mineralkväve på alla platser men skillnader fanns mellan platserna ($p < 0,0001$; figur 7). På Hög 2006 och Bjertorp 2008 fanns något större mängder än på övriga platser. Mineralkväve i marken vid skörd var på samma nivå efter gödlat led, led med Vinass och led med Biofer ($p = 0,89$; figur 7).

Tabell 6. Mineralkväve (ammonium och nitrat kg N ha⁻¹) i marken vid sådd av höstraps

| År | Försöksplats | 0-90 cm | 0-30 cm |
|------|--------------|---------|---------|
| 2006 | Hög | 35 | 25 |
| | Brogården | 80 | 52 |
| 2007 | Lanna | 23 | 17 |
| 2008 | Bjertorp | 34 | 18 |
| | Skofteby | 23 | 18 |
| | Lanna | 32 | 26 |



Figur 6. Mineralkväve (nitrat och ammonium) tidigt på våren i 0-90 respektive 0-30 cm marksskikt, före första gödslingstidpunkten (före tillväxtstart) i sex försök.



Figur 7. Mineralkväve (nitrat och ammonium) vid skörd av höstraps i 0-90 cm marksskikt i led A-C i sex försök 2006-2008.

Diskussion

Effekt av hackning efter spridning

Resultaten visar att hackning efter spridning av gödseln, vid andra gödslingsstillfället, i 48 cm radavstånd jämfört med bredspridning i 12 cm radavstånd inte påverkade skördens storlek. De gödslade höstrapsplantorna kunde kompensera för den lägre skördepotentialen uppmätt i 48 cm radavstånd jämfört med 12 cm i ogödslat led. Hackningen bedömdes inte ha skadat grödan som i så fall borde visat större skördeminskning i ogödslat led. De andra metoderna som testades för spridning av Vinass i 48 cm radavstånd, injicering och hackning före spridning av Vinass, ökade troligtvis inte kvävetillsgänglighet eftersom inga merskördar erhöles i jämförelse med hackning efter spridning. Ytterligare studier krävs för att undersöka om nedmyllning av övriga gödselmedel tex med hjälp av såmaskiner av typen Väderstad-rapid eller Cameleon kan öka kväveutnyttjandet och skörden. Hackning efter spridning myllade möjligtvis gödseln för grunt i denna studie för att ge optimal effekt.

Den högre biomassan och kväveupptaget efter hackning i 48 cm radavstånd jämfört med bredspridning i 12 cm, som fanns vid blomning i gödslade led, tyder dock på att mer kväve fanns tillgängligt men inte påverkade skörden. Den lägre oljehalten som erhöles med alla gödselslag med undantag för Vinass, efter hackning (48 cm) jämfört med bredspridning (12 cm), tyder också på att mer kväve blev tillgängligt, men vid senare utvecklingsstadier och påverkade därför inte skörden. Höstrapsen bör ha hela sin vårgiva innan stjälksträckning för att undvika sänkning av oljehalten (Gunnarsson, 2005). Sen kväveeffekt sänker både oljehalt och skördenivå. Studier visar att nedmyllning av organisk gödsel stimulerar till ökad mineralisering i jord och av gödsel samtidigt som ammoniakförluster minskar från gödselslag som kycklinggödsel och nötflytgödsel (Rhode *et al.*, 2000). Att hackning efter spridning av Vinass inte hade någon effekt på oljehalt eller skörd tyder på att kväve varit lika tillgängligt i båda radavstånden. En förklaring kan vara att kvävet i Vinass är till stor del bundet som proteiner som är mycket lätt omsättbara (Orvendal, 2007).

Gödslingstidpunktens betydelse

Gödsling före tillväxtstart (27-28 mars) jämfört med strax efter tillväxtstart (18-24 april) gav större skörd endast för Vinass. Även kväveupptaget vid blomning var högre efter spridning vid första än vid andra tidpunkten endast för Vinass (enligt samspelet, tabell 5). Resultatet bygger dock endast på ett försök på Lanna 2007. Den stora merskörden för spridning av Vinass före jämfört med efter tillväxtstarten visar på vilken betydelse kväve tillgängligt tidigt på våren har på fält med lågt markkväveinnehåll (figur 6) och under torra förhållanden.

För de övriga gödselmedlen 2007 och 2008 (Biofer, kycklinggödsel och nötflytgödsel) noterades ingen skillnad i skörd mellan första och andra spridningstidpunkten. Trots jämnt fördelad nederbörd 2008 efter första spridningstillfället påverkades inte skörden. En torrperiod som inföll efter första spridningstidpunkten 2007 bidrog troligen till att inga skillnader erhöles mellan spridningstidpunkter det året. Alla gödselmedel förutom Vinass orsakade en högre oljehalt vid spridning före än efter tillväxtstart och tyder på att kväve var tillgängligt tidigare även om det inte påverkade skörden. Ett högre kväveupptag vid knoppstadium kunde konstateras efter spridning av kycklinggödsel före tillväxtstart jämfört med spridning efter tillväxtstart.

Delin och Engström (2008) visade i en inkuberingsstudie med jord blandat med olika gödselmedel (bl.a. Biofer, Vinass, kycklinggödsel och nötflytgödsel) på vikten av att gödsla i tid så att kvävet i de mer långsamma gödselmedlen som Biofer och Vinass hinner bli

tillgängligt när grödan behöver kvävet. Även om fältförsöken i denna studie visade att spridning av Biofer, kycklinggödsel och nötflyt strax efter tillväxtstart ca. 20 april gav lika stor skörd som spridning innan tillväxtstart finns det anledning att sprida gödseln i god tid på våren för att förebygga för eventuella torrperioder efter spridning.

Olika gödselmedels effekt

Vinass gav högre frö- och kväveskörd än övriga gödselmedel vid både första och andra gödslingsstidpunkten. Resultatet för första tidpunkten baseras endast på ett försök på Lanna 2007, som var mycket torrt, men för andra tidpunkten baseras det på fyra försök (Lanna 2007 och tre försök 2008). De tre försöken 2008 uppvisade större merskördar efter Vinass (700 kg N ha⁻¹) än övriga gödselmedel (300 kg N ha⁻¹) trots mycket låga skördar. Ett större kväueupptag vid både knoppstadium och blomning efter spridning av Vinass än efter övriga gödselmedel bekräftade också en större kvävetillgänglighet under våren (Tabell 5). Merskörden på 300 kg ha⁻¹ efter övriga gödselmedel överensstämmer med vad Engström och Lindén (2008) erhöll, i medeltal för fem försök, när flytgödsel (76 kg NH₄-N per hektar) spreds till ekologisk höstraps efter vall. Den lägre oljehalten, 49 % efter gödning med Vinass jämfört med övriga gödselslag bekräftar att mer kväve fanns tillgängligt. Den signifikant högre oljehalten, 51 %, efter gödning med kycklinggödsel och nötflytgödsel jämfört med Biofer, 50 %, tyder på något lägre kväveförsörjning. Eftersom skördarna var lika stora för dessa tre gödselmedel kan vi anta att skillnaderna i kväveförsörjning främst förekom i senare utvecklingsstadier. Detta bekräftas också av att kväueupptaget var större vid knoppstadium efter spridning av kycklinggödsel och nötflytgödsel jämfört med Biofer (enligt samspelet, tabell 5). Ett större kväueupptag i knoppstadium kan bero på att mer kväve var direkt tillgängligt efter spridning av kycklinggödsel och nötflytgödsel på grund av att de innehåller ammoniumkväve vilket inte Biofer gör (Delin och Engström, 2008). Efter spridning av Biofer och även Vinass, som innehåller främst organiskt kväve behöver en kvävemineralisering ske innan kväve frigörs (Delin och Engström, 2008).

Merskördar för Vinass jämfört med andra organiska gödselmedel kan inte bekräftas av tidigare studier. Gruvaeus (2003) fann att kväveeffektiviteten för Biofer i vårvete var 80 % och för Vinass cirka 55 % jämfört med handelsgödsel. Effekterna av nötflytgödsel och Vinass tillfört vid sådd i vårvete efter en kväverik förfrukt undersöktes av Wallenhammar och Anderson (2011). Nötflytgödsel gav i medeltal 5 % skördeökning medan Vinass ökade skörden med 3 % samt gav den högsta proteinhalten i vårvete. Delin och Engström (2008) visade med inkuberingsstudien att nötflytgödsel var tillgängligt tidigare (direkt vid spridning) men också att mer kväve hade mineraliserats i jorden med Vinass än flytgödseln efter ca. 15-30 dagar.

De större merskördarna för Vinass jämfört med Biofer, kycklinggödsel och nötflytgödsel i denna studie med höstraps kan däremot inte förklaras av inkuberingsstudien.

Kvävetillgängligheten i inkuberad jord ökade de första 30 dagarna på liknande sätt för Vinass och Biofer varefter lika mycket kväve fanns tillgängligt som efter kycklinggödsel. Andra faktorer, som inte fanns med i inkuberingsstudien, påverkade uppenbarligen effekten av gödselslagen i fältförsöken med höstraps.

I fältförsöken påverkade faktorer kvävetillgängligheten och kväueupptaget efter gödning av de olika gödselslagen som inte påverkar i en inkubering. Ammoniakförluster t.ex. från ammoniumrika gödselmedel som kycklinggödsel och nötflyt kan minska dess effekt, speciellt vid spridning under torr väderlek utan nedmyllning (Gunnarsson et al. 2000; Rhode et al. 2000). Kväveeffekten av flytande gödselmedel som Vinass, som dessutom späddes i försöken

(men ej i inkuberingen), har gynnats vid torr väderlek. Dåliga växtförhållanden som kompakta våta jordar på våren 2008 bidrog till försämrade kväveupptagningsförmåga och låga skördar det året.

Alla organiska gödselmedel testade här bidrog till merskördar i medeltal för alla sex försöken, men variationen var stor mellan plats och år. Störst skördeökning (77 %) erhöles på konventionella gårdar med spannmålsväxtföljder utan stallgödsel medan effekten på skörden var mindre (15 %) på gårdar med bra växtföljder och stallgödsel, såsom Hög och Brogården. Höstrapsgrödor med ett litet kväveupptag på hösten har oftast ett större kvävegödslingsbehov på våren än grödor med ett större kväveupptag på hösten (Gunnarsson och Nilsson, 2010). De större mängderna mineralkväve i marken på höst och vår på Brogården respektive Hög än övriga konventionella gårdar tyder på bättre förutsättningar för ett större kväveupptag, vilket det också var hösten 2005 på Brogården, och kan troligtvis förklara den lägre gödslingseffekten på skörden.

Mineralkväve i marken

Efter skörd, var mängden mineralkväve generellt låg på alla platser, vilket indikerar att tillgängligt kväve från mark och gödsling har utnyttjats väl (figur 7). Studier visar att det oftast finns större mängder mineralkväve i marken vid skörd av konventionellt gödslad höstraps än efter spannmål (Sieling *et al.*, 1999; Engström och Lindén, 2009). Större kvävemineralisering på den ekologiska gården Hög med stallgödsel i växtföljden kan förklara de något större mängderna mineralkväve vid skörd än för de övriga platserna.

Slutsatser

- Radhackning i 48 cm radavstånd efter gödselspridning ökade inte skörden jämfört med bredspridning i 12 cm och därmed var metoderna likvärdiga. Kväveupptaget vid blomning och oljehalten visade dock på en ökad kvävetillgång i senare stadier efter hackning.
- Spridning av gödsel före eller efter tillväxtstart på våren hade liten betydelse för skörden, med undantag för Vinass under torra förhållanden på våren. Merutbytet blev då 400 kg ha⁻¹ mer för första spridningstidpunkten jämfört med andra. För övriga gödselmedel indikerade kväveupptaget vid knoppstadium och oljehalten att det fanns en större kvävetillgänglighet efter spridning före tillväxtstart än efter, även om det inte påverkade skörden.
- Alla gödselmedel gav i medeltal merskördar som varierade mellan 300 och 1300 kg ha⁻¹, jämfört med ogödslad led. Variationen var stor mellan platser och år, vilket visar betydelsen av platspecifik kunskap för att anpassa gödslingen.
- Gödsling med Vinass gav högre skörd än övriga gödselmedel, för både första och andra gödslingstidpunkten. Merskörderna med Vinass jämfört med ogödslad led var 1300 kg ha⁻¹ och 700 kg ha⁻¹ för spridning före respektive efter tillväxtstart. Gödsling med Biofer, kycklinggödsel och nötflytgödsel gav samma skörd oavsett spridningstidpunkt även om torråret 2007 inte togs med vid jämförelsen. Merskörderna var 400 kg ha⁻¹ för spridning före eller efter tillväxtstart. Oljehalten var 1 och 2 % högre med nötflytgödsel och kycklinggödsel jämfört med Biofer respektive Vinass.
- Resultaten tyder på en större kvävetillgänglighet efter Vinass både före och efter plantsträckning. För övriga gödselmedel som gav lika stor skördeökning, visade kväveupptaget vid knoppstadium och oljehalten att gödsling med kycklinggödsel och nötflytgödsel gav en något tidigare kväveförsörjning, i jämförelse med Biofer.
- Gödsling med organiska gödselmedel gav större merskördar på platser med spannmålsväxtföljder utan stallgödsel än på platser med bra förfrukter och stallgödsel i växtföljden, dvs. platser med hög kvävemineralspotential.

Referenser

- Bengtsson, A., Cedell, T. 1993. Kvävegödsling till höstraps. Svensk Frötidning. 1-2. s. 9-11.
- Bergman, N. 2000. Effekter av KRAV-godkända gödselmedel på skörd och proteinhalt hos vår- och höstvet, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Jordbruksvetenskap Skara, Examensarbete 3, Skara, 51 s
- Dejoux, J.F., Meynard J.M., Reau, R. 1999. Decomposition of ¹⁵N-labelled rapeseed leaves, frozen in winter: evaluation of N mineralization and rape N-uptake in spring under field and laboratory conditions. Proc. of the 10th International Rapeseed Congress, 26-29 September 1999, Canberra, Australia. s. 196.

- Delin, S., Engström, L. 2008. Kvävemineraliseringsförlopp efter gödsling med organiska gödselmedel vid olika tidpunkter. Institutionen för Mark och Miljö Skara, Precisionsodling 2008:1.
- Delin, S., Stenberg, B., Nyberg, A., Brohede, L. 2010. Potentiella mätmetoder för att uppskatta kvävegödslingsvärdet hos organiska gödselmedel. Institutionen för Mark och Miljö, Uppsala. Rapport 6.
- Aalmond, J.A., Dawkins, T.C.K., Askew, M.F. 1986. Aspects of crop husbandry. In: Oilseed rape (Eds. Scarisbrick, D.H. and Daniels, R.W.). Collins, London. s. 127- 175.
- Biärsjö, J., Nilsson, B. 2007. Kväve till höstraps. Skåneförsöken försöksrapport 2007. www.skaneforsaken.nu.
- Engström, L., Lindén, B. 2000. Höstraps i Mellansverige, inverkan av såtid och ogräsbekämpning på övervintring, skörd och kvävehushållning. Inst. för jordbruksvetenskap Skara, SLU. Rapport 7.
- Engström, L., Lindén, B. 2008. Kväveförsörjning i ekologiska odlingssystem med vall - höstraps – vete. N-supply in organic cropping systems with ley – winter oilseed rape – wheat. Avd. för precisionsodling, Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara, Rapport 16.
- Engström, L., Lindén, B. 2009. Importance of soil mineral N in early spring and subsequent net N mineralisation for winter wheat following winter oilseed rape and peas in a milder climate. Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science 59, 402-413
- Gruvaeus, I. 2003. Gödsling med organiska gödselmedel i vårvete. Försöksrapport 2003 för Mellansvenska försökssamarbetet och Svensk raps. s. 33-34.
- Gunnarsson, A., Nilsson, B. 2010. Kvävestrategier i höstraps OS 188. Skåneförsöken försöksrapport 2010. www.skaneforsaken.nu.
- Gunnarsson, S., Marstorp, H., Witter, E., Kasimir-Klemendtsson, Å., Svensson, L. 2000. Gröngödsel och stallgödsel, miljöhot eller tillgång i uthålligt lantbruk. Fakta jordbruk Nr 4.
- Herland, P.J. 1991. Rapsmjöl som djurfoder. I: Svenska oljefält ger både olja och protein. s. 67-72.
- JV, 2007, Ekologisk odling av höstoljeväxter, råd i praktiken. Jordbruksinformation 9 – 2007.
- Ohlsson, R., Anjou, K. 1979. Rapeseed protein products. Journal of the American Oil Chemical Society 56, 431-437.
- Orvendal, J. 2007. Värdering av kvävet i organiska gödselmedel. Evaluation of nitrogen in organic fertilizers. Avdelningen för Precisionsodling, Skara, Examens- och seminariearbete Nr 3.
- Pettersson, B., Wallenhammar, A.C., Svarén, A. 2001. Ekologisk oljeväxtodling. Konferens Ekologiskt Lantbruk 13-15 november 2001. SLU, Uppsala. s. 383.
- Rhode, L., Richert Stintzing, A., Salomon, E., Karlsson, S. 2000. Kycklinggödsel till sallat och vitkål. Ammoniäkförluster och växtnäringens utnyttjande. JTI rapport lantbruk och industri 349. 48 s.
- SCB. 2009. Skörd för ekologisk och konventionell odling 2008. Statistiska meddelanden JO16SM0902.
- Schultz, J.R. 1972. Undersøgelser af vinterrapsens (*Brassica napus* L.) torstofproduktion og naeringsstofoptagelse gennem vaekstperioden. Tidsskrift for Planteavl 76, 415-35.
- Sieling, K., Günther-Borstel, O., Teebken, T., Hanus, H. 1999. Soil mineral N and N net mineralization during autumn and winter under an oilseed rape - winter wheat - winter barley rotation in different crop management systems. Journal of Agricultural Science 132, 127-137.
- Sörensen, P., Fernandez, J.A. 2003. Dietary effects on the composition of pig slurry and on the plant utilization of pig slurry nitrogen. Journal of Agricultural Science 140, 343-355.
- Wallenhammar, A.C. 1997. Höstoljeväxter - ett ekologiskt alternativ. Ekologiskt Lantbruk 6. s. 3-4.

- Wallenhammar, A.C. 1998. Ekologisk oljeväxtodling. Konferens Ekologiskt Lantbruk 1998. 10-13 mars 1998, SLU, Uppsala. s. 56-58..
- Wallenhammar, A-C, Anderson, LE. 2005. Kvalitetsbrödsäd. Hämtat från <<http://ekoforsk.slu.se/Projekt/Kvalitetsbrodsad.htm> Hämtat 13 april 2011.
- Yara AB (2004). Gödslingsråd säsongen 2004. Landskrona, Sweden, 28-29.

Resultatförmedling från projektet

Resultat från projektet har förmedlats vid kurser med rådgivare som målgrupp anordnade av Jordbruksverket 2007 (Göteborg) och 2010 (Falköping) samt vid HIR-konferensen 2009 (Uppsala). Resultat har också redovisats vid möten anordnade av SLU EkoForsk och vid ett flertal konferenser nationellt och internationellt.

Stenberg, M., Engström, L., Wallenhammar, A.C., Gruvaeus, I., Lööf, P.J. 2005. Kväveförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – studie av olika kvävekällor, tillförseltidpunkter och myllningstekniker. In: Ekologiskt lantbruk Konferens ”Att navigera i en ny tid”. 22-23 november 2005, Ultuna, Uppsala. CUL, SLU. p. 316.

Stenberg, M., Engström, L., Gruvaeus, I., Wallenhammar, A.C., Lööf, P.J. 2007. Kväveförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – en studie av olika kvävekällor, tillförseltidpunkter och myllningstekniker. In: Ekokonferensen "Mat i nytt klimat", 19-21 November 2007, Norrköping. pp. 121-124.

Stenberg, M., Engström, L., Wallenhammar, A.C., Ståhl, P., Gruvaeus, I. 2010. Nitrogen management strategies in organic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) production. In: Raghuram et al. (Eds.). 5th International Nitrogen Conference “Reactive Nitrogen Management for Sustainable Development - Science, Technology and Policy”, 3 – 7 December 2010, New Delhi, India. Book of Abstracts p. 34.

Stenberg, M., Engström, L., Wallenhammar, A.C., Gruvaeus, I., Lööf, P.J. Nitrogen management strategies in organic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Sweden. Abstract to 13th International Rapeseed Conference, Czech Republic, 5 - 9 June 2011.

Stenberg, M., Engström, L., Wallenhammar, A.C., Gruvaeus, I., Lööf, P.J. 2011. Nitrogen management strategies in organic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in Sweden. Manuskript till artikel i vetenskaplig tidskrift.

Stenberg, M., Engström, L., Gruvaeus, I., Wallenhammar, A.C., Lööf, P.J. 2011. Kväveförsörjning av ekologiska höstoljeväxter – en studie av olika kvävekällor, tillförseltidpunkter och myllningstekniker. Institutionen för mark och miljö, Uppsala. Rapport X.