

Innehåll

Sammanfattning	2
Abstract	3
Bakgrund.....	4
Material och metod	5
1. Havre - försök i smårutor	5
2. Havre - fältförsök.....	6
3. Höstraps - försök i smårutor.....	7
4. Höstvetete - försök i smårutor.....	7
Resultat	8
1. Havre - försök i smårutor	8
Skörd.....	8
Ogräs	10
2. Havre - fältförsök.....	11
3. Höstraps – försök i smårutor.....	12
4. Höstvetete – försök i smårutor.....	14
Diskussion.....	14
Skillnad mellan jordar.....	14
Kväve eller andra näringsämnen.....	15
Radhackning	15
Radavstånd.....	15
Myllningseffekter.....	15
Jämförelser med andra studier	16
Slutsatser	16
Tillkännagivanden.....	17
Referenser	17
Publikationer i tidskrifter och faktablad.....	18
Presentationer på kurser och konferenser	18

Sammanfattning

Ny teknik gör det möjligt att placera organisk gödsel med hög precision, och ekologiska lantbrukare efterfrågar hur de kan utnyttja dessa nya möjligheter för att få en mer effektiv växtproduktion. I den här studien undersöktes effekten av olika placering av pelleterad organisk gödsel 1) i vårgrödan havre och 2) i höstgrödorna höstraps och höstvetete. I havre (*Avena sativa* L.), jämfördes effekten på skörd och ogräsmängd mellan olika placering av radmyllad pellets och bredspridning. Totalt sex försök med handsådda smårutor utfördes, varav tre på lerjord och tre på lätt jord i Västergötland under åren 2014-2016. Havre sådd med 25 cm radavstånd radgödslades med pellerat köttbenmjöl (Ekoväx 8-3-5-3) på tre avstånd från såraden (0, 4, och 12,5 cm) och två eller tre myllningsdjup (1 och 4 cm på lerjord och 1, 4, och 6 cm på lätt jord). Dessa behandlingar jämfördes med bredspridning, radmyllad mineralgödsel och en ogödslad kontroll. På båda jordarna gav placering 4 cm från raden i kombination med 4-6 cm myllningsdjup det högsta kväveupptaget och den högsta skörden. Skörden i detta led var 800 kg ha⁻¹ högre på lerjorden och 1100 kg ha⁻¹ högre på den lätta jorden jämfört med samma mängd pelleterad gödsel som tillfört med bredspridning och yttlig (1 cm) myllning, vilket är en 80-150% större skördeeffekt. På den lätta jorden hade avståndet till raden en större effekt på skörden ($p < 0,001$) än myllningsdjupet ($p = 0,07$). På lerjorden, påverkades skörden både av placering från raden ($p = 0,04$) och myllningsdjupet ($p = 0,003$). I fem försök ökade pelletskvävet ersättningsvärde för mineralgödselkväve (MFE) från i medeltal 63 % med bredspridning till 85 % med placering 4 cm från grödraden och 4 cm myllningsdjup. Ogräsmängden skiljde sig signifikant åt mellan olika placering av gödsel på lerjorden, med mer ogräs vid djupare myllning ($p = 0,045$) och större avstånd från raden ($p = 0,049$). På lättjorden fanns en tendens till större ogräsplantor när gödseln placerats längre från grödraden ($p = 0,13$) med undantaget då frön och gödsel placerats tillsammans, vilket gav störst ogräs, förmodligen p.g.a. lägre konkurrens från grödan i det ledet.

Tre försök med handsådda smårutor utfördes i hybridrap (*Brassica napus* L.) som såddes med 25 cm radavstånd på två lättleror och en mellanlera åren 2014/2015 och 2016/2017. Totalt åtta behandlingar jämfördes, varav sex med 80 kg total-N ha⁻¹ köttmjölspellets (Ekoväx 8-3-5-3) som antingen bredspreddes eller radmyllades på våren till 2 eller 5 cm djup eller bredspreddes eller radmyllades under eller mellan raderna vid sådd. Därtill kom ett led utan kvävegödsel och ett med mineralgödsel på våren. Pellets som radmyllades till 2 respektive 5 cm på våren gav 380 kg ha⁻¹ (ej sign.) respektive 770 kg ha⁻¹ ($p = 0,07$) högre skörd än pellets som bredspreddes, vilket innebär upp till 29 % högre effekt av gödseln med radmyllning jämfört med bredspridning. Radmyllning på hösten gav däremot inte någon signifikant skördeökning jämfört med bredspridning vid samma tidpunkt, då bredspridning på hösten tenderade att ha bättre effekt än bredspridning på våren.

I ett försök med handsådda smårutor med höstvetete (*Triticum aestivum* L.) jämfördes radmyllning vid tre djup (1, 3 och 5 cm) med bredspridning vid gödsling tidig vår (mars) respektive vid vårbruket (april). I ytterligare ett led radmyllades 25 % av gödseln vid sådd. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan några pelletsgödslade led, men det fanns en tendens till högre skörd i led med djupare myllning (3-5 cm) jämfört med grundare (0-1 cm).

Abstract

New technology makes it possible to apply organic fertilizers with higher precision, and organic producers want to know how to exploit these new possibilities to make their production more efficient. This study investigated the effects of different placement of pelleted organic fertilizers 1) in spring oats (*Avena sativa* L.) and 2) in the winter crops winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.). In oats, the effects on grain yield and weed density of band application in different positions of pelleted organic fertilizer were compared with broadcasting. Six microplot field experiments were carried out on silty clay and sandy loam in Sweden during the growing season of 2014-2016. In oats seeded at 25 cm row spacing, pelleted meat bone meal was band-applied at one of three distances from the crop row (0, 4, and 12.5 cm) and at one of two or three incorporation depths (1 and 4 cm on silty clay and 1, 4, and 6 cm on sandy loam). These treatments were compared with broadcast spreading, mineral nitrogen fertilizer, and an unfertilized control. On both soil types, fertilizer placement 4 cm from the crop and 4-6 cm incorporation depth gave the highest yield and crop nitrogen uptake. Yield in this treatment was 800 kg ha⁻¹ higher on clay soil and 1100 kg ha⁻¹ higher on sandy loam compared with the same organic fertilizer applied by broadcasting, which is an 80-150% higher yield effect. On the sandy loam, distance from the crop row had a more significant effect on grain yield ($p < 0.001$) than soil incorporation depth ($p = 0.07$). On the silty clay, crop yield was significantly influenced by incorporation depth ($p = 0.003$) and distance from the crop row ($p = 0.04$). In five experiments, mineral N fertilizer equivalent (MFE) increased from on average of 63% with broadcasting to 85% with placement 4 cm from the crop row and 4 cm incorporation depth. Weed biomass was significantly affected by fertilizer placement on the clay soil, with higher weed biomass with deeper incorporation ($p = 0.045$) and greater distance from the crop row ($p = 0.049$). On the sandy loam, there was a tendency for larger weed plants at greater distance from the crop row ($p = 0.13$) except when seeds and pellets were placed together, which gave the highest weed weight, probably due to lower competition from the crop in this treatment.

Three experiments were carried out in a hybrid winter oilseed rape seeded by hand at 25 cm row spacing, on two loam soils and one clay soil in Sweden during the growing seasons of 2014/2015 and 2016/2017. Eight treatments involved band application of 80 kg total-N ha⁻¹ as MBM at 2 and 5 cm soil depths between the crop rows in spring and at sowing band application at 5 cm depth between and under the rows. The treatments were compared to surface broadcasting in spring and at sowing, mineral N fertiliser (80 kg N ha⁻¹) in spring and an unfertilised control. MBM placed in bands at 2 and 5 cm in spring led to 380 kg ha⁻¹ (n.s) and 770 kg ha⁻¹ ($p = 0.07$) higher grain yield respectively compared with broadcasting, meaning up to 29 % better yield effect from incorporation in bands compared to surface broadcasting. At sowing, incorporation to 5 cm depth between or under rows had a similar effect on yield as broadcasting. Broadcasting at sowing tended to give a higher yield than broadcasting in spring.

In one experiment with winter wheat band application with three incorporation depths (1, 3 and 5 cm) was compared with broadcasting at fertilization in early spring (March) or spring (April). In an additional treatment 25% of the MBM pellets was applied at sowing. There were no significant differences between the different application strategies of MBM pellets, but a tendency for higher yield with incorporation at 3-5 cm depth rather than 0-1 cm incorporation depth.

Bakgrund

Pelleterad organisk gödsel är ett attraktivt alternativ för ekologiska odlare, då den kan spridas ut på ett bra sätt under stora delen av säsongen. Därmed kan både dos, tidpunkt och placering optimeras på ett helt annat sätt än för annan organisk gödsel som ofta är tung och/eller svår att fördela. I Sverige är det framför allt köttbenmjöl som pelleteras nuförtiden, men i framtiden kan det även vara andra material som blir aktuella.

En del lantbrukare upplever att de får en bättre effekt av köttmjölpellets om den radmyllas än om den bredsprids. Effekten har också mycket riktigt varit något bättre vid radmyllning jämfört med bredspridning i en del försök (Gustavsson, 1996; Gustavsson, 1997), men dock inte i alla (Bergman, 2000; Delin, 2012). Att effekten av myllning uteblivit i flera försök kan bero på att utrustningen som använts i försöken inte alltid lyckats mylla ner gödsel särskilt djupt. Vid gynnsam väderlek, d.v.s. tillräcklig nederbörd efter spridning, kan också behovet av nedbrukning tänkas vara mindre. För att bättre belysa potentialen i att bruka ner gödseln krävs alltså att försökstekniken möjliggör myllning till olika djup, så att man kan komma fram till hur djup myllning som krävs för att få en signifikant effekt. Då myllningen till stor del syftar till att få ner gödseln till fuktig jord, skulle nederbördsförhållanden kunna spela roll för hur djupt myllningen ska ske. Effekten av myllning kan också tänkas ge olika effekt beroende gröda, bl.a. då gödslingstidpunkten varierar mellan framför allt höst- och vårsådda grödor.

I ekologisk odling är det vanligt med lite bredare radavstånd för att möjliggöra mekanisk ogräsbekämpning i form av radhackning. Det bredare radavståndet kan motivera placering av gödseln i rader nära såraden istället för bredspridning eller radmyllning mitt emellan raderna. Placering av mineralgödsel nära raden kan öka näringstillgängligheten för grödan och minska den för ogräset (Rasmussen et al., 1996). Även när det gäller flytgödsel har placering närmare raden visat sig kunna öka skörd (Petersen, 2005) och fosforupptag (Bittman et al., 2012). Samma sak borde gälla även pelleterade organiska gödselmedel.

Det här projektet behandlar följande frågeställningar i havre: Kan kväveutnyttjandet från pelleterad gödsel förbättras genom bättre placering på djupet i marken och intill såraden? Påverkas ogräsmängden av placeringen? Vilket djup och vilket avstånd från såraden ger bäst effekt på skörd? Har nederbörden betydelse för om nedmyllningen har någon effekt? Vilken betydelse har radavståndet för skörden?

Projektet behandlade även följande frågeställningar i höstraps: Kan kväveutnyttjandet från pelleterad gödsel förbättras genom bättre placering intill såraden vid gödsling på hösten respektive på djupet i marken vid gödsling på våren? Påverkas ogräsmängden av placeringen? Vilket djup och vilket avstånd från såraden ger bäst effekt på skörd?

Dessutom tittade vi på följande frågeställningar i höstvetete: Kan kväveutnyttjandet från pelleterad gödsel förbättras genom djupare radmyllning vid gödsling på tidigt och lite senare på våren? Kan kväveutnyttjandet från pelleterad gödsel förbättras genom radmyllning av 25 % av gödseln i samband med sådd?

Material och metod

1. Havre - försök i smårutor

Under åren 2014-2016 har två havreförsök med smårutor utförts per år i Skaratrakten. Ett försök per år har placerats på lerjord på Lanna forskningsstation och det andra på lättare jord på gårdarna Götala eller Brogården (tabell 1).

Tabell 1. Markegenskaper i matjorden (0-30 cm) på försöksplatserna med havre åren 2014-2016.

	Lättjord			Mellanlera		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Lerhalt (%)	13	20	13	42	42	42
Mullhalt* (%)	2.9	3.9	9.3	3.0	3.0	3.1
pH	6.0	6.3	5.8	6.9	7.0	7.3
P-AL** (g 100g ⁻¹)	10	5.8	5.8	3.3	3.5	3.3
K-AL*** (g 100g ⁻¹)	13	8.5	3.9	12	12	14

I försöken jämfördes olika myllningsdjup och placering av pelleterad gödsel från såraden med bredspridning (tabell 2). Det fanns även med ett ögödselkontrollerat, ett led med mineralgödsel, ett med tätare radavstånd och två led med bevattning (tabell 2). I försöket på Lanna slopades led 3-5 med myllning till 6 eller 8 cm djup, då jorden var för hård för myllning djupare än 4-5 cm med den metod som användes. Sådd och gödsling skedde för hand. Smårutorna var 100 cm x 70 cm med en nettoyta på 50 cm x 50 cm. Två 70 cm långa järn slogs ner med slägghammare till önskat djup i varje sårad (figur 1a). Järnen drogs isär och frön och/eller gödsel ströddes ut jämnt i såraden innan järnen försiktigt lyftes upp och jorden trycktes tillbaka. I bredspridda led efterliknades harvning med en lätt massage av den gödslade jorden för hand. Vattningen i led 14-15 skedde omedelbart efter sådd, med ca 5 liter vatten per ruta, d.v.s. ca 7 mm (figur 1b). För att vara säkra på att få ogräs att studera i alla rutor såddes vitsenap in i smårutorna 2014. Detta upprepades 2015 och 2016, men bara på lerjorden, då ogräsfloran på lättjorden ansågs vara så riklig att vitsenapen var obefogad. Vid två tillfällen i juni räknades antalet ogräs (figur 1c). Vid det senare tillfället skördades även allt ogräs, torkades och vägdes och skickades på ledvis analys för kväveinnehåll.



Figur 1. Fotografier från försöken som visar a) ram med järn som slagits ner i marken för sådd och placering av pellets, b) vattnade försöksrutor efter sådd och c) försöksruta i samband med första ogräsräkningen.

Tabell 2. Led i havreförsök utförda i smårutor 2014-2016.

Led	Radavstånd	Gödsel	Nedbrukning	Avstånd från rad	Vattning
1	25 cm	Ingen gödsel	-	-	
2	25 cm	Axan (ammoniumnitrat)	1 cm	4 cm	
3	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	6 alt. 8 cm	0 cm	
4	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	6 alt. 8 cm	4 cm	
5	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	6 alt. 8 cm	12,5 cm	
6	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	4 cm	0 cm	
7	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	4 cm	4 cm	
8	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	4 cm	12,5 cm	
9	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	1 cm	0 cm	
10	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	1 cm	4 cm	
11	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	1 cm	12,5 cm	
12	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	Nedharvning	Bredspredning	
13	12,5 cm	Ekoväx 8-3-5-3	Nedharvning	Bredspredning	
14	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	Nedharvning	Bredspredning	Vattning
15	25 cm	Ekoväx 8-3-5-3	4 cm	4 cm	Vattning

2. Havre - fältförsök

För att komplettera försöken med smårutor har även några fältförsök med större rutor utförts med några utvalda led (tabell 3). Tre av försöken har utförts på ekologiska gårdar med Cameleonsystem och två har utförts på Lanna med parcellsåmaskin. Försöken med Cameleonsystem har radhackats 1-2 gånger efter uppkomst. Det ena parcellsådda försöket på Lanna hade mycket lite ogräs och radhackades inte. I det andra försöket skedde radhackning i fyra av åtta upprepningar, dock först efter stråskjutning (den 22 juni). Försöken med Cameleon 2015 och 2016 gödslades först och såddes sedan och traktorn styrdes till rätt position med hjälp av RTK-gps. Till försöket 2014 saknades RTK-gps, och en annan uppsättning behandlingar där man sådde först och gödslade sedan utfördes. I försöken med parcellsåmaskin 2016 och 2017 användes kombisådd, där gödsel och utsäde placerades i samma körning. I försöket 2016 var det fyra upprepningar, medan försöket 2017 hade 8 upprepningar varav fyra upprepningar radhackades och fyra inte, för att se om hackningen hade inverkan på vilken placering som var optimal.

Tabell 3. Detaljer i olika maskinsådda fältförsök i projektet.

Plats	År	Gröda	Såmaskin	Rad-avstånd (cm)	Led (placering från rad) (cm)	Antal upprepningar	Myllningsdjup (cm)
Skarstad	2014	Havre	Cameleon	25	4, 12.5	3	5
Brålanda	2015	Vårvete	Cameleon	25	0, 12.5, bredspritt	3	6
Skarstad	2016	Havre	Cameleon	25	0, 12.5 bredspritt	3	10
Lanna	2016	Havre	Flexiseeder	28	0, 14, bredspritt	4	8
Lanna	2017	Havre	Flexiseeder	28	0, 14, bredspritt	8	8

3. Höstraps - försök i smårutor

Sammanlagt tre försök med höstraps (*Brassica napus* L., hybridarten Compass) har utförts i smårutor, ett som såddes hösten 2014 och två som såddes 2016. Ytterligare ett försök som såddes hösten 2015 kasserades p.g.a. att rapsen angreps av klumprotsjuka. I försöken jämfördes bredspridning med olika placering intill såraden vid höstgödsling (led 6-8) samt med olika myllningsdjup vid gödsling på våren (led 3-5) (tabell 4). Rapsen såddes för hand i fyra 70 cm långa sårader med 25 cm radavstånd i 100 cm x 70 cm stora rutor. Nio rapsfrön placerades ut i varje sårad och tryckes ner till 2 cm djup. Den radmyllade pelletsen brukades ner med samma metod som i havreförsöken. Två 70 cm långa järn slogs ner med slägghammare till önskat djup varpå järnen drogs isär och pelletsen ströddes ut jämnt i raden innan järnen försiktigt lyftes upp och jorden trycktes tillbaka. Försöket 2014-2015 låg på en mjällig lättlera och de två försöken 2016-2017 låg båda på ett närbeläget fält, men det ena försöket på en del av fältet med lättlera och det andra på en annan del av fältet med mellanlera. Förutom gödsling med 80 kg total N ha⁻¹ med Axan alt. Ekoväx 8-3-5-3 (tabell 4) fick alla rutor 30 kg N ha⁻¹ mineralgödsel (Axan) samt PKS enligt gällande rekommendationer.

Då det var mycket riklig förekomst av vitgröe i försöket 2015 gjordes en mekanisk ogräsbekämpning i samband med vårgödslingen, genom att skrapa loss ogräset mellan raderna med ca 1 dm breda ogräskyfflar. Senare under säsongen återkom vitgröen och även en del baldersbrå som klipptes den 16-17 juni, torkades och vägdes. I försöken 2017 räknades antalet ogräs någon vecka före skörd (1 augusti) och färskvikten noterades rutvis.

I varje ruta (0,70 m²) skördades de två mittersta raderna d.v.s. 0,25 m². Plantorna klipptes och tröskades och skördad vikt av halm och frön registrerades var för sig. I de två försöken från 2016-2017 analyserades kväveinnehåll i kärnorna. Skördenivån jämfördes mellan samtliga led med variansanalys (General Linear Model, en factor) i statistikprogrammet Minitab16 (Minitab Inc. 2010).

Tabell 4. Led i höstrapsförsöken med smårutor på 2014-2015 och 2016-2017 med mineralgödsel (Axan) i ett led och köttmjölspellets (Ekoväx 8-3-5-3) i 6 led.

Led	Radavstånd	Gödelmedel	Nedbrukning	Avstånd från rad	Gödslingstidpunkt
1	25 cm	Inget N		-	-
2	25 cm	Axan	0 cm	12,5 cm	Vår
3	25 cm	Ekoväx	0 cm	Bredspridning	Vår
4	25 cm	Ekoväx	2 cm	12,5 cm	Vår
5	25 cm	Ekoväx	5 cm	12,5 cm	Vår
6	25 cm	Ekoväx	5 cm	0 cm	Vid sådd
7	25 cm	Ekoväx	5 cm	12,5 cm	Vid sådd
8	25 cm	Ekoväx	1 cm	Bredspridning	Vid sådd

4. Höstvetete - försök i smårutor

Ett försök i höstvetete i smårutor såddes in i september 2014 (tabell 5) på Lanna. I det jämförs bredspridning med olika myllningsdjup mitt emellan raderna samt med ett led där 25 % av gödseln placeras under raden vid sådd. Sådden skedde den 11 september med sorten Stava. Kvävemängden var 80 kg total-N ha⁻¹. Gödslingen på vårvintern skedde den 19 mars och vårgödslingen den 9 april. Ogräset räknades och skördades i nettoytan den 15 juni. I varje ruta (0,70 m²) skördades två rader

d.v.s. 0,25 m². Ytterligare ett försök med samma plan anlades på Lanna hösten 2015, vilket fick slopas på våren 2016 då beståndet var alltför tunt och ojämnt, förmodligen p.g.a. angrepp av larver.

Tabell 5. Led i höstveteförsöket med smårutor på Lanna 2014-2015 med mineralgödsel (Axan) i ett led och köttmjölspellets (Ekoväx 8-3-5-3) i 9 led.

Led	Radavstånd	Gödelmedel	Nedbrukning	Avstånd från rad	Gödslingstidpunkt
1	25 cm	Inget N		-	
2	25 cm	Axan	1 cm	12.5 cm	Vår
3	25 cm	Ekoväx	0-3 cm (radhack)	Bredspredning	Vår
4	25 cm	Ekoväx	1 cm	12.5 cm	Vår
5	25 cm	Ekoväx	3 cm	12.5 cm	Vår
6	25 cm	Ekoväx	5 cm	12.5 cm	Vår
7	25 cm	Ekoväx	0-3 cm (radhack)	Bredspredning	Vårvinter
8	25 cm	Ekoväx	1 cm	12.5 cm	Vårvinter
9	25 cm	Ekoväx	3 cm	12.5 cm	Vårvinter
10	25 cm	Ekoväx	5 cm	12.5 cm	Vårvinter
11	25 cm	Ekoväx	5 cm	0 cm	Vid sådd (25%, 75% som led 5)

Resultat

1. Havre - försök i smårutor

Skörd

Lätt jord

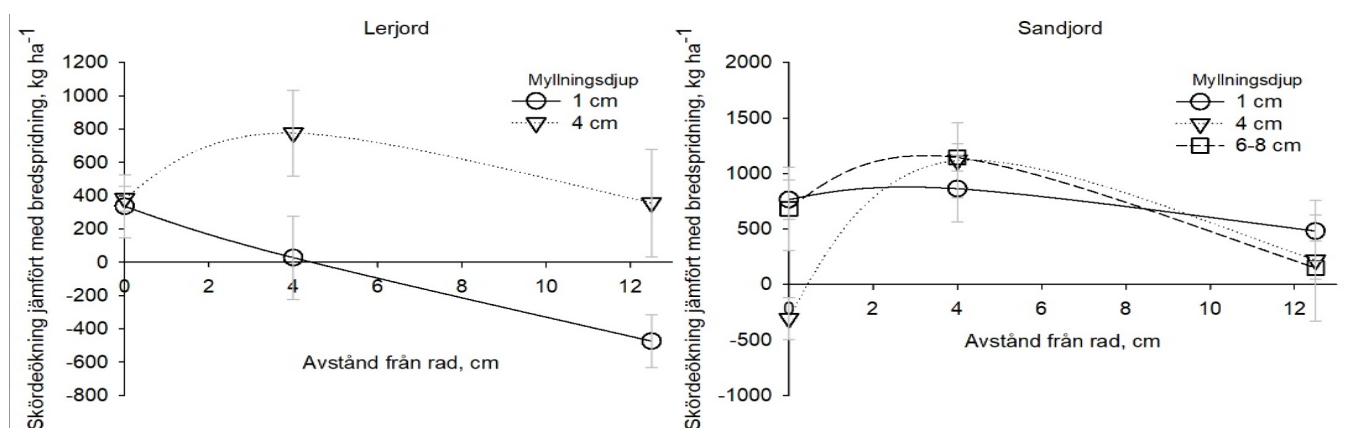
I försöken på lätt jord var skörden 4300-4500 kg ha⁻¹ i led utan kvävegödsling och 5300-7000 kg ha⁻¹ mineralgödselat led. Detta visar att det var en jord med ganska hög kväveleverans från jorden, men med potential att höja skörden med kvävegödsling. Ledet med enkelt radavstånd (led 13) gav liknande skörd som motsvarande led med dubbelt radavstånd (led 12) de två första åren och ca 380 kg ha⁻¹ i merskörd 2016. Generellt var skörden högre i radmyllade led än i led med bredspredning oavsett radavstånd, utom då gödseln placerats ihop med utsädet (led 6). Högst skördeffekt av köttmjölspellets fick man vid myllning 4 cm från rad och myllning till 4-6 cm djup (led 4 och 7) (figur 2). Syftet med led 14-15 med vattning var att se om den eventuellt sämre skörden i bredspritt led närmade sig effekten i led med placerad gödsel på 4 cm djup under förhållanden med mycket nederbörd efter gödsling. Detta verkar inte vara fallet (tabell 6). Placering av pellets gav upp till 1000 kg merskörd jämfört med bredspredning när det placerades 4 cm från raden. Det var inga stora skillnader i skörd beroende på myllningsdjup (tabell 6 och figur 2), utom vid gödsling i raden där gödsling ihop med utsädet missgynnades.

Tabell 6. Kärnskörd (15 % vattenhalt, kg ha⁻¹) i led 1-15 (tabell 2) på de två olika jordtyperna åren 2014-2016 i havreförsöken. *Ledbeteckning (Myllningsdjup (cm), Avstånd från rad (cm), Radavstånd (cm)). BS = bredspridning. BV = bevattning.

Led*	Lättjord			Lerjord		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
1 (-, -, 25)	4328	4536	4420	1304	2600	2059
2 (1; 4, 25)	5761	7029	5299	2167	4936	4674
3 (6; 0, 25)	6096	6257	5463			
4 (6; 4, 25)	5756	6939	6348			
5 (6; 12.5, 25)	5093	6516	4659			
6 (4; 0, 25)	4744	5615	4649	2229	4301	3135
7 (4; 4, 25)	5464	7294	6186	2232	4570	3936
8 (4; 12.5, 25)	4969	6283	5198	1643	4393	3502
9 (1; 0, 25)	5616	6736	5643	1965	4076	3476
10 (1; 4, 25)	5542	7051	5660	1603	4272	2764
11 (1; 12.5, 25)	4988	6675	5502	1518	3229	2526
12 (1, BS, 25)	4808	5848	5190	1812	3881	2894
13 (1, BS, 12.5)	4848	5790	5569	2130	4402	3378
14 (1, BS, 25) BV	5046	5420	4361	2036	3867	2645
15 (4, 4, 25) BV	5888	6197	6309	2142	4563	3392

Lerjord

I försöken på lerjord var skörden endast 1300-2600 kg ha⁻¹ i led utan kvävegödning och 2200-4900 kg ha⁻¹ mineralgödslat led. Detta visar att lerjorden är en jord med mycket låg leverans av kväve från jorden. Det blev i medeltal 400 kg ha⁻¹ högre skörd i ledet med normalt radavstånd jämfört med ledet med motsvarande gödning och dubbelt radavstånd. Inte heller på lerjorden påverkade bevattning effekten av placering jämfört med bredspridning (tabell 6). Placering av pellets 4 cm från raden på 4 cm djup gav även här den högsta skördenivån. Myllningsdjupet hade större betydelse än på lerjorden (figur 2).



Figur 2. Ökning av kärnskörd (kg ha⁻¹) av placering av gödsel med olika myllningsdjup och avstånd från såraden jämfört med bredspridning i medeltal i havreförsöken.

Köttmjölspelletskvävet effekt på skörd jämfört med mineralgödselkvävet ger ett mått på hur väl man kan ersätta mineralgödsel med köttmjölspellets. Nivåerna varierar mellan led och år (tabell 7). I försöket på lätt jord 2016, blev effekten större än av mineralgödsel. Då kan man misstänka att det finns en effekt av andra näringsämnen än kväve. I medeltal för övriga försök blev effekten av radgödsel pellets med optimal placering (4 cm från rad och 4 cm djup) 85 %, medan bredspridd blev 46 % av mineralgödseln i led 2.

Tabell 7. Ersättningsvärde för mineralgödsel (Mineral nitrogen fertilizer equivalent, MFE) beräknat från kväveskörd i leden 3-15 (tabell 2) på de två olika jordarna åren 2014-2016. *Lednummer, (Myllningsdjup (cm), gödselplaceringens avstånd från rad (cm), radavstånd (cm)). BS = bredspridning. BV = bevattning.

Led*	Lättjord			Lerjord		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
3 (6, 0, 25)	94 %	65 %	120 %			
4 (6, 4, 25)	86 %	118 %	171 %			
5 (6, 12.5, 25)	53 %	81 %	82 %			
6 (4, 0, 25)	30 %	37 %	87 %	105 %	71 %	35 %
7 (4, 4, 25)	71 %	114 %	176 %	106 %	78 %	58 %
8 (4, 12.5, 25)	47 %	72 %	92 %	46 %	80 %	52 %
9 (1, 0, 25)	87 %	99 %	91 %	83 %	64 %	53 %
10 (1, 4, 25)	64 %	106 %	160 %	39 %	75 %	31 %
11 (1, 12.5, 25)	40 %	108 %	117 %	34 %	25 %	21 %
12 (1, BS, 25)	21 %	48 %	63 %	67 %	53 %	41 %
13 (1, BS, 12.5)	29 %	48 %	138 %	101 %	75 %	51 %
14 (1, BS, 25) BV	39 %	30 %	46 %	91 %	56 %	28 %
15 (4, 4, 25) BV	95 %	71 %	215 %	103 %	77 %	44 %

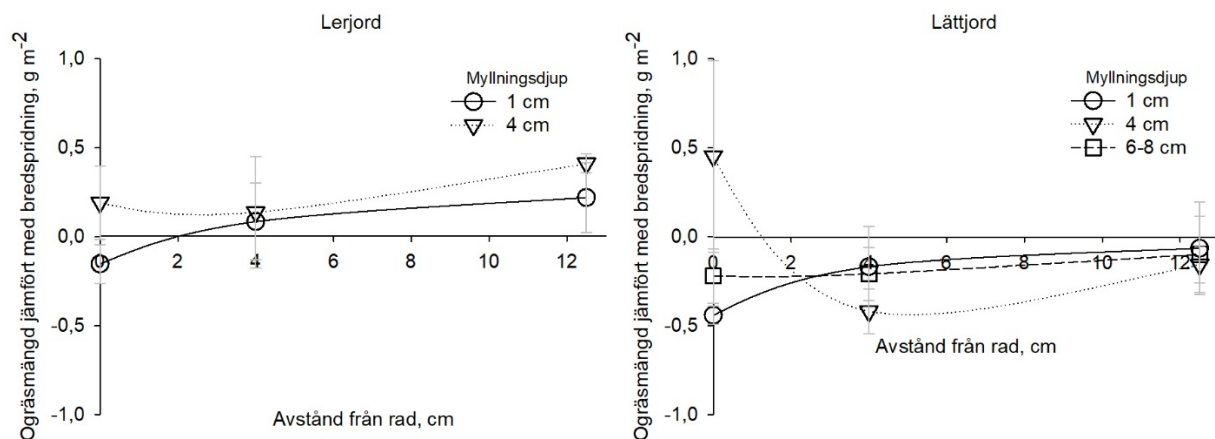
Ogräs

Ogräsfloran på lerjord bestod förutom av insådd vitsenap (*Sinapis alba* L.) av flera naturligt förekommande arter bl.a. svinmålla (*Chenopodium album*, L.), kvickrot (*Elymus repens* L.), och åkersenap (*Sinapis arvensis* L.) Ogräsfloran på lättjord bestod av många naturligt förekommande arter, bl.a. jordrök (*Fumaria officinalis* L.), åkerviol (*Viola arvensis* L.), and åkerförgätmigej (*Myosotis arvensis* L.).

Antalet ogräsplantor var ungefär dubbelt så stort på den lätta jorden (300-400 plantor m⁻²) som på lerjorden (150-200 plantor m⁻²) vid den första räkningen (DC 30). På den lätta jorden minskade antalet plantor med i medeltal 20 % från första (DC 30) till andra räkningen (DC 55) och det fanns inga signifikanta skillnader i ogräsminskning beroende på nedbrukningsdjup av pellets (p=0,52) eller pelletsplaceringens avstånd från såraden (p=0,79). Medelvikten av ogräsplantor på lättjorden var 0,16 g ts planta⁻¹, med en tendens för större plantor med pelletsplacering längre från raden (p=0,13). Ett undantag var led 6 (pellets tillsammans med utsäde), som hade den största ogräsvikten per planta (0,21 g ts planta⁻¹). På lerjorden ökade istället antalet ogräsplantor från i medeltal 155 plantor m⁻² vid första räkningen (DC 30) till 210 plantor m⁻² vid andra räkningen (DC 55), utan signifikanta skillnader. Ökningen i antal ogräs var inte kopplad vare sig till myllningsdjup av pellets (p=0,53) eller pelletsplaceringens avstånd från grödraden (p=0,70). På lerjorden var ogräsvikten signifikant högre (p=0,001) när pellets var myllade till 4 cm djup (0,075 g ts planta⁻¹) jämfört med 1 cm (0,003 g ts

planta⁻¹), med en tendens ($p=0,066$) till större ogräsplantor när pelletsen var placerad 12,5 cm från grödraden.

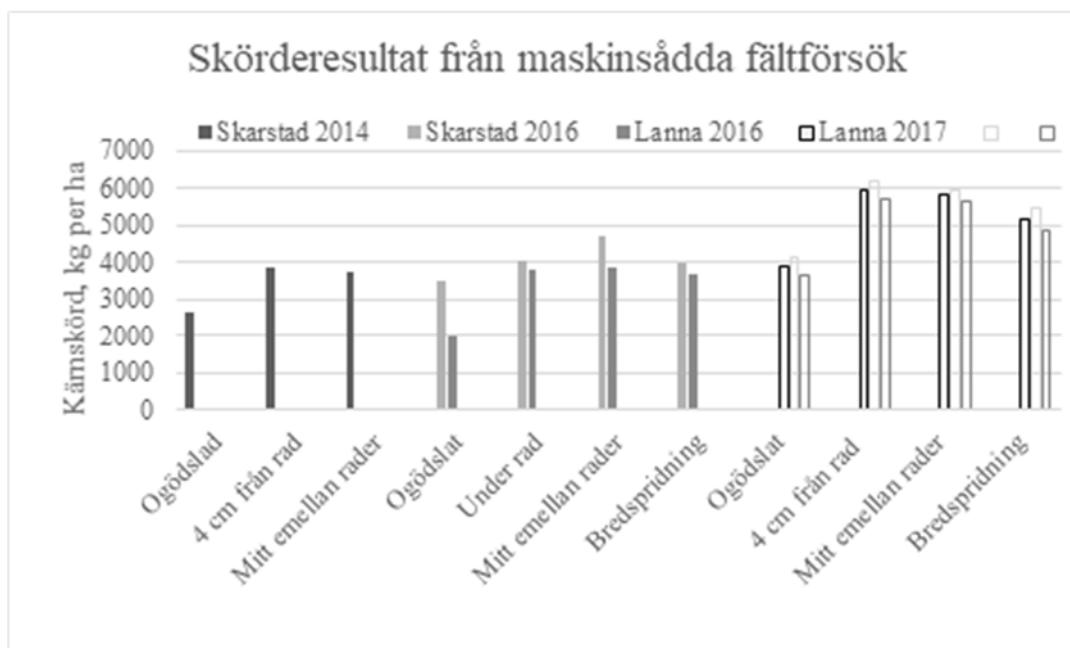
Ogräsets biomassa vid havrens vippgång (DC 55) var på liknande nivå mellan de två jordtyperna (figur 3). På lerjorden var biomassan signifikant påverkad av pelletsplaceringen, med högre biomassa med djupare myllning ($p = 0,045$) och större avstånd från raden ($p=0,049$) (figur 3). På den lätta jorden fanns inga signifikanta skillnader beroende av placering ($p=0,7$), men för led med 1 cm myllningsdjup (led 9-11) fanns en tendens till högre ogrässtryck ju längre från raden pelletsen placerades.



Figur 3. Ogräsmängd (g m^{-2}) beroende på placering av pelleterad gödsel på olika avstånd från raden och vid olika myllningsdjup.

2. Havre - fältförsök

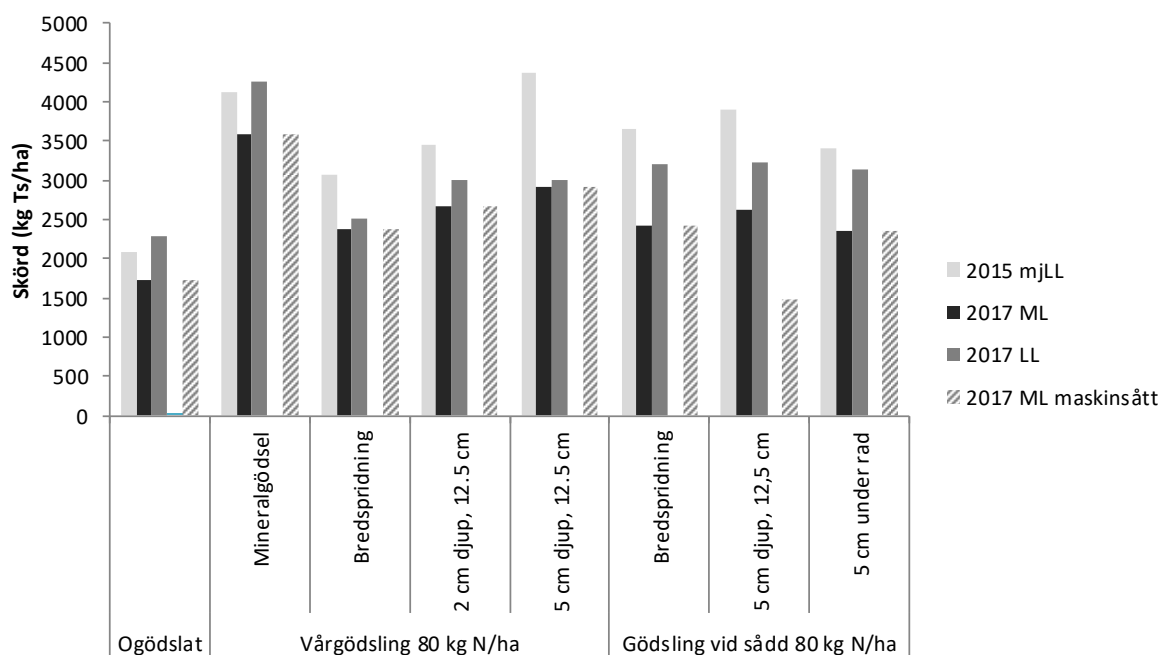
Fältförsöket i Brålanda 2015 var mycket ojämnt med stora variationer inom försöksrutorna. Resultaten redovisas därför inte. I försöken från Skarstad 2014 och från Lanna 2016 var det ingen signifikant skillnad i skörd mellan gödslade led (figur 4). I försöket i Skarstad 2016 blev skörden lite oväntat högst i ledet med gödsling mellan raderna. Både på Lanna och i Skarstad 2016 var ledet med gödsling under raden det grönaste tidigt på säsongen, vilket också bekräftades av N-sensormätningar på Lanna. Men detta jämnades ut senare under säsongen. I försöket på Lanna 2017 blev skörden högre i båda de radgödslade leden jämfört med bredspritt. De fyra upprepningar som radhackats fick tyvärr en del grödskador och därmed lite lägre skörd än de rutor som inte hackats (figur 4). Mönstret med högst skörd i ledet med placering 4 cm rad (MFE=83%), mycket tätt följd av placering mellan rad (MFE=79%) och med ca 700 kg merskörd ha^{-1} jämfört med bredspritt (MFE=53%) stämmer bra med det vi sett i försöken med smårutor placerade på Lanna, där MFE låg på samma nivåer i medeltal för de tre åren (tabell 7).



Figur 4. Kämskörd i fyra maskinsådda fältförsök (Skarstad 2014, Skarstad 2016, Lanna 2016 och Lanna 2017), där försöket på Lanna 2017 även delas upp för hackade (ljusgrå stapelram) och ohackade (mörkgrå stapelram) rutor.

3. Höstraps – försök i smårutor

I medeltal för de tre försöken i höstraps gav radmyllning av pellets till 2 respektive 5 cm djup på våren en merskörd på 380 kg ha⁻¹ (ej signifikant) respektive 770 kg ha⁻¹ (p= 0,07) jämfört med bredspridning vid samma tidpunkt. Detta innebär en merskörd på ca 160 kg per cm myllningsdjup inom detta spann. Radmyllning vid sådd till 5 cm djup mellan eller under raderna var inte signifikant skiljt från skördeeffekten av bredspridning (p= 0,99). Det var heller ingen signifikant skillnad i skördeeffekt mellan att gödsla vid sådd eller på våren. Skördeeffekten jämfört med mineralgödsel (MFE) var i medeltal 68 % för radmyllning till 5 cm på våren, runt 60 % vid radmyllning till 5 cm vid sådd (oavsett avstånd från rad) och ca 50 % vid myllning till 2 cm på våren alternativt bredspridning vid sådd och bara 33 % efter bredspridning på våren (tabell 8).



Figur 5. Skörderesultat från tre försök i höstraps utförda i handsådda smårutor (2015, 2017) och ett försök utfört med kombisåmaskin på Lanna (2017).

Det fanns inga signifikanta skillnader i ogräsmängd, antal ogräs eller ogräsvikt per planta i något av försöken. Det var liten skillnad i antal plantor per kvadratmeter mellan led, med en tendens till lite fler plantor i led med gödsling vid sådd. Skillnader i kväveskörd följde samma mönster som fröskörd med högst kväveskörd i mineralgödsel led, med 34 kg mer kväve ha⁻¹ i fröet än ledet utan kvävegödsel (tabell 8).

Tabell 8. Fröskörd, antal plantor per m², kvävemängd i frö, ersättningsvärde för mineralgödsel (MFE) och ogräsmängd i olika led i medeltal av tre höstrapsförsök. Led med samma bokstav skiljer sig inte statistiskt sinsemellan med avseende på fröskörd. *Ledbeteckning (Avstånd från rad (cm), Myllningsdjup (cm), Gödslingstidpunkt).

Led	Fröskörd, kg ha ⁻¹	Plantor m ⁻²	Kväveskörd, kg N ha ⁻¹	MFE	Ogräs, g m ⁻²
1 (-; -; -)	2032	C	43	40	632
2 (12,5; 0; vår)	3983	A	43	74	688
3 (BS; 0; vår)	2657	B C	42	51	33 % 711
4 (12,5; 2; vår)	3042	B	43	57	50 % 640
5 (12,5; 5; vår)	3422	A B	43	63	68 % 525
6 (0; 5; sådd)	3086	B	45	59	58 % 558
7 (12,5; 5; sådd)	3250	A B	47	61	63 % 596
8 (BS; 1; sådd)	2963	B	51	57	50 % 420

4. Höstvetete – försök i smårutor

Jämfört med ogödslat led var skörden signifikant större endast i mineralgödslat led (led 2) och inga skillnader fanns mellan led gödslade på vårvinter eller vår (Tabell 9). Det fanns dock en tendens till större skörd vid placering av gödsel på 3 och 5 cm på våren (led 5 och 6) eller på 3 cm på vårvintern (led 9) jämfört med ogödslat. Det fanns även en tendens till högre kväveupptag i halm och kärna och kväveutnyttjande i dessa led (2, 5, 6 och 9).

Det fanns en tendens till att ogräsmängden var lägst vid tidig gödsling i kombination med myllning till 3-5 cm, men skillnaderna var inte signifikanta (tabell 9).

Tabell 9. Kärnskörd, ovanjordiskt kväve (kvävemängd i halm och kärna), ersättningsvärde för mineralgödsel (MFE) och ogräsmängd (15 juni) i höstveteförsöket 2015. Led som följs av samma bokstav skiljer sig inte statistiskt signifikant åt. *Ledbeteckning (Avstånd från rad (cm), Myllningsdjup (cm), Gödslingstidpunkt).

Led	Kärnskörd, kg/ha	Ovanjordiskt kväve, kg/ha	MFE %	Ogräs g/m ²	
1 (-; -; -)	3173	B	41	17	
2 (12,5; 0; vår)	4487	A	54	75	
3 (BS; 0; vår)	3633	AB	47	35	96
4 (12,5; 1; vår)	3976	AB	49	61	87
5 (12,5; 3; vår)	4152	AB	53	75	72
6 (12,5; 5; vår)	4227	AB	52	80	90
7 (BS; 0; vårvinter)	3710	AB	46	41	65
8 (12,5; 1; vårvinter)	3732	AB	48	43	63
9 (12,5; 3; vårvinter)	4254	AB	52	82	69
10 (12,5; 5; vårvinter)	3815	AB	47	49	58
11 (0/12,5; 3; sådd/vår)	3229	AB	42	4	74
p-värde	0,024		0,06		0,12

Diskussion

Skillnad mellan jordar

Effekterna av pelletsplacering till vårsäd skiljde mellan de två studerade jordtyperna. Den lätta jorden representerar en jord med hög kväveleverans och riklig förekomst av fröogräs. Lerjorden representerar en jord med låg kväveleverans och måttlig ogräsförekomst. Biomassaproduktionen var högre på den lätta jorden, vilket innebär att konkurrensen om ljus och vatten (och inte bara gödsel) fick en större betydelse där till skillnad från på lerjorden, där biomassan var kraftigt begränsad av kvävetillgången. Ogräsmängden på lättjorden gynnades därför i högre grad av lägre biomassa hos grödan, medan både ogräs och gröda kunde gynnas av samma behandling på lerjorden. Markförhållandena och skördenivåerna på den studerade lätta jorden representerar i högre grad de förhållanden som rådet ute i det ekologiska lantbruket, och resultaten därifrån är därför förmodligen de som främst bör beaktas när man utformar rekommendationer.

Kväve eller andra näringsämnen

Gödslingsförsök är oftast designade för att studera ett växtnäringsämne i taget, genom att man gödslar med övriga växtnäringsämnen i en sådan omfattning så att bara ett blir begränsande. Detta gjordes inte i dessa försök, då vi ville se den totala effekten av pelletsplaceringen. Men vi antog samtidigt att det var kväve som skulle bli begränsande, och använde därför ett rent kvävegödselmedel (utan P och K) som jämförelseled. De höga effekterna av pellets jämfört med mineralgödselkväve (MFE >100%) i en del fall (tabell 6) indikerar att något annat växtnäringsämne förmodligen var begränsande i det mineralgödslade ledet. Detta gäller framför allt havreförsöket på den lätta jorden 2016, där led 10 (pellets placerade på samma vis som mineralgödsel) hade 60 % högre effekt som mineralgödsel (MFE=160%). Det fältet hade låga kaliumvärden i marken (tabell 1), vilket tyder på att kalium också kan ha varit begränsande för skörden.

Radhackning

Eftersom vi ville studera placeringens effekt på ogräs hade vi ingen radhackning i försöken med smårutor. Däremot avlägsnades ogräset vid vippgång, så ogräsets effekt på skörd begränsades. Förutom ogräsmängden kan hackningen också påverka nedbrukningen av pellets som placerats mellan raderna då man rör om i marken. Det kan också påverka miljön för mikroorganismerna som ska bryta ner pelletsen. Radhackningen kan därmed få betydelse för växttillgängligheten. I andra studier har man tittat på hur gödselplaceringen påverkat effekten av hackning på ogräs. Det har gett varierande resultat. Melander et al. (2002) observerade högre skörd i höstveten när kvävegödseln myllades ner i marken, men ingen effekt på antalet överlevande ogräs efter hackning. Rasmussen (2002) fann att både mekanisk och kemisk ogräskontroll var effektivare om flytgödseln direktmyllades istället för att den spreds på markytan. I vårkorn reducerades ogräsmängden efter direktmyllning jämfört med ytspridning, utan några andra åtgärder för ogräskontroll, vilket kan förklaras av tidigare grötillväxt efter myllningen.

Radavstånd

Enligt Petersen (2005), kan ett snabbt och högt kväveutnyttjande av grödan åstadkommas och lågt kväveupptag av ogräs fås med hög utsädesmängd, bandspridd flytgödsel och/eller tidig sådd. I vår studie hade ledet med normalt radavstånd i havre mycket riktigt högre skörd än motsvarande led med dubbelt radavstånd. Men den skördeskillnaden var mindre än den som åstadkoms med radmyllning med optimal placering, särskilt på den lätta jorden. Om pellets radmyllades i en gröda med enkelt radavstånd, skulle placeringen från raden troligtvis få mindre betydelse, då avståndet aldrig blir mer än 6,25 cm. Radmyllning skulle ändå kunna ge ett lika bra skörderesultat som med dubbelt radavstånd, så länge inte gödseln placeras ihop med utsädet. Fördelen med radmyllning är ju förutom placeringen från raden att man får en effektiv nedmyllning till önskat djup utan att blanda om gödseln med jorden och därmed begränsar mikrobiell immobilisering av kvävet (Sørensen & Jensen, 1995; Delin & Strömberg, 2010).

Myllningseffekter

Myllning av organiska gödselmedel motiveras ofta av att det reducerar ammoniakförlusterna (Webb et al., 2010). För pelleterad organisk gödsel som inte innehåller några större mängder ammoniumsalter anses det däremot inte finnas någon risk för någon betydande ammoniakavgång (Adeli et al., 2012), och myllningen motiveras istället av att pelletsen behöver markkontakt för att den

ska omsättas av markens mikroorganismer så att kvävet blir tillgänglig för växterna. Vi ville testa om myllningen hade mindre betydelse vid mycket nederbörd direkt efter spridning, då den ytliga jorden skulle vara fuktig nog för att näringen i pelletsen skulle frigöras till växterna. Men vi fann att skillnaden mellan radgödsling med myllning till 4 cm djup och bredspridning med ytlig myllning till 1 cm var lika stor oberoende av vattning. Effekten av myllning kan därmed inte förklaras av att pellets kommer ner i fuktig jord, utan snarare att näringen kommer närmare rötterna.

Jämförelser med andra studier

Resultaten bekräftar att placering av pelleterat köttbenmjöl gynnar högre skörd jämfört med om man bredsprider den. Resultaten liknar dem man fått i försök med mineralgödsel, t.ex. i en studie av Rasmussen et al. (1996) där skörden av vårkorn var 28 % högre efter placering med radmyllning jämfört med bredspridning. Avståndet från raden har inte alltid haft någon effekt på skörd (Petersen, 2001), men kväveupptaget har visat sig försenas med en halv dag per cm längre avstånd från raden. Hur stor förseningen blir och om det kommer ha någon betydelse för den slutliga skörden beror sannolikt på markens egenskaper, väderbetingelser och konkurrens om näringen från ogräs och mikroorganismer. I våra försök i havre sänktes skörden med i medeltal 60 kg ha⁻¹ per cm längre avstånd när skörden jämfördes mellan placering 4 och 12,5 cm från raden (figur 2), men varierade mellan år, plats och myllningsdjup från 20-200 kg ha⁻¹. Tidigare undersökningar med placering av organisk gödsel har mest handlat om flytgödsel. Petersen (2003) noterade en ökning i kväveutnyttjande hos vårvete från 45 till 50 % när svinflytgödsel direktmyllades istället för att bredspridas. En liknande ökning i kväveupptag hade vi i havren i den här studien, där ungefär 5-15 kg mer kväve togs upp i ledet med den bäst placerade gödseln jämfört med ledet med bredspridning, vilket är ungefär 10 % av det totala kväveupptaget. I likhet med Rasmussen et al. (1996), fann vi att effekterna på ogräs främst var sekundära, d.v.s. att de grödor som fått gynnsammast gödsling konkurrerade bättre mot ogräset om andra faktorer än växtnäring, som t.ex. ljus och vatten. Men gödslingen kan också ha direkta effekter på ogräset. Blackshaw (2005) fick exempelvis effekter på ogräset utan att se några effekter på skörd. Effekterna kan vara en kombination av gödslingen och konkurrensen från grödan.

Slutsatser

Resultaten från den här undersökningen visar att det går att upp till fördubbla skördeeffekten av pelleterad gödsel till vårsäd genom att radmylla den med optimal placering jämfört med bredspridning med grund nedmyllning. För att åstadkomma detta bör man sikta på att placera gödseln ca 4 cm från grödraden och med åtminstone 4 cm myllningsdjup. Effekten verkar inte vara beroende av nederbörd efter spridning. Generellt var skörden högre i radmyllade led än i led med bredspridning oavsett radavstånd i havre.

Vid gödsling av höstraps på våren verkar radmyllning kunna öka skörden jämfört med bredspridning och effekten ökar med djupare myllning (5cm>3cm>1cm djup). Gödsling i samband med sådd är ungefär lika effektivt som gödsling på våren, och då är myllningsdjupet och spridningstekniken av mindre betydelse.

I höstvete finns det en tendens till högre skörd vid myllning 3-5 cm jämfört med 0-1 cm vid gödsling både i mars och i april, men skillnaderna var inte statistiskt signifikanta. Att radmylla 25 % av gödseln vid sådd ger ingen skördeökning jämfört med att lägga allt på våren.

Effekten av placering på ogräsförekomsten är begränsad i alla de undersökta grödorna. En konkurrenskraftig gröda verkar vara viktigare för att hämma ogräsens tillväxt än ogräsens tillgång på växtnäring.

Tillkännagivanden

Projektet finansierades av SLU Ekoforsk. Tack till referensgruppen bestående av Per Ståhl, Emil Olsson och Roland Höckert för värdefulla synpunkter på frågeställningar och försöksupplägg för att få praktiskt tillämpbara resultat. Tack till Börje Lindén för hjälp med metod för sådd och gödsling av smårutor. Vi vill också tacka Lanna Egendom och Karl Delin som upplåtit delar av sina fält för de handsådda försöken och Mikael och Anette Bylander och Uno Carlsson och Marianne Westman för utförande av försök på sina gårdar med sina Cameleonspridare. Vi tackar också personalen på Lanna forskningsstation för utförande av maskinsådda försök i havre och höstraps. Många tack till Markus Delin, Erik Delin, Lina Nolin, Johanna Wetterlind, Karin Wallin och May Ibrahim för hjälp med ogräsräkning och skörd i olika försök.

Referenser

- Adeli, A., Tewolde, H., Jenkins, J.N. 2012. Broiler litter type and placement effects on corn growth, nitrogen utilization, and residual soil nitrate-nitrogen in a no-till field. *Agronomy Journal* 104, 43-48.
- Bergman, N. 2000. Effekter av KRAV-godkända gödselmedel på skörd och proteinhalt hos vår- och höstvet. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Examensarbete 3
- Bittman, S., Liu, A., Hunt, D.E., Forge, T.A., Kowalenko, C.G., Chantigny, M.H., Buckley, K. 2012. Precision placement of separated dairy sludge improves early phosphorus nutrition and growth in corn (*Zea mays* L.). *Journal of Environmental Quality* 41, 582-591.
- Blackshaw, R.E. 2005. Nitrogen fertilizer, manure, and compost effects on weed growth and competition with spring wheat. *Agronomy Journal* 97, 1612–1621.
- Delin S., Strömberg N. 2011. Imaging-optode measurements of ammonium distribution in soil after different manure amendments. *European Journal of Soil Science* 62, 295-304.
- Delin, S., Stenberg, B., Nyberg, A., Brohede, L. 2012. Potential methods for estimating nitrogen fertilizer value of organic residues. *Soil Use and Management* 28, 283-291.
- Gustavsson, L. 1996. Provning av KRAV-godkända NPK i vårvet. Försöksrapport 1995, Försök i Väst, s. 29.
- Gustavsson, L. 1997. Gödsling med Binadan. Försöksrapport 1997, Försök i Väst, s. 25-26.
- Petersen, J. 2001. Recovery of ¹⁵N-ammonium- ¹⁵N-nitrate in spring wheat as affected by placement geometry of the fertilizer band. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61, 215–221.
- Petersen, J. 2003. Weed: spring barley competition for applied nitrogen in pig slurry. *Weed Research* 43, 33–39.
- Petersen, J. 2005. Competition between weeds and spring wheat for ¹⁵N-labelled nitrogen applied in pig slurry. *Weed Research* 45, 103-113.

Rasmussen, K., Rasmussen, J., Petersen, J. 1996. Effects of fertilizer placement on weeds in weed harrowed spring barley. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Plant and Soil Science* 46, 192-196.

Rasmussen, K. 2002. Influence of liquid manure application method on weed control in spring cereals. *Weed Research* 42, 287-298.

Sørensen, P., Jensen, E.S. 1995. Mineralization-immobilization and plant uptake of nitrogen as influenced by the spatial distribution of cattle slurry in soils of different texture. *Plant & Soil* 173, 283-291.

Webb, J., Pain B., Bittman S., Morgan J. 2010. The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response—A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 137, 39-46.

Publikationer i tidskrifter och faktablad

Delin, S. Engström, L. Lundkvist, A. 2017. Pelleterad organisk gödsel - mylla och placera gödseln nära såraden. Faktablad från Epok i samband med Borgeby Fältdagar 2017.

Delin, S. Engström, L. Lundkvist, A. 2018. Radgödsling ger ökad effekt av ekopellets. *Arvensis* 3 2018, s. 22-23.

Delin, S. Engström, L. Lundkvist, A. 2018. Optimal Placement of Meat Bone Meal Pellets to Spring Oats. *Frontiers Sustainable Food Systems*, 19 June 2018 | <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00027>

Presentationer på kurser och konferenser

Kväveeffekt av organisk gödsel, Kurs för ekologiska producenter i Hörby februari 2017.

Optimal placering av köttmjölspellets, HIR-konferensen i Uppsala oktober 2016

Gödsling, stallgödsel och organiska restprodukter, Utbildningsdag för GREPPA-rådgivare, Skövde, November 2017

Optimal placement of pelleted organic fertilizers, oral presentation at the 17th Ramiran Conference in Wexford, Ireland.

Optimal placement of pelleted organic fertilizer in spring oat, poster presentation at the 16th Ramiran Conference in Hamburg, September 2015.

Impact of band application at 2-5 cm of pelleted meat bone meal on winter oilseed rape yield, poster presentation at 20th Nitrogen Workshop in Rennes, June 2018

Optimal placering av pelleterad organisk gödsel, Regional växtodlingskonferens i Uddevalla 10-11 januari 2018.