

Kvävestrategier i ekologiskt kvalitetsvete

Lägesrapport 15 februari 2021

*Projektgrupp: Lena Engström och Sofia Delin, Institutionen för Mark och Miljö, SLU, Skara;
Ann-Charlotte Wallenhammar och Per Ståhl, Hushållningssällskapet HS Konsult AB, Örebro.*

Inledning

En ökad merbetalning för proteinhalter över 10,5 % i ekologiskt höstvete och 12 % i vårvete (ca 50 öre/kg i skillnad mot fodervete) gör att det blir mer intressant att anpassa kvävegödsling och val av förfrukter så att kväve räcker både till skörd och högre proteinhalt. Låga proteinhalter i ekologiskt vete har länge varit ett faktum, och halter så låga som 8 % gör att vetet inte håller foderkvalitet. Det är framförallt för ekodlare med spannmålsodling, som ofta är beroende av att köpa in dyr ekologisk gödsel som Biofer (köttmjölspellets), där det är vanligt att kvävet inte räcker för tillräcklig proteininlagring. Nyligen genomförda studier visar att Biofer inte är lönsamt att tillföra i stora mängder (Nätterlund, 2015) och kräver radmyllning (Delin och Engström, 2015). Tillgång till mer lättlösligt kväve i biogödsel är ekonomiskt intressant alternativ. Biogödsel som produceras i röt-kammare i biogasanläggningar är ett relativt nytt gödselmedel i svenskt lantbruk, och tillgången förutspås öka i framtiden. Genom att använda biogödsel kan kretsloppet slutas. Skördeeffekten av biogödsel kan jämföras med effekten hos nötflytgödsel och har fungerat bra i gräsfrövallar (Wallenhammar et al. 2011). Hönsgödsel är intressant i ekologisk produktion då den är enkel att transportera och tillgängligheten god. Kompletteringsgödsling i senare utvecklingsstadier (DC 37-55) för att höja proteinhalten är praxis i konventionell odling av vete och flera försök utförs årligen. Däremot saknas studier där effekten av kompletteringsgödsling med olika organiska gödselmedel på proteinhalten jämförs och odlingsekonomi utvärderas.

I denna studie undersöker vi gödslingsstrategier med olika organiska gödselmedel med syfte att få hög skörd och brödkvalitet i ekologisk veteproduktion. Delad kvävegödsling och olika tidpunkter för en andra giva med utvalda organiska gödselmedel testas i fältförsök, med och utan bevattning. Vi testar hypoteserna:

- a) Delad kvävegiva med organisk gödsel leder till högre proteinhalt än att tillföra all gödsel inför stråskjutning (DC 23-30).
- b) Hönsgödsel som oftast har den högsta kol/kväve-kvoten och är den som är svårast att bruka ner förväntas behöva den tidigaste gödslingstidpunkten, medan rötresten som brukar ha den lägsta kol/kväveknoten och den snabbaste infiltrationen i marken förväntas ha en relativt sen optimal gödslingstidpunkt.
- c) Effekten av hönsgödsel förbättras genom att blanda den med rötrest.
- d) Under fuktiga markförhållanden kommer kväveupptaget av torra gödselslag att förbättras.

- e) Fuktiga förhållanden medger senare gödsling med organisk gödsel och oförändrat kväveupptag.

Material och metoder

Fältförsök i miniplottar med och utan bevattning

Optimal gödslingstidpunkt för en andra gödselgiva med olika organiska gödselmedel studerades i mindre försöksrutor (2,5 x 1,68 m) med och utan nedmyllning med radhackning och med och utan bevattning i ett stort experiment på Lanna försöksstation 2020.

Fyra gödslingstidpunkter, sex gödselslag (fem organiska och en med mineralgödsel som referens) med och utan hackning och med och utan vattning jämfördes i ett fyrfaktoriellt experiment (Tabell 1). Vattningen lades i storrutor med två replikat. Storrutorna bestod av 16 normalstora försöksrutor som i sin tur var uppdelade i tre smårutor. Av de 16 rutorna slumpades vilka åtta rutor som skulle radhackas. Sedan slumpades de 24 kombinationerna av de sex gödselmedlen och de fyra gödslingstillfällena så att varje sådan kombination fanns en gång med radhackning och en gång utan radhackning i varje stor ruta.

Slumpning baserades på en design för ofullständiga block (alfa-design) med åtta upprepningar (2 replikat * 2 bevattningsbehandlingar * 2 radhacksbehandlingar), åtta ofullständiga block (det är de 12 meter långa rutorna) per upprepning och tre experimentenheter (det är smårutorna) per ofullständigt block.

Storrutorna innehöll förutom nämnda 16 rutor även två skyddrutor i var ände och en slumpmässigt placerad ogödslad kontroll. Den ogödslade kontrollen radhackades inte. Vid den senaste tidpunkten utgick gödslingen i ovattnade rutor. Detta resulterade i totalt 49 behandlingar (inkl. ogödslad kontroll) i vattnade rutor och 37 behandlingar (inkl. ogödslad kontroll) i ovattnade rutor.

Tabell 1. Försöksdesign för att studera effekten av kompletteringsgivor vid olika tidpunkter (1-4) med olika gödselslag. Alla rutor får 100 kg N/ha som mineralgödsel (Axan) innan stråskjutningen (DC 23-30) som en första giva.

Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
Tidpunkt	Gödsel	Hackning	Vattning
1. DC 23-30	1. Rötrest	1. Hackat	1. Vattnat
2. DC 31-32	2. Vinass	2. Ej hackat	2. Ej vattnat
3. DC 43-47	3. Köttmjölspellets		
4. DC 55	4. Hönsgödsel		
	5. Hönsgödsel + rötrest		
	6. Mineralgödsel		

Höstvetesorten Stava, vanlig i ekologisk odling, användes och såddes med 25 cm radavstånd. Några dagar innan första ledvisa gödslingstillfället gödslades samtliga rutor (inkl. kontrolleret) med 100 kg N/ha med Axan . Storleken på tilläggsivan som gavs med olika gödselmedel enligt försöksplanen räknades fram utifrån sin förväntade mineralgödsleffekt, så att effekten skulle motsvara ytterligare 50 kg N/ha med Axan. För denna beräkning användes sambandet mineralgödselvärde = $87\% - 5\% \cdot C/N$ för gödselmedlen Vinass, hönsgödel och köttmjölspellets, medan ammoniumkväveinnehållet användes för rötrest (tabell 2). Gödselgivan i ledet med en blandning av rötrest och hönsgödsel hade lika delar N från respektive gödselslag, var ca. 15 % hönsgödsel och 85% rötrest baserat på våtvikten (tabell2). Vinass späddes ut med vatten till dubbla volymen innan spridning.

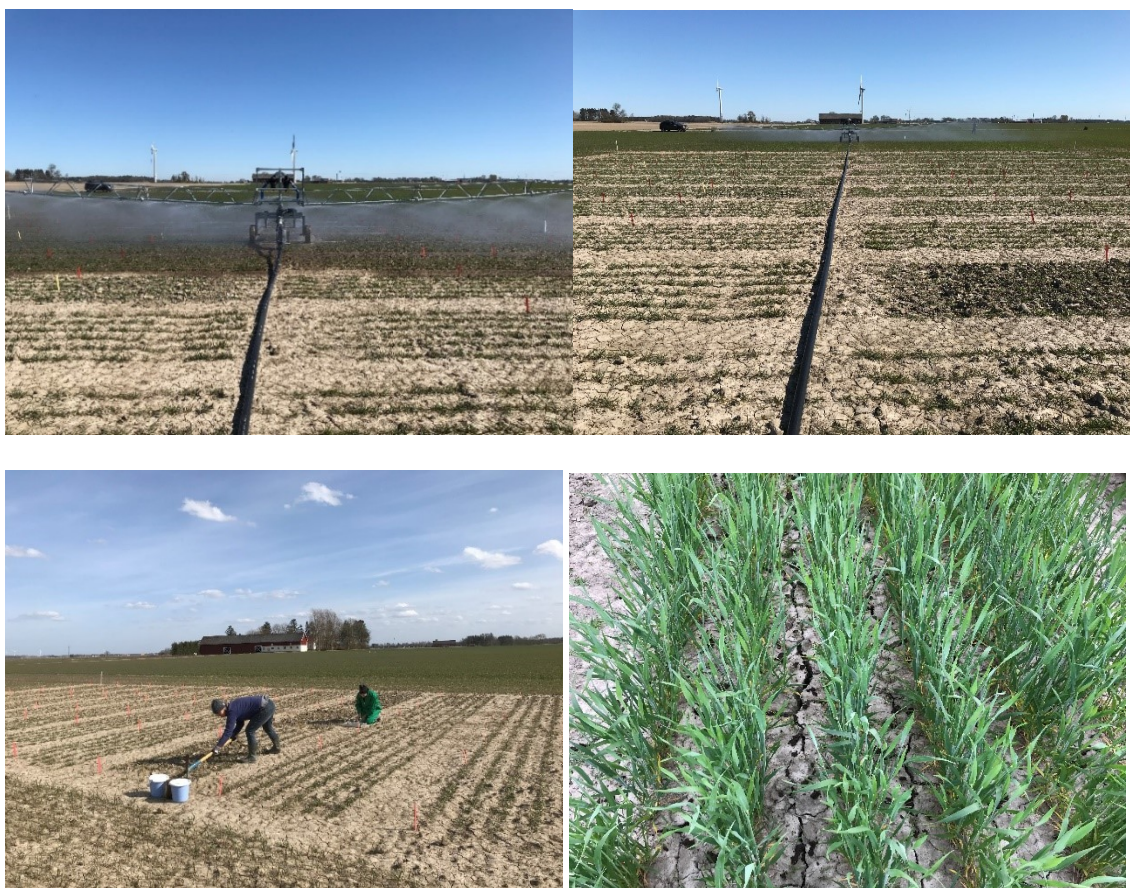
Tabell 2. Gödsels totala innehåll av kväve, beräknade innehåll av snabbtillgängligt kväve samt mängd gödsel som spridits ut per ruta.

Gödselmedel	TotN (%)	TillgN %	Gödselmängd/ruta
Rötrest	0,43	0,32	6523 g/ruta
Vinass	4,16	2,33	896 g/ruta
Köttmjölspellets	8,8	5,68	368 g/ruta
Hönsgödsel	2,51	1,56	1341 g/ruta
Hönsgödsel+rötrest	varav hönsgödsel		671 g/ruta
	varav rötrest		3262 g/ruta
Mineralgödsel	27	27	77 g/ruta
Hönsgödsel omg 4	2,36	1,33	1566 g/ruta

Bevattnings utfördes i hela de två storrutorna efter varje gödslingstidpunkt, dvs fyra gånger i alla bevattnade rutor (tabell 3). Radhackning utfördes direkt efter gödsling, dvs endast vid ett tillfälle per ruta i rutor med hackning.

Tabell 3. Datum för sådd, gödsling, bevattning, greenseekermätning och skörd.

Datum	Åtgärd
2020-09-24	Sådd
2020-03-31	Axan 100 kg N/ha
2020-04-08	Gödsling DC 22
2020-04-22	Bevattnings 30 mm
2020-05-22	Gödsling DC 31
2020-05-26	Bevattnings 40 mm
2020-06-03	Greenseeker
2020-06-08	Gödsling DC 45
2020-06-08	Bevattnings 32 mm
2020-06-16	Gödsling DC 55
2020-06-16	Bevattnings 30 mm
2020-06-25	Greenseeker
2020-08-14	Skörd



Resultat

Bevattningseffekt i medeltal

Bevattning ökade skörden med 650-700 kg/ha i medeltal för både hackade och ohackade rutor. Proteinhalten var lägre i medeltal för bevattnade led (9,5% i hackat och 9,2% i ohackat) jämfört med obevattnade (12,0% i hackat och 11,1% i ohackat). Kväveskörden var också lägre i bevattnade led (74 kg N/ha i hackat och 71 i ohackat, kg N/ha) jämfört med i obevattnade led (81 kg N/ha i hackat och 74 i ohackat led).

Effekt av hackning i medeltal

Inga skillnader i skörd fanns mellan hackat och ohackat i medeltal för bevattnat respektive obevattnat. Både proteinhalten och kväveskörden var högre med hackning jämfört med utan.

Vi analys av varje gödselslag för sig ser man att den största positiva effekten av hackning på skörden var i led med Vinass och hönsködsel, men endast signifikant större för Vinass (Tabell 4).

Proteinhalten ökade som mest med 0,4 % med hackning i rötter och köttmjölspellets vilket kan jämföras med 0,6% i mineralgödsel, men proteinhalterna var fortfarande på mycket låga nivåer (Tabell 5). N-skörden var endast högre i hackat jämfört med ohackat för Vinass (Tabell 6).

Effekt av gödslingstidpunkt på skörd, protein och N-skörd i medeltal

I medeltal för obevattnat fanns inga skillnader i skörd, protein eller N-skörd mellan gödslingstidpunkt av en andra giva. Däremot i bevattnat försök var skörden högre för tidigare gödsling i DC22 och 31 jämfört med DC55. N-skörden visade samma mönster men inga signifikanta skillnader fanns. Proteinhalten visade ett omvänt mönster mot skörden, där den var något högre för DC45 och 55

jämfört med DC22 och 31. Skillnaderna i proteinhalt mellan tidpunkter var dock liten, som mest 0,3% (9,2-9,5%).

Effekt av gödslingstidpunkt på skörd

Statistisk analys visade att det fanns ett samspel för skörden mellan gödselslag och tidpunkt i det bevattnade försöket men inte i det obevattnade. Därför analyserades varje gödselslag för sig i bevattnat försök (Tabell 2).

Det finns en trend att rötrest, hönsgödsel/rötrest-blandning ger högre skörd vid senare gödslingstidpunkt (DC45) och att Vinass, köttmjölspellets och hönsgödsel ger högre skörd vid tidiga gödslingstidpunkterna DC22 och 31.

Effekt av gödslingstidpunkt på protein

Statistisk analys visade att det fanns ett samspel för proteinhalten mellan gödselslag och tidpunkt i det bevattnade försöket och i det obevattnade. Analys av de enskild gödselslagen i **bevattnat försök** visade att det inte fanns signifikanta skillnader i proteinhalt mellan tidpunkterna för något gödselslag (Tabell 3). Däremot ser man att de gödselslag som har störst skillnad i protein mellan gödslingstidpunkter och högst protein vid sen gödsling (DC55) är rötrest och hönsgödsel/rötrest-blandning. Minst skillnad mellan tidpunkter har köttmjölspellets.

Analys av de enskild gödselslagen i **obevattnat försök** visade att proteinhalten var högre vid DC45 än vid de tidigare tidpunkterna för rötrest och mineralgödsel. Skillnaden i protein mellan tidpunkter var störst för dessa gödselslag. För övriga gödselslag var skillnaderna mindre mellan tidpunkter. Vi ser också att hackning har gett signifikant högre protein för alla gödselslag utom rötrest.

Effekt av gödslingstidpunkt på N-skörd

Statistisk analys visade att det fanns ett samspel för kväveskörd mellan gödselslag och tidpunkt i det bevattnade försöket men inte i det obevattnade. Analys av de enskild gödselslagen i bevattnat försök visade att det inte fanns signifikanta skillnader mellan tidpunkter för något gödselslag. Man kunde dock se en trend till att kväveskörden var störst vid en senare gödslingstidpunkt (DC45) för rötrest och hönsgödsel/rötrest-blandningen och störst vid en tidigare tidpunkt (DC31) för de övriga tre gödselslagen, Vinass, köttmjölspellets och hönsgödsel.

Tabell 4. Skörd av bevattnat höstvetes gödlat med olika gödselmedel och vid fyra olika tidpunkter för andra givan (100 + 50 kg N/ha).

Tidpunkt	Gödselslag					
2:a giva	Rötrest	Vinass	Köttmjölspellets	Höns gödsel	Höns g./rötrest	Mineral gödsel
DC22	4268 a	5442 a	5761 a	4647 b	5207 a	6049 a
DC31	5148 a	5357 a	5774 a	5748 a	4431 a	5736 ab
DC45	5826 a	5111 a	4647 b	4464 b	5395 a	5067 b
DC55	4824 a	4177 a	4913 ab	4967 ab	4471 a	5816 ab
<i>max skillnad:</i>	<i>1558</i>	<i>1266</i>	<i>1127</i>	<i>1284</i>	<i>963</i>	<i>982</i>
Hackat	5056 a	5703 a	5122 a	5238 a	4521 a	5586 a
ej hackat	4977 a	4341 b	5425 a	4674 a	5231 a	5748 a
<i>skillnad:</i>	<i>79</i>	<i>1363</i>	<i>-303</i>	<i>564</i>	<i>-709</i>	<i>-162</i>

Tabell 5. Protein (% av Ts) i bevattnat och obevattnat höstvetes gödlat med olika gödselmedel och vid fyra olika tidpunkter för andra givan (100 + 50 kg N/ha).

Tidpunkt	Gödselslag (bevattnat)					
2:a giva	Rötrest	Vinass	Köttmjöls- pellets	Höns- gödsel	Höns g./ rötrest	Mineral- gödsel
DC22	9,5	9,5	9,0	8,7	9,0	9,4
DC31	9,2	9,9	9,2	9,1	8,8	9,7
DC45	9,7	9,4	9,1	8,9	9,3	9,6
DC55	10,0	9,3	9,2	9,4	9,6	9,7
<i>max skillnad:</i>	<i>0,8</i>	<i>0,6</i>	<i>0,2</i>	<i>0,7</i>	<i>0,8</i>	<i>0,3</i>
Hackat	9,8	9,7	9,3	9,1	9,2	9,9a
Ej hackat	9,4	9,4	8,9	8,9	9,1	9,3b
<i>skillnad:</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	<i>0,4</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,6</i>

Tidpunkt	Gödselslag (obevattnat)					
2:a giva	Rötrest	Vinass	Köttmjölspellets	Höns gödsel	Höns g./rötrest	Mineral gödsel
DC22	11,1 b	12,0 a	11,6 a	11,2 a	11,1 a	11,7 b
DC31	11,3 b	11,7 a	12,1 a	11,1 a	11,3 a	11,9 b
DC45	11,9 a	11,9 a	11,5 a	11,1 a	11,6 a	12,5 a
<i>max skillnad:</i>	<i>0,8</i>	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,1</i>	<i>0,4</i>	<i>0,8</i>
Hackat	11,6 a	12,2 a	12,2 a	11,7 a	11,7 a	12,6 a
Ej hackat	11,3 a	11,5 b	11,2 b	10,5 b	11,0 b	11,4 b
<i>skillnad:</i>	<i>0,3</i>	<i>0,7</i>	<i>1,1</i>	<i>1,2</i>	<i>0,7</i>	<i>1,2</i>

Tabell 6. Kväveskörd (kg N/ha i frö) i bevattnat höstvetete gödlat med olika gödselmedel och vid fyra olika tidpunkter för andra givan (100 + 50 kg N/ha).

Tidpunkt	Gödselslag					
2:a giva	Rötrest	Vinass	Köttmjöls- pellets	Höns- gödsel	Höns- gödsel/ rötrest	Mineral- gödsel
DC22	61 a	77 a	78 a	61 b	71 a	83 a
DC31	71 a	79 a	79 a	78 ab	59 a	81 a
DC45	85 a	73 a	64 a	60 b	75 a	71 a
DC55	71 a	58 b	67 a	71 ab	64 a	81 a
<i>maxskillnad:</i>	23	20	16	19	17	12
Hackat	74 a	82 a	72 a	72 a	63 a	80 a
Ej hackat	70 a	61 b	73 a	63 a	71 a	77 a
<i>skillnad:</i>	3	22	-1	9	-8	3

Referenser

Delin, S & Engström, L. 2015. Improving nitrogen fertilization effect from residues in spring and winter cereals. Ramiran 2015 –16th International Conference Rural - Urban symbiosis, 8th – 10th September 2015. Abstract book. Hamburg University of Technology, Germany, p. 38.

Nätterlund, H. 2015. På djupet med pellets. Arvensis, 2, s. 24-25.

Wallenhammar, A-C, Käck, Å., Stoltz, E. 2011. Nitrogen management strategies in organic seed production of Timothy (*Phleum pratense* L.) and Festulolium (*Festuca arundinacea* X *Lolium multiflorum*) cv Hykor. NJF Seminar 420. Herbage Seed Production, Ilmajoki, Finland, 28-29 June, 2011.2:7.