



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

2024-06-03

Kvävestrategier i ekologiskt kvalitetsvete

Slutrapport för projekt finansierat av SLU Ekoforsk 2020-
2023

Lena Engström och Sofia Delin
SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Ann-Charlotte Wallenhammar och Per Ståhl
HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET

Postadress: Box 234 532 23 Skara
Besöksadress: Gråbrödragatan 19, Skara
Org nr: 202100-2817
www.slu.se

Tel: 0511-67235
Mobilnr: 0761-346358
Sofia.delin@slu.se

Innehåll

Sammanfattning	3
Inledning	5
Del 1. Material och metoder	6
Effekt av olika gödslingsstidpunkter för olika gödselmedel	6
Beräkningar och statistik.....	9
Del 1. Resultat.....	9
Effekt av olika gödslingsstidpunkter för olika gödselmedel	9
Kväveskörd och kväveutnyttjande	9
Proteinhalt	10
Kärnskörd.....	10
Effekt av hackning	11
<i>Del 2. Material och metoder</i>	<i>12</i>
Effekt av hel och delad giva med olika gödselmedel.....	12
Mätningar och grödprovtagning	13
Beräkningar och statistisk analys.....	13
Väder 2020-2023	13
Del 2. Resultat och diskussion	15
Effekt av hel och delad giva med olika gödselmedel.....	15
Skörd och protein i ogödslade led på Lanna och Götala.....	15
Effekt av hel och delad kvävegiva i medeltal för varje plats	15
Effekt av hel och delad kvävegiva per gödselmedel i medeltal för sex försök	16
Effekt av hel och delad kvävegiva på Lanna	17
Effekt av hel och delad kvävegiva på Götala.....	18
Kväveupptag under säsongen med hel och delad giva.....	19
Sammanfattande diskussion.....	20
Optimal tidpunkt för andra givan beroende på gödselmedel	20
Effekt av att blanda hönsgödsel med rötrest	21
Måttlig bevattning gynnsamt för kväveutnyttjande av alla gödselslag.....	21
Delad giva för ökad proteinhalt med rötrest och vinass men inte med köttmjölspellets	21
Olikheter mellan delstudierna	21
Större kvävebehov bekräftas i andra försök.....	22
Delad giva räcker inte för att få upp proteinhalten	22
Slutsatser	22
Referenser	23

Spridning av resultat	23
Publikationer	23

Sammanfattning

I denna studie undersöker vi gödslingsstrategier med olika organiska gödselmedel med syfte att få hög skörd och brödkvalitet i ekologisk veteproduktion. Studien består av två delar. I del 1 studerades olika tidpunkter för en andra giva med utvalda organiska gödselmedel, med och utan bevattning och hackning. I del 2 jämförs hel och delad kvävegiva med olika organiska gödselmedel.

För att undersöka optimal tidpunkt för en andra giva (del 1) utfördes tre fyrfaktoriella försök i mindre försöksrutor på Lanna under åren 2020, 2021 och 2023. Första givan lades med mineralgödsel i samtliga rutor och sedan jämfördes enbart effekten av en andra giva med sex olika gödselmedel vid tre olika tidpunkter med och utan hackning och med och utan vattning efter gödsling i de fall det inte var någon nederbörd inom några dagar efter gödsling.

För att undersöka effekten av delad giva (del 2) utfördes två försök, i normalstora försöksrutor, årligen på platser med olika jordart och låg (Lanna) resp. hög (Götala) kväveleverans från marken, 2021-2023. Hel giva (150 kg N/ha) lades i DC22 för alla gödselslag. Delad giva (75 + 75 kg N/ha) lades i DC22 och sen i DC31 (köttmjölspellets och vinass) eller DC37-45 (rötrest och mineralgödsel).

I försöken där vi jämförde olika spridningstidpunkter för andra givan, blev kväveutnyttjandet i de flesta fall antingen sämre eller oförändrad med senare gödsling. Kväveutnyttjandet sjönk i medeltal mest med senare gödsling för köttmjölspellets, lite mindre för hönsködsel och vinass och var oförändrad för rötrest och mineralgödsel. Effekten av gödslingstidpunkt på proteinhalt varierade mellan år, men ökade i medeltal med senare gödsling med rötrest och mineralgödsel, medan den minskade eller förblev oförändrad med senare gödsling för de övriga gödselmedlen. Skörden påverkades obetydligt av tidpunkt för andra gödslingsgivan av rötrest, men tenderade att minska något om gödsling med mineralgödsel, vinass eller köttmjölspellets senarelades från DC 22 till DC 45. Hönsködsel hade generellt en väldigt liten effekt på skörd och därmed påverkades effekten inte heller av tidpunkten. Genom att mylla gödseln med radhackning direkt efter gödsling, ökades effekten på kväveskörd med i genomsnitt 12%. Effekten av myllning var särskilt tydlig då man gödslar sent och då man gödslar med hönsködsel, köttmjölspellets eller vinass.

Effekten av delad giva jämfört med hel giva, i medeltal för tre försök på Lanna, var att skörden blev lägre för alla gödselmedel. Skördesänkningen var störst för rötrest och köttmjölspellets och proteinhalten blev endast 10,5%, vilket för köttmjölspellets var signifikant lägre än med hel giva. Med Axan och vinass blev proteinhalten signifikant högre med delad giva, över 11%. Kvävegivan på 150 kg N/ha var sannolikt begränsande vid en skördenivå på ca. 6 ton, speciellt i kombination med eventuella N-förluster vid spridning av rötrest. Mindre nederbörd efter spridning av andra givan i DC37 än i DC31 alla åren kan förklara en sämre N-effekt för senare givor. På Götala, med högre kväveleverans från marken, hade

valet av hel eller delad giva mindre betydelse och proteinhalten var 11% och mer i alla led.

För ett bra kväveutnyttjande är det säkrast att gödsla hela givan tidigt för alla gödselmedel, men i synnerhet för köttmjölspellets. Rötrestens kväveeffekt kan bli god även vid senare spridning, förutsatt att det inte sker stora ammoniakförluster. Att dela givan med rötrest och vinass kunde i vissa fall leda till ökad proteinhalt, till skillnad från att dela givan med köttmjölspellets. Försöken på Götala visar vikten av att ha en bra N leverans från marken som tillskott vid odling av ekologiskt brödvete. Myllning av gödseln är generellt bra för kväveutnyttjandet, men särskilt viktig vid senare gödning eller när ingen nederbörd väntas efter gödningen.

Inledning

En ökad merbetalning för proteinhalter över 10,5 % i ekologiskt höstvete och 12 % i vårvete 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 exempelvis köttmjölspellets, där det är vanligt att kvävet inte räcker för tillräcklig proteininlagring. Nyligen genomförda studier visar att köttmjölspellets 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 rötchammare i biogasanläggningar är ett relativt nytt gödselmedel i svenskt lantbruk, och tillgången förutspås öka i framtiden. Skördeeffekten av biogödsel kan jämföras med effekten hos flytgödsel och har fungerat bra i flera grödor (Wallenhammar et al. 2011; Delin & Engström, 2015). Hönskötsgödsel 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. Studien består av två delar. I del 1 studerades olika tidpunkter för en andra giva med utvalda organiska gödselmedel, med och utan bevattning och hackning. I del 2 jämförs hel och delad kvävegiva av olika organiska gödselmedel.

Vi testar hypoteserna:

- a) Delad kvävegiva med organisk gödsel leder till högre proteinhalt än att tillföra all gödsel inför stråskjutning (DC23-30).
- b) Höns gödsel 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 höns gödsel 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.

Del 1. Material och metoder

Effekt av olika gödslingstidpunkter för olika gödselmedel

Optimal gödslingstidpunkt för en andra gödselgiva med olika organiska gödselmedel studerades i fältförsök 2020, 2021 och 2023. Rutorna gödslades för hand och bestod av avdelade separat sådda rutor med längden 12 meter och bredden 1,68 meter. Första året delades rutorna i tre delar och var då endast 2,5 m långa. Detta visade sig ge osäkra skördesiffror och storleken utökades till 5 m de kommande åren. Försöken var placerade på Lanna försöksstation på Varaslätten i Västergötland alla tre åren, på fält med lerhalter på 40 - 45% och mullhalter på 2,7 - 3,3%. För att specifikt studera effekt av olika tidpunkter av en kompletteringsgiva beroende på gödselslag och tidpunkt, gödslades hela försöket först med Axan (2020 med 100 kg N/ha och 2021 och 2023 med 75 kg N/ha). Sex gödselslag (fem organiska och en med mineralgödsel som referens) och tre gödslingstidpunkter i jämfördes med och utan hackning och med och utan vattning i ett fyrfaktoriellt experiment (Tabell 1). Vattningen lades i storrutor med två replikat. De 18 kombinationerna av de sex gödselmedlen och de tre gödslingstillfällena slumpades så att varje kombination fanns en gång med radhackning och en gång utan radhackning i varje storruta. Förutom dessa kombinationer fanns ett par rutor utan gödsling och hackning i varje storruta som fungerade som ogödslad kontroll. Under 2020 fanns det även med ytterligare en gödslingstidpunkt vid axgång, men då den inte blev fullständigt utförd utelämnar vi den i den här redovisningen. Dock innebär den att det blev ett fjärde vattningstillfälle det året. Rutfördelningen baserades på en design för ofullständiga block (alfa-design).

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 Tidpunkt	Faktor 2 Gödsel	Faktor 3 Hackning	Faktor 4 Vattning
1. Inför stråskjutning (DC 23-30)	1. Rötrest	1. Hackat	1. Vattnat
2. Stråskjutning (DC 31-32)	2. Vinass	2. Ej hackat	2. Ej vattnat
3. Axets vidgning (DC 43-47)	3. Köttmjölspellets		
	4. Höns gödsel		
	5. Höns gödsel + rötrest		
	6. Mineralgödsel		

Höstvetesorten Stava (2020) vanlig sedan länge i ekologisk odling, och Etana (2021 och 2023) som numera rekommenderas för brödvete i ekologisk odling användes och såddes med 28 cm radavstånd. Några dagar innan första ledvisa gödslingstillfället gödslades samtliga rutor (inkl. kontrolledet) med Axan (100 kg N/ha 2020 och 75 kg N/ha 2021 och 2023). Storleken på tilläggsgivan 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 2020 respektive 75 kg N/ha 2021 och 2023. Den förväntade kvävegödslingseffekten uppskattades utifrån kol/kväve-kvoten (enligt sambandet mineralgödselvärde = $87\% - 5\% * C/N$ (Delin et al., 1012)) för gödselmedlen vinass, höns gödsel och köttmjölspellets, medan ammoniumkväveinnehållet användes för rötrest (tabell 2). Gödselgivan i ledet med en blandning av rötrest och höns gödsel hade lika delar N från respektive gödselslag. Vinass späddes ut med vatten till dubbla volymen innan spridning 2020 och till den tredubbla 2021 och 2023.

Tabell 2. Gödselns totala innehåll av kväve samt beräknade innehåll av lättillgängligt kväve (min och max under treårsperioden) samt mängd gödsel som spridits ut per ruta under respektive år.

Gödselmedel	Total N (%)		Tillgängligt N (%)		Gödselgiva (kg/ha)		
	min	max	min	max	2020	2021	2023
Rötrest	0,43	0,52	0,32	0,32	15 348	22 460	23 768
Vinass	4,1	4,2	2,33	2,33	2 108	3 181	3 204
Köttmjölspellets	8,8	8,8	5,68	5,68	866	1 554	1 306
Höns gödsel	2,3	2,5	1,16	1,16	3 155	5 418	3 233
Mineralgödsel	27	27	27	27	181	274	274

Bevattning utfördes i hela de två storrutorna efter varje gödslingstidpunkt, dvs fyra gånger i alla bevattnade rutor 2020, men endast en gång efter gödslingstidpunkt 3 (DC45) 2021 och 2023 (tabell 3). Bevattningen skedde med en

ramp med 24 meters spridningsbredd (figur 1).

Tabell 3. Mängder vatten (mm) som spreds i bevattnande storrutor de tre åren.

	2020	2021	2023
DC 22	30		
DC 31	40		
DC 45	32	15	17
DC 55	30		
Summa	132	15	17



Figur 1. Bevattning över två storrutor i försöket.

Radhackning utfördes direkt efter gödsling, dvs endast vid ett tillfälle per ruta i rutor med hackning. Radhackningen skedde för hand.

Tabell 4. Datum för sådd, gödsling och skörd de olika åren i de flerfaktoriella försöken.

Åtgärd	2020	2021	2023
Sådd	2019-09-24	2020-09-22	2022-09-23
Axan	2020-03-31	2021-04-19	2023-04-18
Gödsling DC 22	2020-04-08	2021-04-14	2023-04-18
Gödsling DC 31	2020-05-22	2021-05-20	2023-05-15
Gödsling DC 45	2020-06-08	2021-06-10	2023-05-30
Skörd	2020-08-14	2021-09-02	2023-08-23

Beräkningar och statistik

Skördedata (inklusive kärnskörd, proteinhalt, kväveskörd och tusenkornvikt) från de tre försöken analyserades statistiskt med Anova, Mixed model i Mintab[®] 19. År samt faktorerna gödselslag, gödslingstidpunkt, radhackning och vattning behandlades som fixa faktorer, medan storruta och småblock hanterades som slumpvis faktor.

Kväveskörd beräknades genom att multiplicera kärnskörd med dess kväveinnehåll. Kväveskörden användes vidare för att beräkna kväveutnyttjande enligt formeln:

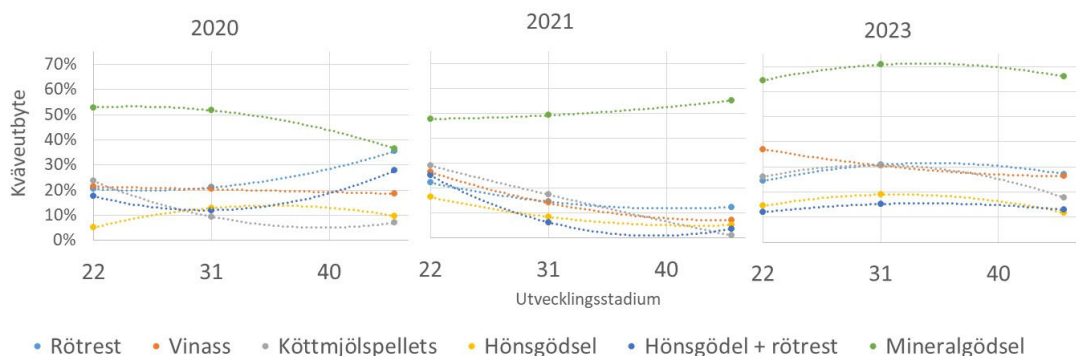
Kväveutbyte i led x = (Kväveskörd i led x - Kväveskörd i kontroll)/Totalkväve i gödsel

Del 1. Resultat

Effekt av olika gödslingstidpunkter för olika gödselmedel

Kväveskörd och kväveutnyttjande

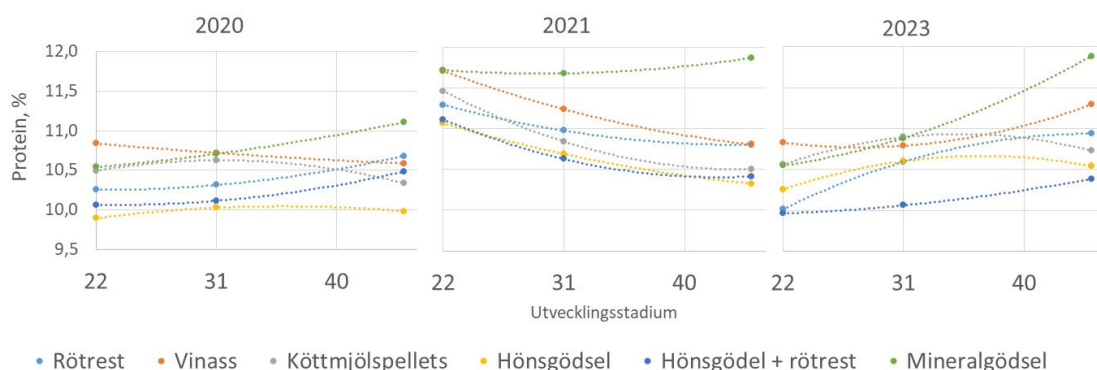
Hur kväveskörden påverkades av gödslingstidpunkt för olika gödsel varierade mellan år, vilket indikeras av att det är ett statistiskt signifikant samspel mellan dessa faktorer (p=0,04). Vi redovisar därför kväveutnyttjandet (som är framräknat utifrån kväveskörden) för olika gödsel vid olika tidpunkter separat för varje år (figur 2). Kväveutbytet var i många fall (framför allt 2021) lägre med senare spridningstidpunkt (figur 2). Det var egentligen bara rötresten som 2020 gav bättre kväveutbyte med senare gödsling (figur 2). Rötresten var också den som 2021 var minst känslig för spridningstidpunkt. Under 2023 var det enbart vinass och köttmjölspellets som gav lägre effekt vid senare gödsling (figur 2), medan övriga organiska led gav liknande kväveutbyte oavsett gödslingstidpunkt.



Figur 2. Kväveutbyte (ökning i kg kväveskörd per kg totalkväve i gödseln) för andra givan av olika gödselmedel gödslat vid olika tidpunkter de tre olika åren (medel av med och utan hackning samt med och utan vattning).

Proteinhalt

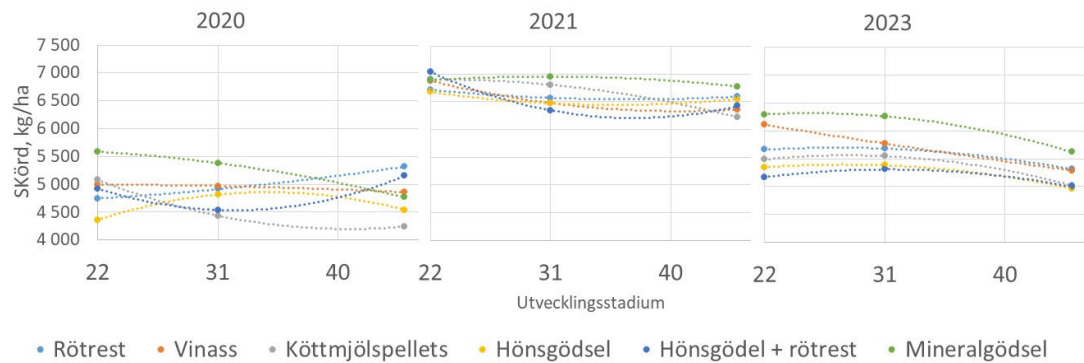
Gödslingstidpunktens betydelse för proteinhalten varierar mellan år (figur 3). Det första året (2020) fanns det en tendens till ökad proteinhalt i leden med rötrest. Nästkommande år hade samtliga organiska led en negativ trend med lägre proteinhalt ju senare gödsling. Detta speglar ganska väl hur kväveutnyttjandet för olika gödselmedel såg ut under dessa två år (figur 2). Under 2023 däremot kunde man se en ökad proteinhalt med senare gödsling med flera gödselmedel (figur 3), trots ett lägre kväveutnyttjande i en del av dem (figur 2). Det fanns ett signifikant samspel mellan vattning, år, gödsel och tidpunkt ($p=0,025$). I medel för alla gödselslag var effekten av tidpunkt dock mycket lika mellan rutor med och utan bevattning alla tre åren, men vattningen bidrog i viss mån till att tidigare gödslingstidpunkter fick lite lägre proteinhalt än senare gödsling när man gödslade med höns gödsel och/eller rötrest. Det blev kraftiga skillnader i proteinhalt mellan vattnade (9,3%) och ej vattnade (11,6%) rutor 2020 när bevattningen var kraftig, till skillnad från de andra två åren med mycket försiktigare vattning och där vattningen bidrog till något ökad proteinhalt 2021 (från 10,8% till 11,3 %), men minskad proteinhalt 2023 (från 10,9% till 10,4%).



Figur 3. Proteinhalt beroende på spridningstidpunkt av andra givan av olika gödselmedel de tre olika åren (medel av med och utan hackning samt med och utan vattning).

Kärnskörd

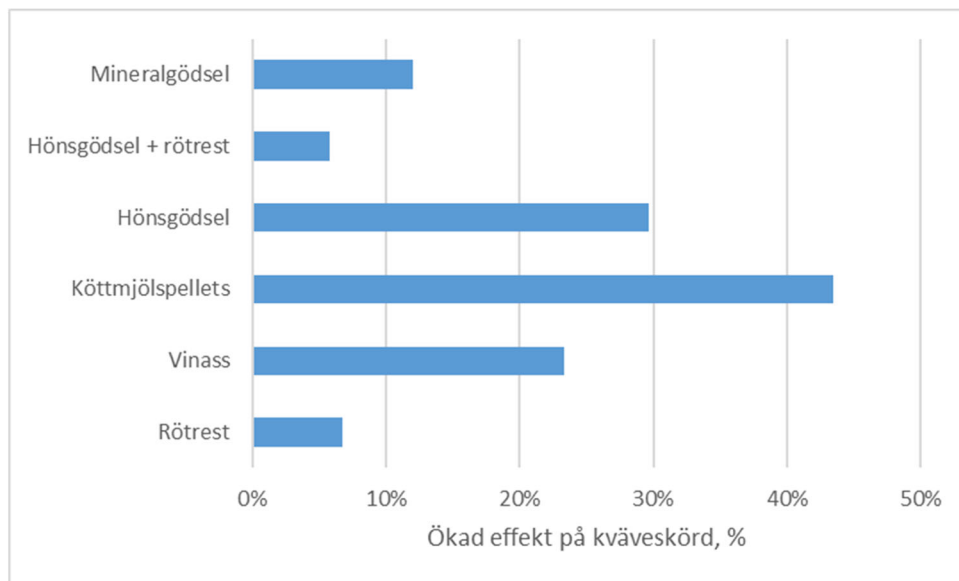
Kärnskördens påverkades inte så mycket av spridningstidpunkt (figur 4), men för köttmjölpellets och mineralgödsel var den signifikant (i medeltal 600 kg per ha) lägre efter spridning vid DC 45 jämfört med DC 22.



Figur 4. Kärnskörd beroende på spridningstidpunkt av andra givan av olika gödselmedel gödlat de tre olika åren (medel av med och utan hackning samt med och utan vattning).

Effekt av hackning

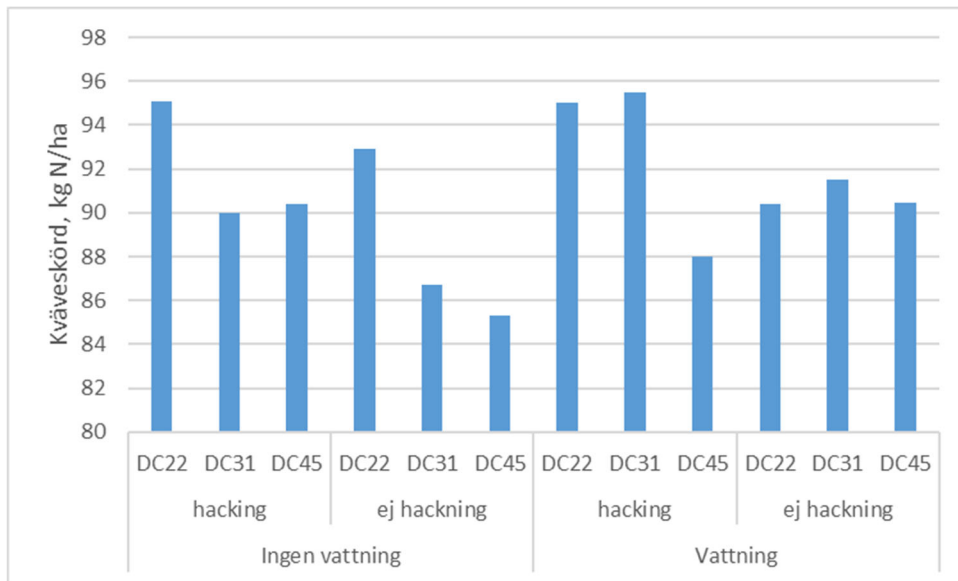
Det var signifikant högre kväveskörd i led där gödseln myllats med radhackning strax efter gödsling ($p > 0,001$) och effekten av gödsling på kväveskörd ökade med i genomsnitt 12% om gödseln myllades med radhackning. Det fanns inget signifikant sampel mellan hackning och gödselslag för effekten på kväveskörd, men trenden var att hackningen haft störst effekt då man gödlat med höns gödsel, köttmjölspellets eller vinass (figur 5), där effekten av köttmjölspellets blivit hela 43% högre om den myllats med radhackning.



Figur 5. Procentuell ökning av effekten av gödsling på kväveskörd med hackning efter gödsling med olika gödselmedel (medel av alla spridningstidpunkter och med och utan vattning).

Effekten av hackning på kväveskörd varierade mellan gödslingstidpunkt och om vattning skett efter gödsling ($p = 0,022$). I genomsnitt för alla tre gödslingstidpunkter var ökningen av kväveskörd på grund av hackning signifikant enbart för rutor som inte vattnats, med en ökning från 88 till 92 kg N per ha.

Störst skillnad i kväveskörd mellan tidpunkter blev det när man varken hackade eller vattnade, med sämre kväveskörd ju senare gödsling (figur 6).



Figur 6. Kväveskörd efter olika gödslingstidpunkter beroende på om gödseln myllats med radhackning och om försöket vattnats efter gödslingstillfällena utan efterföljande nederbörd.

Del 2. Material och metoder

Effekt av hel och delad giva med olika gödselmedel

Syftet med försöken var att jämföra hel giva med delad giva på två platser med olika jordart och tre år, 2021–2023. Hel (150 kg N/ha) och delad kvävegiva (75 + 75 kg N/ha) med fyra olika organiska gödselmedel (rötrest, köttmjölspellets och vinass) och mineralgödsel (Axan) studerades i höstvet (Etana) sått med 28 cm radavstånd i ett fältförsök (rutstorlek 12m x 2m) på Lanna (mellanlera, 40%) och ett på Götala (lerig (11%) sandjord). Försöken var fullständigt randomiserade med fyra block.

Den hela givan lades i DC21–23 för alla gödselslag. Den delade givan lades i DC21–23 och sen i DC31 (köttmjölspellets och vinass) eller DC39–45 (rötrest och mineralgödsel), för att anpassa till hur snabb kvävegödslingseffekten kan förväntas vara utifrån kol/kväve-kvot och tidigare erfarenheter i smårutorna (se material och metoder för del 1). Köttmjölspellets i myllades i marken med en såmaskin ca. 3–5 cm, rötrest och vinass spreds med en släpsko och höns gödsel spreds för hand och myllades i viss mån ner med skivbillarna på en såmaskin. Handhackning gjordes efter andra gödslingstillfället av köttmjölspellets. Maskinhackning med en Garford-hacka gjordes i hela försöket efter spridning av övriga gödselslag. Förfrukten på Götala var höstraps (2021), havre (2022) och råg

(2023) och på Lanna var den höstvetete (2021) och havre (2022 och 2023). Resultatet för vinass är baserat på två år 2022 och 2023 eftersom 2021 slopades pga felgödsling.

Mätningar och grödprovtagning

Mätningar gjordes med en handburen sensor (RapidScan) vid 2-3 tillfällen under säsongen i alla rutor för att följa kväveupptaget i de olika leden. För att kalibrera sensorn mot kväveinnehållet, klipptes grödan inom 0,25 m² i ett block vid varje mättillfälle. Grödprovet torkades (max 60 °C i 2 dygn) och % N analyserades. I varje försök beräknades kväveupptaget i varje ruta utifrån det kalibrerade sambandet mellan kväveupptag och sensorvärde. Skörden mättes med en försökströska på en 20 m² yta och kärnprov togs ut rutvis och analyserades på bl.a. protein och vattenhalt.

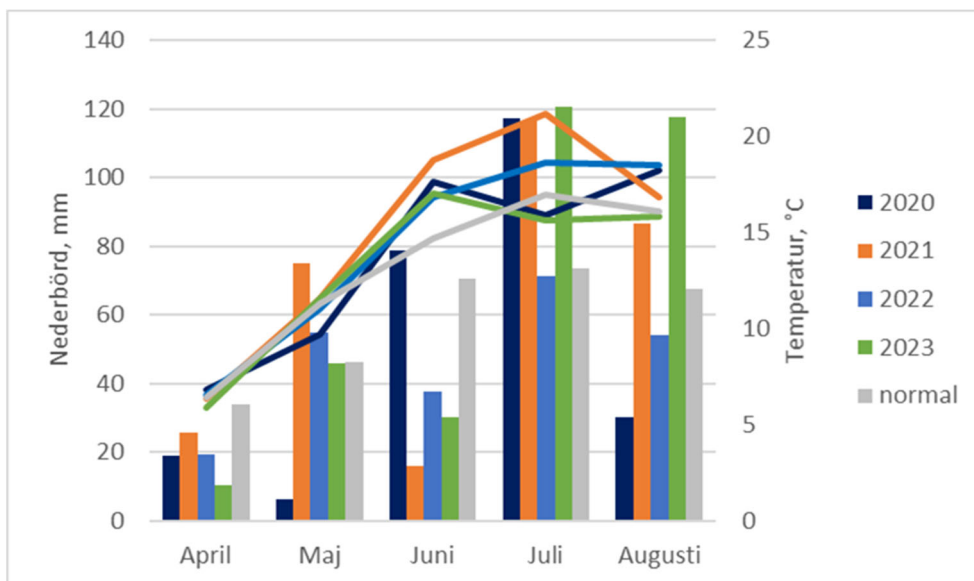
Beräkningar och statistisk analys

Skördedata (inklusive kärnskörd, proteinhalt och kväveskörd) från de sex försöken analyserades statistiskt med Anova, mixed model i programmet Mintab®19. Fixa faktorer var år, plats, gödselslag och gödslingsstrategi (hel eller delad giva). Slumpvis faktor var block. Kväveskörd i kärna beräknades som i del 1.

Väder 2020-2023

Våren 2020 var torr och sval följt av en nederbördsrik sommar. Växtsäsongen 2021 började med en tunn höstvetegröda och en nederbördsrik maj (Figur 7). Juni och början av juli blev torra och varma och därefter brådmognade grödan. Växtsäsongen 2022 hade jämnt fördelad nederbörd och normala temperaturer. Växtsäsongen 2023 var torrare i april (halva maj) och i juni än normalt, varefter mycket regn kom i juli och augusti.

Nederbördsmängden som kom inom 2 veckor efter varje gödslingstillfälle var liknande för Götala och Lanna (Tabell 1). Ackumulerad nederbörd två veckor efter gödsling i DC31-45 var mycket mindre än efter gödsling i DC31-32. 2022 var nederbörden högre efter gödsling i DC37-45 än de andra åren.



Figur 7. Ackumulerad månadsnederbörd och dygnsmedeltemperatur per månad på Lanna under april – augusti 2020-2023.

Mängden nederbörd registrerades i väderstationer på respektive försöksplats och nederbörden under två veckor efter gödselspridning summerades för respektive försöksplats i tabell 1.

Tabell 1. Nederbördsmängd under två veckor efter gödselspridning av hel N-giva i DC21-23 och delad giva i DC21-23 samt i DC31-32 (köttmjölspellets och vinass) och i DC37-45 (mineralgödsel och rötrest), på två försöksplatser, Lanna och Götala 2021-2023.

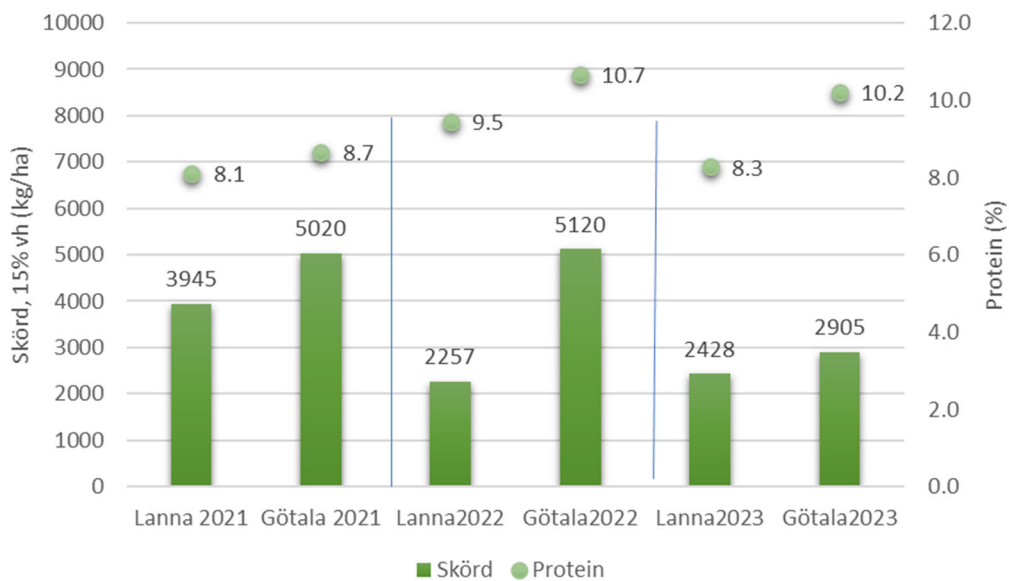
Datum hel giva	Datum delad giva	Nederbörd (mm) under 2 veckor efter spridning vid:			
		DC21-23	DC31-32	DC37-45	
Lanna					
14/4	21/5 och 4/6	2021	11	25	7
13/4	19/5 och 2/6	2022	0	43	12
19/4	15/5 och 25/5	2023	18	34	0
		medel:	10	34	6
Götala					
15/4	21/5 och 4/6	2021	17	21	3
19/4	19/5 och 2/6	2022	0	41	16
19/4	15/5 och 25/5	2023	20	40	0
		medel:	12	34	6

Del 2. Resultat och diskussion

Effekt av hel och delad giva med olika gödselmedel

Skörd och protein i ogödslade led på Lanna och Götala

Varje år var både skörd och protein lägre på Lanna jämfört med Götala i ogödslade led (nollrutor), se Figur 8. Den lättare jorden på Götala hade en större kvävelevererande förmåga än mellanleran på Lanna, vilket kan förklara skillnaderna mellan platserna.



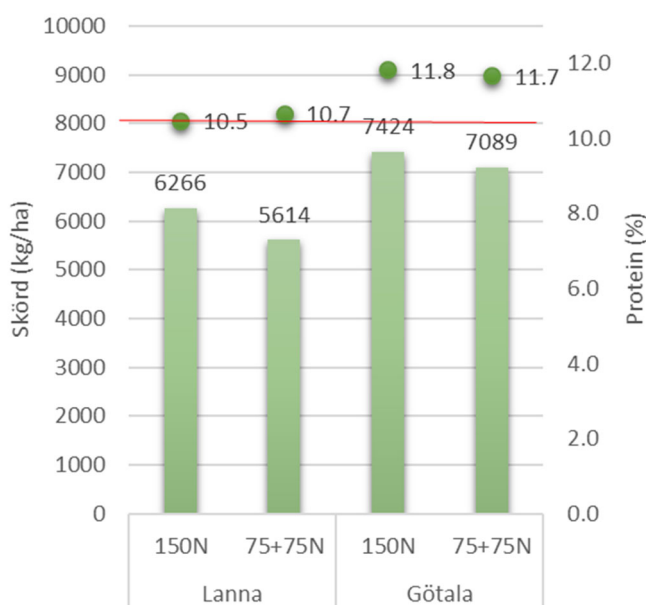
Figur 8. Skörd och protein av höstvetete (Etana) i ogödslade led. Sex försök utförda på Lanna och Götala 2021-2023.

Effekt av hel och delad kvävegiva i medeltal för varje plats

På båda platserna erhöles en skördesänkning med delad kvävegiva jämfört med hel giva, i medeltal för alla led med organisk gödsel (figur 9). På Lanna var skörden signifikant lägre (-650 kg/ha) med delad giva, men inte på Götala (-300 kg/ha). Proteinhalten påverkades inte signifikant av delad giva. På Götala var proteinhalten ca 1 % högre än på Lanna både vid hel och delad giva (figur 9)..

Enligt Jordbruksverkets kvävegödslingsrekommendationer med mineralgödsel till brödvete kräver 6 ton höstvetete 145 kg N/ha, 7 ton höstvetete 165 kg N/ha och 8 ton 185 kg N/ha. Skördenivån på Lanna, ca 6 ton, motsvarar vad man kan förvänta sig av en kvävegiva på 150 kg N/ha men proteinet är precis på gränsen för merbetalning för brödvete. Troligtvis har kvävet inte helt räckt till p.g.a. förluster av kväve från de organiska gödselmedlen eller dålig tillgänglighet p.g.a. torra förhållanden efter giva två av den delade givan. På Götala däremot, har 150 kg

N/ha räckt till både högre skörd (7,1-7,4 ton) och protein (11,7-11,8%) än på Lanna, vilket en högre kväveleverans från marken sannolikt bidragit till.



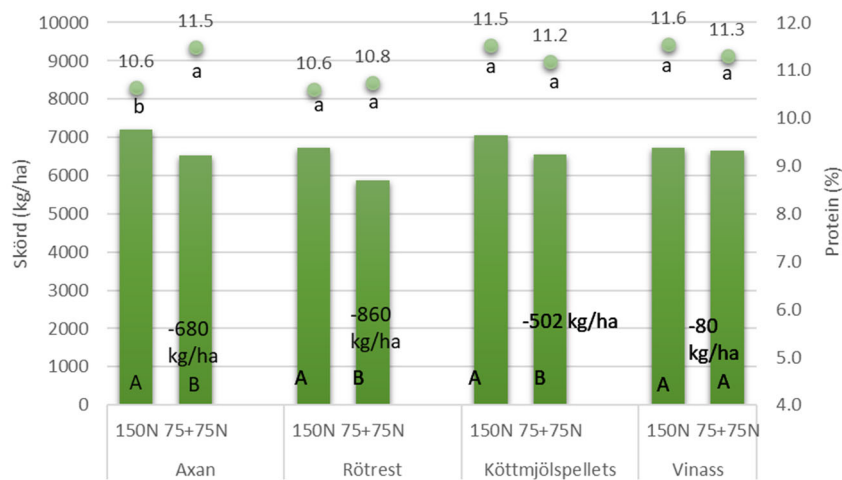
Figur 9. Skörd och protein av höstvet (Etana) i led med hel och delad kvävegiva (kg total-N/ha). Medeltal för olika organiska gödselmedel (rötrest, köttmjölpellets och vinass). Tre försök utförda på Lanna och tre på Götala 2021-2023.

Effekt av hel och delad kvävegiva per gödselmedel i medeltal för sex försök

Alla försöken på de två platserna kunde slås ihop då det inte fanns några statistiska samspel mellan gödselled och plats, dvs effekten av gödslingsleden var lika på båda platserna (Figur 10). I medeltal för två platser och tre år, var effekten av delad giva jämfört med hel giva, 500-860 kg/ha lägre skörd för alla gödselmedel utom Vinass. Kväveskörden var också lägre för delad giva (6, 12, 12 och 1,3 kg N/ha för Axan, rötrest, köttmjölpellets respektive vinass). Effekten av delad giva på proteinhalt var att det fanns en tendens till högre protein med rötrest och lägre protein med köttmjölpellets och vinass. För Axan var det signifikant högre protein med delad giva jämfört med hel.

Rötresten är det gödselmedel som mest liknar effekten av Axan, som gav lägre skörd och högre protein med delad giva, men nivåerna är lägre och indikerar att en mindre mängd kväve var tillgängligt än med Axan. För vinass har en hel och delad giva (med andra givan i DC31-32) haft lika effekt på skörd och protein, men för köttmjölpellets var det tydligt negativt att dela givan (figur 10).

Kvävestrategier i havre



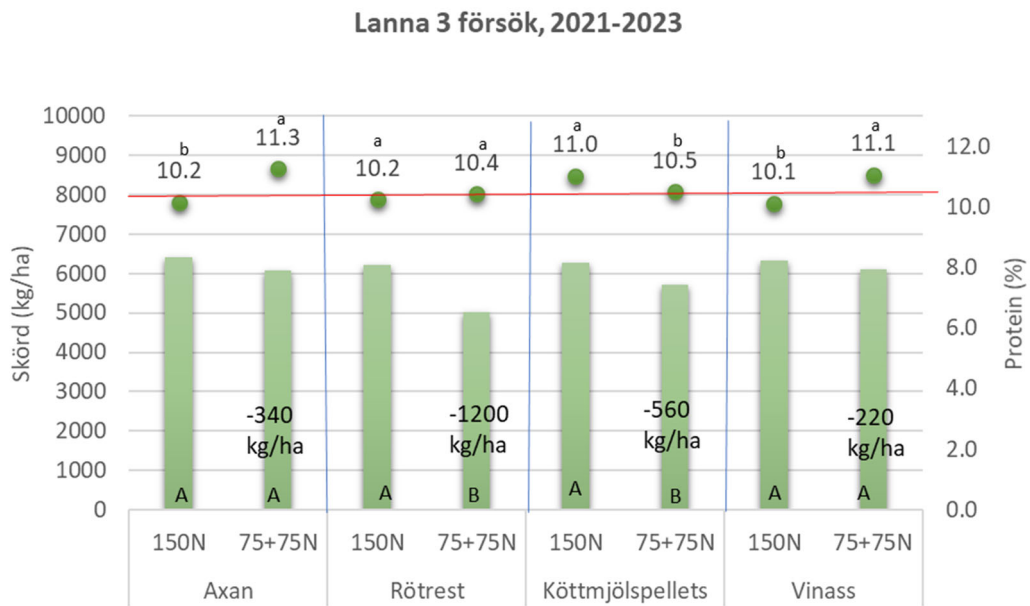
Figur 10. Skörd och protein av höstvetete (Etana) i led med hel och delad kvävegiva (kg total N/ha) av olika organiska gödselmedel och ett led med mineralgödsel (Axan) Medeltal för sex försök utförda på två platser (Lanna och Götala) 2021-2023.

Effekt av hel och delad kvävegiva på Lanna

I medeltal för tre försök på Lanna, blev skörden lägre med delad giva jämfört med hel giva för alla gödselmedel, men skördesänkningen var störst för rötrest och köttmjölspellets (figur 11). Proteinhalten blev signifikant högre endast med delad giva för Axan och vinass, över 11% protein för båda. Delad giva med rötrest gav samma proteinhalt som med hel giva. Med delad giva av köttmjölspellets blev proteinhalten signifikant lägre. De led som kom över 11 % i protein var delad giva av Axan och vinass samt hel giva med köttmjölspellets.

Kväveskörden och därmed kväveutnyttjandet, blev lägre med delad giva för rötrest och köttmjölspellets. Kväveskörden minskade med 18 kg N/ha för rötrest (spridd i DC37-45) och med 14 kg N/ha för köttmjölspellets (spridd i DC31-32). Däremot blev kväveutnyttjandet bättre med delad giva för vinass då kväveskörden ökade med 6 kg N/ha (spridd i DC31-32) och med 3 kg N/ha för Axan (spridd i DC37-45).

Delad kvävegiva var främst negativt för rötrest och köttmjölspellets då de hade störst skördesänkning men inget högre protein. Den låga proteinhalten för både hel och delad giva med rötrest och den stora skördesänkningen för delad giva, berodde troligen på kväveförluster vid spridningen och torra som minskade kvävetillgängligheten, speciellt efter den senare givan i DC37-45 då det var extra torrt.



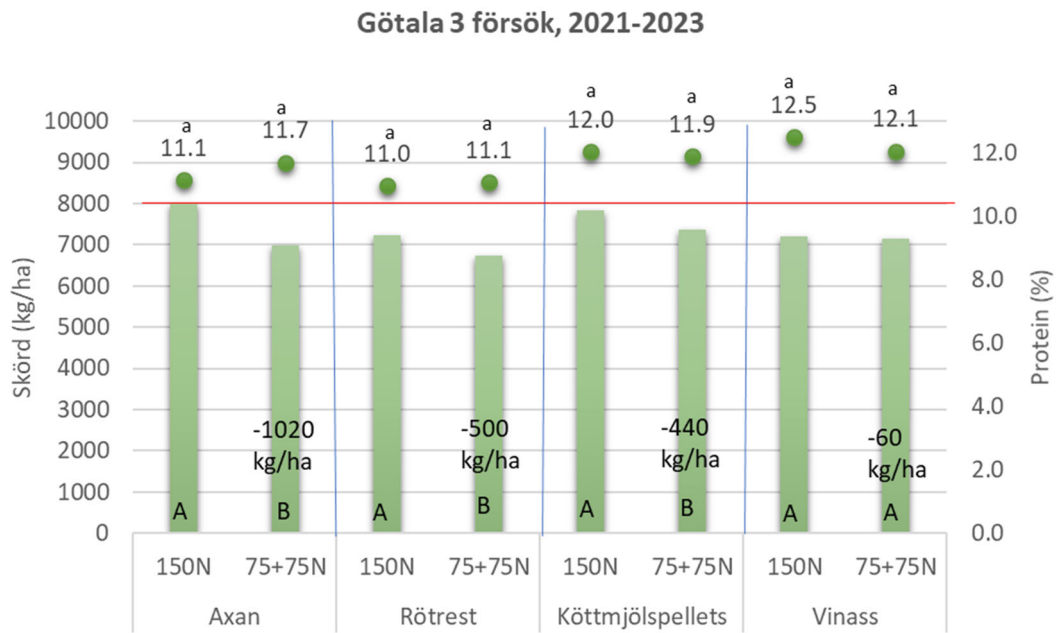
Figur 11. Skörd och protein av höstvetete (Etana) i led med hel och delad kvävegiva (kg total-N/ha) av olika organiska gödselmedel och ett led med mineralgödsel (Axan) Medeltal för tre försök utförda på Lanna 2021-2023.

Effekt av hel och delad kvävegiva på Götala

Skördesänkningen för delad giva med organiska gödselmedel var mindre på Götala (figur 12) jämfört med vad den var på Lanna (figur 11), men samma trend syntes, d.v.s. det var större skördesänkning för rötrest och köttmjölspellets än för vinass. Proteinhalten var över 11,0 % för alla gödselmedel och led. Ingen signifikant skillnad fanns mellan hel o delad giva.

Precis som kärnskorde var kväveskorde större på Götala än Lanna. Minskningen av kväveskorde för delad giva var lägre än på Lanna och endast signifikanta för köttmjölspellets. Man kunde ändå se en liknande trend som på Lanna att störst sänkning av kväveskorde och kväveutnyttjandet var för delad giva med rötrest (-6 kg N/ha) och köttmjölspellets (-10 kg N/ha).

Hel eller delad giva hade mindre betydelse för skörd och protein på en plats som Götala med större kväveleverans från marken än på Lanna. Ett sämre kväveutnyttjande för rötrest på båda platserna kan troligtvis bero på stora kväveförluster i samband med spridning. Mycket lägre nederbörd efter den senare andra givan (DC37-45) jämfört med den tidigare i DC31 hade troligen också en större negativ effekt på den lättare jorden på Götala.



Figur 12. Skörd och protein av höstvetete (Etana) i led med hel och delad kvävegiva (kg total-N/ha) av olika organiska gödselmedel och ett led med mineralgödsel (Axan) Medeltal för tre försök utförda på Götala 2021-2023.

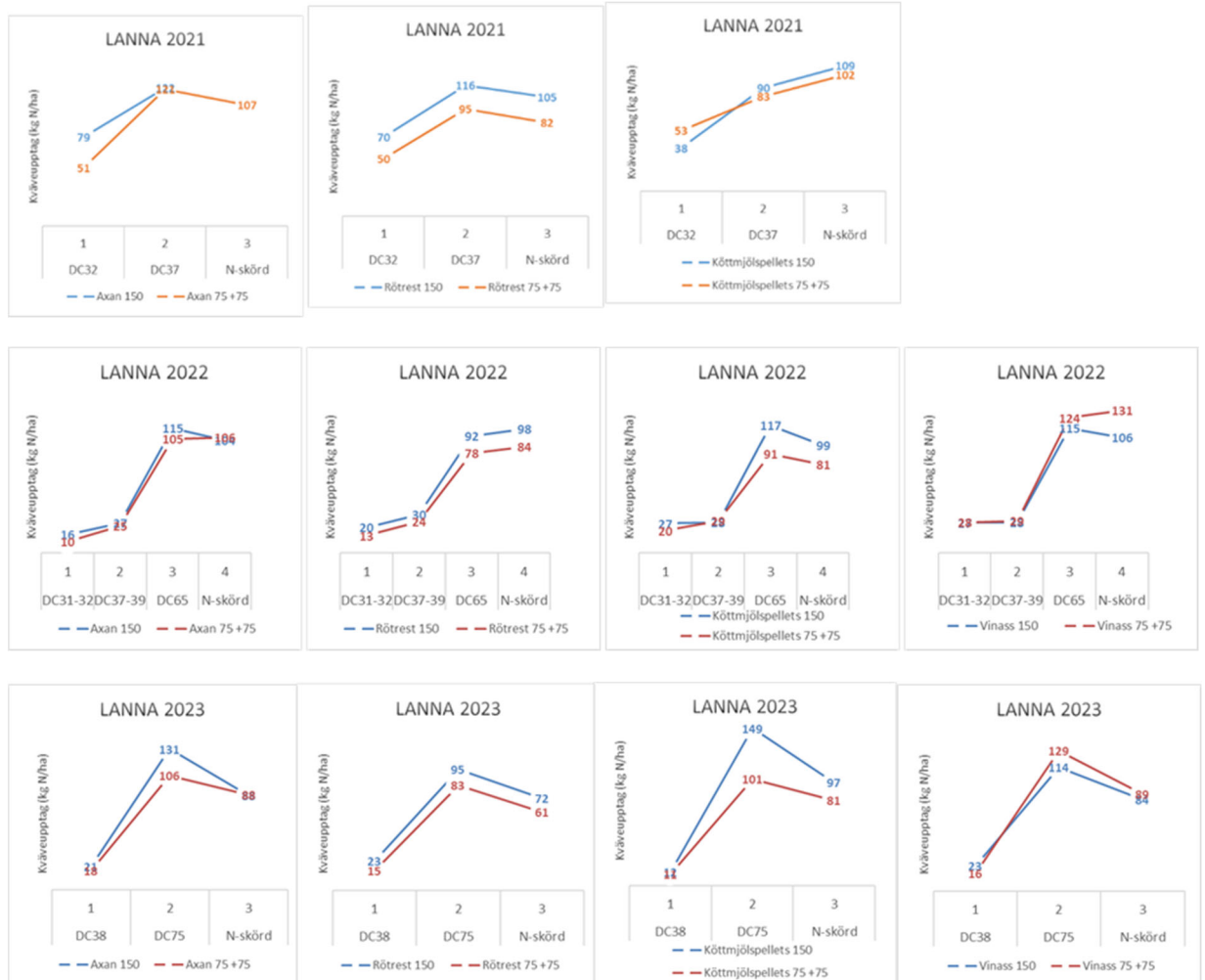
Kväveupptag under säsongen med hel och delad giva

Alla år på Lanna ser vi i led med rötrest och köttmjölspellets ett lägre kväveupptag under växetsäsongen samt lägre kväveskörd för delad giva jämfört med hel. I led med Axan och vinass ser man ett lägre eller lika stort kväveupptag i tidiga stadier (figur 13). Kväveupptaget med delad giva kommer sen ikapp hel giva vid skörd (Axan) eller vid DC65-75 (vinass) och kväveskörden blir lika stor (Axan) eller större (vinass) än för hel giva (figur 13).

På Lanna 2021 var kväveupptaget i tidiga stadier (DC31-37) större än andra år (figur 13). N-upptaget var då lägre för delad giva jämfört med hel, vilket var förväntat då delad giva bara fått halva givan tidigt och andra halvan vid DC31 eller DC37 beroende på gödselmedel. För köttmjölspellets som är mer långsamverkande var då kväveupptaget lägst och skillnaden mellan hel och delad giva liten.

Åren 2022 och 2023, då kväveupptaget var lågt i DC31-39, noterades skillnader endast i DC65 och DC75 (figur 13). Kväveupptaget var då lägre för delad giva jämfört med hel för rötrest och köttmjölspellets. Kväveskörden visade samma mönster.

Man ser en liknande trend i kväveupptag och kväveskörd på Götala som på Lanna alla år. Skillnaderna mellan hel och delad giva är dock mindre 2022 och 2023 på Götala (figur 13).



Figur 13. Kväveupptag i olika utvecklingsstadier i höstvetete (Etana) och kväve i kärna vid skörd (Kväveskörd). Sex fältförsök utförda på två försöksplatser, Lanna och Götala, 2021-2023.

Sammanfattande diskussion

Optimal tidpunkt för andra givan beroende på gödselmedel

Vi förväntade oss att det fanns en variation mellan olika organiska gödselmedel vilken tidpunkt som var optimal för att lägga andra givan med kväve. Höns gödsel som har relativt hög kol/kväve-kvot och som är besvärlig att bruka ner effektivt i växande gröda förväntades behöva den tidigaste gödslingstidpunkten. Resultaten visade mycket riktigt att effekten av höns gödsel gick ned något vid senare gödsling, men då effekten var mycket låg vid alla spridningstidpunkter blev denna

nedgång ändå inte så stor. Nedgången var istället störst för köttmjölspellets som hade mycket god effekt när den myllades tidigt, men avtagande effekt med senare gödsling. Rötresten, med relativt låg kol/kväveknoten och snabb infiltration i marken förväntades ha en relativt sen optimal gödslingstidpunkt. Det stämde bra med resultaten att rötrest var det gödselmedel som fungerade bäst att gödsla med sent med bibehållet kväveutnyttjande, men det blev ungefär samma kväveutnyttjande som att gödsla tidigt.

Effekt av att blanda höns gödsel med rötrest

Effekten av höns gödsel förväntades eventuellt att förbättras genom att blanda den med rötrest, då det skulle innebära jämnare spridning med bättre markkontakt. Effekten av blandningen med rötrest och höns gödsel blev dock i bästa fall bara en summa av delarna eller ibland lite sämre effekt än när de gödslades med var för sig.

Måttlig bevattning gynnsamt för kväveutnyttjande av alla gödselslag

Vi förväntade oss att bevattningen skulle förbättra kväveutnyttjandet av torrare gödselmedel. Vattningen hade positiv effekt för kväveutnyttjandet för samtliga gödselmedel och inte specifikt de som var torra, under de år den var måttlig, medan den hade negativ effekt på kväveutnyttjandet det år vi vattnade väldigt mycket, vilket sannolikt ledde till en del kväveförluster. Vattningen gjorde att nedmyllning inte var lika betydelsefullt för kväveutnyttjandet. Vi förväntade oss att vattningen skulle medge en senare gödsling med organisk gödsel. Det hade också en påverkan på kväveutnyttjande (både skörd och proteinhalt) vid sen gödsling av höns gödsel.

Delad giva för ökad proteinhalt med rötrest och vinass men inte med köttmjölspellets

Även om kväveutnyttjandet inte blev bättre med senare gödsling något organiskt gödselmedel (del 1), så ledde en delad giva av vinass och rötrest till en viss ökning av proteinhalten (del 2), vilket inte var fallet för köttmjölspellets (del 1 och del 2).

Olikheter mellan delstudierna

Ett sämre kväveutnyttjande för delad giva med rötrest (DC37-45), som syntes i medel för tre försök på Lanna i Del 2, kan jämföras med att rötresten i medeltal gav ungefär samma kväveutnyttjande och oberoende av spridningstidpunkt i del 1. Skillnaderna mellan studierna skulle kunna förklaras av större kväveförluster vid spridningen i del 2, på grund av att det var två spridningstidpunkter i del 2 vilket betyder två tillfällen då ammoniakförluster kunde ske istället för en som i del 1. Dessutom gjordes hackning direkt efter spridning i Del 1, men i försöken med hel och delad giva (Del 2) spreds rötresten med en släpsko och hackades sen 1-4 dagar senare. Därmed kan vi anta att det blev extra stora N-förluster vid spridning och förklara ett lägre N-upptag och kväveskörd med rötrest i Del 2. Lägre

nederbörd efter gödning i DC37-45 (Axan och rötrest) jämfört med DC31-32 (köttmjölspellets och vinass) har säkerligen påverkat effekten av den delade senare givan negativt.

Större kvävebehov bekräftas i andra försök

Att det är svårt att få brödkvalitet på ekologiskt höstvetete med en giva på 150 kg N/ha med organisk gödsel på en plats som har låg kväveleverans från marken, bekräftas av tre års ekologiska demoodlingar på Bjertorp (mullfattig lättlera, 20% lerhalt), utförda av Lantmännen (Lantmännen, 2021, 2022 och 2023). Man studerade här effekten av stigande kvävegivor med Biofer (0, 50, 100, 150, 200, 250 kg N/ha) på skörd och protein. Proteinhalter över 10% erhöles endast vid 200-250 kg N/ha, dvs 150 kg N/ha var inte tillräckligt för att få brödvete-kvalitet (>10,5%) eller Reppe KRAV (>10%). Ekonomiska beräkningar visade att bästa nettot var 50-100 kg N/ha för fodervete.

Delad giva räcker inte för att få upp proteinhalten

Den huvudsakliga frågeställningen i denna studie var att se om delad kvävegiva med organisk gödsel leder till högre proteinhalt än att tillföra all gödsel inför stråskjutning (DC 23-30). Det korta svaret är att så oftast inte är fallet. Kväveutnyttjandet blev i de flesta fall bättre ju tidigare gödning, vilket även gynnar proteinhalten. Men i vissa fall med exempelvis vinass och rötrest var kväveutnyttjandet likvärdigt mellan hel och delad giva, och då kunde ibland proteinhalten bli något högre med sen gödning om den sena gödningen innebar en skördesänkning.

Slutsatser

- För bästa kväveutnyttjande av alla de studerade organiska gödselmedlen är det säkrast att gödsla hela givan tidigt, i synnerhet om man gödslar köttmjölspellets.
- Om man vill kunna gödsla andra givan sent med bibehållet kväveutnyttjande fungerar rötrest bäst av de organiska gödselmedel vi testat, förutsatt att man inte får för höga ammoniakförluster vid spridning.
- Delad giva med rötrest och vinass kan leda till ökad proteinhalt.
- Det var ingen fördel, men ibland nackdel, ur kvävesynpunkt att blanda hönsgödsel med rötrest inför spridning.
- Skillnaden i resultat mellan de två försöksplatserna visar vikten av att ha en bra kväveleverans från marken som tillskott. Valet av hel eller delad giva hade mindre betydelse här och proteinhalten var 11% och mer oavsett gödslingsled.

- Myllning av organisk gödsel ökar generellt kväveutnyttjandet, och är i synnerhet viktig för köttmjölspellets och höns gödsel samt vid senare gödsling eller när ingen nederbörd väntas efter gödslingen.

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.

Lantmännen, 2021. Eko, guide för tillväxt i ekologisk produktion, s. 106-114.

Lantmännen, 2022. Eko, guide för tillväxt i ekologisk produktion, s. 104-114.

Lantmännen, 2023. Eko, guide för tillväxt i ekologisk produktion. S. 105-115.

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.

Spridning av resultat

- Presentation av resultat på möte med Danska SEGES, på SLU Skara 2021.
- Resultat presenterades på FOU - ekokonferens (via Zoom) anordnad av Jordbruksverket 2021.
- Tre ERFA-möten med ekologiska lantbrukare anordnade av rådgivare Jan Hill (Länsstyrelsen Skara) december 2022.
- Fältvandringar i försöken med agronomstudenter på sin årliga exkursion i slutet på maj.
- Fältvandring med Hushållningssällskapets ekorådgivare i juni 2021.
- Muntlig presentation på "The XXI International N Workshop", 24th - 28th October 2022, Madrid
- Poster-presentation på "18th International RAMIRAN conference", 12–14 September 2023, Cambridge.

Publikationer

- Artikel i ekologisk försöksrapport med titeln: Proteingödsling i ekologiskt höstvetete. januari 2024.

- Vetenskaplig artikel påbörjad med titeln: Nitrogen strategies in organic milling winter wheat