

Delad kvävegödsling i vårvete

Leo Klinge

Examensarbete för agrolog (YH)-examen

Utbildningen för bioekonomi

Ekenäs 2023

EXAMENSARBETE

Författare: Leo Klinge

Utbildning och ort: Bioekonomi, Ekenäs

Inriktning: Naturbruk och miljö

Handledare: AgrD Paul Riesinger

Titel: Delad Kvävegödsling i Vårvete

Datum: 4.4.2023

Sidantal: 25

Bilagor: 1

Abstrakt

Odlingsväxternas avkastning avgörs av en rad olika faktorer, inte minst av vattentillgången under odlingssäsongen. Väderleken kan inte förutses och därmed kan inte heller årets skörd förutsägas. Hushållning med växtnäring förutsätter ändå att vi ämnar gödsla utifrån fältets bördighet och med avseende på en förväntad skörd. Växtnäringsämnet kväve behövs i relativt stora mängder, samtidigt som det lätt kan förloras genom utlakning. Markens leverans av kväve är svårt att förutse, potentialen uttrycks visserligen av mullhalten, men hur mycket som mineraliseras därifrån beror på fukt och marktemperatur. Bra ekonomi förutsätter, att markens kväveleverans utnyttjas. Även tidpunkten för gödslingen spelar en stor roll. En senare gödsling har större inverkan på vetets proteinhalt än på skördemängden.

Genom att bara ge en del av den planerade kvävegivan i samband med sådd kan den andra delen tillföras senare under säsongen då grödans behov så småningom klarnar. I form av ett fältförsök undersöktes olika gödslingsstrategier i vårvete, på fyra olika jordarter: 80 kg kväve vid sådd, 80 kg kväve vid sådd + 40 kg kväve vid stråskjutning, respektive 80 kg kväve vid sådd + 40 kg kväve vid stråskjutning + 40 kg kväve vid axgång (per ha).

De tre gödslingsstrategiernas effekter på vetets avkastning och proteinhalt skiljde sig på de fyra olika jordarterna. Skörden korrelerade positivt till jordartens fukthållningsförmåga, dvs. bäst på mull, följt av mjäla, lera och sand. Proteinhalten ökade på samtliga jordarter med ökad kvävegiva. Den allmänna slutsatsen är att den optimala gödslingsmängden vid tillräcklig fuktillgång är omkring 120 kg kväve/ha, med avseende på kärnavkastningen. För att nå över tröskeln för den proteinhalt som krävs för brödvetet behövs en andra tilläggs-giva på 20-40 kg kväve/ha. En delad giva är bra för att undvika onödigt stora insatser ifall grödan inte kan förverkliga sin avkastningspotential till följd av torka.

Språk: svenska

Nyckelord: vårvete, kvävegödsling, spannmålsodling

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Leo Klinge

Koulutus ja paikkakunta: Biotalous, Tammisaari

Suuntautumisvaihtoehto: Luonnonvara ja ympäristö

Ohjaaja: MMT Paul Riesinger

Nimike: Jaettu Typpilannoitus Kevätvehnälle

Päivämäärä: 4.4.2023

Sivumäärä: 25

Liitteet: 1

Viljelykasvien sadon määrää useat eri tekijät. Suurin näistä on kuitenkin veden saatavuus kasvukauden aikana. Säätä ei voi ennustaa eikä näin ollen myöskään vuoden tulevaa satoa. Taloudellinen viljely edellyttää edelleen, että lannoitamme pellon satoisuuteen ja odotettuun satoon nähden. Ravinnetyyppä tarvitaan suhteellisen suuria määriä, mutta sitä voi helposti hävitä huuhtoutumisen vuoksi. Maaperän typen mineralisointia on vaikea ennustaa, potentiaali näkyy varmasti humuspitoisuudessa, mutta se, kuinka paljon typpeä siitä mineralisoituu, riippuu kosteudesta ja maaperän lämpötilasta. Taloudellinen viljely edellyttää, että maaperän typpivarasto hyödynnetään. Myös lannoituksen ajoituksella on suuri rooli. Myöhempi lannoitus vaikuttaa enemmän vehnän valkuaispitoisuuteen kuin satoon.

Antamalla vain osan suunnitellusta typen kokonaismäärästä kylvön yhteydessä, toinen osa voidaan pintalevittää myöhemmin kauden aikana, kun satoisuutta on helpompi ennustaa.

Peltokokeen muodossa tutkittiin erilaisia lannoitusstrategioita kevätvehnälle neljällä eri maalajilla: 80 kg typpeä kylvön yhteydessä, 80 kg typpeä kylvön yhteydessä + 40 kg typpeä korrenkasvussa, vastaavasti 80 kg typpeä kylvön yhteydessä + 40 kg typpeä korrenkasvussa + 40 kg typpeä tähkäytymisvaiheessa (hehtaaria kohden).

Kolmen lannoitusstrategian vaikutukset vehnän satoon ja valkuaispitoisuuteen vaihtelivat neljällä eri maaperätyypillä. Sato korreloi positiivisesti maaperän kosteudenpidätyskykyyn, eli parhaiten multamailla, jota seurasivat hiesu, savi ja hiekka. Valkuaispitoisuus nousi kaikissa maalajeissa typen saatavuuden lisääntyessä.

Yleinen johtopäätös on, että optimaalinen lannoitusmäärä riittävällä kosteuden saatavuudella on noin 120 kg typpeä/ha jyväsatoon nähden. Leipävehnän valkuaispitoisuuden kynnyksen ylittämiseksi tarvitaan toinen 20–40 kg:n lisäannos typpeä hehtaaria kohden. Jaettu lannoitus on hyvä tapa välttää tarpeettoman suurien kustannuksien, jos kasvi ei pysty hyödyntämään saatavilla olevaa typpeä kuivuuden takia.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kevätvehnä, typpilannoitus, viljanviljely

BACHELOR'S THESIS

Author: Leo Klinge

Degree Programme: Bioeconomy

Specialisation: Agriculture

Supervisor(s): AgrD Paul Riesinger

Title: Divided Nitrogen Fertilization for Spring Wheat

Date: 4.4.2023 Number of pages: 25

Appendices: 1

The yield of cultivated plants is determined by several different factors, not least the availability of moisture during the growing season. The weather cannot be predicted and thus the year's harvest cannot be predicted either. Reasoning with plant nutrition still requires that we apply fertilizer based on the fertility of the field and expectations of the harvest. The plant nutrient nitrogen is needed in relatively large quantities, while it can easily be lost through leaching. The soil's delivery of nitrogen is difficult to predict, the potential is certainly expressed by the humus content, but how much is mineralized from it depends on moisture and soil temperature. Good economy presupposes that the soil's nitrogen supply is utilized. The timing of fertilization also plays a big role. A later dose of fertilizer has a greater impact on the protein content of the wheat than on the yield.

By only giving part of the planned nitrogen dose in conjunction with sowing, the other part can be added later in the season when the crop's needs eventually are known. In the form of a field trial, different fertilization strategies were investigated in spring wheat, on four different soil types: 80 kg nitrogen during sowing, 80 kg nitrogen during sowing + 40 kg nitrogen at jointing, respectively 80 kg nitrogen during sowing + 40 kg nitrogen at jointing + 40 kg nitrogen at head emergence (per ha).

The effects of the three fertilization strategies on wheat yield and protein content differed on the four different soil types. The yield was positively correlated to the moisture holding capacity of the soil type, i.e. best on loam, followed by silt, clay and sand. The protein content increased on all soil types with increased nitrogen availability.

The general conclusion is that the optimal fertilization amount with sufficient moisture availability is around 120 kg nitrogen/ha, regarding the grain yield. To reach the threshold for the protein content required for bread wheat, a second supplemental dose of 20-40 kg nitrogen/ha is needed. A split yield is good for avoiding unnecessarily large inputs in case the crop cannot utilize its yield potential because of drought.

Language: Swedish

Key words: spring wheat, nitrogen fertilization, arable farming

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
---	----------------	---

2	Teoretisk bakgrund	2
2.1	Odling av vete	2
2.2	Kväve som näringsämne.....	3
2.3	Handelsgödsel och metoder vid tilläggsgödsling.....	3
2.4	Bedömning av tidpunkt och dos för tilläggsgödsling	4
3	Aktuell forskningsfront.....	5
3.1	Tidigare försök i Finland	5
3.2	Tidigare försök utomlands	5
3.3	Nyligen utförda försök	8
4	Material och metoder	11
4.1	Uppläggning av försöket.....	11
4.2	Försöksplats	12
4.3	Förfrukter, jordbearbetning och etablering	13
4.4	Åtgärder under odlingssäsongen.....	14
4.5	Skörd och analys av skörden	15
5	Resultat	16
6	Diskussion.....	20
7	Förslag till förbättring och fortsatt forskning.....	23
	Källförteckning	25

1 Inledning

Spannmålsodlingen i Finland präglas av flera motstridiga moment. Turbulensen i Europa har fått världsmarknadspriser på insatsmedel som både utsäde, gödsel och bränsle att stiga väldigt högt. Odling av spannmål under dessa tider kräver eftertanke och noggranna uträkningar av hurdana mängder råvaror som krävs. Samtidigt kan det pågående kriget i Ukraina och sanktionerna mot Ryssland leda till livsmedelsbrist, vilket kan tänkas leda till höjda spannmålspriser. Dessutom är höga priser inte den enda utmanande faktorn.

Väderfenomenen har blivit alltmer extrema under de senaste 10 – 15 åren, vilket dels kan anknytas till klimatuppvärmningen. Det finns knappt normala år längre, utan alla år har olika utmanande väderfenomen; antingen utmanande perioder med torka eller långa regnperioder.

För att motverka slöseri med resurser och möjligtvis även öka avkastningen och, vad gäller brödvete proteinhalten, är delad gödselgiva ett mycket bra alternativ. Målet är att enbart sprida ut den givan som grödan kan ha nytta av, utan risk för spill, men tillräckligt mycket så att skörden och dess proteinhalt inte begränsas av tidvis kvävebrist.

Hushållning med växtnäringsämnen reducerar dessutom mängden näringsämnen som sköljs ut med regn och smältvatten, dvs. utlakning. Detta i sin tur bidrar till reducerade näringsutsläpp i Östersjön och mindre omfattande bildning av alger under sommartid.

Orsaken till att det just blev vårvete som odlingsgröda i detta försök är att en delad kvävegödslingsgiva på vete har väldigt olika inverkan på dess avkastning och proteinhalt, beroende på när gödslingen utförs och i vilka mängder.

Syftet med detta arbete är att genom ett fältförsök avgöra hurdan påverkan en delad kvävegödsling vid olika tidpunkter på olika jordarter har med avseende på grödans skörd, kvalitet och näringsinnehåll. Genom att tolka resultatet av försöket kan man förhoppningsvis få en bättre insyn i hur man skall gå till väga i framtiden, för att med minsta möjliga kväveinsats optimera vårvetets avkastningspotential och proteinhalt.

2 Teoretisk bakgrund

2.1 Odling av vete

Vete har odlats i världen i tusentals år. Man kan anta att den systematiska odlingen av vete har sina rötter i det forna Mesopotamien, det bördiga tvåflodslandet. De första systematiska odlingarna uppskattas ha börjat för ca 17 000 år sedan (Wetherell 2023).

Sedan veteodlingen startade har man uppskattat att det dröjt ca 5000 år innan någon form av förädling sattes i gång (Wheatworld, 2023). Människan har då börjat med enkla former av korspollinering för att uppnå högre skördar.

Veteodlingen i Norden har kommit i gång betydligt senare än i varmare regionerna på jorden. De första anteckningarna man hittat som indikerar veteodling har daterats till 1500-talet (Lantmännen, 2021). Detta har till största del berott på det kalla klimatet och okunnigheten om tillvägagångssätt vid gödsling.

Vete är i dagsläge en av de mest odlade grödorna i världen, tillsammans med soja, ris och majs. Odlingen har effektiverats med rask takt och skördarna har ökat, trots att den totala odlingsarealen har hållits relativt oförändrad sedan 1960-talet. Detta beror på effektivare odlings- och gödslingsstrategier i samband med ökade insatser på förädling och därmed högre avkastande sorter (Lantmännen, 2021).

Höstvete har bevisligen konstaterats ha högre avkastningspotential än vårvete. I Finland är dock risken för total eller delvis misslyckad övervintring stor (Yara, 2023). Därför väljer många lantbrukare att i stället odla vårvete. Risken för misslyckad övervintring är dock sällan ett problem i regioner med mildare vintrar. Problemet uppstår främst i regioner norr om den 60:e breddgraden. Isbildning är det vanligaste problemet. Ett långvarigt istäcke stryker syretillförseln till rotsystemet och kväver därmed plantan.

Vårvete är därmed det säkra valet. Det viktigaste för att få en livskraftig vårveteuppkomst är sådd vid rätt tidpunkt och en snabb etablering. Grödan tål torra värmeperioder betydligt bättre då den har etablerat sig ordentligt. Ett kraftigt rotsystem är nyckeln till att säkra vattentillgången även under torrperioder. Det är även ytterst viktigt att hålla

markstrukturen i god form för att möjliggöra ett djupt och tätt rotsystem som etablerar sig fort.

2.2 Kväve som näringsämne

Kvävet fungerar som grödans huvudsakliga tillväxtökande näringsämne. Växten tar upp kväve framför allt i form av nitrat, men också i form av ammonium och urea.

Upptagningen sker främst via rötterna, men kan också ske via bladen (Riesinger 2006, s. 8-9). Den vanligaste formen på kväve i handelsgödsel är ammoniumnitrat. Grödans förmåga att ta upp näringsämnen, inte minst kväve, regleras av växtens transpiration (vattenavdunstning) och därför av vattentillgången. Därmed är inte kvävetillförsel den enda inverkan på växtens tillväxtförmåga, utan avgörande är också en god vattenhushållning och tillräckligt med nederbörd (eller bevattning).

Växtnäring (inklusive kväve) tas upp ur marken främst genom nybildade rothårsspetsar. Oavbruten rottillväxt är därför avgörande för en jämn försörjning med växtnäringsämnen. Rottillväxt hämmas av packad markstruktur. Därför är en god markstruktur ytterst viktig för att garantera ett stadigt flöde av växtnäring till grödan. Vid ett lågt pH-värde ökar mängden aluminiumjoner i marklösningen till en toxisk nivå för växtrötterna, vilket hämmar växtens tillväxtförmåga (Riesinger 2006, s.11-12).

Kvävebrist syns på odlingsväxter i form av att växten gulnar och bleknar, framför allt äldre blad (vid brist flyttar växten kväve från äldre till yngre blad). Även rödaktiga fläckar kan uppstå på bladen. Detta beror på ett överskott av kolhydrater i växten vid kvävebrist. Dessa symptom kan förväxlas med vattenbrist och andra växtsjukdomar som till exempel bladfläckssjuka (Riesinger 2006, s. 12-13).

2.3 Handelsgödsel och metoder vid tilläggsgödsling

Handelsgödsel finns att få i otaliga olika sammansättningar. De flesta varianter av handelsgödsel som används i Europa är i granulatform. I till exempel USA är flytande urea väldigt vanligt. För att välja rätt handelsgödsel till ett visst ändamål gäller det att i första hand ha koll på markens näringsinnehåll och den enskilda grödans aktuella näringsbehov.

Europeiska handelsgödsel innehållande kväve är vanligen uppbyggda med ett totalt kväveinnehåll på upp till 27 %. Det går även att få tag på handelsgödsel med

kvävekonzentrationer upp till 34 %. Orsaken till att koncentrationen inte är högre är en kombination av olika faktorer. Delvis är det dyrare att koncentrera kväve i högre halter via Haber – Bosch metoden. Den andra och mer påverkande faktorn är att en högre kvävehalt gör det svårare att få en jämn och konstant spridning av granulatet så att den totala kvävegivan per enskild kvadratmeter är möjligast lika. Dessutom är risken för brännskador på växande plantor betydligt större vid högre kvävekonzentrationer, speciellt under torra förhållanden (Hergert, 2012).

2.4 Bedömning av tidpunkt och dos för tilläggsgödsling

För att tilläggsgödslingen ska ha önskad inverkan på grödan ska den göras vid rätt tillfälle. Rätt mängd ska tillföras vid rätt tillfälle, så att grödans kommande behov tillgodoses på ett optimalt sätt, samtidigt som förluster undviks. Spannmålsgrödorna behöver kväve redan i broddbildningsstadiet, men behovet ökar under bestockningen. Från begynnande stråskjutning till axgång krävs mer än hälften av spannmålsgrödans kvävebehov. Kärnornas proteinhalt avgörs i ett sent skede, från och med kärnornas mjölmognad.

Det rätta tillfället och den rätta mängden avgörs genom att granska grödans tillstånd och uppskatta dess skördepotential. Samtidigt gäller det också att ha ett noggrant öga på kommande och gången väderlek. Före längre torrperioder lönar det sig inte att göra större tilläggsgödslingar. En bladgödsling under en torrperiod kan orsaka oönskade brännskador på grödan.

Biomassans mängd och färg är utgångsläget för bedömning av tilläggsgödslingens behov och tidpunkt. Dessa faktorer används till exempel vid växtplatspecifik tilläggsgödsling med Yara:s N-sensor. Om grödan är livskraftig och har bra tillgång till fukt, kan en tilläggsgiva med kväve vara nyckeln för att få en ökad skördenivå. En senare giva har större inverkan på grödans proteinhalt. Om man till exempel har bundit sig till att leverera spannmål med kvarn kvalitet kan det vara en optimal lösning för att uppnå detta krav. Om proteingödslingen utförs med granulerad gödsel ges kvävegivan vid axgång, utförs den genom bladgödsling så behandlas grödan i blomningen eller så sent som i mjölmognadsstadiet.

3 Aktuell forskningsfront

3.1 Tidigare försök i Finland

Pellervo undersökte under 1990-talet effekterna av tilläggsgödsling i vårvete i ett flertal försök på fyra olika orter i Finland (Lieto, Mäntsälä, Nurmijärvi och Sääksmäki). Utsädet var betat. Gödslingen delades på följande vis; 120 kg kväve/ha i samband med sådden, varefter man sprutade 40 kg kväve/ha i ureaform vid axgång. Vetesorterna som användes var Tjalve och Mahti. I Lieto, var den bästa skörden påträffades, gjordes också bekämpning av både ogräs och svampsjukdomar. Dessutom sprutades även stråstärkare (CCC). Den bästa försöksrutan gav en skörd på 6240 kg/ha.

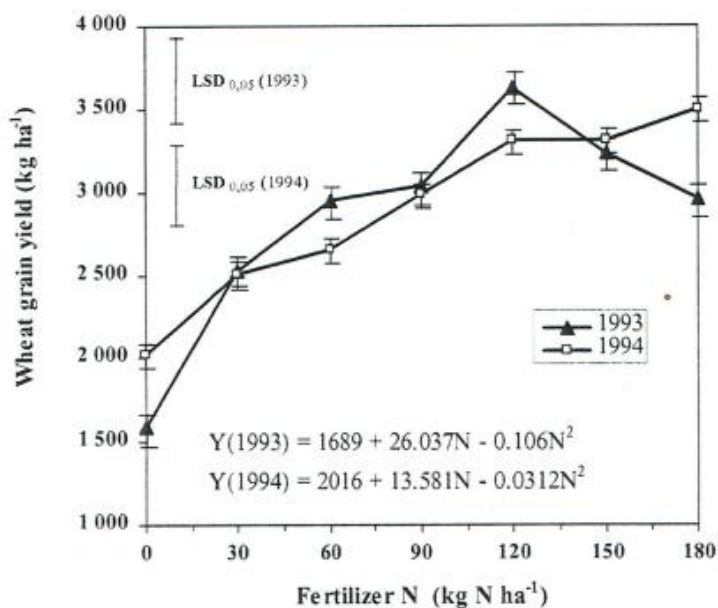
De obehandlade nollrutorna gav en medelskörd på 4700 kg/ha. Kemisk bekämpning av ogräs och svampsjukdomar höjde skörden med 770 kg/ha, till ungefär 5500 kg/ha.

Resultaten av försöken påvisade att den optimala gödslingsmängden är omkring 140 kg kväve/ha för vårvete. Ifall skördeförväntningarna är väldigt höga kan en ytterligare tilläggsgiva ges, om klorofyllanalysen tyder på en låg proteinhalt. En sen tilläggsgiva ger då en höjning i proteinhalten.

3.2 Tidigare försök utomlands

Under åren 1993 och 1994 utfördes kvävegödslingsförsök på vårvete i Kanada av Tran och Tremblay (1999). Tran och Tremblay (1999) undersökte om den nationella kvävegödslingsrekommendationen gällde under kanadensiska odlingsförhållanden (figur 1).

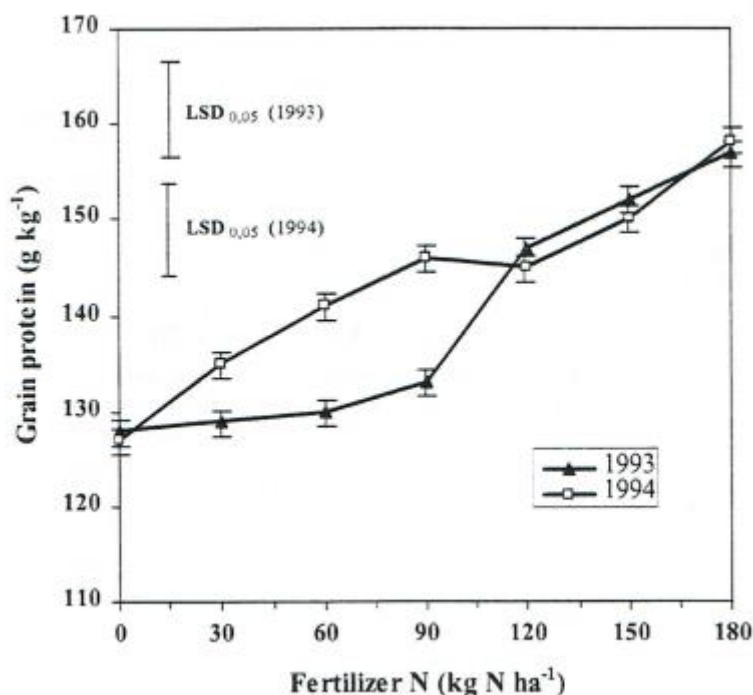
Odlingsförutsättningarna i Kanada är för övrigt väldigt lika våra här i Norden; både jordartsmässigt och nederbörds-mässigt. Den årliga värmesumman är också mycket lik vår. Det som dock skiljer sig är topografin, det finns stora och vidsträckta slätter i Kanada, som både lämpar sig för boskap och växtodling. Gödslingen delades genom hela försöket. 60 % av den totala kvävegivan gavs vid sådd, resten gavs vid stråskjutning. Gödseln som användes var i granulatform.



Figur 1. Skörden av vårvete i förhållande till tillförd mängd mineralgödselkväve (Tran och Tremblay, 1999).

Den nationella kvävegödslingsrekommendationen bestämdes genom en matematisk formel. Enligt formeln var kvävegödslingsrekommendationen år 1993 90 kg kväve, medan den år 1994 var 120 kg kväve. Ett av odlingsförsökets syften var att reda ut om formeln går att förlita sig på (figur 1).

Enligt skörderesultaten illustrerade i figuren ovan ökade skörden relativt stabilt ända fram till en total kvävegödslingsnivå på 120 kg. Det förekom en variation mellan åren 1993 och 1994. 1993 minskade skörden då kvävegödslingen överskred 120 kg/ha. Detta berodde främst på en skillnad i nederbörd. Nederbörden är en faktor som inte togs i beaktande i gödslingskalkylen. Enligt lönsamhetskalkylen baserad på aktuella spannmåls- och gödselpriser var gödslingsrekommendationerna mycket lämpliga. En tilläggsgiva utöver den rekommenderade hade inte hämtat in mera än vad den kostat. 120 kg kväve är en rätt hög insats för en hektarskörd på 3500 kg vete, om man beaktar att ett ton vårvete bortför ungefär 25 kg kväve (figur 1).



Figur 2. Proteinhalten i förhållande till mängd kvävegödsling (Tran och Tremblay, 1999).

Proteinhalten analyserades också i försöket (figur 2). Proteinhalten ökade väldigt konsistent genom bägge försöksåren. Den skördeminskning som konstaterades 1993 vid kvävegivor över 120 kg kväve/ha var inte märkbar i proteinanalysen. Tvärtom ökade proteinhalten väldigt linjärt. Dock visar resultaten tydligt att proteinhalten redan hade uppnått en kvarnqualiténivå vid 120 kg kväve/ha. En tilläggs-giva var därmed inte nödvändig för att höja proteinhalten.

I ett odlingsförsök som utförts i växtkammare vid Manitoba universitetet av C. D. L. Rawluk, G. J. Racz och C. A. Grant (1999) har veteplantans förmåga att uppta kväve iakttagits. Försöket gick ut på att odla vete i växtkammare, där man efter etablering gödslade med kväve i flytande form (urea). Växtkammare valdes för att kunna manipulera luftens fuktighet. Leden behandlades olika, en del led var helt utan kväve vid sådd medan andra fick varierade mängder startkväve (figur 3).

Table 1. Nitrogen recovery, grain protein and grain yield

Base N	Anthesis N ^a	Experiment 1			Experiment 2		
		N recovery (%)	Grain protein ^b (%)	Grain yield (g pot ⁻¹)	N recovery (%)	Grain protein (%)	Grain yield (g pot ⁻¹)
0	–	–	8.6	6.2	–	8.4	8.1
25	–	–	9.0	6.9	–	8.6	9.6
50	–	–	9.7	7.4	–	9.3	10.2
75	–	–	10.1	9.2	–	10.2	10.5
0	Soil urea	32.3	10.2	5.4	62.9	10.2	9.0
0	Soil urea+NBPT	50.4	9.9	6.2	70.1	9.9	8.6
0	Foliar-urea	4.5	9.2	5.7	9.8	8.6	8.4
0	Foliar urea+NBPT	6.6	9.3	5.5	10.6	8.9	8.3
0	Foliar urea+NPE	–	–	–	23.3	9.2	8.5
0	Foliar urea+NPE+NBPT	–	–	–	15.8	9.1	8.2
50	Soil urea	37.0	10.6	7.9	67.7	10.7	11.4
50	Soil urea+NBPT	57.1	10.8	7.8	67.1	11.3	10.7
50	Foliar urea	7.8	9.6	7.0	11.3	10.5	10.6
50	Foliar urea+NBPT	9.4	10.2	7.9	10.6	10.0	10.1
50	Foliar urea+NPE	–	–	–	26.7	10.9	10.0
50	Foliar urea+NPE+NBPT	–	–	–	16.4	10.3	10.2
LS Means Std Error		2.7	0.5	0.3	1.9	0.3	0.3

^aAnthesis N applied as ¹⁵N-labelled urea: exp. 1 = 11.5 mg N kg⁻¹ soil, exp. 2 = 25 mg N kg⁻¹ soil.

^bGrain protein reported on 13.5% moisture basis.

Figur 3. Effekterna av kvävegödslingsstrategierna med tilläggsmedel (Rawluk, Racz och Grant, 1999).

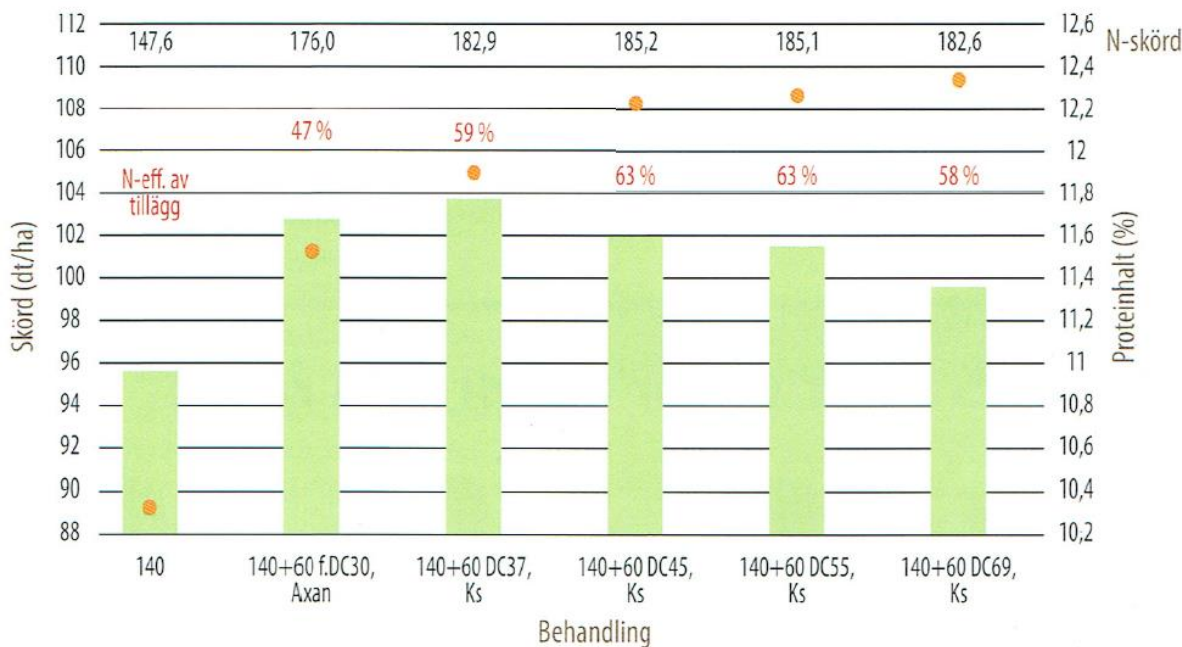
I urealösningen lades dessutom till NPE (Nonyl Fenol Etoxylat) och NBPT (Kväve – Butyl Trifosforisk Triamid) för att försnabba växtens återhämtning efter kväveabsorbering. Resultaten påvisade att skörden var 10,6 – 25 % högre när tillsatsämnen användes. Försöksresultaten påvisade också att den markverkande kväveappliceringen hade större positiv inverkan än bladgödslingen. Samtidigt gav de leden betydligt högre proteinhalt som hade fått en startgiva med kväve vid sådden. Även fast jordförhållandena varierade genom försöket, ökade proteinhalten konstant med ökad gödslingsnivå (figur 3).

Man konstaterade också att höga startgivor med kväve har positiv inverkan på proteinhalten, dock på bekostnad av kväveanvändningseffektiviteten. Gödslingstillfället konstaterades vara som optimalast då växtens största tillväxt sker, omkring stråskjutningsskedet (figur 3).

3.3 Nyligen utförda försök

I fältförsök som Yara utfört i Sverige under åren 2017 – 2020 har man undersökt höstvetets förmåga att uppta kväve. Målet med försöken var att säkerställa den optimala tidpunkten och givan för en tilläggsgiva med kvävegödsel (Gruvaeus, 2022, figur 4).

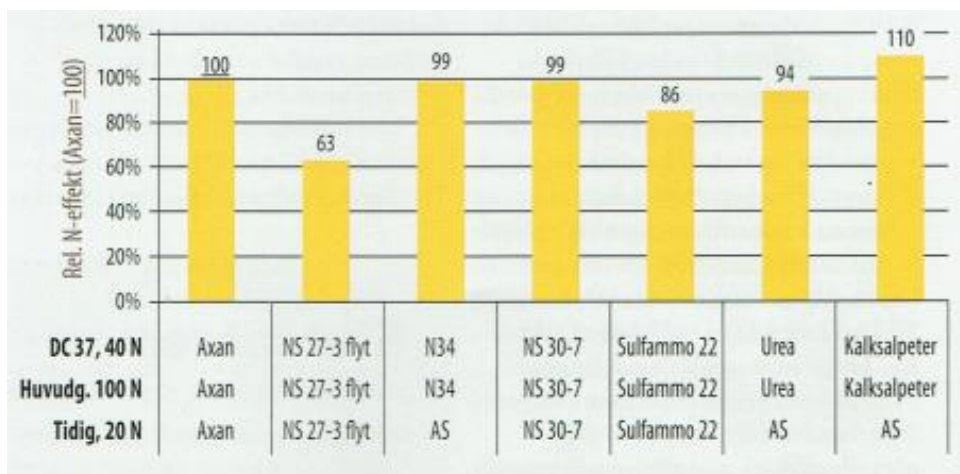
Försöket bestod av flera led som alla fick en tilläggs-giva av 60 kg N/ha vid olika tidpunkter. Gödselmedlet var granulat, Yara Axan (27 % kväve + 9 % SO₃), respektive kalksalpeter (Ks). Alla led fick 140 kg kväve / ha vid sådd. De övriga leden förutom noll-ledet fick tilläggs-givor vid växtstadierna DC30, DC37, DC45, DC55 och DC69.



Figur 4. Effekterna av olika kvävegödslingsstrategier på höstvetets skörd och proteinhalt (Olsson, 2022).

Resultatet påvisar tydligt att ju senare giva desto högre proteinhalt. Störst blir ökningen av proteinhalten då tilläggs-givan flyttas från slutet av stråskjutningen/begynnande flaggbladsstadium (DC37) till flaggbladets utveckling (DC 45). Dock har den totala kväveskörden minskat med den sista givan. Skörden har också minskat vid givorna som spridits efter DC37. Det gäller att gödsla enligt förutsättningarna och behoven (figur 4).

Ett led vid ett annat försök utfört av Sverigeförsöken år 2018 gödslades också med flytande kväve (NS 27 - 3). Resultaten påvisade dock att gödselmedlet i flytande form hade betydligt sämre inverkan på skörden och proteininnehållet. I försöket hade gödselmedlen i flytande form mellan 45 - 65 % inverkan i jämförelse med det granulerade gödselmedlet Axan. Det antas att gödselmedlet i flytande form förgasas betydligt fortare än granulatet och därmed uppstår förlusterna (figur 5).



Figur 5. Olika gödselmedels relativa kväve – effekt (Gruvaeus, 2018).

Vid tillförsel av flytande kväve bör luftfuktigheten vara hög vid och i anslutning till besprutningstillfället. Urea eller ureaammoniumnitrat (UAN, kvävelösning) som spridits i torra förhållanden har negativa inverknings, både direkt via kontakt med grödan och i form av förluster via förgasning. Kontakt med grödans biomassa under torra förhållanden orsakar onödiga brännskador och stress för grödan. Vid bladgödsling med urea kan man tillföra grödan maximalt 20 kg kväve/ha.

Större kvävemängden kan tillföras ifall flytande kväve (urea eller UAN) appliceras med en slangförsedd sprutbom på marken. Grödan har dock inte förmåga att inta ureakväve som spridits på torr mark. Besprutningen måste följas åt av regn för att kvävet ska lakas ner och nå grödans rotsystem.

Dessa fenomen med urea gäller inte enbart i Norden. Liknande försök som gjorts i Frankrike under åren 2019 – 2021 med olika kvävegödslingsmedel i både fast och flytande form illustrerar ett liknande mönster. Hos Yara har man även teorier om att kvävet i ureaform fastläggs i de nordiska lerjordarnas mikrobbiomassa (Gruvaeus, 2022).

4 Material och metoder

4.1 Uppläggning av försöket

I ett fältförsök jämfördes effekterna av en engångsgiva respektive av delad gödsling med kväve på vårvetets avkastning och skörd. Försöket bestod av tre led; samtliga led tillfördes 80 kg kväve per ha i samband med sådd. Led 0 tilldelades ingen ytterligare gödsling, led A tillfördes dessutom 40 kg kväve under stråskjutningen och led B fick ytterligare en giva av 40 kg kväve i samband med axgång. Odlingsförsöket upprepades på fyra olika jordarter, dock på samma skifte. Vetesorten var den samma i alla försöksrutor, en populär vårvetesort vid namn Zebra. Sorten Zebra är en medelhögavkastande sort som används allmänt i odlingsregionerna I – II. Sorten valdes eftersom den har odlats frekvent på gården. Zebra kan odlas till både foderändamål och kvarnvara.

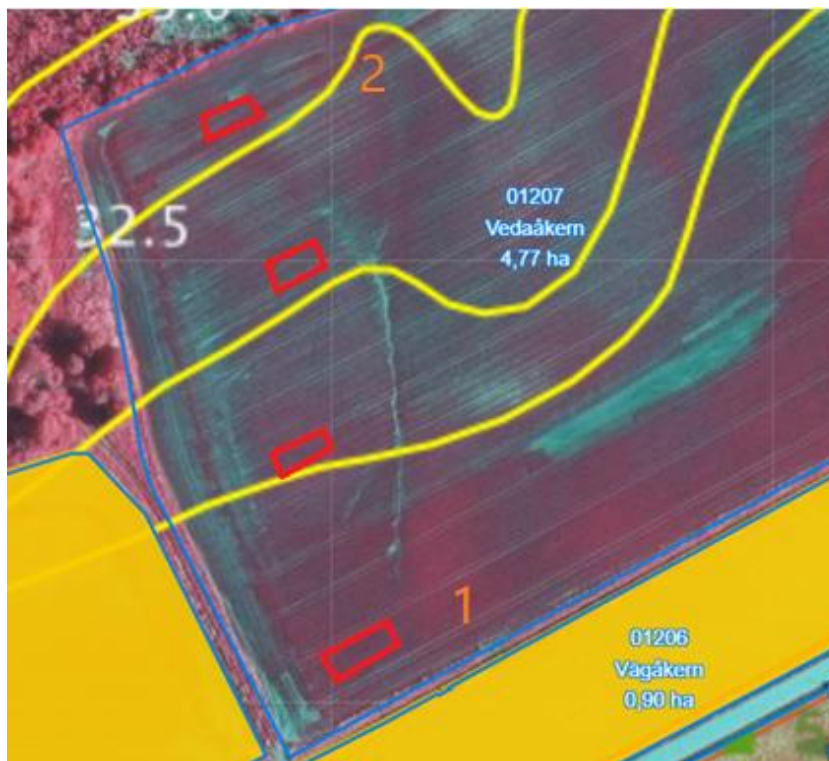


Figur 6. Applicering av tilläggskväve vid stråskjutning.

Var och en av de fyra upprepningarna bestod av tre stycken tio meter långa led, som sedan fick olika gödslingsgivor. Leden var två meter breda för att vara lämpliga till försöksrutetröskan som användes vid skördandet. Även gödselspridaren som användes var två meter bred. Ingen bevattning användes, dock hade det kanske varit motiverat i och med torkan under sommaren.

4.2 Försöksplats

Försöksplatsen ligger på skribentens hemgård, Korpis, i nordvästra Sjundeå, södra Finland. Jordarterna varierar mycket med topografin. Detta kan till största del anknytas till landhöjningen i anslutning till den senaste istiden, med påföljande svallning och sedimentation av mineralpartiklar. På låglänta platser är fukthalten och näringshalten vanligtvis högre, med följderna att en högre mullhalt bildas. Markkarteringen anger 6,7 ml/l fosfor och 2300 ml/l kalcium. Skiftets pH-värde låg på 6,3.



Figur 7. Satellitbild av försöksoffret. De fyrkantiga rutorna representerar försöksrutorna medan siffrorna ett och två markerar var markkarteringsprover tagits.

Försöksblocken markerades efter grödans uppkomst. De fyra enskilda blocken med tre försöksled var placerades utmed den sluttande terrängen i västra ändan av skiftet, mot vändtegen. Avståndet mellan rutorna var ca. 50 meter för att få en tillräckligt stor variation på jordarten, vilket var ett av syftena med försöket. Övre delen av skiftet mot

norr består av mullfattig sand, medan den längre ner belägna delen mot söder består av grovmo.

Rutorna i det högst uppe i norra delen av skiftet belägna blocket på de kargare jordarterna fick något mindre solljus p.g.a. skog som delvis skuggat dem.

Jl 1.0 ML mr		Jl 0.9 MJL mr	
PIpH	6.4	PIpH	6.3
Ca	4100	Ca	2300
P	6.0	P	6.7
K	250	K	210
Mg	320	Mg	330
S	11	S	6.9

Kalkningsrekommendation 0 ton/ha Kalkningsrekommendation 0 ton/ha

Figur 8. Markkarteringsresultaten från provtagningsplats ett respektive två.

4.3 Förfrukter, jordbearbetning och etablering

Som förfrukt fungerade havre av sorten Matty. Skörden hade varit medelmåttlig under förra säsongen. Hela skiftet var plöjt på hösten före. Under vårbruket ytharvades skiftet en gång, varefter det harvades med S-pinnharv i två överfarter. Sådnen gjordes med direktsåmaskin av skivbillstyp, modell Tume Nova Combi 3000. Sådjuget låg på ungefär tre cm. Utsädesmängden var inställd på 230 kg/ha genom hela skiftet. Allt utsäde var betat. Skiftet såddes den 3 maj.



Figur 9. Försöksrutornas utseende på södra ändan av skiftet den 28.6.2021.

Brodden nådde dagsljus den 12 maj. Etableringen var något långsam pga. den kalla och väldigt fuktiga våren. Vädret blev fort varmare då marken fortfarande var fuktig och detta orsakade skorpbildning på mineraljordar. Uppkomsten var också väldigt ojämn.

Planttätheten var mycket bättre på den låglänta delen av skiftet där mullhalten är högre.

4.4 Åtgärder under odlingsäsongen

Alla rutor fick samma behandling under sådd. Alla rutor fick en startgiva med gödsel på 80 kg/ha inmyllat vid sådd. Gödselsorten som användes till försöket var Belor 27-3-5-2 (N-P-K-S, procentuellt innehåll).

En ogräsbekämpning gjordes efter stråskjutning. Medlet som användes var Zypar (aktiva substanser 6,25 g/l halauxfen-metyl och fem g/l florasulam) med en dos på en l/ha. På grund av torkan och grödans dåliga skördepotential gjordes ingen svampbekämpning. En svampbekämpning hade antagligen gjort en obetydlig skillnad i skörden. Det var svårt att bedöma om grödan led av sjukdomar eftersom den redan led av torka.

Den gödsel som tillfördes leden A och B spreds med hjälp av en ombyggd såmaskin med två meters arbetsbredd. Maskinen lånades från Västankvarn försöksgård. Den är av lättare typ och går att skuffa för hand. Såbillarna är borttagna så att granulatet rinner rakt ner på marken. Vridprov togs före spridningen påbörjades så att givorna kunde säkerställas. Maskinen ställdes in på 40 kg/ha. Utmatningen på maskinen är markhjulsdriven, d.v.s. utmatningsvalsen roterar i relation till den hastighet som man skuffar maskinen med. Detta är en enkel och exakt metod att förverkliga en noggrann utmatning.

Den första givan av tilläggskväve gavs 18 juni. Dagen efter att rutorna hade fått sin giva kom det en liten regnskur på ca. 1–2 mm. Det hjälpte i alla fall till med att smälta granulatet. Det regnade inte mera mellan gödslingstillfällena.

Den andra givan gavs 28 juni. Då hade redan axgången börjat. Ca. två veckor mellan stråskjutning och axgång är en mycket kort period, det brukar vanligtvis dröja 3–4 veckor mellan stråskjutning och axgång. Detta tyder på att grödan lidit under torkan och därför påskyndat växtstadiet.

4.5 Skörd och analys av skörden

Skördandet av försöksrutorna inleddes den 10 september 2021. Det övriga skiftet hade redan skördats några dagar innan för att underlätta skördandet av försöksrutorna. För att utföra arbetet möjligast noggrant inhyrdes precisionströkning av NSL (Nylands Svenska Lantbrukssällskap). Tröskningen utfördes med en specialtröska gjord för att tröska två meter breda försöksrutor. Den urtröskade säden lagras direkt i små provsäckar. Det är ingen så kallad tanktröska.



Figur 10. Tröskning av försöksrutorna den 9.10.2021.

NSL tog därefter hand om analysen av skörden. Säckarna numrerades för att hålla koll på från vilken ruta de härstammade ifrån.



Figur 11. Uppmätning av försöksrutornas längd.

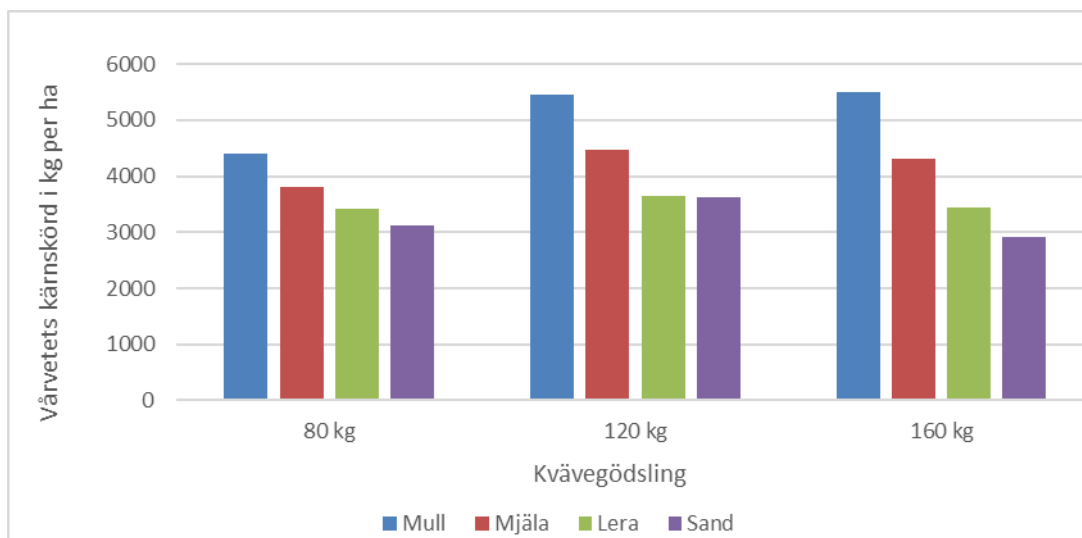
Skörden torkades, varefter den vägdes. Sedan togs det analys på proteinhalt, falltal, stärkelsehalt, hektolitervikt och tusenkornsvikt. Analysresultaten levererades efter ca en vecka.

5 Resultat

Vetets kärnskörd ökade tydligt som följd av ett tillägg på 40 kg kväve per ha i stråskjutningen utöver de 80 kg kväve per ha som hade myllats i samband med sådden. Däremot ökade ett ytterligare tillägg av 40 kg kväve per ha i axgång kärnskörden inte

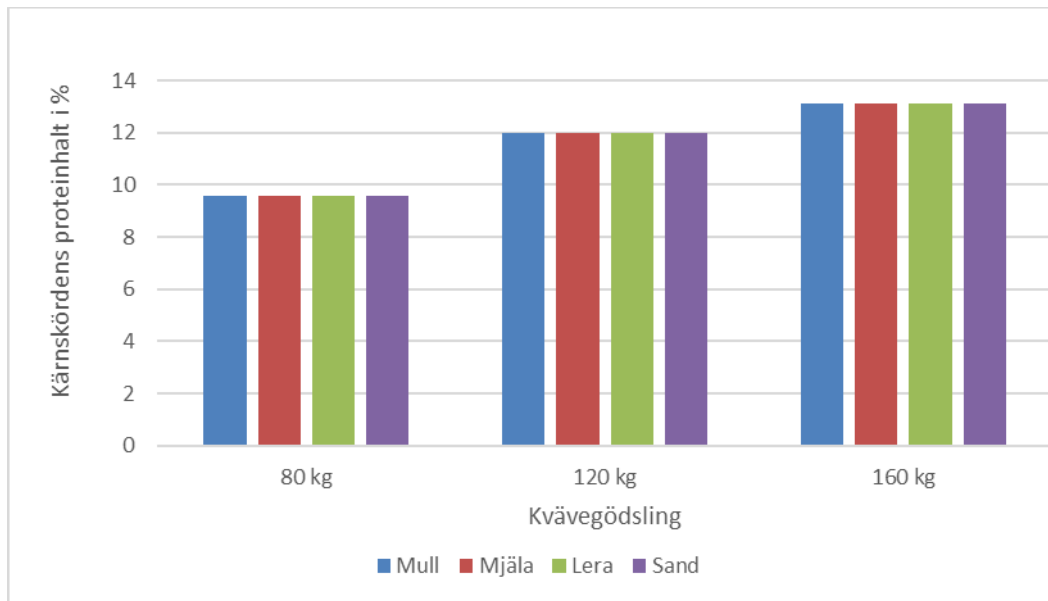
ytterligare. Den andra tilläggsgivan har antingen resulterat i en minimal skördeökning eller i de flesta fall en minskning (figur 12).

Skörden varierade kraftigt mellan de olika jordarterna (figur 12).



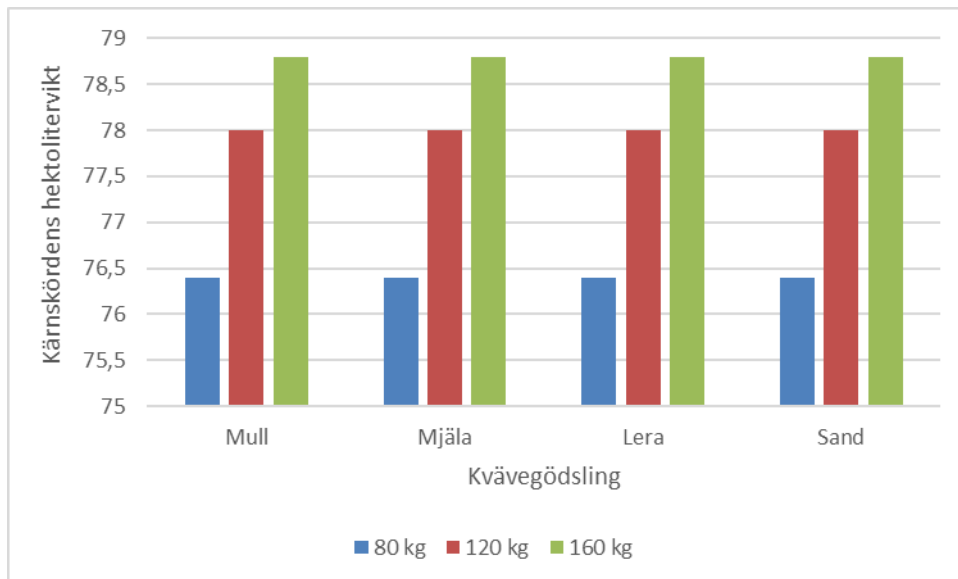
Figur 12. Vårvetets kärnskörd vid olika kvävegödslingsnivåer och på olika jordarter.

Proteinhalten ökade linjärt med tilläggsgödslingen oavsett jordart. Ökningen den andra tilläggsgivan har infört är minimal, men har varit avgörande för att komma över tröskeln för brödvetequalität. Proteingränsen för kvarnvet är 12,5 %, vilket nåddes med hjälp av den andra tilläggsgivan (figur 13).



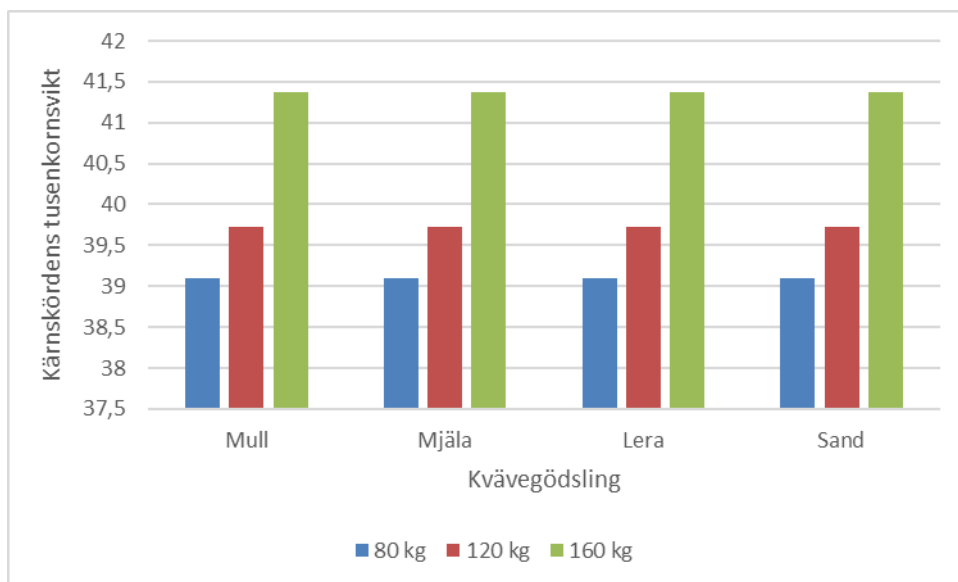
Figur 13. Vårvetekärnornas proteinhalt vid olika kvävegödslingsnivåer och på olika jordarter.

Hektolitervikten (figur 14) var bunden till gödslingsmängden genom alla jordarter i försöket. Inga variationer hittades mellan de olika leden.



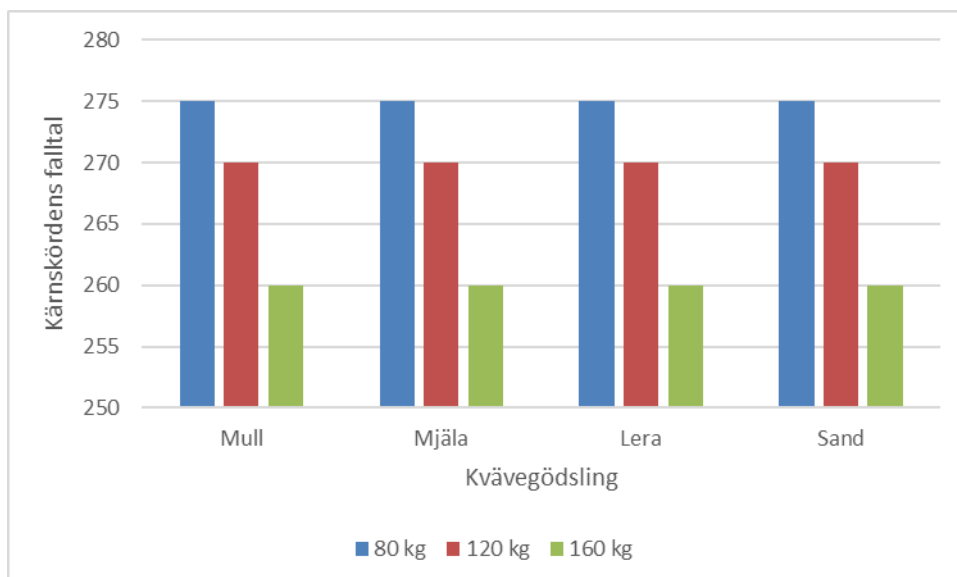
Figur 14. Vårvetets hektolitervikt vid olika kvävegödslingsnivåer och på olika jordarter.

I likhet med proteinhalten och hektolitervikten ökade även tusenkornsvikten med båda kvävetillägg. Tusenkornsvikten påverkades inte av de olika jordarterna (figur 15).



Figur 15. Vårvetets tusenkornsvikt vid olika kvävegödslingsnivåer och på olika jordarter.

I motsats till de övriga kvalitetsparametrarna sjunker falltalet med ökad kvävegödslingsnivå. Minskningen är konstant över samtliga kvävegödslingsnivåer och oberoende av jordart (figur 16).



Figur 16. Vårvetets falltal vid olika kvävegödslingsnivåer och på olika jordarter.

Exakta sifferuppgifter kan erhållas utav sammanställningen av analysresultaten (bilaga 1 veteanalyser).

6 Diskussion

I detta försök undersöktes effektiviteten av olika kvävegödslingsstrategier på olika jordarter på en växtodlingsgård i Sjundeå, västra Nyland. Försöket bestod av tre led olika gödslingsstrategier som upprepades på fyra olika jordarter. Gödslingsstrategierna var de följande:

- 1: 80 kg kväve vid sådd.
- 2: 80 vid sådd + 40 kg kväve vid stråskjutning.
- 3: 80 vid sådd + 40 vid stråskjutning + 40 kg kväve vid axgång.

Försöket upprepades på fyra olika jordarter, mull, mjåla, lera och sand.

Skörden blev generellt bäst på mulljorden följt av mjåla, lera och sand. Skördeökningen som den första tilläggsgödslingen gav var betydande på mull och mjåla, som bjöd på en större mängd växttillgängligt vatten, men minimal på ler- och sandjordarna där skörden redan i ett tidigt skede begränsades av bristande vattentillgång. Detta berodde till största del på den torra odlingsäsongen. Proteinhalten ökade dock på alla fyra jordarter tydligt

med första och ännu med andra tilläggsgiva. Det uttalade syftet med en tilläggsgiva i form av granulerad gödsel i stråskjutningen är just att öka skörden, medan en andra tilläggsgiva är ämnad att höja kärnornas proteinhalt. En andra tilläggsgiva är synnerligen viktigt då en hög skörd hotar att späda ut kärnornas proteinhalter. På odlingsmark med höga mullhalter eller där organiska gödselmedel har tillförts kan man visserligen förvänta sig ett sent tillskott av kväve som följd av markmikrobernas mineralisering.

En annan intressant observation var också att falltalet sjönk i korrelation till gödslingsmängd genom hela försöket, alla jordarter och gödslingsstrategier. Enligt NSL:s fältmästare Mikael Fröberg kan minskningen i falltalet bero på att grödan varit väldigt stressad under den varma och torra odlingssäsongen.

Södra Finland präglas av stora variationer i odlingssäsongerna, främst i form av varierande värmesummor och nederbörds mängder. Tjälén kan ha en kraftigt luckrande inverkan på kapillära finmo- och mjälajordar samt på vattenhållande lerjordar, men tjälén är numera inte en regel lika som den varit för 20 - 30 år sedan. En tjällös vinter innebär ett sämre bruk på våren, samt flera överfarter för att uppnå nöjaktigt bruk. Dessa utmaningar gör att den ekonomiska balansen bör tänkas över noggrant. Insatser, så som gödsling, måste noggrant övervägas, både för tidpunktens och dosens del.

Kvävegödslingstrategier är utmanande att planera i södra Finland, inte enbart för de mycket varierande väderförhållandena, men också för den mycket varierande topografin som samtidigt orsakar stora variationer i jordarterna. Under år där värmesumman är tillräckligt hög men där framför allt nederbörden räcker till för skördebildningen kan vårsädesgrödorna på bördiga fält utan vidare avkasta en kärnskörd på sex ton, men enstaka år kan kraftig försommartorka begränsa skördarna på samma fält till tre ton. Eftersom de övriga växtnäringsämnen främst levereras från markförrådet styrs den aktuella skördenivån främst av kvävetillförseln. Under de nämnda klimatförhållandena är det rimligt att dela på kvävegiva, så att till exempel en tredjedel av den avsedda mängden ges i samband med sådd, medan den andra tredjedelen tillförs först under stråskjutningen, under den förutsättningen att årsmånen är gynnsam för en hög skörd. Vad gäller brödvete tillkommer ännu proteinbildningens sena behovet av kväve. Försökets upplägg var baserat på normala odlingsstrategier som används i södra Finland.

Om man jämför försökets resultat med resultaten från Kanada (Tran och Tremblay, 1999) ser vi att den optimala gödslingsnivån överensstämmer rätt så bra med en totalgiva på 120 kg kväve. Även vid det kanadensiska försöket har man nått ett gödslingsoptimum på 120 kg kväve. Gödsling över denna mängd resulterade även ett år i skördeminskning, vilket också observerades i detta försök.

Den odlingsäsong då det redovisade försöket utfördes var ytterst utmanande med tanke på väderleken och dess snabba variationer. Försommartorkan inleddes redan på våren då torkan slog på ordentligt redan i mitten av april. Detta fick många ut till ett tidigt vårbruk, eftersom marken torkade fort. Vid månadskiftet april/maj rörde sig kraftiga lågtryck över södra Finland, som hämtade med sig rikligt med nederbörd. Många hade då redan hunnit så innan lågtrycket drog över. Regnen var tid- och ställvis såpass kraftiga, att täckdiken inte hann svälja vattenmängden och översvämningar orsakade stora skador på grödor som inte hade etablerat sig ordentligt. Höstgrödor klarade sig betydligt bättre.

Värmen återvände fort efter ca två veckors kallperiod med intensiva regn. Den plötsliga värmen orsakade stark skorpbildning på mineraljordar. Skorpbildningen var såpass stark att den kvävde många redan sådda grödor. Våldigt många var tvungna att så om i slutet på maj. Året visade sig vara gynnsamt för dem som odlade höstgrödor, de gav god skörd. Sommaren visade sig bli varm och så gott som nederbördsfri. Ett litet regn på ca tio mm drog över vid midsommar. Nästa gång regnade det i slutet på juli.

Otroligt nog drabbades etableringen på försöksskiftet inte särskilt mycket av den kraftiga nederbörden. Dock led grödan väldigt mycket under torkan. Försöksresultaten är därmed inte helt jämförbara med medelskördarna i södra Finland. För att komma närmare medelskördarna hade bevattning behövts. Då kan man fråga sig hur mycket man hade bevattnat och när, kanske för att uppnå en medelnivå för nederbörden i regionen.

Faktum är dock att detta var ett odlingsår bland alla andra, som jordbrukaren måste anpassa sina metoder till för att försöka göra det bästa av situationen. Många valde till exempel att inte ge en startgiva med gödsel då de sådde om andra gången. Då kan man ju ifrågasätta hur mycket av den ursprungliga gödningen som kvarstod i marken efter de kraftiga regnen.

Dessa utmaningar kommer garanterat att uppstå även i framtiden. Därför är det viktigt att kunna jämföra tillvägagångssätt och metoder som utförts under liknande utmanande år.

Resultaten av det föreliggande försöket påvisade att tilläggsgödslingen inte ökade skörden tillräckligt för att betala in gödslingskostnaderna på de mullfattigare mineraljordarna. En tilläggsgiva var på sand- och lerjordar inte att rekommendera under dessa torra förhållanden. Den största skördeökningen påträffades på rutorna som var belägna på mulljord. Detta naturligtvis för att mulljorden är väldigt fukthållande. Såväl första so andra tilläggsgödslingen ökade kärnornas storlek och, framförallt, proteinhalten. Utan tilläggsgödsling med kväve hade vetet inte kunnat säljas som brödvete, varken från mull-, mjäla-, ler- eller sandjord. Den andra tilläggsgödslingen ökade proteinhalten ytterligare från 12 till 13 %. 12,5 % är i regel gränsen för brödvete. Vid tidpunkten då försöket gjordes var prisskillnaden mellan bröd – och fodervete ca. 10 %. Att inte gödsla för att höja proteinhalten hade inneburit en inkomstförlust på 10 – 15 %.

Utmanande odlingssäsonger som dessa ökar intresset för digitala odlingsverktyg som Yara N-Sensor (som mäter grödans tillväxtpotential via klorofyllhalten i bladmassan samt genom en bestämning av biomassan och därmed justerar gödslingsnivån under överfarten) och olika satellitbildskartor som odlaren kan använda för att precisera och fokusera gödslingsgivan på de områden som har skördepotential.

7 Förslag till förbättring och fortsatt forskning

Försöket var över lag intressant och lyfte fram tydligt de olika jordarternas bördighetsskillnader under torra år. Det som blev och fattas från försöksupplägget var en upprepning där den totala givan gavs vid sådd, i stället för en delad giva. Nu gick det endast att jämföra med ett led som fick klara sig med en startgiva. Det hade varit intressant att se ifall en större giva hade haft bättre skördeinverkan än en delad giva.

En annan notering var den tidigare nämnda bevattningen. Dock väcker också bevattningen flera funderingar, när och hur mycket hade man i sådana fall bevattnat. Resultaten från detta försök är också viktiga för att kunna planera en växtodlingsplan under torra och utmanande odlingsår.

Samtidigt hade man också kunnat ha lättberarbetade och direktsådda led, för att se om marken hade lagrat fukt bättre ifall den varit helt orörd eller bara lite omörd. Vid detta försök var jordbearbetningen den samma i alla led.

Källförteckning

- Cropwatch. Understanding Soil Residual Nitrogen and its Dollar Value for Next Crop <https://cropwatch.unl.edu/2023/understanding-soil-residual-nitrogen-and-its-dollar-value-next-crop> Hämtat 20.3.2023.
- Gruvaeus I. (2022). Här kan jag fuska med P och K hösten 2022 (om jag måste). *Växtpressen* 1,8 – 9.
- Lantmännen. Fyra sädesslag / Vete. <https://www.lantmannen.se/bra-mat/fyra-sadesslag/vete/> Hämtat 10.3.2023
- Olsson C – M. (2022). N – fönstret står öppet längre i höstvete. *Växtpressen* 1, 4–5.
- Pellervo. Kevätvehnäkökeet — Typpilannoituksen jakaminen tuotti yli 6200 kilon sadon <https://www.pellervo.fi/maatila/kemira/kevatveh.html> Hämtat 10.3.2023
- Rawluk, C. D. L., Racz, G. J., Grant, C. A. (1999.) Uptake of foliar or soil application of N – labelled urea solution at anthesis and its affect on wheat grain yield and protein. *Canadian Journal of Plant Science*. Nummer 2/2000, 331 – 334.
- Riesinger P (2006). *Grunder för ekologisk växtodling Del II, Växtnäring*. Eget förlag. Karis.
- Riesinger P (2006). *Grunder för ekologisk växtodling Del I, Marken*. Eget förlag. Karis.
- Tran, T.S. & Tremblay G. (1999). Recovery of N – labelled fertilizer by spring bread wheat at different N rates and application times. *Canadian Journal of Plant Science*. Nummer 4/2000, 533 – 539.
- Wetherell S. (2022) A brief history of wheat. <https://sustainablefoodtrust.org/news-views/a-brief-history-of-wheat/> Hämtat 26.2.2023.