

Kvävebehov och beståndsuppbyggnad hos olika höstvetesorter 2016 – 2018

Nitrogen demand and yield components in different winter wheat varieties 2016 - 2018

Henrik Roth



Kvävebehov och beståndsuppbyggnad hos olika höstvetesorter 2016- 2018

*Nitrogen demand and yield components in different winter wheat
varieties 2016-2018*

Henrik Roth

Handledare: Lena Engström, institutionen för mark och miljö, SLU

Biträdande handledare: Mattias Hammarstedt, Hushållningssällskapet

Examinator: Holger Kirchmann, institutionen för mark och miljö, SLU

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A1E

Kurstitel: Självständigt arbete i markvetenskap - magisterarbete

Kurskod: EX0728

Program/utbildning: Agronomprogrammet - mark/växt 270 hp

Kursansvarig institution: mark och miljö

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: foto Lena Engström, 2017

Serietitel: Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU

Delnummer i serien: 2019:06

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: optimal kvävegiva, skördekomponenter, skott per m², ax per m², kärnor per ax, tusenkornvikt, bestockare, kärnfillare, kärnsättare.

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Förord

Vill tacka min huvudhandledare Lena Engström, för hennes engagemang, stöd, vägledning och värdefulla synpunkter under hela processen med examensarbetet. Även tack till Mattias Hammarstedt på Hushållningssällskapet som har hjälpt till att svara på frågor och bidragit med data under arbetets gång.

Abstract

Since winter wheat is a large part of the income at farm level, winter wheat is an important crop for Swedish agriculture. The yield is determined by the yield components ears/m², seeds/ear and thousand grain weight. Yield components are affected by the nitrogen availability throughout the time they are formed and reduced. In this thesis, 10 field experiments performed 2016–2018 and with eight different winter wheat varieties were analyzed and evaluated. The aim was to investigate how increasing mineral nitrogen (N) rates (120-300 kg N/ha) affect yield, protein and yield components in eight winter wheat varieties.

Statistical analysis showed that differences between varieties in yield, protein and yield components were the same at different N-rates and between years (no interactions). The varieties could be divided into three groups with regard to the relationship between yield level and protein content. High yielding varieties seem to prioritize yield above protein content, while low yielding varieties develop protein content first and then yield. Praktik and Julius were good examples of this with significantly higher protein content at all nitrogen levels and at optimal N-rate (OptN), but had the lowest yields. The opposite tendency was found for Hereford, Mariboss and Torp who all had the highest yield at all nitrogen levels and at OptN, but the lowest protein content. The varieties Reform, Elvis and Brons became a group in the middle. Differences between varieties in N-uptake in seeds followed the same pattern as the protein content: highest N-uptake in varieties with the highest protein and the lowest in varieties with low protein.

Yield components was affected by the N-rate and varied with wheat variety. The number of seeds/ear increased up to 180 kg N/ha and the number of ears/m² up to 240 kg N/ha, while the thousand grain weight decreased with increasing N-rates. The variety with the most ears/m² was Mariboss, most seeds/ear was Torp, and the highest thousand grain weight was found in Hereford, Reform and Julius. Brons and Elvis showed a compensatory ability for achieving high seed density/m² through a combination of many ears/m² and many seeds/ear.

There were only small differences between the varieties (not significant) in OptN calculated for feed and milling wheat. However, there was a tendency to higher N demand in varieties with high protein at OptN and lower in varieties with low protein (feed wheat). The biggest difference in N demand was between feed wheat and milling wheat. Growing milling wheat increased net income with 1400 kr/ha compared with feed wheat, despite 24 kg N/ha higher OptN and due to higher protein. For feed wheat, Mariboss, Hereford and Torp had the highest yield and net income at OptN. For milling wheat varieties there were only statistical differences in protein at OptN. High yield in combination with low protein and vice versa levelled out differences in net income between varieties. Annual differences existed, yield and net income 2017 were higher than in 2016 and 2018. The dry and warm year 2018 the protein content at OptN was higher than in the other two years. Similar varietal differences were found 2018 as the other years.

Sammanfattning

Eftersom höstvetete utgör en stor del av intäkterna på gårdsnivå är höstvetete en betydelsefull gröda för svenskt lantbruk. Olika sortegenskaper hos höstvetete gör att de odlas för olika ändamål, en del till foder och en del till brödvete. Man kan också välja sort utifrån dess tidighet i mognad, strållängd, motståndskraft mot sjukdomar etc. Höstvetets avkastning beror på skördekomponenterna ax/m², kärnor/ax och tusenkornvikt och kan främst härledas till antal kärnor/m². Skördekomponenter påverkas av kvävetillgängligheten under den tid som de bildas och reduceras under höstvetets tillväxt och utveckling. Det varierar dock mellan höstvetesorter vilka skördekomponenter som prioriteras för att bygga sin skörd.

I detta examensarbete har en analys och sammanställning gjorts av tio försök utförda i en treårig försöksserie, 2016 - 2018. Syftet var att i åtta olika höstvetesorter undersöka effekten av olika kvävegivor på skörd, protein och skördekomponenter. Skörderespons och proteinhalt ökade vid stigande kvävegivor för alla sorterna på ett liknande sätt alla år. Statistisk analys visade att skillnader i skörd, protein och skördekomponenter mellan sorterna var lika vid olika kvävegivor och mellan år (inga statistiska samspel fanns). Resultaten visade att sorterna kunde delas in i tre grupper med avseende på skörd och proteinhalt. Högavkastande sorter prioriterade skörd framför proteinhalt, medan lågavkastande sorter satade främst på proteinhalt och därefter skörd. Praktik och Julius var goda exempel på detta med signifikant högre proteinhalt i medeltal för alla kvävegivor och vid optimal kvävegiva (OptN), men lägst avkastning. Motsatt utvecklingsmönster syntes i fodervetesorterna Hereford, Mariboss och Torp som fick högst skörd i medel för alla kvävegivor och vid OptN, men lägst proteinhalt. De övriga sorterna Reform, Elvis och Brons utgjorde en mellangrupp med avseende på skörd och protein. Sortskillnader i kväveskörd följde liknande mönster som proteinhalten med högst kväveupptag i sorterna med högst proteinhalt (Julius och Praktik) och lägst i fodersorterna.

I medeltal för alla sorter ökade antalet kärnor/ax med stigande kvävegivor, upp till 180 kg N/ha, och antalet ax/m² ökade med kvävegivor upp till 240 kg N/ha, medan tusenkornvikten minskade med stigande kvävegivor. Sorternas beståndsuppbyggnad skiljde sig åt. Signifikant flest ax/m² hade Mariboss, flest kärnor/ax hade Torp, och högst tusenkornvikt fick Hereford, Reform och Julius. Sorterna Brons och Elvis visade en kompenserande förmåga för att få ett högt kärnantal/m² genom en kombination av många ax/m² och stort antal kärnor/ax. Resultaten stämmer hyfsat överens med tidigare studier och respektive sortförädlarens beskrivning av sortegenskaper.

Endast små skillnader (ej statistiskt signifikanta) fanns mellan sorterna i OptN beräknat för foder- och brödvete. Det fanns en tydlig trend till att N behovet var större för sorter med högre proteinhalt vid OptN och lägre för sorter med lågt protein (fodersorter). Största skill-

naden i N behov var mellan foder och brödvete. Att odla brödvete var 1400 kr/ha mer lönsamt jämfört med fodervete trots att kvävebehovet var 24 kg N/ha större vilket kan förklaras av högre proteinhalt. Mariboss, Hereford och Torp hade högst skörd och nettointäkt vid OptN för fodervete. För brödvete fanns endast statistiska skillnader i proteinhalt vid OptN mellan sorterna. Högre proteinhalt i sorter med lägre skörd och tvärtom bidrog till att jämna ut eventuella skillnader mellan sorter i nettointäkt. Rangordningen från högst till lägst skörd vid OptN var: Brons, Reform, Julius, Elvis och Praktik.

Årsvisa skillnader fanns, 2017 hade högre OptN, nettointäkt och skörd vid OptN än 2016 och 2018. Det torra och varma året 2018 var proteinhalten vid OptN högre jämfört med 2016 och 2017 då den var lika. Liknande trender i sortskillnader erhöles 2018 som övriga år.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Kvävebehov hos olika höstvetesorter 2016 - 2018

Syftet med examensarbetet

I detta examensarbete sammanställdes och analyserades en treårig försöksserie med 10 försök utförda 2016-2018. Syftet med studien var att jämföra åtta olika höstvetesorter med avseende på hur olika kvävegödslingsnivåer inverkar på skörd, protein och skördekomponenter (ax/m², antal kärnor/m², tusenkornvikt).

Fanns sortskillnader i hur kväve påverkar skörd o protein?

Skörd och proteinhalt ökade vid stigande kvävegivor för alla sorter på ett liknande vis alla år. Resultaten visade att sorterna kunde delas in i tre grupper med avseende på skörd och proteinhalt. Ett tydligt samband fanns mellan skörd och protein, där högavkastande sorter prioriterar skörd framför proteinhalt, medan lågavkastande sorter satsar mer på proteinhalt. Praktik och Julius var bra exempel på detta med högre proteinhalt än övriga sorter, men lägst avkastning. Vice versa gäller för fodervetesorterna Hereford, Mariboss och Torp som hade högst skörd vid alla kvävegivor, men lägst proteinhalt. Reform, Elvis och Brons utgjorde en mellangrupp.

Fanns sortskillnader i hur kväve påverkar skördekomponenter?

Beroende på vilken skördekomponent som har störst betydelse för skörden, kan sorter delas in i olika vetetyper: bestockare (många ax/m²), kärnsättare (många kärnor/ax) eller kärnfullare (hög tusenkornvikt). I denna studie fanns skillnader mellan sorterna i vilka skördekomponenter de prioriterade för att bygga sin skörd. Mariboss som bildade flest ax kunde placeras i gruppen bestockare. Hereford, Reform och Julius hade störst kärnor (tkv) och passade därmed i gruppen kärnfullare, medan Torp, Brons och Praktik satsade på stora ax med många kärnor i, dvs var kärnsättare. Elvis, men även Brons, tycktes ha en kompenserande förmåga genom en kombination av att ge ganska mycket av både ax/m² och kärnor per ax, dvs både bestockare och kärnsättare. Elvis är dock klassad som bestockare och Brons som kärnsättare enligt indelningen i vetetyper. Sortegenskaperna stämmer i stort sett väl överens med tidigare studier och respektive sortförädlarens produktbeskrivningar.

Fanns sortskillnader i kvävebehov och kväveutnyttjande?

Endast små skillnader fanns mellan sorterna i OptN beräknat för foder- och brödvete. En tydlig trend fanns till att sorter med högre protein vid OptN hade högre kvävebehov och tvärtom. Största skillnaden i kvävebehov var mellan foder och brödvete. Att odla brödvete var 1400 kr/ha mer lönsamt jämfört med fodervete trots att kvävebehovet var 24 kg N/ha större vilket kan förklaras av högre proteinhalt. Mariboss, Hereford och Torp hade

högst skörd och nettointäkt vid OptN för fodervete. För brödvete fanns endast skillnader i proteinhalt vid OptN. Högre proteinhalt i sorter med lägre skörd och tvärtom bidrog till att jämna ut eventuella skillnader mellan sorter i nettointäkt. Rangordningen från högst till lägst skörd vid OptN var: Brons, Reform, Julius, Elvis och Praktik.

Innehållsförteckning

1	Inledning	11
2	Bakgrund	13
2.1	Höstvetets utveckling	13
2.2	Avkastningskomponenter	14
2.2.1	Antalet plantor per m ²	14
2.2.2	Antalet skott och ax per planta	15
2.2.3	Kärnor per ax	16
2.2.4	Tusenkorntvikt	16
3	Metod	17
3.1	Försöksupplägg	17
3.2	Beräkningar och statistisk analys	17
4	Resultat	20
4.1	Väderlek 2016–2018 och bestånd tidigt på våren	20
4.2	Skillnader mellan sorter vid stigande kvävegivor 2016–2018	21
4.2.1	Skörd	21
4.2.2	Protein	23
4.2.3	Kväveskörd i kärna	23
4.2.4	Beståndsuppbyggnad	23
4.2.5	Skottantal på våren	24
4.2.6	Skillnader mellan kväveled i medeltal för sorter	25
4.3	Optimal kvävegiva, skörd och protein vid optimum i medeltal för tre år	26
4.3.1	Skillnader mellan år	26
4.3.2	Fodervete	26
4.3.3	Brödvete	27
4.3.4	Optimal kvävegiva 2018 jämfört med övriga år	28
4.3.5	Skottbildning och skottreduktion i tre sorter 2018	28
5	Diskussion	30
5.1	Sortskillnader i medel för fyra kväveled och vid optimal kvävegiva	30
5.2	Beståndsuppbyggnad	31
5.3	Resultat 2018 jämfört med övriga år	32
5.4	Synpunkter på försöksserien	33
6	Slutsatser	35
7	Referenser	37

1 Inledning

Höstvete spelar en central roll för växt- och animalieproducenter på grund av sin förmåga att leverera höga skördar kombinerat med en hög odlingsssäkerhet. Detta gör höstvete till ett återkommande odlingsalternativ i lantbrukets växtföljd. Det senaste decenniet har höstvetearealen i Sverige varierat mellan 11 - 14% av den totala jordbruksarealen. 2018 såddes 418 600 hektar höstvete vilket motsvarar en ökning på 23 % jämfört med genomsnittet för det senaste decenniet. Detta gör höstvete tillsammans med vårkorn den mest odlade spannmålsgrödan i Sverige (Statistiska centralbyrån 2018). Eftersom höstvetet utgör en stor del av intäkterna på gårdsnivå spelar skördenivå, odlingskostnader och avsalupris en viktig roll för lantbrukets lönsamhet. För att optimera kvantitet- och kvalitéparametrar på höstvete är det viktigt att analysera vilka odlingsåtgärder samt övriga faktorer som påverkar höstvetets avkastningspotential.

Höstvetets avkastning härleds till avkastningskomponenterna ax/m^2 , kärnor/ax och tusenkornvikt. Skördekomponenterna påverkas av kvävetillgängligheten under den tidpunkt som de bildas och reduceras under höstvetets tillväxt och utveckling. Höstvetets beståndsuppbyggnad styrs till stor del av genotypen där sortförädlingens framsteg har utvecklat vetesorter med olika strategier för att bygga sina bestånd och skörd. Det är vanligt förekommande att dela in dessa vetesorter i tre olika kategorier, kärnfyllare, kärnsättare och bestockare, varvid alla vetegrupper bygger sin skörd på olika sätt (Scandinavian Seed, 2016; Yngvesson, 2017). Syftet med denna gruppering är att förenkla arbetet för lantbrukaren genom att lättare kunna anpassa odlingsåtgärder, som exempelvis utsädesmängd vid sådd och mängden och tidpunkten för tillförd växtnäring, till rätt förutsättningar, sort och utvecklingsstadium hos grödan med målet att maximera avkastningen på rätt sätt. De vetesorter som tillhör gruppen kärnfyllare bygger sin skörd genom att satsa på kärnor med hög tusenkornvikt. De vetesorter som tillhör gruppen kärnsättare in-

riktar sig på huvudskotten med stora ax som innehåller många kärnor. Bestockarens strategi bygger på att utveckla många ax/m². Det är viktigt sorten bonden väljer att odla, tjänar odlingens syfte, det vill säga om odlingen inriktar sig till brödvete, stärkelse, foder eller etanolproduktion.

Höstvetets avkastning påverkas även av abiotiska faktorer (Baril, 1992). Temperatur, nederbörd och antalet soltimmar är exempel på faktorer i odlingsmiljön som påverkar höstvetets avkastningspotential, men sällan kan kontrolleras av den enskilde lantbrukaren. Studier visar att sambandet mellan genotyp och odlingsmiljö varierar mellan olika vetesorter och att vissa sorter reagerar mer på omgivande faktorer än andra sorter (Tarakanovas & Puzgas, 2006). I praktiken betyder det att valet av vetesort som odlas skall anpassas till de rådande förhållandena för att minimera de externa faktorernas begränsningar. Detta gäller egenskaper som exempelvis sortens övervintringsförmåga, mognadstid och resistens mot skadegörare. I torrare regioner kan även torktåligare sorter vara ett alternativ. För att påverka grödans utveckling och tillväxt kan justeringar av såtidpunkt, utsädesmängd, tidpunkt och storlek på kvävegivor göras (Fageria et al, 2006). Sorter med tidig mognad jämfört med senare har en tidigare start av sin axanlagsutveckling på våren och därmed även tidigare stråskjutning, vilket innebär ett tidigare kvävebehov (Engström & Lindén, 2004). För att studera sortskillnader har sortförsök utförts årligen på olika platser i Sverige där alla sorter har gödslats lika med den kvävenivå som lantbrukaren gödslat sitt fält runt om försöket. För att kunna studera sortskillnader vid stigande kvävenivåer och beräkna optimal kvävegiva startades en treårig försöksserie 2016 där detta görs. Försökens resultat har redovisats årsvis i rapporter (Mattias Hammarstedt, 2016; Mattias Hammarstedt, 2017; Mattias Hammarstedt, 2018). En del av treårsresultaten har analyserats och redovisats på flera växtodlingskonferenser under 2018 och 2019, men en mer utförlig skriftlig rapport saknas. Syftet med examensarbetet var därför att analysera och sammanställa denna treåriga försöksserie, tio försök utförda 2016 – 2018, med åtta olika sorters höstvete vid fyra olika kvävegödslingsnivåer, och testa följande hypoteser:

- Brödvete har ett högre kvävebehov och nettointäkt vid OptN än fodervete.
- Sortskillnader finns i kvävebehov och hur skörd, proteinhalt och skördekomponenter påverkas vid olika kvävenivåer.
- Med avseende på vilka skördekomponenter som har störst betydelse för skörden, kan sorterna delas in i bestockare, kärnsättare och kärnfyllare.
- En torr och varm växtsäsong (2018) inverkar mindre negativt på skörden för bestockare än kärnsättare och kärnfyllare, då ax/m² är den viktigaste faktorn för skördens storlek.

2 Bakgrund

2.1 Höstvetets utveckling

Det är viktigt att skilja på tillväxt och utveckling hos höstvete. Båda processer kan härledas till varandra, men syftar till olika parametrar. Ett exempel på detta är stråskjutningen som beror på en internodsträckning i noderna (utveckling) men också en tillväxtprocess genom stråförlängning. Med tillväxt menas en ökning av volym, massa eller yta, genom exempelvis fler och/eller större blad. Utveckling syftar till en utveckling av de reproduktiva organen (Fageria et al., 2006). Höstvetets utveckling i fält från groningen till skördemognad kan beskrivas med hjälp av en utvecklingskala som togs fram på slutet av 1970-talet efter en modernisering av den tidigare skalan från 1941 (Zadok et al. 1974). Decimalskalan benämns som Zadoks skalan och tjäna syftet att lättare kunna bestämma en spannmålsgröda utvecklingsstadium i fält utan någon avancerad utrustning. Genom detta kan praktiska odlingsåtgärder appliceras efter behov för en bättre effekt. Svårigheterna med DC-skalan uppstår när man inte visuellt kan se förändringar på insidan, exempelvis vid axutveckling och när utvecklingen sker inom plantan.

Höstvetets utvecklingsstadier kan delas upp i en vegetativ respektive en generativ utvecklingsfas (Kirby och Appleyard, 1984; Åfors et al., 1988). I den vegetativa fasen genomgår plantan en tillväxt av bladmassa samt en bestockningsprocess där tillväxtpunkten finns skyddad strax under markytan. För att lämna den vegetativa fasen behöver plantan utsättas för 40-70 dagars låg temperatur, 0-4 °C, för att övergå till den generativa fasen (Hay & Porter, 2006). Denna process kallas vernalisering och är essentiell för att övergå till den generativa utvecklingsfasen (White & Edwards, 2008). Efter vernalisering övergår plantan till den generativa fasen när

reproduktionsorganen bildas, det vill säga axanlaget. Om veteplantan når den generativa utvecklingsfasen för tidigt finns det risk att köldskador kan skada axet, och om övergången sker för sent är risken för att kärnorna blir dåligt försörjda med näring och når skördemognad sent, vilket yttrar sig i en reducerad skördenivå.

2.2 Avkastningskomponenter

2.2.1 Antalet plantor per m²

Antalet plantor per m² bestäms av utsädesmängden, grobarheten och övervintringsförmågan. De mest betydelsefulla faktorerna för att en vetekärna ska gro är en gynnsam temperatur, litet penetrationsmotstånd, lättillgängligt vatten och syre i kärnans omgivning (Fitter, A.H. 1987). Kravet på temperatur är generöst då vetekärnan kan gro vid 4 - 37°C (Evans et al., 1975). Groningen initieras när kärnan börjar absorbera vatten från omgivningen. När vattenhalten når 35 - 45% utvecklas plantans primära rötter samtidigt som koleoptilen tränger fram genom kärnan och växer mot markytan där plantans första blad utvecklas. Koleoptilen tjänar syftet att skydda plantans första blad som spelar en stor roll i att öka fotosyntesaktiviteten för plantan och nå över kompensationspunkten, det vill säga då fotosyntesen och celandningen är i balans (Kirby, 2002). Innan plantan utvecklat fotosyntetiserande blad är den helt beroende av reservnäringen i kärnan. Sådjup kan på så sätt också påverka antalet plantor som etablerar sig. Rekommenderat sådjup för höstvede är 3 - 4 cm, men dock inte grundare än 2 cm då behovet av lättillgängligt vatten är essentiellt (Mattson et al., 1985).

Övervintringsförmågan hos höstvede beror av hur väl ett vetebestånd etablerar sig. Antalet plantor som övervintrar beror därmed på tidpunkten för sådd vilket påverkar plantans utvecklingsstadium inför vintern. Optimalt är att en veteplanta befinner sig i den vegetativa utvecklingsfasen. Tillväxtpunkten är då skyddad under markytan och veteplantan utvecklar endast nya bladskott.

De primära rötterna som utvecklas från kärnan vid groning är 0,2 - 0,4 mm i diametern som växer på djupet ner i profilen. Vid en fullt utvecklat planta är majoriteten av rotsystemet centrerat till matjorden men kan på längden sträcka sig ner till 2 m i jordprofilen, men detta beror även på penetrationsmotståndet och jordartsprofilen. (Kirby et al., 2002). De adventiva rötterna är växtens sekundära rötter och är något grövre i diametern, 0,3 - 0,7 mm, och växer horisontellt. Adventiva

rötter utvecklas senare i plantans utvecklingsstadium, ungefär när det fjärde bladet har utvecklats på huvudskottet (Fitter & Hay, 2002; Hoad et al, 2001).

En färdigutvecklad plantans organ kan härledas från olika tillväxtpunkter i tidigare utvecklingsstadier. Huvudskottets tillväxtpunkt bildas redan i embryot. I senare stadier anläggs anlag i tillväxtpunkterna för bladutveckling och sidoskott. Efter att cellerna i meristemen specialiserats ändras anlag med tiden och axutvecklingen startar (Kirby et al., 2002).

2.2.2 Antalet skott och ax per planta

Antalet ax som en planta potentiellt kan utveckla styrs i vetets bestockningsfas, vilket initieras när huvudskottet har ungefär 3 - 4 blad (Hay & Porter, 2006). Allteftersom fler blad utvecklas på huvudskottet anläggs nya sidoskott. Sidokotten på huvudskottet kallas primära sidoskott och de sidoskott som utvecklas på primära sidokotten kallas sekundära sidoskott och de som utvecklas från de sekundära sidokotten kallas tertiära sidoskott (Fageria et al., 2006). Bestockningen börjar i bladvecken på de nedre bladen där man hittar sidoskottsknoppar, vilket utvecklas oberoende om miljöbetingelserna. Huruvida antalet sidoskottsknoppar som utvecklas till sidoskott beror på tillgängligheten till vatten, ljus och näring under bestockningsfasen, vilket pågår till stråskjutningen, DC 30 - 31 (Fageria et al., 2006). Med andra ord betyder detta att ett vetebestånd med få plantor per m² har en högre bestockningsförmåga, då tillgängligheten på ljus och näring är mer gynnsam. På samma sätt kan man förvänta sig få ax per planta under torra betingelser eftersom vatten blir en begränsande resurs. Om resurserna är tillräckligt begränsande för att inte försörja ett sidoskott sker en sidoskottsreduktion till fördel av huvudskotten i stråskjutningen, DC 30 - 31. Ju större konkurrenstrycket är om tillväxtfaktorerna desto kraftigare blir skottreduktionen. Konkurrenstrycket beror i sin tur på hur tillväxthastigheten, vilken är störst under stråskjutningen, DC 30 - 31.

Från reducerade sidoskott translokeras växtnäring till huvudskotten (Hay & Walker, 1989). Genom att försörja plantan med vatten och kväve inför stråskjutningen ökar man möjligheterna för fertila sidoskott som leder till många axbärande skott per planta (Engström & Bergkvist, 2009). Tillförd växtnäring, i synnerhet kväve, ökar formationen av växthormonet cytokinin i plantan. Cytokinin fungerar som antagonist till växthormonet auxin, vilket har till uppgift att öka reduktion av antalet skott och blommor (Müller et al, 2011). Samtidigt som en övergödsling kan åstadkomma en hög axtäthet minskar stråstyvheten med fler ax per planta, vilket ökar risken för liggsäd.

2.2.3 Kärnor per ax

När plantan lämnar den vegetativa utvecklingsfasen initieras den generativa utvecklingsfasen. Begynnelsen till detta kallas dubbelringstadiet vilket karakteriseras av anläggning av småax i mitten av axet. Därefter anläggs blomanlag vilket bestämmer hur många kärnor som varje småax kommer innehålla. Varje anläggningsprocess avslutas med en reduktion som bestämmer antalet fertila småax och blommor. På så sätt bildas det alltid fler småax och blommor än vad det slutligen bildas till antalet. Oftast är dessa småax och blommor lägre i fysiologisk ålder. Det råder återigen en positiv korrelation mellan kvävetillgängligheten och bildandet av småax och blomanlag – ju mer kväve, desto mindre reduktion.

2.2.4 Tusenkornvikt

Kärnutveckling är perioden mellan blomning och fysiologisk mognad. Under denna tid genomgår kärnan tre olika steg, kärnförstoring, kärnfyllnad och kärnmognad. Kärnförstoringen sker under ungefär fyra dagars tid. Under denna tid genomgår celler i embryo, endosperm samt i skalet en kontinuerlig celledelning respektive celleexpansion. Antalet celler och cellstorleken efter fyra dagar bestämmer potentialen till inlagring av näring vilket är avgörande för den slutgiltiga kärnvikten (White & Edwards, 2008).

Nästa steg i kärnutvecklingen är kärnfyllnaden vilket pågår i 15-35 dagar och delas in i mjölk-mognad samt degmognad. Under kärnfyllnaden ökar kärnvikten till följd av ett tillflöde av kolhydrater och proteiner till kärnan. Denna transport är turgorberoende och kräver därmed tillgänglighet till vatten för inlagring (Ahmadi och Baker, 2001). Kolhydratskällorna delas upp i kolhydrater från fotosyntesen vilket utgör den primära resurskällan, och kolhydrater från reservnäring som är lagrad innan blomning i stam och blad. Translokering av reservnäringen spelar en nyckelroll om plantan utsätts för stress som reducerar fotosyntesens kapacitet att försörja kärnan med näring.

I början av kärnfyllnaden befinner sig kärnan i mjölk-mognad, vilket karakteriseras av en grön skalfärg och att en mjölkliknande färg uppträder vid nedbrytning av kärnskalet. Allteftersom inlagring av växtnäring sker till kärnan, övergår kärnan till degmognad - vattenhalten sjunker, hårdheten ökar samt att en färgförändring från grön till gul och slutligen guld uppstår (White & Edwards, 2008).

Vid kärnmognad bildas en vaxliknande substans som stoppar kärnans vaskulära försörjning av vatten och näring. Detta leder till att tillväxten avstannar och kärnan blir brun till färgen. Samtidigt minskar vattenhalten tills den är runt ungefär 12 % då den skördas (White & Edwards, 2008).

3 Metod

3.1 Försöksupplägg

I försöksserien L7-150 (Kvävebehov hos olika höstvetesorter) studeras tio olika sorters höstvetete vid fyra olika kvävenivåer, 120, 180, 240 och 300 kg N/ha, i fem till sex försök årligen i Sverige 2016 - 2018. Försöken var placerade i Skåne, Östergötland, Västergötland och Västmanland. I denna studie användes totalt 10 försök, 4 försök från 2016, 4 försök från 2017 och 2 försök från 2018. Försök med alltför dålig kväverespons togs ej med. Jordarten på försöksplatserna varierade mellan 13 - 42 % ler. Försöken har såtts från slutet på september till början på oktober med 350 grobara kärnor per kvadratmeter hos samtliga sorter. Alla försöksplatser har i samband med sådd övergödslats med 200 kg/ha PK 11-21. Försöken har även tillväxtreglerats med 0,4L Modus M. Svampbehandlingar har utförts enligt det behov och strategi som tillämpats på gården sedan tidigare.

Den totala kvävegivan för varje block är uppdelad på tre kvävegödslingar. Första kvävegivan gödslas tidig vår i form av Axan (NS 27-4), andragivan ges vid normal tid runt mitten på april, också i form av Axan (NS 27-4), medan sista kvävegivan gödslas i DC 37 - 39 i form av kalksalpeter (N 15). Specifika gödselmängder hittas i tabell 2. Endast de 8 sorter som är gemensamma för alla försöksplatser och år har tagits med i sammanställningen här, Elvis, Reform, Torp, Mariboss, Praktik, Brons, Julius och Hereford.

3.2 Beräkningar och statistisk analys

Varje sorts kväveutnyttjande har här endast angetts som mängden kväve i frösörden. Eftersom ingen ogödslad ruta fanns i försöket kan markens kväveleverans

inte tas med i beräkningen som brukligt: $(N \text{ skörd i kärna gödlat led} - N \text{ skörd i kärna ogödlat led}) / N\text{-giva}$.

Statistisk analys gjordes med hjälp av ANOVA, General Linear Model (Minitab 18) för att undersöka om det vid stigande kvävegivor fanns samspel mellan sort*år och sort*kvävenivå samt sortskillnader. Vid optimal kvävegiva undersöktes samspel mellan sort*år och sortskillnader. Försöken behandlades som block (upprepningar). Gränsen för statistisk signifikant skillnad var på 95 % nivå ($p < 0,05$). Parametrarna som jämfördes mellan sorterna var skörd (15 % vh, kg/ha), proteinhalt % (av Ts), N- skörd i kärnan (kg N/ha), skott/m², ax/m², tusenkornvikt (g) och kärnor/ax.

Ekonomiskt optimal kvävegiva (OptN) har beräknats genom att anta att förhållandet mellan skörd och kvävegiva kan bäst beskrivas av en tredjegradsfunktion. Ekonomiskt optimum är den punkt på kurvan där värdeökningen (kr/kg kärna) är lika stor som gödselkostnaden (kr/kg N). Aktuella priser för skörd, N-gödsel och torkningskostnader har använts vid beräkningen.

I ett av försöken 2018 (Västergötland) gjordes en skotträkning vid DC32, i tre sorter med olika skördeuppbyggnad (Ellvis, Reform och Praktik), vid 2 kvävegivor (90 och 180 kg N/ha) och i 3 block (totalt 24 rutor i ett försök). Syftet med detta var att undersöka olika kvävegivors effekt på skottbildning och skottreduktion i tre olika sorter.

Eftersom 2018 var en ovanligt torr odlingssäsong har medelvärdet för de två försöken detta år även analyserats separat för att utvärdera om året avviker från genomsnittet för tre år, och hur sorterna beter sig under tork- och värmestress jämfört med mer normala odlingsförhållanden.

Tabell 1. Försöksbehandling för varje block i form av gödselmedel, kvantitet och tidpunkt för tillförsel.

Led	Behandling	Tid	Kvantitet	Totala kvävetillförsel
A	Axan 27-4	Tidig vår	30	120
	Axan 27-4	Normal	60	
	Kalksaltpeter N 15	DC 37-39	30	
B	Axan 27-4	Tidig vår	45	180
	Axan 27-4	Normal	90	
	Kalksaltpeter N 15	DC 37-39	45	
C	Axan 27-4	Tidig vår	60	240
	Axan 27-4	Normal	120	
	Kalksaltpeter N 15	DC 37-39	60	
D	Axan 27-4	Tidig vår	75	300
	Axan 27-4	Normal	150	
	Kalksaltpeter N 15	DC 37-39	75	

4 Resultat

4.1 Väderlek 2016–2018 och bestånd tidigt på våren

Hösten 2015 var varm och lång, men en sen sådd i kombination med en efterföljande torr oktobermånad medförde försämrade uppkomst och bestockning, vilket resulterade i tunna bestånd på alla försöksplatser, i medeltal 513 skott/m² tidigt på våren. Våren var sval och torr. Växtsäsongen var varmare och torrare än 2017 på alla platser. (Tabell 2).

Under hösten 2016 grodde vetet snabbare vilket skapade bra förutsättningar för täta bestånd på våren. Köldperioderna kom tidigare än hösten 2016, men trots en kortare växtperiod blev det en hyfsad bestockning och 670 skott/m² fanns tidigt på våren i medeltal för försöken. Växtsäsonger började med en varm och tidig vår, men blev därefter svalare och blötare än övriga år.

Hösten 2017 var generellt väldigt nederbördsrik. Vattenmättade förhållande begränsade höstvetets etablering och framförallt rottillväxt och resulterade i 498 skott/m² på våren i medeltal. I början på 2018 höll vintern i sig under en lång tid och visade minusgrader ända in i mars. Växtsäsongen 2018 präglades av extremt torrt och varmt väder, framförallt i juli månad.

Tabell 2. Månadsmedeltemperatur (°C) och månadsnederbörd (mm) för mars-augusti på Borgeby, Skåne. 2016 – 2017, Vreta kloster 2016-2018 och Logården 2017-2018.

	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Augusti
Borgeby, Skåne						
Medeltemperatur						
2016	4	7	14	17	18	17
2017	5	7	13	16	16	17
Månadsnederbörd						
2016	22	25	9	53	74	43
2017	27	26	12	87	48	72
Vreta kloster, Östergötland						
Medeltemperatur						
2016	3	6	13	16	18	16
2017	3	5	12	15	17	16
2018	-2	7	16	17	22	18
Månadsnederbörd						
2016	17	14	18	18	28	30
2017	21	19	12	54	13	81
2018	8	25	16	37	8	55
Logården, Västergötland						
Medeltemperatur						
2017	4	6	12	15	16	16
2018	-2	7	16	17	21	17
Månadsnederbörd						
2017	40	44	24	61	30	104
2018	15	53	24	61	17	99

4.2 Skillnader mellan sorter vid stigande kvävegivor 2016–2018

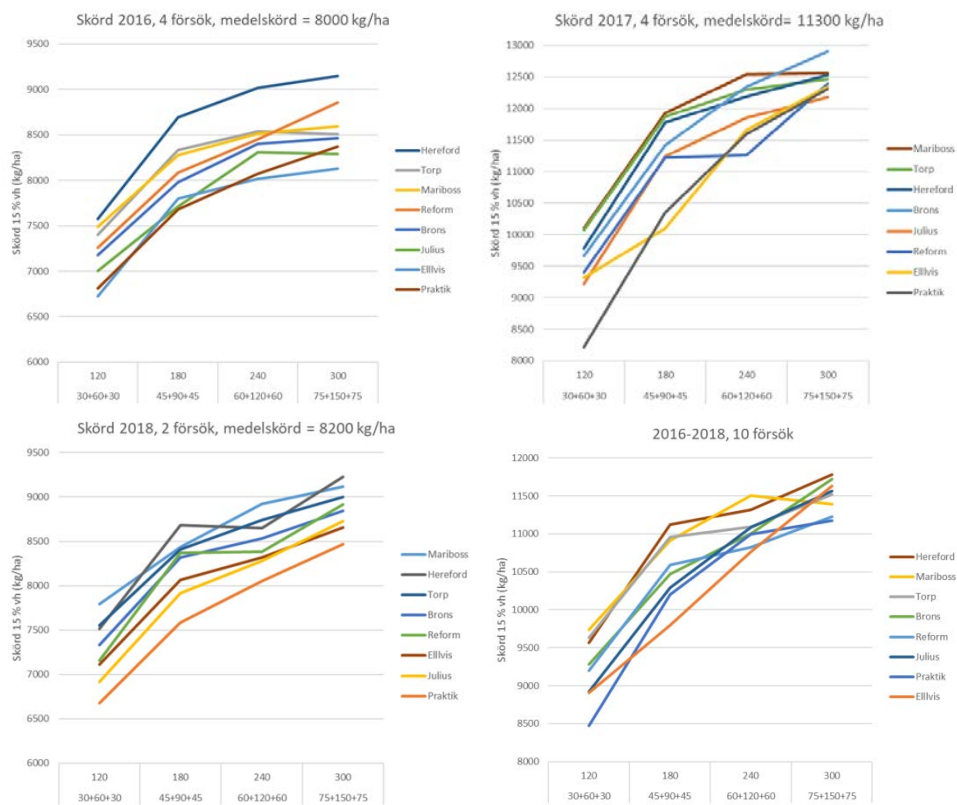
4.2.1 Skörd

De enskilda åren visar i stort sett samma trend som medeltalet för tre år när man ser på skörderesponsen vid stigande kvävegivor (Figur 1). Fodersorterna Mari-boss, Hereford och Torp ligger på tydligt högre skördar vid alla kvävenivåer jämfört med övriga sorter. Därefter kommer Brons och Reform i en mellan grupp och

sist ligger Elvis, Julius och Praktik. Responskurvorna för fodersorterna tendera att plana ut vid lägre kvävegivor än övriga brödsorter.

Statistisk analys visade att skördeskillnader mellan sorterna var lika vid olika kvävegivor och mellan år, dvs. inget samspel fanns mellan sorter och år eller sorter och kväveled och därför redovisas sorternas medelvärden för kväveled och år här (Tabell 3).

Inga tydliga statistiska skillnader fanns i medeltal för kväveleden mellan sorterna, förutom mellan de tre högst avkastande fodersorterna och den lägst avkastande Praktik. Det finns ändå en statistisk trend i hur sorterna har grupperat sig avkastningsmässigt. I gruppen med högst skörd finns fodersorterna Hereford, Torp och Mariboss. Därefter finns en mellangrupp med Reform och Brons och i en grupp med lägst skörd finns Elvis, Julius och Praktik.



Figur 1. Skörderespons vid stigande kvävegivor för åtta höstvetesorter, 10 försök 2016-2018.

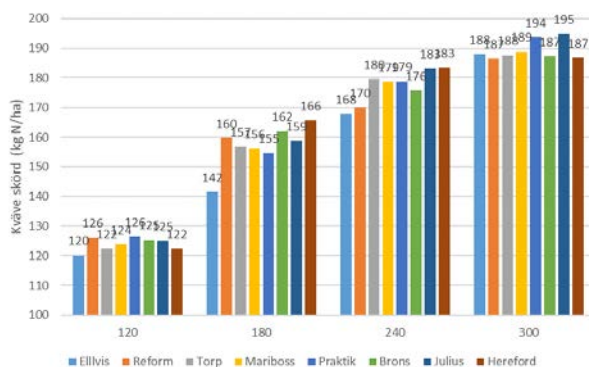
4.2.2 Protein

Skillnaderna i sorternas proteinhalt skiljde sig inte åt statistiskt mellan åren eller mellan kväveled (dvs. inget samspel fanns mellan sorter och år eller sorter och kväveled) därför redovisas endast medelvärden här (Tabell 3).

Statistiskt högst proteinhalt hade Praktik och Julius. Därefter kom Ellvis, Reform och Brons i en grupp, och lägst protein hade fodervetesorterna Mariboss, Hereford och Torp.

4.2.3 Kväveskörd i kärna

Kväveutnyttjande d.v.s. kväveupptag i kärna ökade med stigande kvävegivor (Figur 2) och det fanns inga skillnader mellan sorterna inom varje kväveled. Sorterna uppförde sig på liknande vis i de olika kväveleden, dvs. det fanns inga samspel mellan sorter och år eller sorter och kväveled och därför redovisas även medelvärden här (Tabell 3). Medelvärdet visar att sortskillnader i kväveskörd följde liknande mönster som proteinhalten och kan delas upp i tre grupper, med högst kväveskörd i sorterna med högst proteinhalt (Julius och Praktik) och lägst i fodersorterna.



Figur 2. Kväveutnyttjande d.v.s. kväveskörd i kärna i olika höstvetesorter och vid olika kvävegödslingsnivåer (120-300 kg N/ha), 10 försök 2016-2018.

4.2.4 Beståndsuppbyggnad

Statistisk analys visade att inget samspel fanns mellan sorter och år eller sorter och kväveled, därför redovisas endast medelvärden här (Tabell 3). Mariboss hade signifikant fler ax/m² än övriga sorter. Med avseende på signifikanta skillnader mellan sortmaterialet kommer sen Hereford, därefter Reform, Brons, Ellvis och Julius i en grupp och sist Praktik och Torp. Signifikant högst tusenkornvikt hade Julius, Hereford och Reform. Övriga sorter Praktik, Ellvis, Brons, Mariboss och Torp hamnade i samma grupp med lägre tkv. Signifikant flest antal kärnor/ax hade Torp. Därefter kom Brons, Praktik och Ellvis i en grupp, sedan Hereford och Reform. Lägst antal kärnor/ax hade Mariboss och Julius.

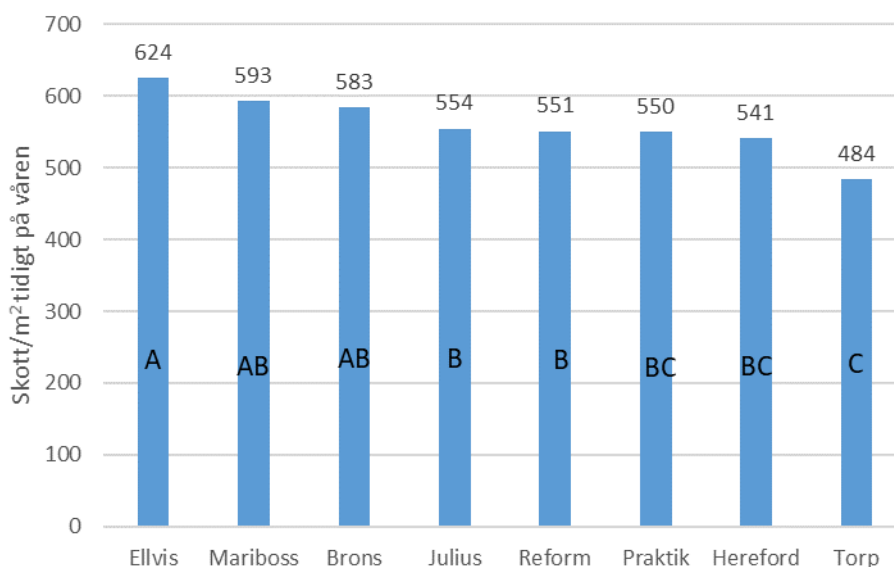
Tabell 3. Resultat för statistisk analys (GLM) av skillnader mellan höstvetesorter i skörd (15 % vh), protein, axantal per m², tusenkornvikt (tkv) och antal kärnor per ax. Medeltal för fyra kväveled och tre år, 10 försök 2016-2018 (n= 40).

Sort	Skörd 15 % vh kg/ha	Protein %	Ax/m ²	Tkv (g)	Kärnor/ax	N-skörd (kärna) kg N/ha
Hereford	10917a ¹	10,8c	474b	49a	48bcd	160abc
Mariboss	10873a	10,7c	525a	45b	46cd	158bc
Torp	10872a	10,7c	422c	45b	59a	157c
Reform	10649ab	11,5b	471b	48a	47bcd	166ab
Brons	10562ab	11,3b	470b	45b	50b	162abc
Ellvis	10299ab	11,5b	463b	45b	49bc	160abc
Julius	10272ab	12,0a	465b	50a	44d	168a
Praktik	10056b	12,2a	440bc	46b	50b	167a
p-värde:	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046

1) olika bokstäver visar att statistisk skillnad finns (p<0,05).

4.2.5 Skottantal på våren

2016 och 2018 var bestånden tunna tidigt på våren, i medeltal för all sorter 498 resp. 513 skott/m² (Figur 3). 2017 var bestånden kraftigare och hade 670 skott/m². Statistisk analys visade att det inte fanns samspel mellan sort och år, dvs att skillnader i skottantal mellan sorterna var lika alla åren. I medeltal för tre år hade Ellvis flest skott och därefter kom Mariboss och Brons. Minsta antalet skott hade Torp och däremellan fanns övriga sorter, Julius, Reform, Praktik och Hereford.



Figur 3. Skottantal per m² tidigt på våren hos åtta olika höstvetesorter, i medeltal för 10 försök 2016–2018. Olika bokstäver visar att statistisk skillnad finns ($p < 0,05$).

4.2.6 Skillnader mellan kväveled i medeltal för sorter

Skillnaderna mellan sorterna var lika i olika kväveled och år (inga samspel fanns) och därför presenteras här medeltal för sorter och år (Tabell 4). Stigande kvävegivor gav signifikant högre skörd och protein. Axtätheten ökade upp till näst högsta givan på 240 kg N/ha. Antal kärnor per ax ökade upp till 180 kg N/ha. Tusenkornvikten tenderade att minska vid högre givor (ej signifikant).

Tabell 4. Stigande kvävegivors effekt på skörd, protein, axtäthet, tusenkornvikt och antal kärnor per ax, medeltal för 8 höstvetesorter, 10 försök 2016-2018.

Kvävegivor	Total giva kg N/ha	N- led	Skörd kg/ha	Protein %	Axtäthet Ax/m ²	Tkv g	Kärnor per ax
30+60+30	120	A	9159c	10,1d	426c	48a	46c
45+90+45	180	B	10579b	11,1c	462b	47a	49b
60+120+60	240	C	11131a	11,9b	484a	46ab	50ab
75+150+75	300	D	11381a	12,3a	493a	46b	51a

4.3 Optimal kvävegiva, skörd och protein vid optimum i medeltal för tre år

4.3.1 Skillnader mellan år

Inga samspel fanns mellan sorter och år med avseende på nettointäkt, skörd vid OptN, OptN och protein vid OptN och därför redovisas här medelvärden för tre år (Tabell 5). Däremot fanns skillnader mellan åren (Tabell 5). 2017 hade för foder-
vete högre nettointäkt, högre skörd vid OptN och högre OptN jämfört med 2016
och 2018 som var statistiskt lika. Proteinhalten vid OptN var signifikant högre
2018 jämfört med 2016 och 2017 som var statistiskt lika. För brödvete såg det ut
på samma vis förutom för OptN som var högre 2016 jämfört med 2018.

Tabell 5. Årsvisa skillnader för optimal kvävegiva (OptN), nettointäkt, skörd och protein vid OptN beräknat för fodervete och brödvete.

	Netto kr/ha	Skörd 15 % vh kg/ha	OptN kg N/ha	Protein %
Foder				
2016	9404b ¹	10494b	199b	11,4b
2017	11021a	12419a	247a	11,2b
2018	9550b	10530b	188b	11,9a
Bröd				
2016	10955b	10829b	230b	12,0b
2017	12412a	12426a	272a	11,9b
2018	10857b	10464b	206c	12,6a

1) olika bokstäver visar att statistisk skillnad finns mellan år ($p > 0,05$)

4.3.2 Fodervete

Statistiska skillnader mellan sorterna fanns i protein och nettointäkt (Tabell 6). Fodersorterna Hereford, Mariboss och Torp hade i medeltal för tre år högst skörd och nettointäkt vid OptN beräknat för fodervete. Lägsta skörd och netto hade Praktik tätt följt av Julius och Elvis. Av brödvetesorterna var det Reform och sen Brons som gav högst skörd och netto vid OptN.

OptN för fodervete varierade mellan 205 och 228 kg N/ha i medeltal för tre år. De tre fodersorterna Mariboss, Torp och Hereford hade lägre optimal N-giva än övriga sorter förutom Brons som låg på samma nivå som fodersorterna. Högst pro-

teinhalt vid OptN för fodervete fick Praktik (12,6 %) tätt följd av Julius. Lägst proteinhalt uppmättes hos fodersorterna Torp, Mariboss och Hereford.

Tabell 6. Optimal kvävegiva (OptN), nettointäkt, skörd (15 % vh) och protein vid OptN beräknat för fodervete och brödvete. Medelvärden för 10 försök 2016-2018.

	Sort	Skörd vid OptN kg/ha	OptN kg N/ha	Protein vid OptN %	Netto vid OptN kr/ha
Foder					
1	Hereford	11440a	206	10,9de ¹	10362a
2	Mariboss	11408a	206	10,8de	10321a
3	Torp	11293ab	197	10,7e	10284ab
4	Reform	11252abc	210	11,5cd	10115abc
5	Brons	11110abc	205	11,4cde	10015abc
6	Ellvis	10940bc	219	11,8bc	9701bcd
7	Julius	10909bc	222	12,3ab	9641cd
8	Praktik	10829c	228	12,6a	9495d
	p-värde:	0,049	0,47	0,000	0,000
	medeltal:	11148	212	11,5	9992
Bröd					
1	Brons	11491	231	11,7b	11562
2	Reform	11461	247	12,0b	11586
3	Julius	11240	234	12,5a	11503
4	Ellvis	11062	231	11,9b	11248
5	Praktik	10945	238	12,7a	11143
	p-värde:	0,43	0,61	0,00	0,7
	medeltal:	11240	236	12,2	11408

1) olika bokstäver visar att statistisk skillnad finns mellan sorter ($p < 0,05$).

4.3.3 Brödvete

Statistiska skillnader mellan sorterna fanns endast för protein. Högst skörd och nettointäkt vid OptN för brödvete var med Brons och Reform, därefter kom Julius, Ellvis och sist Praktik men skillnaderna var inte signifikanta (Tabell 6). Optimal kvävegiva för brödvete varierade mellan 231 och 247 kg N/ha och var i medeltal 24 kg/ha mer än för foderveten. Reform hade något högre OptN än övriga

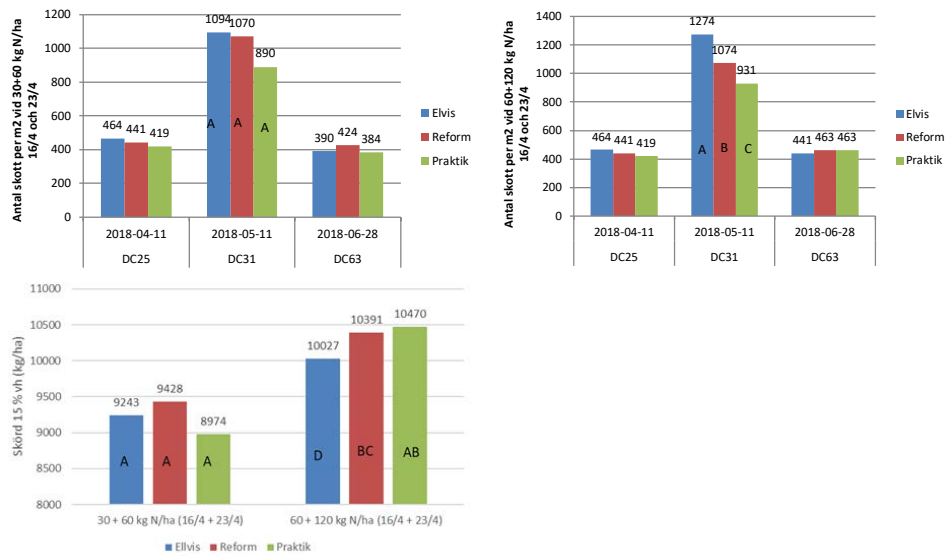
sorter men inga statistiska skillnader fanns mellan sorterna. Signifikant högst proteinhalt vid OptN hade Praktik (12,6 %) och Julius (12,4 %). Övriga sorter, Reform, Elvis och Brons var statistiskt lika.

4.3.4 Optimal kvävegiva 2018 jämfört med övriga år

2018 års resultat (data visas inte) liknade medel för tre år, d.v.s. att för fodervete fanns signifikanta skillnader mellan sorterna i skörd, netto och protein vid OptN men för brödvete fanns inga skillnader mellan sorterna (Tabell 6). Sorterna grupperade sig också enligt samma trend som vid medel för tre år. Mariboss hade en tendens till högre skörd jämfört med övriga sorter 2018, vilket skiljde sig från övriga år. Därmed är den stora skillnaden för 2018 jämfört med de andra åren, att proteinhalten vid OptN var generellt högre för både foder och brödvete. Dessutom var OptN lägre, främst för brödvete, 2018 än 2016 och 2017, 24 respektive 66 kg N/ha lägre (Tabell 5). Skörd och netto vid OptN var lägre än 2017 men lika stora som 2016.

4.3.5 Skottbildning och skottreduktion i tre sorter 2018

I ett försök i Västergötland gjordes en extra skotträkning vid DC31 i sorterna Praktik, Reform och Elvis, med syfte att studera skottreduktionen vid två olika kvävelägen (Figur 4). Vid den första skotträkningen hade Elvis flest skott och därefter kom Reform och Praktik, men skillnaderna är små och ej signifikanta. Effekten av högre kvävegivor på våren syntes främst hos Elvis där skottmängden ökade med 180 fler skott/m² fram till stråskjutningen men även Praktik ökade med 41 skott/m² mer än vid den lägre kvävegivan. De extra skotten förlorades dock i den senare sidoskottsreduktionen, troligen beroende på torka och värme, och därmed blev antalet skott (ax) vid DC63 och skörd lika i alla tre sorterna vid den lägre kvävegivan. Vid den större kvävegivan ökade skörden för Reform och Praktik men ej Elvis.



Figur 4. Skottantal per m² tidigt på våren, vid DC31 (begränsande stråskjutning) och DC63 (blomning) samt skörd vid två olika kvävegivor och i tre sorters höstvet, ett försök i Västergötland 2018. Olika bokstäver visar att statistisk skillnad finns ($p < 0,05$).

5 Diskussion

5.1 Sortskillnader i medel för fyra kväveled och vid optimal kvävegiva

En högre optimal kvävegiva i medeltal för brödvete på 24 kg N/ha jämfört med fodervete, och en högre proteinhalt vid OptN överensstämmer väl med resultaten i en tidigare treårig studie (Nilsson, 2015), även om sortmaterialet skiljer sig något mellan studierna.

Resultaten för 2016 - 2018 visar att man kan dela in sorterna i tre grupper för både avkastning och proteinhalt både vid optimal kvävegiva och i medeltal för fyra kväveled. Brödvetesorterna visar en motsatt trend mot vad fodervetesorterna visar vid optimum, lägre skörd och högre proteinhalt istället för högre skörd och lägre proteinhalt.

Sorternas olika strategi för att satsa på skörd respektive proteinhalt lägger grunden för en gruppindelning vid optimum (Hammarstedt, 2018). En grupp består av högproteinsorter som alltid har en hög proteinhalt vid optimum, exempelvis Praktik och Julius. En andra grupp består av lågproteinsorter, Mariboss, Torp och Hereford, som alltid har låg proteinhalt vid optimum. I den tredje gruppen hör de sorter som har en större variation i proteinhalt vid optimum, mellanproteinsorterna, Brons, Reform och Ellvis. Högproteinsorterna fokuserar i första hand på proteinhalten och bygger därefter upp skördemängden, medan det motsatta gäller för lågproteinsorterna. Detta förklarar varför högproteinsorterna visar lägst skördar och lågproteinsorterna visar högst skördar samt ett högre resp. lägre kväveutnyttjande.

Nettointäkten vid optimum följde avkastningen vilket innebär att de tre fodersorterna som hade högst skörd också var mest lönsamma att odla till foder, men av brödsorterna var Reform och Brons inte långt ifrån i nettointäkt. Alla brödsor-

terna var lika lönsamma, då inga skillnader fanns mellan nettointäkt enligt statistiken, även om man kan konstatera att Reform och Brons hade något högre netto än övriga sorter. Alla sorterna fungerade lika vid stigande kvävegivor, d.v.s. skörden ökar liksom protein, antal ax/m² och antal kärnor/ax, men tkv minskar. Skillnader finns i vilka skördekomponenter sorterna prioriterar för att bygga sin skörd.

5.2 Beståndsuppbyggnad

Beståndsstudierna visar tydligt att olika sorter har olika strategi för att bygga upp sitt bestånd och skörd. Vissa sorter använder sig bara av en strategi, medan andra även kan kompensera för olika parametrar. För fodersorten Mariboss var det främst många ax/m² som hade betydelse för skördens storlek, och tillhör därmed kategorin "Bestockare". För Torp och Praktik var det däremot många kärnor per ax som hade störst betydelse för skörden och tillhör därmed kategorin "kärnsättare". För Brons och Elvis verkar det vara en kombination av ganska många ax/m² och kärnor per ax som bidrar till avkastningen, likt kompensationsvete. För övriga sorter, Hereford, Julius och Reform, verkar tusenkornvikten vara av stor betydelse för skörden, dvs. kategorin kärnfyllare, men det är i kombination med ganska många ax/m².

Enligt en indelningen av vetetyper (ett samarbete mellan Lantmännen, HIR Skåne och Scandinavian Seed) i bestockare, kärnsättare och kärnfyllare, ska Elvis tillhöra den sortens vete som satsar på många ax och kallas bestockare. Sorten har dock en god kompensationsförmåga för samtliga beståndsparametrar. Skörden byggs upp genom en tusenkornvikt över det normala och/eller genom en hög kärntäthet som antingen byggs upp genom många ax/m² eller många kärnor/ax. Denna sort är ett typiskt exempel på den tidigare sortindelningen kompensationsvete, men som i nutid får namnet bestockare. Även Lantmännens sort, Brons, beskrivs som ett kompensationsvete där kärntätheten är avgörande för skörden, men där tusenkornvikten inte spelar någon roll. Brons beskrivs som en kärnsättare i deras produktblad (<https://c4produktkatalog.lantmannen.se>) Liknande resonemang indikerar även Yngvesson (2017). Resultaten för sortmaterialet i denna försöksserie stämmer hyfsat väl överens med tidigare studier och sortförädlarnas produktbeskrivningar (Utsädesguide, 2019).

En tidigare kategoriindelning av vetesorters skördeuppbyggnad uppmärksammade sorternas kompensationssegenskaper i kategoriindelningen och innebar fyra grupper: kompensationsvete, huvudskottsvete, beståndsvete, och axtäthetsvete (Schönberger et al., 2007). Till kompensationsvete hör vetesorter som kan kompensera för få ax/m² med fler antal kärnor per ax. För huvudskottsvete består skördeuppbyggnaden av många kärnor per ax och för kärntäthetsvete är många

kärnor/m² av störst betydelse för skördestorleken, antingen genom en hög axtäthet eller en hög kärntäthet per ax. Med nuvarande kategoriseringsmetod (Utsädesguide, 2019) för vetets skördeuppbyggnad tar man inte hänsyn till sorters kompensationsförmåga. Å andra sidan saknar flertalet av nutidens sorter förmågan att kompensera för andra parametrar än dess huvudsakliga strategi. Det är möjligt att denna indelning passar nutidens sorturval bättre. Det kan vara så att sortförädlingen vill ta fram sorter som är specificerade på en egenskap för att lantbrukare lättare ska kunna anpassa odlingsåtgärder såsom utsädesmängd och växnäringsstillförsel på rätt sätt och vid rätt tidpunkt.

5.3 Resultat 2018 jämfört med övriga år

Under 2018, som var ett varmt och torrt år, såg vi fortfarande samma mönster mellan sorterna, men med mindre skörderespons på grund av en minskad avkastningspotential. Proteinhalten har visat sig vara högre än andra år, framförallt för lågprotein-sorterna. Detta beror troligtvis på att proteinhalten gynnats på bekostnad av skördepotentialen som blev begränsad av värme och torka och kan förklara ett lägre OptN än övriga år.

Vid skotträkning i ett försök i Västergötland 2018 vid DC 25, 31 och 63 i sorterna Ellvis, Reform och Praktik syntes en effekt av att större kvävegivor på våren gynnade skottbildningen främst i Ellvis. Däremot blev det inte fler ax i Ellvis jämfört med de andra sorterna, då torr och varm väderlek begränsade kvävet tillgänglighet och istället reducerades mer än hälften av skottantalet. Istället fick de andra sorterna ett något större axantal (ej sign.) och 360-440 kg/ha mer i skörd, främst vid den högre kvävegivan. Detta bekräftar resultaten i en annan studie där tidiga större kvävegivor resulterade i fler ax/m² och större skörd (Nilsson, 2016). För de sorter som sägs bygga sin skörd genom god bestockning och ett högt axantal (Mariboss, Ellvis) borde det betyda en mindre risk för reducerad skörd ett torrt och varmt år som 2018 än för andra sortstyper. Denna hypotes bekräftades då skillnaden i skörd mellan Mariboss och övriga sorter var större i medeltal för de två försöken 2018, jämfört med övriga år. För Ellvis gällde inte detta, vilket kan bero på att sorten inte i lika stor grad som Mariboss är en bestockare som bygger sin skörd på många ax. Ellvis bestockade sig bäst men gav endast medelhögt axantal, strax under kärnfyllaren Julius och kärnsättaren Brons. Även om skottantalet är viktigt för bestockarna, borde ett förlorat ax innebära en större skördeförlust för sorter vars strategi bygger på fler eller större kärnor i axet. Med andra ord har sidoskottreduktion större påverkan på skördenivån för kärnfyllare/kärnsättare, men samtidigt är risken för reduktion mindre med ett lägre skottantal. I slutändan får nog sorters kompenserande förmåga för sekundära avkastningskomponenter stor betydelse. Sortskillnader inom stresstolerans skulle även kunna ha en viss betydelse.

5.4 Synpunkter på försöksserien

Denna treårs-sammanställning visar generellt samma resultat och trender som redovisats årligen i försöksrapporterna (Hammarstedt, 2016; Hammarstedt, 2017) trots att urvalet av försök och beräkningar har gjorts på lite olika vis. Dessvärre fick många försök i denna försöksserie kasseras på grund av dålig kväverespons eller torkskador (2018). Trots ett mindre antal försök än vad som var tänkt kunde man ändå se trender och skillnader som stämmer överens med sortbeskrivningar.

Fortsättningsvis i denna försöksserie vore det önskvärt att även ha ett ogödslat led, så att det finns med vid optimumberäkningen. Genom att ha nollrutor kan man även få information om hur markens kväveleverans ser ut och dess effekt på sorternas grundskördar. Kärnskördens kväveinnehåll från en ogödslad ruta behövs också för att korrekt kunna beräkna kväveutnyttjandet av tillförd kvävegiva. Kväveskörden från ogödslad gröda dras då bort från kväveskörden i gödslad gröda för att inte få med kväveleveransen från marken.

Eftersom sortmaterialet har olika egenskaper med avseende på tillväxtsätt och beståndsutveckling skulle det vara intressant om även led kunde ingå där man utvärderar hur varierad utsädesmängd och såtidpunkt inverkar, tillsammans med kvävestegen, på skörd och beståndsuppbyggnad. Detta resonemang grundar sig i Hushållningssällskapets rekommendationer (Yngvesson, 2017) där sorttypen är anpassad för olika sådatum och utsädesmängd. Genom sen sådd och lika utsädesmängd för samtliga sorter betyder det att man missgynnar bestockare som ska sås tunnare och tidigare än kärnfillare och kärnsättare. Samma resonemang gäller vid tidig sådd och andra odlingsåtgärder, exempelvis gödslingstidpunkt. Åtgärder ska anpassas efter förhållanden och sortegenskaper för att skapa jämlika förutsättningar.

En intressant frågeställning är om man får en avkastning på 11 ton från ungefär 500 ax, hur många ton skörd kan förväntas vid exempelvis 700 ax. En stor utmaning tycks ligga i att minimera sidoskottsreduktionen och därmed bibehålla avkastningspotentialen. För att plantan ska kunna hålla liv i fler skott från DC 31 till axgång och skörd ökar kraven på växtnäring och vatten, samtidigt som man ökar skördepotentialen. Tillvägagångssätt och potentiella insatsmedel för att skapa stresståligare plantor som kan skapa fler ax är beroende av mer innovativ forskning. Fortsatt skotträkning i DC 30-32 i denna försöksserie vore intressant för att urskilja skillnader i sidoskottreduktion hos olika sorter och på så sätt ge underlag för lantbrukaren att anpassa gödslingsstrategier för att minska skottreduktionen och öka avkastningen. Med avseende på Sveriges stagnerande

höstveteskördar är efterfrågan efter forskning och utveckling stor. Tidigare har projekt lanserats för att identifiera tänkbara orsaker till stagnerade höstveteskördar i Sverige (Elmqvist et al., 2014). Mer forskning behövs för identifiera eventuella odlingsåtgärders betydelse för att minimera reduktionens inverkan på skördenivån.

6 Slutsatser

- Brödvete var mer lönsamt att odla då det jämfört med fodervete gav 1400 kr/ha mer i nettointäkt trots att kvävebehovet var 24 kg N/ha mer i optimal kvävegiva, vilket kunde förklaras av 0,7 % högre protein och lika skörd.
- Skillnader mellan sorterna i skörderespons, protein och beståndsuppbyggnad var statistiskt lika för sorterna oavsett kvävenivå och år.
- Både vid optimal kvävegiva (foder) och i medeltal för kväveleden kunde sorterna delas upp i tre grupper med avseende på skörd och proteinhalt/kväveskörd, t.ex. låg-, medel- och högproteinsorter, och det fanns ett tydligt negativt samband mellan skördenivå och proteinhalt/kväveskörd.
- För vete till foder var det Hereford, Mariboss och Torp som gav högst skörd och nettointäkt vid OptN men som hade lägst protein. Praktik och Julius gav högst proteinhalt men lägst skörd och netto vid OptN. Reform, Brons och Elvis utgjorde en mellangrupp och i den ordningen. Inga skillnader fanns i kvävebehov mellan sorterna men de kunde grupperas i samma tre grupper, som för skörd och protein, där sorter med högst protein hade högst kvävebehov och tvärtom.
- För brödvete fanns inga statistiska skillnader mellan sorter i OptN eller nettointäkt och skörd vid OptN. Skillnader fanns i proteinhalt där Praktik och Julius utgjorde en grupp med högst protein och övriga sorter fanns i den andra gruppen. Även här syntes en trend till att sorter med högre protein hade högst kvävebehov och tvärtom.
- Små skillnader i kvävebehov mellan sorter inom fodervete och brödvete kan förklara att inga statistiska skillnader erhöles. Största skillnaden i kvävebehov var mellan bröd och fodervete.
- Högst kväveskörd (kärna) och kväveutnyttjande var i sorterna med högst proteinhalt och lägst i fodersorterna.
- Skillnader i vilka skördekomponenter sorterna prioriterade varierade och överensstämde hyfsat med rådande indelning i tre olika vetetyper.

- År 2018 gynnades proteinhalten på bekostnad av skördepotentialen, vilket i sin tur bidrog till en lägre optimal kvävegiva jämfört med övriga år. I övrigt fanns liknande sortskillnader som i medeltal för tre år. Inga slutsatser går att dra om bestockare klarade torkan bättre än andra vetetyper.

7 Referenser

- Baril C. P. 1992. Factor regression for interpreting genotype-environment interaction in breadwheat trials. *Theoretical and Applied Genetics*, 83(8), pp 1022-1026.
- Elmqvist, H., Arvidsson, J. 2014. Höstvetete mot nya höjder. Odling i balans. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen/Sveriges lantbruksuniversitet, 129. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Engström, L. & Bergkvist, G. 2009. Effects of Three N Strategies on Tillering and Yield of Low Shoot Density Winter Wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 59.6: 536–543.
- Evans, L.T. Wardlaw, I.F. Fisher, R.A. 1975. Wheat. Cap I: Evans, L.T (red.) Crop biology-some case histories. Cambridge Univ. Press., 101-149.
- Fageria, N. K. 2006. Physiology of crop production. New York: Food Products Press. (Crop science). ISBN 978-1-56022-288-0
- Fitter, Alastair. and Hay, Robert K. M. 2002. Environmental Physiology of Plants. San Diego, Calif: Academic Press.
- Fitter A.H., R.K.M. Hay. 1987. Environmental Physiology of Plants. Second Edition. London: Academic Press Limited 192-196.
- Hammarstedt, M. Nilsson, M. 2016. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Sverigeförsöken 2016.
- Hammarstedt, M. Nilsson, M. 2017. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Sverigeförsöken 2017.
- Hammarstedt, M. Nilsson, M. 2018. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Sverigeförsöken 2018.
- Hay, R. K. M. & Porter, J. 2006. The Physiology of Crop Yield. Second edition. Blackwell Publishing. ISBN 978-1-4051-0859-1.
- Hay, R. K. M. & Walker, A. J. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific & Technical. ISBN 0-582-40808-3.
- Hoad, S.P. 2001. "The Management of Wheat, Barley, and Oat Root Systems." *Advances in Agronomy* 74: 193–246.
- Kirby, E.J.M. 2002. Botany of the wheat plant. In: Curtis, B.C., Rajara, S. and Macpherson, H.G. (eds) Bread Wheat, Improvement and production. Rome: FAO Plant Production Series No. 30
- Kirby E.J.M. & M. Appleyard (1984) Cereal development guide. Warwickshire: National Agricultural Centre.
- Mattson, R., Andersson, K. & Gummesson, G. 1985. Odling av höstvetete. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Aktuellt från Lantbruksuniversitetet, nr 343).
- Müller, D., and Leyser, O. 2011. Auxin, cytokinin and the control of shoot branching. *Annals of Botany*, 107(7), 1203-1212.
- Statistiska meddelanden. 2018. Statistiska centralbyrån och Jordbruksverket. Höstsådda arealer 2018. Utsädesguide. 2019. Höstvetete. Scandinavian Seed, s. 41-45.
- Tarakanovas P. & V. Puzgas. 2006. Additive main effect and multiplicative interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. *Agronomy Research* 4: 91-98.
- White, J. & Edwards, J. (Eds). 2008. Wheat growth and development [online]. Available from: http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/516185/Procrop-wheat-growthand-development.pdf. [Accessed 2019-03-025].
- Yngvesson, N. 2017. Bestånduppyggnad i höstvetete – har vi nytta av sorttypning? Regional växtodlings- och växtskyddskonferens i Uddevalla 2017. Hushållningssällskapet.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T. & Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14(6), pp 415–421.

Åfors M., L. Ohlander & F. Stendahl. 1988. Stråsådens utveckling. I: En litteraturstudie och beskrivning av en skala för bestämning av stråsådens ax- respektive vippanlag. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.