



Tidiga och sena höstvetesorters kväve- utnyttjande och innehåll av kväve i olika växtdelar

Examensarbete av:
Annelis Löf

Handledare:
Börje Lindén

INLEDNING	4
BAKGRUND	4
SYFTE	4
LITTERATURSTUDIE	5
KVÄVETS BETYDELSE UNDER HÖSTVETEGRÖDANS UTVECKLING	5
<i>Bestockning och stråskjutning</i>	5
<i>Blomning och axgång</i>	6
<i>Kärninlagringsperioden</i>	6
<i>Kvävegödslingsstrategier</i>	7
MARKKVÄVEDYNAMIKENS BETYDELSE FÖR GRÖDANS KVÄVEUPPTAG	8
<i>Markkvävet mineralisering och kvävet växttillgänglighet under växtsäsongen</i>	8
<i>Förluster av markkväve</i>	9
<i>Nitratutlakning</i>	9
MATERIAL OCH METODER.....	11
FÖRSÖKSPLATS OCH FÖRSÖKSPLAN	11
<i>Försöksplats</i>	11
<i>Försöksplan</i>	11
HÖSTVETESORTERNAS EGENSKAPER.....	12
<i>Kosack</i>	12
<i>Ebi</i>	12
<i>Tarso</i>	12
PROVTAGNING	12
<i>Generalprov av jord</i>	12
<i>Grödprover</i>	13
<i>Skörd</i>	13
BERÄKNINGAR.....	14
<i>Kväveinnehåll i grödan</i>	14
<i>Kväveinnehållsindex och kvävet utnyttjandegrad</i>	14
<i>Tillgängligt markkväve</i>	14
RESULTAT	15
VÄDERFÖRHÅLLANDEN UNDER ODLINGSSÄSONGEN	15
<i>Temperatur och nederbörd</i>	15
MARKEGENSKAPER PÅ FÖRSÖKSPLATSEN	15
KVÄVEUPPTAG OCH -UTNYTTJANDEGRAD	16
<i>Kväveupptagningsförloppet under växtsäsongen</i>	16
<i>Gödselkvävet utnyttjandegrad i de olika gödslingsleden</i>	18
<i>Kvävet fördelning i de tre höstvetesorterna under växtsäsongen</i>	18
<i>Torrsubstansproduktionen under växtsäsongen</i>	21
<i>Skörd</i>	23
<i>Mineralkvävetillskott från marken under växtperioden</i>	23
SLUTSATSER OCH DISKUSSION	25
SAMMANFATTNING.....	27
ABSTRACT.....	28
REFERENSLISTA	29
APPENDIX.....	32

Förord

I föreliggande examensarbete redovisas skillnader i kväveinnehåll och inlagring av kväve i olika gröddelar hos tidiga och sena höstvetesorter. Examensarbetet genomfördes vid Institutionen för jordbruksvetenskap vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Skara.

Ett stort varmt tack riktas till min handledare Börje Lindén som oförtrutet och tålmodigt med blå penna i fast hand hjälpt mig att planera och slutföra detta examensarbete. Tack också till Johan Roland, Anna Nyberg, Lena Engström och Sofia Delin på institutionen i Skara som hjälpt mig med allt från att klippa vete till att ställa in torkskåp, till att låna ut ovärderliga batteridrivna grästrimmar och dator. Tack till Rolf Tunnared för lån av tid, tork, påsar och lokaler. Tusen tack till Allan Lundqvist och Morgan Zaar för all hjälp med många vete- och jordprover.

Nina, Daniel, Åsa, Jonas, vänner och kollegor utan er hade det aldrig gått. Tack till er som jag inte nämnt men inte glömt.

“As in human affairs; it pays to be large, close to the source and well connected” (Evans, 1993).

Att beakta om du skulle vara ett ax i ett vetefält.

Inledning

Bakgrund

Många av de nya höstvetesorter som kommer ut på marknaden är mer kortstråiga och har en snabbare utvecklingstakt än de redan etablerade sorterna. Det finns därför skäl att anta att odlingsförfarandet när det gäller till exempel gödsling kan behöva anpassas för att bättre tillgodose dessa sorters behov. Dessutom ställer livsmedelsindustri och konsumenter höga krav på bl a proteinhalt och näringsvärde, vilka bör tillgodoses på bästa sätt. Genom att anpassa gödslingen, med rätt mängd kväve vid rätt tillfälle, kan grödans kväveutnyttjande optimeras. Detta kan i sin tur bidra till att minska kväveläckaget från åkermark genom att både grödans skördepotential och mängden satsade medel utnyttjas effektivare.

Exempel på nya tidiga höstvetesorter som kommit in på marknaden är Ritmo, Tarso, Meridien och Ebi. Tidigheten ger en mer utdragen skördetid, så att man bättre hinner med att skörda i rätt tid t ex med hänsyn till falltal. Dessutom är kortare sorter mer stråstyva än till exempel Kosack och därmed minskar risken för liggsäd.

De nya, tidiga sorterna, som tagits fram i Mellaneuropa, skiljer sig även från senare sorter som Kosack- i fråga om tidpunkt för axanläggning, axets skörd, proteinhalt m m. I höstvetets norra odlingsområde (norra Götaland och Svealand) kan de, jämfört med Kosack, reagera annorlunda under vissa odlingsbetingelser än längre söderut. Den nya sorten Tarso har visserligen högre proteinhalt, men den har i det norra odlingsområdet gett lägre kärnskörd (Sortval 2000). En av orsakerna kan vara att man inte fullt känner till hur kvävegödslingen till denna och andra nya sorter skall styras i nordligare odlingsområden.

Syfte

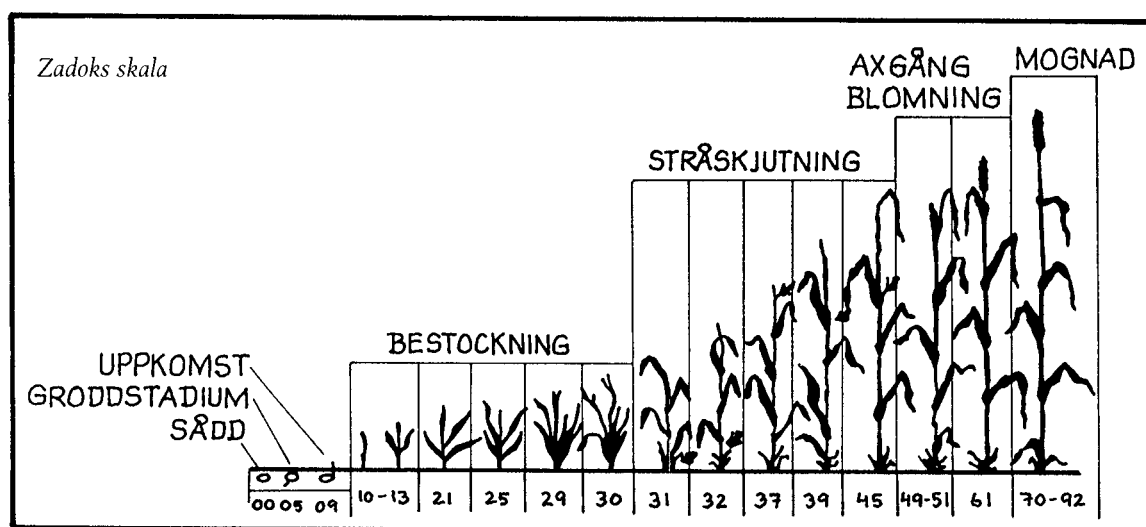
Syftet med detta examensarbete var dels att undersöka och kartlägga kväveupptaget för tre olika höstvetesorter Ebi, Tarso samt Kosack under tre skilda gödslingsstrategier, dels att studera hur inlagringen av kväve fördelar sig mellan strå, flaggblad och ax under olika utvecklingsstadier hos dessa sorter. Detta kan inverka på grödans avkastning och effektiviteten i kväveutnyttjandet. Avsikten var vidare att för dessa sorter bestämma gödselkvävet utnyttjandegrad vid de olika gödslingsstrategierna.

Litteraturstudie

Kvävets betydelse under höstvetegrödans utveckling

Bestockning och stråskjutning

Målet med kvävegödsling till höstvete är att öka förutsättningarna för hög kärnavkastning och en skörd av god livsmedelskvalitet. De komponenter som bidrar till hög avkastning är bl a antalet ax per m² och mängden kärnor per ax i beståndet. Antalet ax per m² hos höstvete beror av utsädesmängd, övervintring och bestockning (bildandet av sidoskott). Grödans utveckling och tillväxt styrs dels av genetiska faktorer och dels av miljöfaktorer så som dagslängd, temperatur, kvävetillgång och ljusintensitet. Med god tillgång på kväve tidigt under grödans utveckling kan mängden ax per m² ökas genom att bestockningen stimuleras (Darwinkel, 1983). Däremot kan inte takten på grödan/axanlagets utveckling påverkas. Bestockning främjas även av korta dagar, låg temperatur och hög ljusintensitet (Mengel, 1987). En tidig kvävegiva som ger god kvävetillgång till bestockningen d v s DC 20-30 (Zadoks et al., 1974; Tottman, 1987) ökar grödans bladmassa och produktionen av sidoskott. Även överlevnaden av sidoskotten påverkas positivt (Darwinkel, 1983; Flink, 1993).



Figur 1. Översiktsbild av stråsåds utveckling enligt decimalskalan efter Zadoks et al., (1974). Bildkälla, Weidow (1998).

Kombinationen av långa dagar och högre temperatur har däremot en hämmande effekt på bestockningen (Hopkins, 1995). Sådana förhållanden inducerar produktion av växthormonet etylen. Detta växthormon hämmar sidoskottbildning. En förändring till ökad dagslängd och höjd temperatur stimulerar en övergång från bestockningsfas till stråskjutningsfas i grödans utveckling. Hur snabbt grödan svarar på en sådan förändring är genetiskt betingad och varierar från sort till sort (Hopkins, 1995).

Vissa av grödans utvecklingsstadier är mer kritiska med avseende på tillgång till kväve. I ett flertal undersökningar har man sett att höga kvävenivåer kan öka antalet anlagda småax om kväve tillförs och är tillgängligt i växten tidigt under stråskjutningsfasen (till det s k dubbelringsstadiet) (Langer & Liew, 1973).

Vid stråskjutningen börjar plantan reducera antalet sidoskott vilka vissnar ned. Detta har flera anledningar. Huvudorsaken antas vara den assimilatbrist som, när tillväxten tar fart, uppstår hos sidoskotten i den hårdnande konkurrensen om ljus och näring i den enskilda plantan i ett bestånd (Flink, 1993). Sidaskotten utgör en mindre s k sink (eng.) för fotoassimilat än huvudskotten, som därför kan konkurrera ut sidaskotten. För att undvika att det blir brist på assimilat, vilket medför produktionsstörningar, är det viktigt att grödan tillförs kväve till tidig stråskjutning. Detta har också visats ge ett bättre utnyttjande av tillfört kväve (Darwinkel 1983; Stickse et al., 1999). Det är av stor vikt att kvä-

vet kommit inom räckhåll för rötterna så att grödan säkert har tillgång till kväve under denna kritiska utvecklingsfas. Darwinkel (1983) visade att en kvävegiva till stråskjutningen stimulerade anläggningen av småax och en god utveckling av axet. Det medför att grödan kan kompensera för sämre bestockning och glesare bestånd genom att överlevnaden av småax och tillväxten av axen förbättras. Därmed kan en skördeminskning motverkas.

Vidare ökar tillgång på kväve ytan av huvudskottens blad och sålunda försörjningen med assimilat till axet, som utvecklas snabbt under stråskjutningen (DC 30-39) (Flink, 1993; Kätterer, 1995).

Blomning och axgång

Tillgången på assimilat styrs av mängden fotosyntetiserande grönmassa. Det gäller alltså att hålla bladmassan levande så länge som möjligt. God tillgång på kväve under axgång och blomning ökar överlevnaden hos syntetiserande biomassa. Assimilat lagras tillfälligt in i blad och stam för att efter axgång och blomning translokeras till kärnorna på bekostnad av nybildning av blad (Gregory et al., 1981).

Låg temperatur och god vatten- och ljusstillgång under axgången bidrar också till att förbättra blomornas och bladmassans överlevnad och därmed ökar chanserna för hög fertilitet, vilket i sin tur bidrar till stor kärnskörd. Vattenbrist under perioden mellan blombildning och blomning påverkar skörden negativt, dels genom reducering av antalet ax och småax och dels på grund av att fertiliteten hos de överlevande småaxen minskar (Flink, 1993; Mengel, 1987). Bevattningsförsök har visat att vattenbrist vid de utvecklingsstadier som föregår blomning i högre grad gav skördenedsättningar än om bristen på vatten inträffade efter blomning. I de fall grödan led av vattenbrist vid bestockning och stråskjutning minskade antalet kärnor per ax, medan tusenkornvikten inte påverkades i lika hög grad (Flink 1993; Hassan et al., 1987).

Vattentillgången styr till viss del kväveupptaget. Markens förmåga att leverera kväve till grödans rötter försämras vid tilltagande torka eftersom markens porer allt mer fylls med luft och vattenfilmen på markpartiklarna blir tunnare eller bryts av. Detta medför att vattentransporten och därmed transporten av växnäringsämnen fram till rötterna nedsätts (se litteraturoversikt av Lindén, 1981).

Under svenska förhållanden är vattenbrist hos grödan ofta en följd av varmt och torrt väder. Tillväxten blir sämre genom att grödan lider brist på vatten. Det ger en lägre ts-produktion, men kärnsköörden brukar ha högre proteinhalt än normalt (se t ex Lindén et al., 1993).

Kärninlagringsperioden

Omkring 90-95 % av det assimilat som lagras in i kärnan bildas efter blomning (Austin et al., 1993). För detta krävs att den fotosyntetiska aktiviteten i grödan inte avtar för hastigt efter blomningen. Eftersom ingen nybildning av blad sker är det viktigt att hålla liv i de fotosyntetiserande vävnader som finns, så länge som möjligt.

Gregory et al., (1981) menar att bristen på nybildat assimilat under senare delen av kärninlagringsperioden kan kompenseras genom translokering av assimilat som producerats före blomning men som tillfälligt lagrats i strå och blad. Om grödans möjligheter att ta upp kväve reduceras efter blomningen kan upp till 70 % av kärninlagringens kvävebehov täckas av det upptag som gjordes före blomning. Detta får till följd att ts-produktionen minskar i flaggblad och strå när kvävet translokeras från dessa växtdelar. I de fall där grödans förmåga att ta upp kväve från marken efter blomning är nedsatt p g a torka eller kvävebrist och kväveinlagring till kärnan sker med translokering från blad kommer fotosyntesens hastighet att minska. Detta i sin tur minskar assimilatproduktionen och kärninlagringsperioden förkortas, vilket leder till lägre kärnskörd (Gregory et al., 1981; Mengel, 1987).

För att kunna bibehålla kvävehalten i bladen är det därför viktigt med god kvävetillgång under kärninlagringen, vilket anses förlänga bladens livslängd och därmed ts-produktionen i grödan. Man bör dock beakta att även om grödans kvävebehov är tillgodosett nås bara optimal tillväxt om grödans krav på andra näringsämnen är uppfyllda. Kaliumtillståndet i grödan påverkar till exempel grödans förmåga att ta upp och omvandla nitratkväve (Simán, 1974, Mengel, 1987).

Kvävegödslingsstrategier

Mängden kväve som behöver tillföras höstvetegrödan styrs bl a av storleken på den förväntade skörden, jordens kväveleverans och förfruktens värde. Kvävegivan bör emellertid också anpassas med avseende på spannmåls- och gödselpris.

I gängse gödselrekommendationer anføres fördelarna med delad kvävegiva bl a vara att man har större möjligheter att kompensera för årsmånsvariationer, minska risken för liggsäd genom en mer anpassad kvävegödsling förutsatt att någon form av analys av kvävebehovet görs i växande gröda (Kudsk, 2001). En generell rekommendation är att med huvudgivan tillföra ca 70 % av den tänkta totalgivan så att grödan säkert har tillgång till kväve under stråskjutningen (DC 30-32). Resterande mängd tillförs vid senare stadium och anpassas beroende på förväntad skörd, årsmån och om odlingen avser fodervete eller brödvete. Denna eventuella tilläggsgiva kan ges tidigare till fodervete (DC 32-45) än till brödvete (DC 37-45) p g a att man inte eftersträvar en proteinhöjande effekt av gödslingen (Johansson, 2001).

Om beståndet är dåligt utvecklat på våren kan en mindre kvävegiva tillföras tidigt för att gynna bestockningen. I en sådan situation delas huvudgivan upp och ges med 2-4 veckors mellanrum. Bestockningsgivan bör inte överstiga 70 kg N/ha då risken för kväveförluster är stor tidigt på våren (Hydro Agri, 1999). Proteinhalten i fodervete bör vara omkring 11,5 % vid kväveoptimum medan brödvete bör ha proteinhalter på minst 11,5-12,0 %. Om inte dessa proteinhalter uppnås tyder det på att gödslingen inte varit optimal. Man bör även beakta de prisavdrag som inträffar om proteinhalterna understiger 11,5 % enligt gällande interventionsregler.

Till en höstvetegröda som förväntas ge en skörd på 6 ton/ha är riktgivan för kvävegödsling enligt Statens Jordbruksverk 130 kg N/ha (Albertsson, 2001). För varje skördeökning på 1000 kg ytterligare ökar riktgivan med 20 kg N/ha. Till fodervete rekommenderas generellt att riktgivan ligger omkring 20 kg N/ha lägre. Kvävemängden avser kalksalpeter om ammoniumnitratbaserade gödselmedel används kan kvävegivan ökas med omkring 10 % (Bergman, pers. medd).

Markkvävedynamikens betydelse för grödans kväueupptag

Markkvävet mineralisering och kvävet växttillgänglighet under växtsäsongen

Det växttillgängliga kvävet i marken föreligger dels som mineralkväve (ammonium- och nitratkväve), vilket återfinns inom rottdjup tidigt på våren, och dels som organiskt bundet kväve, som mineraliseras under växtsäsongen genom nedbrytning av organiskt material i marken (Lindén et al., 1992a).

Så gott som hela markens förråd av kväve är bundet i den organiska substansen (Claesson et al., 1991). Det organiskt bundna kvävet har mycket begränsad tillgänglighet för växterna. Kvävet måste övergå till mineralisk form för att kunna tas upp av grödan. Det sker genom att det organiskt bundna kvävet bryts ned till enklare oorganiska föreningar av markens mikroflora. Ammoniumkväve i jorden kommer relativt omgående att oxideras och övergå till nitratkväve med hjälp av heterotrofa bakterier så kallade nitrifikationsbakterier. Dessa är nästan uteslutande obligat aeroba, varför tillgången på syre gynnar nitratbildning (Myrold, 1998). Processen inbegriper naturligtvis även ammoniumkväve som är tillfört med gödselmedel. Vid torka nedsätts nitratbildningen (Lindén, 1981). Detta försämrar grödans utnyttjande av gödselkväve på så sätt att ammoniumkväve är mindre rörligt och kväve i form av ammoniumhaltigt gödselkväve som tillfört på markytan då inte når ned till rötterna. Vid radmyllning av gödselmedlen undviks detta problem.

Storleken på totalkväveförrådet hänger därmed samman med mullhalten. I måttligt mullhaltiga jordar (3-6 % mull) finns det i matjordslagret mellan 4 och 9 ton kväve per ha. Av den organiska substansen mineraliseras omkring 1 % per år av mikroorganismer och omvandlas till ammoniumkväve. Detta motsvarar ca 50-100 kg N/ha och år (Eriksson, 1988). I försök med vårsäd har det visats att en ökning av mullhalten med 1 % ger en ökning av nettomineraliseringen med omkring 5 kg N/ha under växtsäsongen (Lindén et al., 1992b).

Mängden mull i marken är kopplad till gårdens driftsinriktning och jordarter. Med ensidig stråsådesodling minskar i viss mån andelen lättmineraliserat material i marken. Därmed reduceras markens förmåga att leverera kväve till grödan under växtsäsongen. För att öka mullhalten krävs mångårig användning av stallgödsel, långliggande vallar och reducerad jordbearbetning (Johansson, pers. medd). Väldränerade jordar med god struktur gynnar kvävemineralisering, men samtidigt också nitratutlakning (Myrold, 1998).

På rena växtodlingsgårdar, där ingen stallgödsel tillförts på en längre tid, kan marken vid odling av stråså leverera i storleksordningen 60 kg N/ha efter förfrukt stråså i form av övervintrat utnyttjbart mineralkväve i markprofilen samt genom mineralisering under växtsäsongen (Lindén, 1987). Av detta kväve blir tillskottet genom kvävefrigörelse efter axgång hos t ex korn bara ca 20 kg N/ha (Lindén et al., 1992b). Jordkväveleveransen på djurgårdar förefaller vara i storleksordningen 20 kg/ha större per växtsäsong under motsvarande förhållande (Mattsson & Kjellkvist, 1992; Lindén, 1987).

En uppskattning av den långsiktiga kväveverkan efter tillförsel av stallgödsel är 10 kg N per ha och år vid tillförsel under minst tio år av ett ton torrsbstans per ha och år i stallgödsel (Albertsson, 2001). Ett ton torrsbstans stallgödsel motsvarar gödsel från t ex 0,4 mjölkkor, 7 slaktsvin eller 80 värphöns. Även om något mer jordkväve finns tillgängligt på djurgårdar är tillskottet efter stråsådens axgång normalt litet och grödan blir för sin försörjning efter denna tidpunkt beroende av translokering av kväve till axet från andra växtdelar och av tillskott genom tilläggs gödsling (Lindén et al., 1992b).

Totalt sett under växtsäsongen kan kväverika förfrukter minska behovet av gödselkväve. Engström & Gruvæus (1998) fann att det optimala gödselkvävebehovet till höstvet blev 35 kg N/ha lägre efter höstraps än efter stråså som förfrukt. Stubbträda och svartträda tycks ge kvävetillskott på ca 35 respektive 45 kg N/ha (Wallgren & Lindén, 1991). Efter ärter kan man räkna med ett kvävetillskott på omkring 25 kg/ha (Lindén, 1987). Klöver- och blandvallar ökar kvävetillgången med 20-40 kg N/ha, medan gräsvallen under det första efterverkansåret inte levererar mer kväve än förfrukt stråså (Lindén & Wallgren 1993; Albertsson, 2001). Mattsson (1988) fann ett samband mellan kväveeffekt, mineralkväve (min-N) och gödselkväve. 14 försök med höstvet genomfördes där kvävet tillfördes grödan i form av en engångsgiva tidigt på våren när grödan var på väg in i i bestockningsfasen (DC10-

20). Sambandet tydde på att för varje 1 kg N/ha som min-N (0-90 cm) ökade sänktes den ekonomiskt optimala kvävegivan med 0,75 kg/ha och tvärtom.

Utöver basleveransen av jordkväve (60 kg N/ha) kan man genom goda förfrukter förbättra kväveförsörjningen med i storleksordningen 20-40 kg N/ha till omkring 80-100 kg N/ha och på djurgårdar till 80-120 kg N/ha.

Förluster av markkväve

Mängden växttillgängligt kväve avtar under växtsäsongen främst på grund av grödans upptag, men också på grund av immobilisering, denitrifikation och i vissa fall utlakning. Denitrifikationsbakterier reducerar under anaeroba (syrefria) förhållanden i marken nitratkväve till kvävgas och gasformiga kväveoxider.

Beroende på nederbörds mängden får grödan bättre eller sämre möjligheter att utnyttja gödselkvävet. Under mycket regnrika vårar och försomrar, när vattenmättnad uppstår i matjordslagret kan nitratutlakning och troligen viss denitrifikation uppkomma. Danska försök visar att beroende av bl a mängden nitrat i matjordslagret och årsmån varierade kväveförlusterna p g a denitrifikation mellan 1 och 94 kg N/ha under växtsäsongen (Maag, 1989). Den större förlusten uppkom under ett mycket nederbördsrikt år i ett led som gödslats med 320 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ /ha i form av svinflytgödsel. I samma försöksserie noterades stor denitrifikation förekomma under perioder på våren innan tjälen släppt med ömsom töväder och ömsom tillfrysning.

Kväve kan också bindas in i markmikrobernas biomassa under t ex bakteriell assimilation av kväve, d v s kvävet immobiliseras. Detta innebär att växterna undantas möjligheten att ta upp kvävet, vilket är bl a kan förklara varför kväveefterverkan efter en nedplöjd gräsvall är mycket liten om ens någon under det första efterverkansåret.

Det är främst ammoniumkväve som immobiliserats. Denna förlust är dock ofta temporär och under säsongen kommer kvävet att i viss mån återmineraliseras genom att de mikroorganismer som bundit kvävet dör. Därmed återförs kvävet från sin organiska form genom ammonifiering till ammoniumkväve och blir åter tillgängligt för växterna (Myrold, 1998).

Många faktorer påverkar huruvida det kommer att ske nettomineralisering eller nettoimmobilisering av kväve i marken. Generellt är det förhållandet mellan andelen kol och kväve (kol-kväveknoten) i mikroorganismernas substrat (nedbrytbart material, växtrester etc.) som avgör om kväve kommer att mineraliseras eller immobiliseras. Kol-kväveknoter under 20-25 medför en nettomineralisering, medan högre kvoter orsakar immobilisering av kväve, vilket t ex sker när halm som har en kol-kväveknot på 100-150 nedbrukas (Myrold, 1998). För snabb och omfattande kvävemineralisering krävs kväverika växtmaterial med låg kol-kväveknot. Exempelvis kan nedbrukad grönmassa från en grön-gödslingsgröda ge större kvävemineraliseringstillskott (Marstorp, 1995; Wivstad, 1997). Det är därför vara motiverat att minska kvävegivan till grödor som kommer efter kväverika förfrukter.

Nitratutlakning

Nitratjonen är lätt rörlig i marken och följer med markvätskan i dess flöde. Kväveläckagets storlek varierar dels med nederbörd och jordar och dels med mängden nitrat i markvätskan. På mellansvenska lerjordar i odlingssystem utan stallgödsel, kan den årliga nitratutlakningen uppskattas till 10-25 kg $\text{NO}_3\text{-N}$ /ha (Hessel Tjell & Aronsson, 1999; Lindén et al., 1993; Johansson et al., 1999). Överoptimala kvävegivor har visats ge ökat nitratläckage, normalt dock bara fr o m den efterföljande vintern (Hessel Tjell & Aronsson, 1999). Mer omfattande nitratutlakning sker normalt bara under vinterhalvåret med början när marken vattenmättats av höstregnen. Under sommaren är utlakning av kväve ovanlig, eftersom evapotranspirationen vanligen överstiger nederbörden. Vid häftiga regn under vår och sommar kan dock förluster av kväve uppkomma genom att vattnet rinner ner genom sprickor i marken.

När nitratjonerna förflyttas med markvätskan neråt i jordlagren följer även positivt laddade joner med för att bibehålla den kemiska jämvikten. Detta medför att även basmättnadsgraden på sikt minskar när nitratkvävet transporteras ned i markprofilen (Myrold, 1998). Ammoniumjonen utlakas knappast alls

eftersom den binds till de negativt laddade lerkolloiderna i marken. Först när ammoniumkvävet ombildats till nitrat kommer större andelar att röra sig med markvätskan (Lindén, 1981; Brady, 1990). Under nederbördsfattiga förhållanden kan det av detta skäl vara säkrare att använda nitrathaltiga gödselmedel medan ammoniuminnehållande medel medför mindre förluster vid större nederbördsmängder. Man bör dock beakta att nitratbildningen under gynnsamma förhållanden kan ske mycket snabbt d v s att använda ammoniuminnehållande gödselmedel är inte ett säkert sätt att undvika utlakning.

Material och metoder

Försöksplats och försöksplan

Försöksplats

Ett fältförsök i serie D7-1301 med höstvetete genomfördes på Lanna försöksstation, 25 km sydväst om Skara i Västra Götalands län under år 1999/00. Djurhållningen på Lanna upphörde under 1950-talet, sedan dess har i stort sett ensidig växtodling bedrivits.

Försöksplan

De höstvetesorter som ingick i försöket var Kosack, Tarso och Ebi. Försöket såddes 29/9 1999 med utsädesmängden 200 kg/ha. De olika leden gödslades med totalt 160 kg N/ha som kalksalpeter med svavel. Givorna fördelades enligt tabell 1. Förfrukt till försöket var havre. Fosfor tillfördes den 24/8 1999 med 62 kg P per ha i form av P20. En ogräsbekämpning genomfördes den 8/5 2000 med 18,75 g Monitor och 1,0 l Duplosan Super per ha. Ingen svampbekämpning gjordes. Försöket skördades den 21/8 2000.

Tabell 1. Försöksplan med gödslingstidpunkter och kvävegivor (kg N/ha) till de tre höstvetesorterna Kosack, Tarso och Ebi.

Led	Gödslingstidpunkter			
	29/3	21/4	2/5	25/5
A	50		110	
B		120		40
C			160	
D	0	0	0	0

Led D utan gödselkväve (0 N-led) omfattade försöksrutor med var och en av samtliga tre sorter. Detta led hade av andra anledningar såtts med en mindre utsädesmängd. Vid fullmognad (DC91/92) togs grödprov i dessa led för att belysa markkvävetillgången under växtsäsongen.

Försöket var upplagt som ett split-plotförsök med parcellstorlek om 1,5*18 m och med tre block.

Höstvetesorternas egenskaper

I tabell 2 sammanfattas sortegenskaperna för de sorter som ingår i försöket. Uppgifterna har hämtats ur Sortval 2000.

Kosack

Kosack var den mest långstråiga och sent mognande sorten i försöket. Den har medelgod till något svag stråstyrka samt mycket god vinterhärdighet. Sorten har medelhög avkastning men överträffas av Tarso vid odling i södra Sverige. Den är dock bland de mest högavkastande sorterna i Östergötland och Svealand. I övrigt kännetecknas sorten av hög rymdvikt, medellåg kärnvikt och låg proteinhalt.

Tabell 2. Sortegenskaper i officiella försök 1995-1999 (Sortval 2000), avkastning för område E (norra Götaland).

Sort	Avkastning, kg/ha	Vinter- härdighet 0-100*	Stråstyrka 0-100**	Strållängd, cm	Mognad, dagar	Rymdv., g/l	Proteinhalt, % av ts
Kosack	7 490	90	78	108	331	816	11,5
Tarso	7 270	90	94	79	328	802	12,4
Ebi	6 820	89	76	98	326	806	12,4

* 100 = full övervintring. ** 100 = fullt upprätt bestånd.

Ebi

Ebi är en tysk sort som är medeltidig och med avkastningsförmåga som Kosack i södra Götaland. I de norra odlingsområdena ger sorten något sämre avkastning. Sorten är medellång och har medelgod till något svag stråstyrka. Ebi har stor kärna, hög rymdvikt samt en hög proteinhalt.

Tarso

Tarso är även den en tyskförädlad sort med medelhög avkastningsförmåga vid odling i södra Götaland. Den ger dock lägre skörd i norra Götaland och Svealand trots att den har mycket god övervintringsförmåga. Tarso är mycket stråstyv och har ett kort strå. Den ger hög rymdvikt tillika hög proteinhalt men är småkärnig.

Provtagning

Generalprov av jord

Jordprov för bestämning av jordart och växtnäringsstatus, inklusive mineralkvävemängder (min-N) i ännu ogödslade led, togs med uppdelning på skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm. Ett generalprov togs ut den 4/4 2000 strax innan tillväxten började. Totalt gjordes 24 borrhstick i matjorden och 16 i alvskikten. Proverna djupfrystes och extraherades sedan i fryst tillstånd med 2 M KCl för bestämning av innehållet av ammonium- och nitratkväve med en Autoanalyser TRAACS 800. Analysvärdena räknades om till kg/ha med hjälp av rådande vattenhalt och med antagna volymvikter: 1,25 kg/l (0-20 cm) och 1,50 kg/l (30-90 cm). Jordproverna analyserades också med avseende på jordartsbestämning, mullhalt, pH (H₂O), P-AL och K-AL. Växtnäringsanalyserna inklusive mineralkvävebestämningar utfördes på Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala och jordartsbestämning av Provcentralen vid SLU, Uppsala.

Ytterligare mineralkväveprovtagningar genomfördes inte i detta försök. I stället används mätvärden från provtagningar i ett angränsade försök för att belysa mängderna outnyttjat mineralkväve i de ej kvävegödslade D-leden vid avslutat kväveupptag (gultmognad).

Grödprover

Grödprover togs vid 9 tillfällen under växstsäsongen med start när grödan nått DC 22. Därefter följde provtagningar vid DC 24, 32, 41 (43), 55 (59), 65 (69), 77 (85) och avslutades vid DC 91 (92). Utvecklingsstadium inom parantes anger utvecklingsstadier vid provtagningstidpunkten för Tarso och Ebi. I övrigt avses Kosack.

Två ytor om 0,25 m² vardera per försöksruta togs ut slumpvis och klipptes precis vid markytan. Allt växtmaterial exklusive ogräs togs med. Totalt klipptes 1,5 m² per behandling. Samma dag som klippningen utfördes lades växtproverna i torkskåp vid 60 °C i ca 24 timmar. Lufttorra prov vägdes rutvis. Därefter blandades proven från varje gödslingsled samman och ett representativt delprov togs ut för malning och bestämning av totalkväve och ts-halt. Totalkvävet bestämdes genom elementaranalys med en Leco CNS 2000 (Leco, St. Joseph, Michigan USA).

Provtagningar t o m stadium DC 32 (två noder framväxta) gjordes utan uppdelning av plantan. Med början vid DC 55 (axet framme till hälften) delades plantan upp i följande växtdelar, vilka analyserades separat: strå (inklusive blad), flaggblad och ax. Grödmaterialet från de olika blocken blandades samman ledvis efter vägning och de resterande analyserna gjordes på ett prov som representerade hela ledet. Ytan som delpreven avsåg beräknades. Ts-halt bestämdes efter torkning av det färska materialet vid 105 °C i 24 timmar.

Av analystekniska skäl tröskades axen från sista provtagningstillfället DC 91/92 (fullmognad) före malning, varefter agnar och kärnor vägdes och analyserades separat. Detta gäller även provtagningen i led D (0 N).

Skörd

Ledvisa prover togs ut av kärnsköörden för spannmålsanalys. Råskördedata räknades om efter analys till hektarskörd med 15 % vattenhalt. Totalkvävehalten i kärnan bestämdes och omräknades till råproteinhalt med faktorn 5,7.

Beräkningar

Kväveinnehåll i grödan

Kväveinnehållet i ovanjordiska växtdelar beräknades för de olika fraktionerna av grödan vid varje provtagningstillfälle genom att multiplicera mängden producerad torrs substans med kvävehalten (% av ts). Total mängd kväve i grödan beräknades genom att summera kväveinnehållet (kg N/ ha) i varje gröddel. Ingen hänsyn har dock tagits till kväveinnehållet i rötterna. Enligt Vouillot & Devienne-Barret (1999) varierade mängden kväve i höstvetets rötter med vattentillgång och övrig växtnärsstatus. Vid vissa förhållanden, t e x kvävebrist, kan 11-17 % finnas lagrat i rötterna. Mycket av det kvävet kommer senare att translokteras till plantans övre blad. Lindén et al. (1992a) antog att mängden kväve i rötterna vid gulmognad motsvarar 25 % av det totala kväveinnehållet i grödan (jfr. Jansson, 1996; Hansson et al., 1987).

Kväveinnehållsindex och kvävet utnyttjandegrad

För att åskådliggöra hur kvävet fördelade sig mellan de olika gröddelarna under loppet växtsäsongen beräknades ett kväveinnehållsindex för samtliga av dessa grödans delar (dvs strå, flaggblad och ax). Varje gröddels kväveinnehåll sattes i förhållande till det totala innehållet (motsvarar 100 %) av kvävet i grödan för ledet i fråga vid fullmognad (DC 92). En procentandel för varje gröddel bildades därmed. Detta är också en metod att beräkna kvävet utnyttjandegrad för de olika gödslingsstrategierna. Metoden tar dock ingen hänsyn till det kväve som levererats från marken under växt-säsongen.

För att beräkna kväveutnyttjandet, i kärnskörd och totalt i ovanjordiska delar, där markleverans av kväve beaktas, kan följande samband användas:

$$U = 100 (N_g - N_0) / N_t$$

där U = gödselkvävet utnyttjandegrad (%)

N_g = kväve i kärnan vid avslutad kväveupptagning i gödlat led

N_0 = kväve i kärnan i ogödlat led vid avslutad kväveupptagning

N_t = totalt tillförd mängd kväve med gödselmedel i gödlat led

För att beräkna kväveutnyttjandet i samtliga ovanjordiska gröddelar (här ax, flaggblad och strå) sattes N_g istället till sammanlagd mängd kväve i ovanjordiska delar i gödlat led och N_0 till kväve i ovanjordiska delar i ogödlat led (jfr. Lindén et al., 1999)

Tillgängligt markkväve

Tillgången på utnyttjbart markkväve under växtsäsongen uppskattades med hjälp av grödans kväveinnehåll (inklusive skattning av mängden kväve i rötterna enligt ovan) i D-leden (0N-led) samt med ledning av mineralkvävemängderna (min-N) i marken vid gulmognad i ogödlat led i ett angränsande försök. Med hjälp av detta kan kvävemineraliseringen under växtsäsongen beräknas (se Lindén et al., 1999) som följer:

$$\text{Nettotillskottet av mineraliserat N} = \text{kväveinnehåll i gröda i 0N-led} + \text{min-N}_{\text{gulmognad}} - \text{min-N}_{\text{vår}}$$

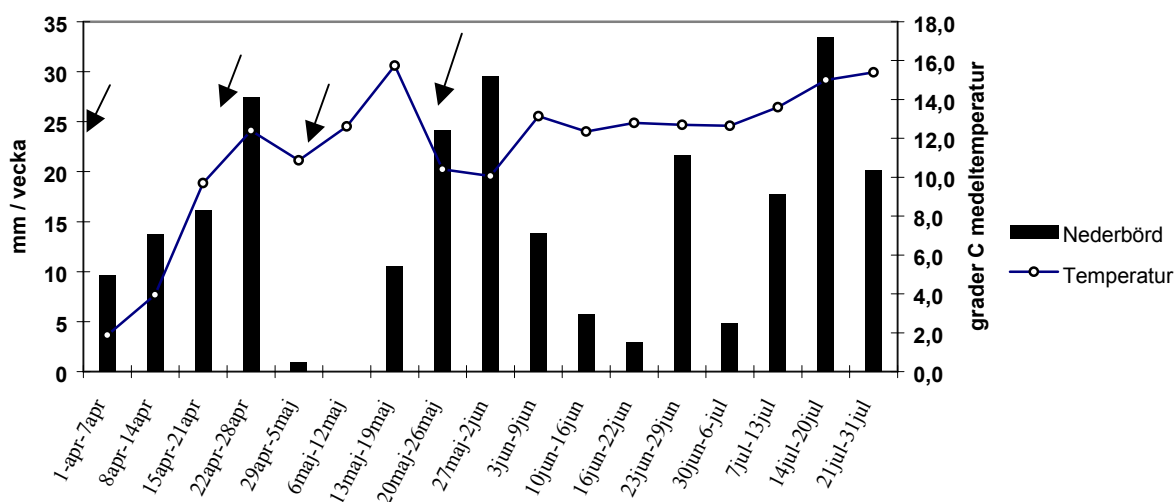
Mineralkvävet vid gulmognad kan ses som en utnyttjad rest av det mineralkväve som fanns på våren. Mellanskillnaden kan antas vara ett mått på mängden utnyttjat mineralkväve.

Resultat

Väderförhållanden under odlingssäsongen

Temperatur och nederbörd

Temperatur- och nederbördsdata erhöles från en klimatstation på Lanna försöksstation, se figur 1. Första gödslingstillfället var den 29/3. Under de två följande veckorna efter detta datum föll ca 20 mm regn. Mellan den 21/4, då huvudgivan tillfördes i led B och 2/5 kom omkring 27 mm regn. En torrperiod inföll mellan 26/4 och 17/5 då endast 1 mm regn uppmättes. Nederbördsmängderna fram till augusti var överlag över medelnederbörden (1961-2000). Augusti var en av de regnfattigaste månaderna under säsongen och nederbörden var ca hälften av den normala



Figur 2. Veckomedeltemperatur och veckovis ackumulerad nederbörd på Lanna 10/4 - 31/7 2000. De 4 gödslingstillfällena 29/3, 21/4, 2/5 och 25/5 är markerade med pilar.

Markegenskaper på försöksplatsen

Jordarten på försöksplatsen varierar från måttligt mullhaltig styv lera i matjordslagret 0-30 cm (3% mull) till mullfattig mycket styv lera eller mullfattig styv lera i lagren 30-90 cm.

Tabell 3. Växtnäringsstillstånd på försöksplatsen. min-N betecknar mineralkväve i marken.

Djup, cm	pH (H ₂ O)	Mullhalt, %	P-AL-klass, mg/100g	K-AL-klass, mg/100g	NO ₃ -N, kg/ha	NH ₄ -N, kg/ha	Summa min-N, kg/ha
0-30	7,0	3,0	III (5,3)	III (10,4)	12	11	22
30-60	7,3	0,4	IV (12,9)	III (12,1)	9	4	14
60-90	7,5	0	V (18,1)	IV (18,0)	7	2	9
Summa					28	17	44

Fosfortillståndet på försöksplatsen motsvarar P-AL-klass III (matjorden), klass IV (30-60 cm) och klass V (60-90 cm), vilket får anses gott. Kaliumtillståndet får sägas vara relativt bra med klass III (0-60 cm) och klass IV (60-90 cm). Totalt ned till 90 cm djup fanns 44 kg min-N/ha vid provtagningstillfället 7/4 -00. Detta är ganska normala mängder efter stråsäd som förfrukt på Lanna (jfr. Lindén et al., 1993).

Kväveupptag och -utnyttjandegrad

Kväveupptagningsförloppet under växtsäsongen

Kväveinnehållet ökade mest och jämnast för sorterna i gödslingsled B jämfört med övriga gödslingsled (se figur 3, 4 och 5 samt tabell 4). Led B gödslades den 21/4 med 120 kg N/ha samt med 40 kg N/ha den 25/5. Resultaten tyder på att det kväve som i dessa led tillfördes den 21/4, precis innan en hel del regn kom, hade god verkan.

Symptom på kvävebrist iakttoogs hos alla i sorterna led C samt i led A under de första veckorna i maj. Detta var särskilt tydligt i led C, där sorterna endast gödslades med en engångsgiva om 160 kg N den 2/5. Led A gödslades med 50 kg N/ha + 110 kg N/ha den 29/3 och 2/5. Efter den 2/5 följde torka till mitten av månaden (17/5).

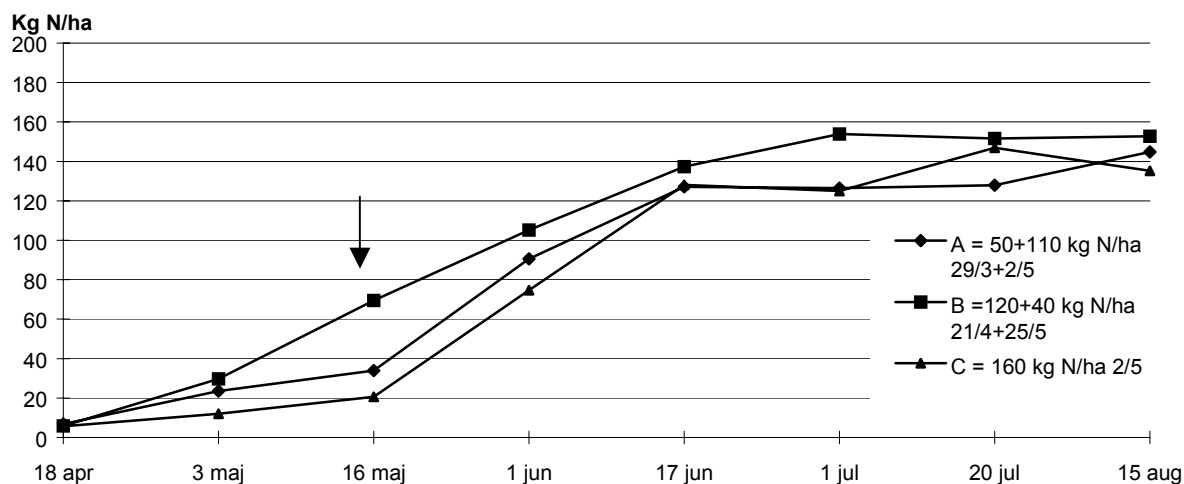
Vid dessa gödslingsstrategier (A och C), där huvudgivan tillfördes relativt sent hade grödan uppenbarligen sämre förutsättningar att tillgodogöra sig gödselkvävet i början av säsongen. I slutet av maj ökade kväveinnehållet i grödan markant i samtliga led i samband med den nederbörd som kom den 17/5 och följande veckor, vilken medförde att gödselkvävet kunde komma grödan till godo.

Huvudgivan i led B, 120 kg N/ha som tillfördes 21/4 gav sorterna i detta led ett högre kväveinnehåll tidigt på säsongen jämfört med led A och C. Störst var skillnaden vid begynnande stråskjutning (se tabell 4) då grödan i led B i medeltal innehöll två och tre gånger så mycket kväve jämfört med led A och led C. Vid axgång hade skillnaderna jämnats ut och sorterna i led B innehöll endast ett tiotal kg N/ha mer än övriga led. Tilläggsgivan i led B (40 kg N/ha, 25/5) medförde dock att sorterna i detta led innehöll mest kväve även under resten av växtsäsong men skillnaderna mellan leden minskade allt mer.

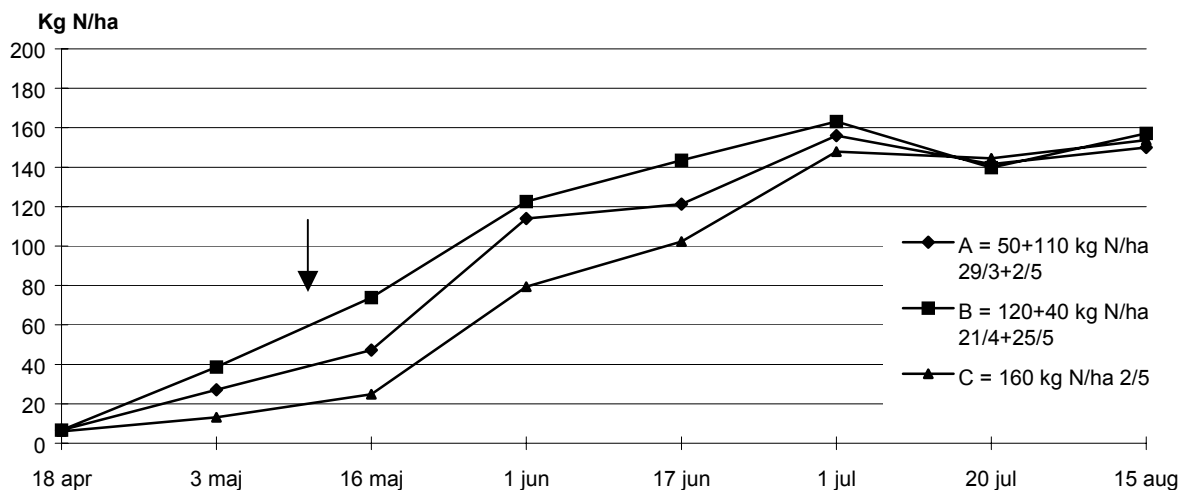
Vid fullmognad innehöll Kosack mindre kväve än de tidigare sorterna Tarso och Ebi vid en jämförelse av sortmedelvärden. Störst kväveinnehåll för samtliga sorter i medeltal vid fullmognad erhöles i led B och C.

Tabell 4. Det sammanlagda kväveinnehållet (kg N/ha) i de ovanjordiska växtdelarna hos höstvetesorterna Kosack, Tarso och Ebi samt kväveinnehållet i medeltal för varje sort oavsett gödsling och för varje gödslingsled oavsett sort.

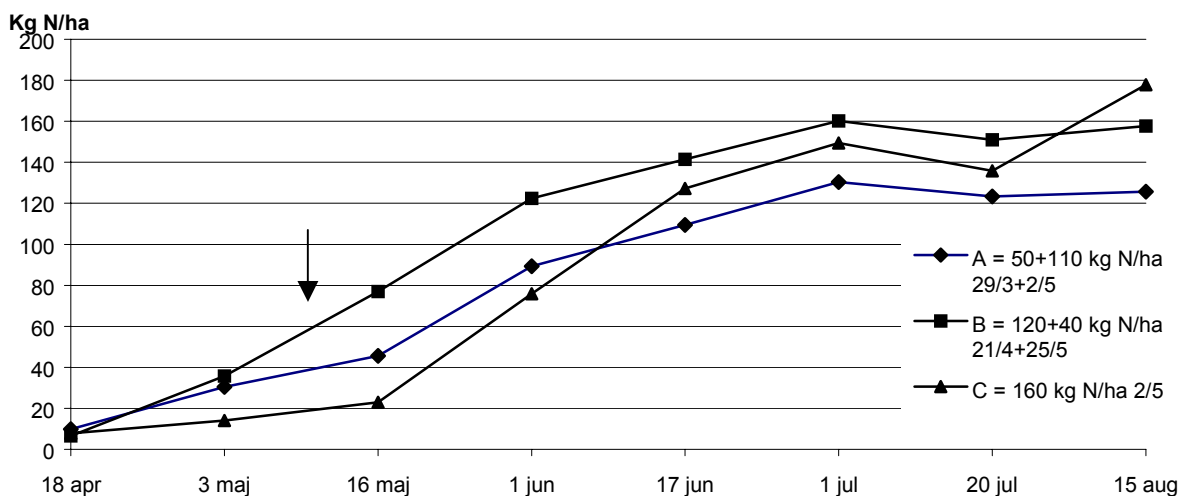
Sort	N-giva kg N/ha	Led	DC 22	DC24-25	DC30-32	DC41-43	DC55-59	DC65-69	DC77-85	DC91-92
			2 sidokott 18/4-00	4-5 sidokott 3/5-00	Begynn. stråskj. 16/5-00	Axets vidgning 1/6-00	Axgång 17/6-00	Blomn. 1/7-00	Degmog. Gulmog. 20/7-00	Fullmog. Dödmog. 15/8-00
Kosack			7	23	34	91	127	126	128	145
Tarso	50+110	A	7	27	47	114	121	156	142	150
Ebi			10	30	46	89	109	130	123	126
Kosack			6	30	69	105	137	154	152	153
Tarso	120+40	B	7	39	74	123	143	163	140	157
Ebi			6	36	77	122	141	160	151	158
Kosack			6	12	21	75	128	125	147	135
Tarso	160	C	6	13	25	79	102	148	144	154
Ebi			8	14	23	76	127	149	136	178
Kväveinnehåll vid DC 91-92 (kg N/ha) i medeltal										
Kosack			144							
Tarso			154							
Ebi			154							
A 50+110			140							
B 120+40			156							
C 160			156							



Figur 3. Förändringen av kväveinnehållet i de ovanjordiska växtdelarna hos höstvetesorten Kosack under växtsäsongen, gödslingsled A, B och C. Pilen indikerar DC 31, begynnande stråskjutning.



Figur 4. Förändringen av kväveinnehållet i de ovanjordiska växtdelarna hos höstvetesorten Tarso under växtsäsongen, gödslingsled A, B och C. Pilen indikerar DC 31, begynnande stråskjutning.



Figur 5. Förändringen av kväveinnehållet i de ovanjordiska växtdelarna hos höstvetesorten Ebi under växtsäsongen, gödslingsled A, B och C. Pilen indikerar DC 31, begynnande stråskjutning.

Gödselkvävet utnyttjandegrad i de olika gödslingsleden

I tabell 5 följer utnyttjandegrader för samtliga led där hänsyn tagits till markens kväveleverans. Kväveinnehållet i medeltal i 0N-leden för höstvetesorterna var 57 kg N/ha i de ovanjordiska växtdelarna. Tarso och Ebi uppvisade generellt en högre kväveutnyttjandegrad än Kosack för alla led. Den gödsling som gav lägst kärnskörd för sorterna Tarso och Ebi (led C), se tabell 8, medgav de högsta kväveutnyttjandegraderna i försöket om man ser till utnyttjandegraden i kärnskörd. De höga proteinhalterna i detta led kan delvis vara en förklaring till detta. Höstvetesorten Ebi gav i gödslingsled C det bästa utnyttjandet av gödselkvävet. Detta led gödslades med 160 kg N/ha den 2/5.

Tabell 5. Gödselkvävet utnyttjandegrad (% av tillförd N-giva) i kärnskörd samt i grödans ovanjordiska delar vid fullmognad (DC91- 92) med hänsyn tagen till markleverans av kväve. Medeltal för gödslingsleden oavsett sort inom parantes.

Led	Sort	N-giva kg N/ha	Kärnskörd %	Ovanjordiska delar %
A	Kosack		40	56
	Tarso	50+110	48 (40)	59 (51)
	Ebi		32	39
B	Kosack		36	61
	Tarso	120+40	52 (45)	63 (61)
	Ebi		48	59
C	Kosack		30	50
	Tarso	160	51 (47)	61 (61)
	Ebi		60	72
Kväveutnyttjandegrad i medeltal för varje sort				
			Kärnskörd %	Ovanjordiska delar %
	Kosack		35	56
	Tarso		50	61
	Ebi		47	57

Kvävet fördelning i de tre höstvetesorterna under växtsäsongen

Ett kväveinnehållsindex har beräknats som mängden kväve i respektive gröddel i procent av sortens totala kväveinnehåll vid fullmognad (DC 91-92) i varje gödslingsled (se tabell 6). Därvid är dock inte markens kväveleverans beaktad. Eftersom det totala kväveinnehållet i grödan har varierat under växtsäsongen uppgick inte summan av kväveinnehållet vid de olika utvecklingsstadierna, förutom vid fullmognad, till 100 %.

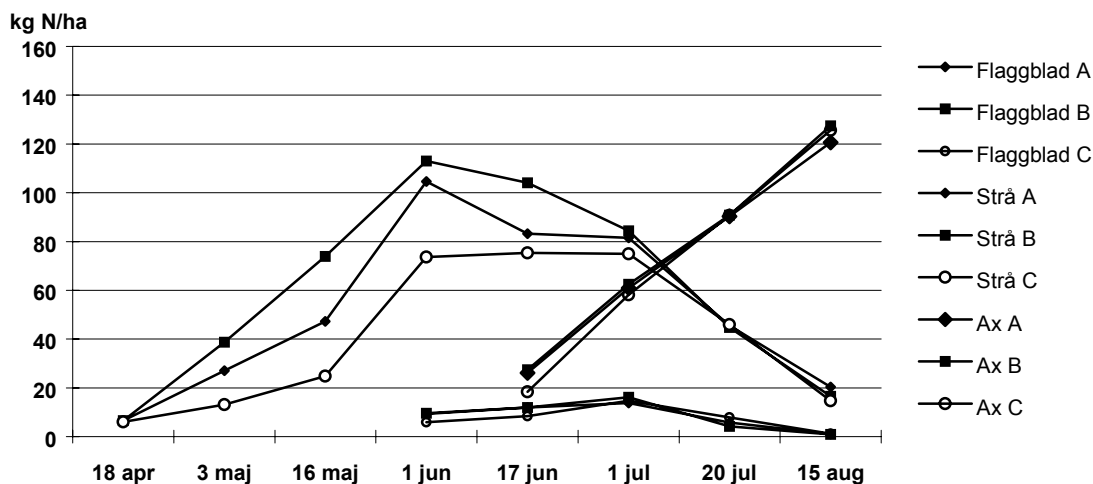
Kvävegödslingen i led A (50+110 kg N/ha) och led B (120+40 kg N/ha) medförde att de tidiga sorterna Tarso och Ebi vid DC 43 (axet kännbart) hade ett kväveinnehåll i strået (exklusive flaggbladet) motsvarande 70-80 % av den totala mängden kväve i ovanjordiska delar vid fullmognad. Motsvarande kväveinnehållsandel i strået vid detta utvecklingsstadium för Kosack i samma led var 50-60 %. Strax innan axgång (DC 41-43) innehöll sorterna i led C totalt 40-55 % av den slutgiltiga kvävemängden vid fullmognad. I led A och B var kvävemängden i sorterna vid samma stadium mellan 60 och 80 % av det totala kväveinnehållet vid fullmognad (DC91-92).

Gödslingsstrategin i led B tycktes medföra att samtliga sorter vid blomning (DC 65) hade ett större kväveinnehåll än vad som totalt kunde återfinnas vid fullmognad (DC 91-92), se tabell 6, p g a att grödan förmodligen förlorat kväve i form av nedvissnat växtmaterial. Därför erhöles ett procentuellt kväveinnehåll över 100 % vid detta utvecklingsstadium. Detta gällde även för Tarso och Ebi i led A.

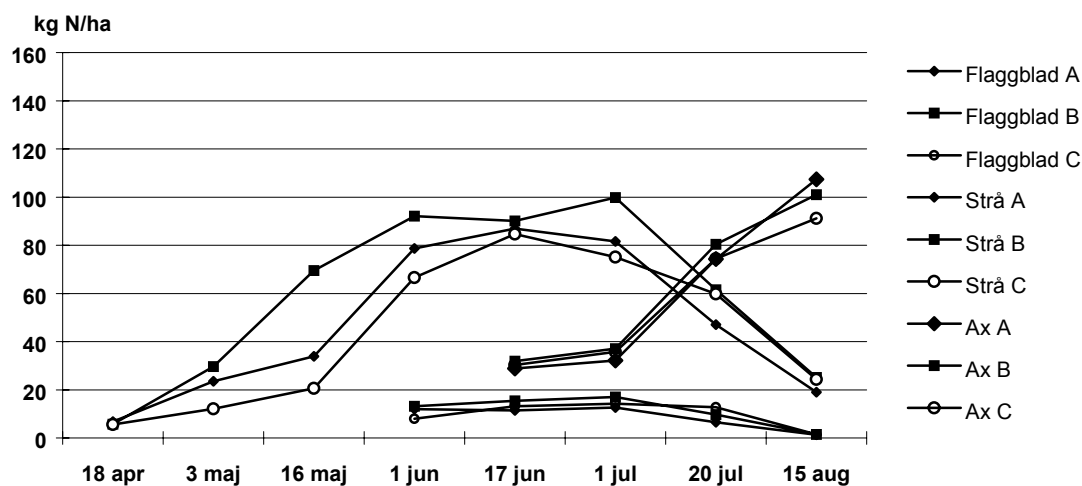
Flaggbladens kväveinnehåll var som störst under axgång (DC 55-59) och blomning (DC65-67) och innehöll då omkring 10 % av grödans totala kvävemängd vid fullmognad. Detta förhållande rådde för samtliga sorter och gödslingsled. Kvävemängden i strået exklusive flaggblad nådde ett maximum i mitten av juni (se figur 6-8). Från början av juli förlorade flaggbladet kväve. Samtidigt började andelen kväve i axet öka. Tarso och Ebi hade vid fullmognad (DC 91-92) ca 80 % av den totala kvävemängden i kärnan och Kosack ca 70 %.

Tabell 6. Kvävetets fördelning på olika växtdelar hos sorterna i procent av det totala kväveinnehållet (=100) vid fullmognad (DC 91-92) för samtliga gödselled. Led A gödslades med 110+50 kg N/ha, led B 120+40 kg N/ha och led C 160 kg N/ha.

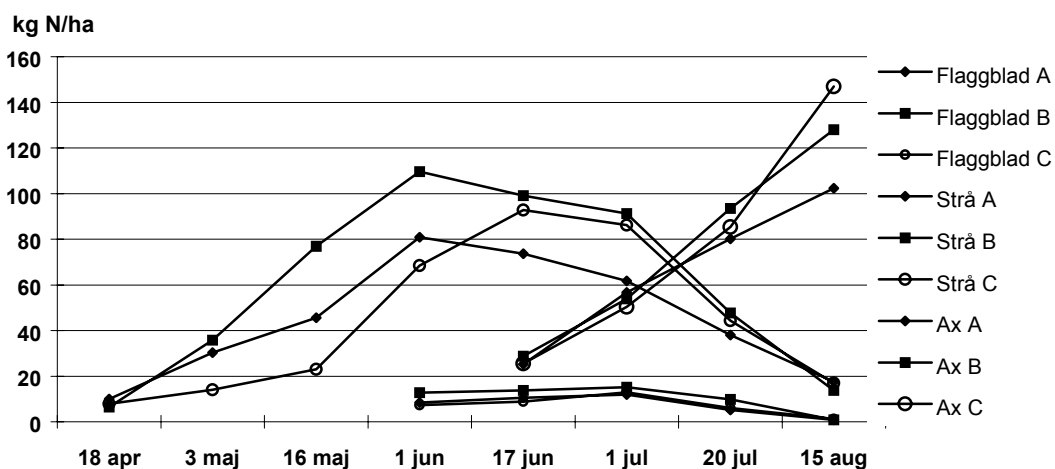
	DC 22	DC24-25	DC30-32	DC41-43	DC55-59	DC65-67	DC77-85	DC91-92
	2 sidokott	4-5 sidokott	Begynn. stråskjut.	Axets vidgning	Axgång	Blomning	Degmogn.	Fullmogn
Sort, Led	18/4 -00	3/5-00	16/5-00	1/6-00	17/6-00	1/7-00	20/7-00	15/8-00
Led A								
Kosack 100 = 145 kg N/ha								
Strå	5	16	23	54	60	56	33	13
Flaggblad				8	8	9	4	1
Ax					20	22	51	74
Totalt	5	16	23	63	88	87	88	100
Tarso 100=150 kg N/ha								
Strå	4	18	31	70	56	54	30	14
Flaggblad				6	8	9	4	1
Ax					17	41	60	80
Totalt	4	18	31	76	81	104	94	100
Ebi 100= 126 kg N/ha								
Strå	8	24	36	64	59	49	30	14
Flaggblad				7	8	10	4	1
Ax					20	45	64	81
Totalt	8	24	36	71	87	104	98	100
Led B								
Kosack 100 = 153 kg N/ha								
Strå	4	19	45	60	59	65	40	16
Flaggblad				9	10	11	6	1
Ax					21	24	53	66
Totalt	4	19	45	69	90	101	99	100
Tarso 100 = 157 kg N/ha								
Strå	4	25	47	72	66	54	28	11
Flaggblad				6	8	10	3	1
Ax					17	40	58	81
Totalt	4	25	47	78	91	104	89	100
Ebi 100 =158 kg N/ha								
Strå	4	23	49	70	63	58	30	9
Flaggblad				8	9	10	6	1
Ax					18	34	59	81
Totalt	4	23	49	78	90	102	96	100
Led C								
Kosack 100= 135 kg N/ha								
Strå	4	9	15	49	63	55	44	18
Flaggblad				6	10	11	9	1
Ax					22	26	55	67
Totalt	4	9	15	55	95	92	109	100
Tarso 100 =154 kg N/ha								
Strå	4	9	16	48	49	49	30	10
Flaggblad				4	5	10	5	1
Ax					12	38	59	82
Totalt	4	9	16	52	67	96	94	100
Ebi 100= 178 kg N/ha								
Strå	4	8	13	39	52	48	25	10
Flaggblad				4	5	7	3	1
Ax					14	28	48	83
Totalt	4	8	13	43	72	84	76	100



Figur 6. Fördelningen av kväveinnehållet (kg N/ha) i ovanjordiska växtdelar hos höstvetesorten Tarso. Led A gödslades med 110+50 kg N/ha, led B 120+40 kg N/ha och led C 160 kg N/ha.



Figur 7. Fördelningen av kväveinnehållet (kg N/ha) i ovanjordiska växtdelar hos höstvetesorten Kosack. Led A gödslades med 110+50 kg N/ha, led B 120+40 kg N/ha och led C 160 kg N/ha.



Figur 8. Fördelningen av kväveinnehållet (kg N/ha) i ovanjordiska växtdelar hos höstvetesorten Ebi. Led A gödslades med 110+50 kg N/ha, led B 120+40 kg N/ha och led C 160 kg N/ha.

Torrsubstansproduktionen under växtsäsongen

Under stråskjutningen hade de tidigare sorterna Tarso och Ebi större mängd torrsubstans (ts) än Kosack (tabell 7 och 8). Därefter ökade Kosacks tillväxt i relation till de båda andra. Tarso och Ebi hade vid blomning en procentuellt sett större mängd ts i strå och ax jämfört med Kosack.

Kosack hade den största ts-produktionen vid fullmognad och Tarso den minsta av höstvetesorterna i försöket, se tabell 8. I medeltal medgav gödslingsled B den största mängden torrsubstans för alla sorter, ungefär 2000 kg ts/ha mer än led A och C.

Tabell 7. Torrsubstansproduktion (kg ts/ha) hos tre höstvetesorter under växtsäsongen samt ts-produktionen i medeltal för sort och behandling

Sort	N-giva Kg N/ha	Led	DC 22 2 sidoskott 18/4-00	DC24-25 4-5 sidoskott 3/5-00	DC31-32 Begynn. stråskj. 16/5-00	DC41-43 Axets- vidgning 1/6-00	DC55-59 Avgång 17/6-00	DC65-69 Blomn. 1/7-00	DC77-85 Degmog. Gulmog. 20/7-00	DC91-92 Fullmog. Dödmog. 15/8-00
Kosack			140	600	1 550	4 350	8 520	10 140	12 340	13 570
Tarso	50+110	A	130	680	2 130	5 480	8 330	11 830	12 020	11 260
Ebi			200	810	2 190	5 080	8 780	11 740	12 130	11 230
Kosack			140	550	1 920	5 320	9 400	12 300	13 790	15 580
Tarso	120+40	B	150	690	2 270	4 990	9 270	13 170	12 810	13 000
Ebi			150	670	2 270	6 000	10 190	13 090	13 330	13 390
Kosack			130	390	1 010	3 120	7 190	9 270	11 980	12 190
Tarso	160	C	140	440	1 300	3 600	5 980	9 980	10 900	10 700
Ebi			180	510	1 240	3 670	7 550	10 360	10 640	12 990
Ts-produktion (kg ts/ha) i medeltal										
Kosack			13 780							
Tarso			11 650							
Ebi			12 540							
A 50+110			12 020							
B 120+40			13 990							
C 160			11 960							

Tabell 8. Torrsubstansproduktion (%) under växstsäsongen i olika gröddelar hos tre höstvetesorter, Kosack, Tarso och Ebi för tre gödslingsstrategier. Anges i procent av den totala ts-mängden vid fullmognad DC 91-92 (= 100). Led A 50+110 kg N/ha, led B 120 + 40 kg N/ha och led C 160 kg N/ha.

	DC 22	DC24-25	DC31-32	DC41-43	DC55-59	DC65	DC77-85	DC91-92
Led	2 sidoskott 18/4-00	sidoskott 3/5-00	Begynn. stråskjut. 16/5-00	Axets vidgning 1/6-00	Axgång 17/6-00	Blomning 1/7-00	Degmogn. 20/7-00	Fullmogn. 15/8-00
Led A								
Kosack 100 = 13 568 kg ts/ha								
Strå	1	4	11	30	49	58	54	57
Flaggblad				2	2	3	3	2
Ax					11	14	35	41
Totalt	1	4	11	32	63	75	91	100
Tarso 100 = 11 261 kg ts/ha								
Strå	1	6	19	47	59	72	59	48
Flaggblad				2	2	3	3	1
Ax					13	30	45	50
Totalt	1	6	19	49	74	105	107	100
Ebi 100 = 11 233 kg ts/ha								
Strå	2	7	19	43	63	72	60	54
Flaggblad				2	2	3	2	1
Ax					13	30	45	45
Totalt	2	7	19	45	78	104	108	100
Led B								
Kosack 100 = 15 579 kg ts/ha								
Strå	1	4	12	32	47	61	52	64
Flaggblad				2	3	3	3	1
Ax					11	14	33	34
Totalt	1	4	12	34	60	79	88	100
Tarso 100 = 12 999 kg ts/ha								
Strå	1	5	17	37	57	70	54	49
Flaggblad				2	2	3	2	1
Ax					12	28	42	50
Totalt	1	5	17	38	71	101	99	100
Ebi 100 = 13 391 kg ts/ha								
Strå	1	5	17	43	60	70	54	52
Flaggblad				2	3	3	3	1
Ax					13	24	42	47
Totalt	1	5	17	45	76	98	100	100
Led C								
Kosack 100 = 12 194 kg ts/ha								
Strå	1	3	8	24	44	56	59	63
Flaggblad				1	2	3	4	1
Ax					12	17	35	36
Totalt	1	3	8	26	59	76	98	100
Tarso 100 = 10 698 kg ts/ha								
Strå	1	4	12	32	45	59	54	45
Flaggblad				1	2	3	3	2
Ax					9	31	45	53
Totalt	1	4	12	34	56	93	102	100
Ebi 100 = 12 988 kg ts/ha								
Strå	1	4	10	27	45	55	44	49
Flaggblad				1	2	3	2	1
Ax					11	22	35	50
Totalt	1	4	10	28	58	80	82	100

Skörd

Led B (120+40 kg N/ha, 21/4, 25/5) gav högst skörd för alla sorter, se tabell 9. Detta led såg kraftigast och grönast ut under växtsäsongen. Den tidiga kvävegivan i led A (50 kg N/ha, 29/3) verkade gynna framför allt de tidiga (Tarso och Ebi) sorterna då de endast avkastade 3 % mindre jämfört med led B, medan Kosack avkastade 10 % mindre i led A. Att det tidiga kvävet fick relativt stor betydelse kan ha berott på den torrperiod som inföll mellan 26/4 och 17/5. Denna bidrog till att huvudgivan i led A (110 kg N/ha 2/5) ej var tillgänglig för grödan under stråskjutningen. Lägst skörd för alla sorterna erhöles i led C som tilldelades en engångsgiva om 160 kg N/ha den 2/5.

I medeltal avkastade Ebi bäst (7000 kg/ha) och Kosack gav den lägsta avkastningen (6100 kg/ha) oavsett gödsling. Högsta proteinhalter för samtliga sorter erhöles i led C (tabell 9). Det kan tänkas att det torra och varma vädret gjorde att kvävet i huvudgivan i led C inte kom grödan tillgodo till stråskjutningen utan senare. Detta kan i sin tur kan ha lett till den lägre kärnskörden och därmed en högre proteinhalt. Tarso hade i medeltal högst proteinhalt av sorterna oavsett led. Ett sent angrepp av bladfläcksvampar och axfusarios kan ha bidragit till skördenedsättningarna, kanske i högre grad för Kosack än för de två andra sorterna, eftersom den mognade senare.

Tabell 9. Kärnskörd samt relativskördar, kväveinnehåll i skördad kärna och proteinhalter

Led	Sort	Kvävegiva, kg N/ha	Kärnskörd, kg/ha, 15 % vattenhalt	Relativ kärnskörd, %		Kväveinnehåll i kärnan, kg N/ha	Proteinhalt, %
A	Kosack		5990	100	100	102	11,4
	Tarso	50+110	6730	100	112	126	12,5
	Ebi		7060	100	118	128	12,2
B	Kosack		6560	110	110	108	11,0
	Tarso	120+40	6930	103	116	120	11,6
	Ebi		7250	103	121	123	11,4
C	Kosack		5850	98	98	108	12,4
	Tarso	160	6210	92	104	127	13,7
	Ebi		6740	95	113	124	12,4
Kärnskörd och proteinhalt i medeltal							
	Skörd, kg/ha	Proteinhalt, %					
A	6590	12,0					
B	6910	11,3					
C	6270	12,8					
Kosack	6130	11,6					
Tarso	6620	12,8					
Ebi	7020	12,0					

Mineralkvävetillskott från marken under växtperioden

Antar man att rötterna innehåller 25 % av kvävemängden i hela grödan (Jansson, 1966; Hansson et al., 1987) fås ett totalt kväveinnehåll på 76 kg N/ha i grödan i led D (0N-led). Detta är kväve som utöver gödselkvävet utnyttjats av grödan. Mängden mineralkväve som fanns i marken i ett närliggande försök vid avslutad kväveupptagning (DC 87) var totalt 13 kg N/ha i hela markprofilen (0–90 cm), vilket får anses vara ett normalt värde på Lanna efter stråsäd (jfr. Lindén et al., 1993). Vid växtperiodens början fanns 44 kg N/ha i 0N-leden. Tillskottet av mineraliserat kväve från marken under växtperioden kunde med utgångspunkt från dessa värden och enligt sambandet som beskrivits ovan (efter Lindén et al., 1999) beräknas till 45 kg N/ha.

Grödan har med andra ord haft en total tillgång på ca 236 kg N/ha (även om mängden kvävegödsel kan ha varit lägre p g a förluster), eftersom den samlade kvävegivan uppgick till 160 kg N/ha och marken levererade ungefär 76 kg N/ha.

Som redovisats av Lindén (1987) kan som nämnts omkring 60 kg N/ha utnyttjbart jordkväve förekomma under växtsäsongen på en växtodlingsgård och omkring 80 kg N/ha på en gård där stallgödsel används. Angivna värden gäller efter förfrukt stråsäd och är medeltal. Ungefär 45 kg min-N/ha, där

allt dock inte är utnyttjbart, kan förväntas finnas i markprofilen på våren på växtodlingsgårdar och ett kväve mineraliserings tillskott under säsongen på ca 40 kg N/ha. Antas att hälften av den mineraliserade mängden efter axgång är ca 20 kg (40 kg /2) och att vårens utnyttjbara mineralkväveförråd (d v s 44-13 = 31 kg N/ha) också utnyttjas till hälften (31 kg N /2 =15 kg N/ha) hade grödan vid axgång 236-20-15 = 201 kg N/ha till förfogande (jfr. Lindén et al., 1993). Av dessa ca 200 kg N/ha kan kanske inte allt kvävet ha varit tillgängligt för grödan. Skörden varierade från ca 6000 kg/ha till 7200 kg/ha. För sådana skördar fordras alltså drygt 200 kg växttillgängligt kväve per ha varav mellan 102 och 128 kg N per ha fördes bort med skörden (se tabell 10).

Slutsatser och diskussion

Resultaten från detta försök tyder på att kväveinlagringen i strået exklusive flaggbladet hos sorterna Tarso och Ebi var större än hos Kosack under pågående växtsäsong. 70-72 % av det totala kväveinnehållet vid fullmognad fanns i strået hos dessa sorter vid DC 41-43 jämfört med 60% hos Kosack vid samma stadium. Vid skörd var förhållandet det omvända och en större andel av kväveinnehållet i Kosack återfanns i strået (16 %) jämfört med de två andra sorterna (omkring 10%). Detta gällde särskilt för gödslingsleden 120+40 kg N/ha (B) och 160 kg N/ha (C). Dessa led gav också den högsta utnyttjandegraden av gödselkväve hos Tarso och Ebi. Kosack erhöll istället den bästa kväveutnyttjandegraden i led A (50+110 kg N/ha).

Tarso och Ebi gav högre kärnskörd och proteinhalt samt hade större kväveinnehåll i axet än Kosack vid fullmognad. Detta gällde i samtliga led. Flera undersökningar har dock visat att nyare sorter, som ofta är tidigare och har kortare strå och sorter, som ger högre skörd samt proteinhalt har en lägre kväveinlagring tillika mindre andel biomassa samlad i strået vid avslutat kväveupptag jämfört med äldre sorter. Detta kan tänkas bero på sortegenskaper som effektivare translokation av fotoassimilat och kväve till kärnan (Bertholdsson et al., 1995; Foulkes et al., 1998).

Försök i Tyskland (Sticksel et al., 1999) har visat, att beroende på gödslingsstrategi varierar kväveandelen i strå mer än kväveinnehållet i kärnan. Denna tyska studie fokuserade på olikstora kvävegivor främst till stråskjutning. Det visades också att ett stort kväveinnehåll i strået inte nödvändigtvis medför att kväveinnehållet i kärnan blev högt, vilket även antyds i resultaten från försöket på Lanna.

Sticksel et al. (1999) fastslår även att en delad kvävegiva bidrar till bättre translokation av kväve från strå till kärna och därmed ett effektivare kväveutnyttjande, medan resultat från franska försök visar att kväveutnyttjandet blir lägre vid givor till bestockning (Destain et al., 1993; Recous et al., 1999), vilket i försöket på Lanna i viss mån kan ses i led A (50+110 kg N/ha). Tilläggsgivor, som tillförs senare och i tid till stråskjutningen, medger högre kväveutnyttjandegrad (Destain et al. 1993). I denna undersökning antyds detta för sorterna i led B.

Kvävetillgången på ett tidigt stadium måste beaktas beroende på beståndstäthet, bestockningsgrad och tid för axanlagets utveckling. Tidiga kvävegivor medför emellertid ökad risk för kväveförluster i form av utlakning eller denitrifikation. Av ett antal försök som genomförts i Syd- och Mellansverige har det dock slagits fast att det är mycket sällan som en bestockningsgiva lönar sig eftersom den som regel inte medför någon skördeökning (Kudsk, 2000). Under år som 2000, då torka inföll under perioden för grödans stråskjutning och medförde att endast tidigt tillförda kvävegivor kunde komma grödan tillgodo, var en bestockningsgiva lönsam i många fall. Detta antyds också i försöket på Lanna där de tidigare kvävegivorna i A- och B-leden medförde högre skördar än i led C. Resultaten tyder även på att den tidiga givan i led A i högre grad gynnade de tidiga sorterna Tarso och Ebi (3 % lägre skörd) eftersom skördesänkningen var större för Kosack (minskning med 10 %) i en jämförelse med skördarna i led B. Ett sent angrepp av bladfläcksvampar och axfusarios kan ha bidragit till skördenedsättningarna, kanske i högre grad för Kosack än för de två andra sorterna, eftersom den mognade senare.

I en studie, som utfördes 1999 med avseende bl a på axanlagets utveckling hos tidiga höstvetesorter, visade Engström (2000), att dessa sorter börjar sin utveckling på våren omkring en vecka tidigare än Kosack. Tidsrelationerna tycktes inte förändras under senare utvecklingsstadier. Även under 2000, då en liknande studie utfördes, kunde dessa skillnader mellan sorterna bekräftas (Engström, pers.medd., 2001; Nilsson, 2000).

Mycket tyder på att tidiga sorter bör kvävegödslas tidigare för att säkerställa tillräckligt god kväveförsörjning i tid för stråskjutning. Kväve tillfört tidigt på våren anses, som nämnts, gynna bestockningen (Darwinkel, 1983). Detta kan vara betydelsefullt i glesa bestånd, som ofta uppkommer efter sen sådd på hösten. Skilda sorter är också olika i sin beståndsuppbyggnad. Tarso har visats vara sämre bestockad på våren efter sen sådd p g a att den har en kortare tid mellan bestockning och stråskjutning jämfört med sorter som Kosack vilka stråskjuter senare (Engström, 2000). Därför är det viktigare att tidiga höstvetesorter sås i tid på hösten än senare. Kosack har bättre förmåga att på våren kompensera beståndet för en sämre etablering på hösten.

Sorten Ebi visade det största totala kväveinnehållet av sorterna efter gödslingen med 160 kg N/ha den 2/5 (led C) samt den högsta proteinhalten och även det bästa kväveutnyttjandet vid denna gödslingsstrategi. Med tanke på den torka som rådde under början av maj från gödslingen 2/5 fram till stråskjutning (DC 30-32,16/5), kan det misstänkas att det var först under och inte till detta stadium som merparten av kvävet kunde komma grödan tillgodo i led C. Gödselgivan i detta led kan snarare betraktas som en axgångsgiva på grund av torkan. Led C gav också genomgående den högsta proteinhalten för samtliga höstvetesorter i försöket. Det är allmänt känt att kvävegivor till axgång som regel medför att proteinhalten höjs.

Enligt Gregory et al. (1981) är tillgången på vatten och kväve efter blomningen av stor betydelse för hur stora mängder kväve som translokeras till kärnan. Mellan axgång (17/6) och degmognad (20/7) föll ca 80 mm regn, vilket torde tyda på att grödan inte lidit brist på vatten under denna period. Ebi har också i flera försök vistat ge hög kväveutnyttjandegrad och hög proteinhalt särskilt vid sena gödslingar (ÖSF, 1999; Sortval 2000) Efter gödslingen den 2/5 -00 låg rester av gödselmedlet kvar synligt på markytan i nästan två veckor i dessa led. Det kan tyda på att nitratkvävet endast kunnat lösas av dagg och därför trängt ned endast ett fåtal centimeter i marken. När regnet väl kom förbättrades grödans möjligheter att ta upp nitratjonerna som då förmodligen kunde transporteras ned i markprofilen med regnvattnet.

Eftersom detta försök bara var ett försök på en plats under ett enskilt år är det svårt att dra mer långtgående slutsatser om gödslingsstrategi från resultaten utan att fler undersökningar utförs.

Sammanfattning

I ett fältförsök som genomfördes under växtsäsongen 2000 på Lanna försöksstation 25 km väster om Skara undersöktes tidiga och sena höstvetesorters kväueupptag och inlagring av kväve i olika växt-delar samt sorternas kväueutnyttjande. Tre höstvetesorter studerades: Kosack, Tarso och Ebi. Kosack representerar de sena och mer långstråiga sorterna. Tarso och Ebi är tidiga och kortstråiga. Plantorna delades upp i: strå inklusive blad, flaggblad och ax. De olika gröddelarna analyserades separat.

Höstvetesorterna undersöktes för tre olika kväuegödslingsstrategier: led A som gödslades med 50+110 kg N/ha den 29/3 och 2/5, led B tillfördes 120+40 kg N/ha den 21/4 samt den 25/5 och led C som gödslades med 160 kg N/ha i form av en engångsgiva den 2/5. En torrperiod inföll mellan 26/4 och 17/5 då endast en mm regn föll. Detta hade betydelse för gödselkväues tillgänglighet för grödan särskilt de sena huvudgivorna i led A och C.

Gödslingsled B (120+40 kg N/ha, 21/4+25/5) gav den högsta kärnskorde för samtliga sorter. Kosack avkastade lägst av sorterna i försöket och Ebi gav den i medeltal högsta kärnskorde i genomsnitt för samtliga gödslingsled. Led C (160 kg N/ha 2/5) gav den högsta proteinhalten och den i medeltal lägsta skorde för höstvetesorterna i försöket. Ett sent svampangrepp (av bladfläcksvampar och axfusarios) kan ha bidragit till lägre avkastning hos sorterna. Angreppet kan ha haft större inverkan på skordesänkningen hos Kosack eftersom den mognade senare än Ebi och Tarso.

Tarso och Ebi uppvisade generellt högre kväueutnyttjandegrad än Kosack för alla led med avseende på kväueutnyttjandegraden i kärnskorde. Den gödsling som gav lägst kärnskorde för sorterna (led C), medgav de högsta kväueutnyttjandegraderna i försöket om man ser till kärnskorde. Dock hade Tarso och Ebi överlag ett högre kväueutnyttjande än Kosack vid de övriga gödslingsstrategierna.

Under stråskjutningen hade de tidigare sorterna Tarso och Ebi större mängd torrsubstans (ts) än Kosack. Därefter ökade Kosacks ts-produktion i relation till de båda andra. Kosack hade i medeltal den största ts-produktionen vid fullmognad (DC 91-92) och Tarso den minsta av de tre höstvetesorterna i försöket. I medeltal medgav gödslingsled B den största produktionen av torrsubstans för alla sorter d v s ungefär 2000 kg ts/ha mer än led A och C.

Fram till omkring axgång innehöll Tarso och Ebi procentuellt sett mer kväue i strået jämfört med Kosack. Detta gällde för samtliga led. Vid skörd var förhållandet det omvända då de tidiga sorterna i medeltal för varje sort, oavsett gödsling, hade omkring 80 % av det totala kväueinnehållet i axet och ca 11 % i strået. Kosack hade större andel kväue kvar i strået (16 %) och omkring 70 % i axet.

Resultaten tyder på att de kortstråiga och tidigare sorterna i högre grad än sena sorter kan lagra in kväue i strået (exklusive flaggblad) och omfördela kväue till kärnan.

Abstract

The aim of this study was to assess and compare the content of nitrogen (N) in above-ground biomass in the early ripening winter wheat varieties (Tarso, Ebi) to Kosack (a more late ripening variety). In the study the content of N in different parts of the plant was determined and also the N efficiency of fertilizer-N for the varieties were calculated. A field trial was carried out at Lanna research station about 25 km west of Skara in the mid-west of Sweden.

The field trial was set up as a split plot trial. Three different fertilizer treatments were used (A, B and C). In treatment A 50+110 kg N/ha were applied on Mar. 29 and May 2, treatment B was given 120+40 kg N/ha (Apr. 21 and May 25) and in treatment C 160 kg N/ha was applied on May 2.

Above ground biomass was sampled repeatedly, weighed and analysed for nitrogen content. The sampling started at DC 22 (tillering) and continued up to DC 91 (crop fully ripe). The plant material were fractioned into stems (including leaves), flag leaves and ears and each part of the plant were analysed separately.

Treatment B gave the highest yield for all varieties and treatment C the lowest. The variety Ebi generated the highest yield in every treatment and Kosack yielded least. The highest protein levels were found in treatment C and in the variety Ebi. During stem elongation N shortage appeared in treatments A and C due to a period of drought between Apr. 26 and May 17. This affected the availability of the applied fertilizer N for the crop.

The results suggest that early varieties store N in stems to a larger extent than Kosack and also translocate a larger proportion of N to the ears during the season. This might imply that these earlier varieties have a better utilization of fertilizer N than Kosack.

Referenslista

- Albertsson, B. 2001. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2001. Jordbruksverket, Rapport 2000:22.
- Austin, R.B. Ford, M.A. Edrich, J.A. & Blackwell R.D. 1977. The nitrogen economy of winter wheat. *J. Agric. Sci.* 88, 159-167.
- Bertholdsson, N-O. & Stoy, V. 1995. Accumulation of biomass and nitrogen during plant growth in highly diverging genotypes of winter wheat. *J. agronomy and Crop Sci.* 175, 167-183.
- Brady, N.C. 1990. The nature and properties of soils. 10th.edition. Macmillian Publishing Company, USA.
- Cassman, K.G., Bryant, D.C. Fulton, A.E. & Jackson, L.F. 1992. Nitrogen supply effects on partitioning of dry matter and nitrogen to grain of irrigated wheat. *Crop. Sci.* 32, 1251-1258.
- Claesson, S & Steineck, S. 1991. Växtnäring, hushållning-miljö. Speciella skrifter 41, s 14-20. SLU, Uppsala.
- Darwinkel, A. 1983. Ear formation and grain yield of winter wheat as affected by time of nitrogen supply. *Neth. J. Agric. Sci.* 31, 211-255.
- Destain, J.P. Francois, E. Guiot, J. Goffart, J.P. Vandergeten, J.P. & Bodson, B.1993. Fate of nitrogen fertilizer on two arable crops winter wheat (*Triticum aestivum*) and sugarbeet (*Beta Vulgaris*) in the loam region of Belgium. *Plant and Soil*, 115/156, 367-370.
- Engström L. & Gruvaeus I., 1998. Ekonomiskt optimal kvävegödsling till höstvet, analys av 160 försök från 1980 till 1997. Rapport 189, serie B Mark och växter, Institutionen för jordbruksvetenskap. SLU. Skara..
- Engström, L. 2000. Axanlagsstudier i höstvet 1999, Skillnader i utvecklingstakt mellan tidiga höstvetesorter och Kosack. Rapport 4, serie B Mark och Växter, Institutionen för jordbruksvetenskap, SLU, Skara.
- Eriksson, J. 1988. Kväve och kvävegödsling. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 373. Mark Växter. SLU. Uppsala.
- Evans, L. T., Wardlaw, I. F. & Fischer, R. A. 1975. Wheat. In *Crop physiology some case histories* (ed. L.T. Evans), pp 101-149. Cambridge University Press, Cambridge.
- Foulkes, M.J. Sylvester-Bradley, R. & Scott, R.K. 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. *J. Agric. Sci.* 130, 29-44.
- Flink, M. 1993. Kol- och kvävedynamik i höstvet: ovanjordisk primärproduktion, kväveupptag och beståndsutveckling. Rapport 58, Institutionen för ekologi och miljövard. SLU, Uppsala
- Gregory, P.J., Marshall, B. & Biscoe, P.V. 1981. Nutrient relations of winter wheat. Nitrogen uptake, photosynthesis of flag leaves and translocation of nitrogen to grain. *J. Agric. Sci.* 96, 539-547.
- Hassan, U.A. Ogunlela V.B. & Sinha T.D. 1987. Agronomic performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by moisture stress at various growth stages and seeding rate. *J. Agr.& Crop Sci.*, 158, 172-180.
- Hessel Tjell K. & Aronsson H. 1999. Utlakningsbegränsande åtgärder. Resultat från sex försöksår på lerjord i Västergötland. Teknisk rapport 51, Inst. för markvetenskap, avd för vattenvårdslära . SLU.
- Hopkins, W.G. 1995. Introduction to plant physiology. 1st edition. John Wiley & sons, Inc. USA.
- Hydro Agri. Gödslingsråd växtodlingsåret 1998/99. Produktblad.
- Johansson, G., Kyllmar, K. & Johnsson, H. 1999. Observationsfält på åkermark-Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1995/96 samt en långtidsöversikt. *Ekohydrologi* 49, Avd. för vattenvårdslära. SLU. Uppsala.

- Johansson, L. 2001. Gödsla optimalt med hjälp av N-Sensorn. Odalaren. 2
- Kudsk, T. 2001. Effektiv kvävegödsling till höstsäd. Hydro Agri, Växtpressen, 1.
- Kätterer, T. 1995. Nitrogen dynamics in soil and winter wheat subjected to daily fertilization and irrigation- measurements and simulations. Dissertation, Rapport 81, Inst. För ekologi och miljövärd, SLU, Uppsala.
- Langer, R.H.M. & Liew, F.K.Y. 1973. Effects of varying nitrogen supply at different stages of the reproductive phase on spikelet and grain production and on grain nitrogen in wheat. Aust. J. Agric. Res., 24, 647-650.
- Larsson, S., Magnét, B. & Hagman, J. 2000. Sortval 2000, Fältforskningsenheten, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindén, B. & Wallgren, B. 1993. Nitrogen mineralization after leys ploughed in early or late autumn. Swedish J. agric. Res. 23: 77-89.
- Lindén, B., Lyngstad, I., Sippola, J., Söegaard, K. & Kjellerup, V. 1992a. Nitrogen mineralization during the growing season. I. Contribution to the nitrogen supply of spring barley. Swedish J. agric. Res. 22: 3-12.
- Lindén, B., Lyngstad, I., Sippola, J., Söegaard, K. & Kjellerup, V. 1992b. Nitrogen mineralization during the growing season. II. Influence of soil organic content, and effect on optimum nitrogen fertilization of spring barley. Swedish J. agric. Res. 22: 49-60.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M & Rydberg, T. 1999. Kvävemineraliseringen under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland, Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. Ekohydrologi 51. Avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Lindén, B. 1987. Mineralkväve i markprofilen och kvävemineralisering under växtsäsongen. I: Kvävestyrning till stråsäd- dagsläge och framtidsmöjligheter. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien, Rapport 24, 23-26.
- Lindén, B. 1981. Ammonium- och Nitratkvävet rörelser och fördelning i marken, I. Litteraturöversikt. Rapport 132. Institutionen för markvetenskap. Avd. för växtnäringslära. SLU. Uppsala.
- Maag, M. 1989. Denitrification losses from soil receiving pig slurry or fertilizer, 235-247. ed. Hansen, J. Aa. & Henriksen, K. Academic Press. USA.
- Marstorp, H. 1995. Initial events during decomposition of plant materials. Rapport 23. Institutionen för markvetenskap. SLU. Uppsala.
- Mattsson, L. 1988. Kväveförsök i höstvet med bestämning av mineralkväve i marken. Rapport 175, Institutionen för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära. SLU. Uppsala.
- Mattsson, L. & Kjellquist T. 1992. Kvävegödsling på gårdar med eller utan djurhållning. Rapport 189. Institutionen för markvetenskap, SLU. Uppsala.
- Mengel, K & Kirkby, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. 4th edition. International Potash Institute. Schweiz.
- Myrold, D.D. 1998. Transformations of nitrogen, Chapter 12. Principles and applications of soil microbiology. ed. Sylvia, D.M et al., 1st edition. Prentice Hall. USA.
- Nilsson, H. 2000. Axanlagets utveckling och upptagningen av kväve hos olika höstvetesorter. Examensarbete nr. 114. Institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala.
- Recous, S. & Machet, J-M. 1999. Short-term immobilisation and crop uptake of fertiliser nitrogen applied to winter wheat: effect of date of application in spring. Plant and Soil, 206, 137-149.
- Simán, G. 1974. Nitrogen status in growing cereals : with special attention to the use of plant analysis as a guide to supplemental fertilization. Dissertation. Lantbrukshögskolan. Uppsala.

Sticksel, E. Maidl, F.-X. Retzer F, & Fischbeck, G. 1999. Nitrogen uptake and utilisation in winter wheat under different fertilization regimes, with particular reference to stems and tillers. *J. Agronomy & Crop Sci.*, 183, 47-52.

Tottman, D.R. 1987. The decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. *Ann. Appl. Biol.* 110, 441-445.

Wallgren, B. & Lindén, B., 1991. Residual nitrogen effects of green manure crops and fallow. *Swedish J. agric. Res.* 21: 67-77.

Weidow, B. 1998. Växtodlingens grunder. LTs förlag, Stockholm.

Vouillot, M.O. & Devienne-Barret, F. 1999. Accumulation and remobilisation of nitrogen in a vegetative winter wheat crop during of following nitrogen deficiency. *Ann. Bot.*, 83, 569-575.

Zadoks, J. C., Chang, T. T. & Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.

Östra Sverige Försöken. 1999. Försöksrapport 1999. Resultat från växtodlingsförsöken i Södermanland, Östergötland, Örebro och norra Kalmar.

Personliga meddelanden

Johansson Gerd. Avd. för växtnäringslära. Inst. för markvetenskap, SLU, 750 07 Uppsala.
Engström Lena. Inst. för jordbruksvetenskap, SLU, 532 23 Skara.
Bergman Niklas. Växträdgruppen, Svenska Lantmännen, 745 84 Enköping.

Appendix

Här redovisas grunddata från totalkväveanalysen.

Tabell 10. Fördelningen av kvävehalter % av ts i ovanjordiska gröddelar hos tre höstvetesorter för tre kvävegödslingstrategier. Led A gödslades med 110+50 kg N/ha, led B 120+40 kg N/ha och led C 160 kg N/ha.

	DC 22	DC24-25 4-5	DC31-32 Tidig	DC41-43 Axets	DC55-59	DC65	DC77-85	DC91-92
Led	2 sidoskott 18/4-00	sidoskott 3/5-00	stråskjut. 16/5-00	vidgning 1/6-00	Axgång 17/6-00	Blomning 1/7-00	Degmogn. 20/7-00	Fullmogn. 15/8-00
Led A								
Kosack								
Strå	4,92	3,87	2,18	1,94	1,30	1,04	0,64	0,45
Flaggblad				4,16	3,89	3,43	1,80	1,17
Ax					1,88	1,66	1,59	1,92
Tarso								
Strå	4,20	5,42	3,62	1,85	1,22	1,04	0,75	0,49
Flaggblad				3,82	3,87	3,48	2,05	1,19
Ax					1,95	1,65	1,56	1,89
Ebi								
Strå	4,32	3,11	2,05	2,27	1,57	1,10	0,84	0,54
Flaggblad				4,44	4,30	3,77	2,51	1,40
Ax					2,01	1,75	1,72	2,09
Led B								
Kosack								
Strå	5,03	3,99	2,21	1,99	1,26	1,01	0,68	0,51
Flaggblad				4,16	4,32	3,78	1,88	1,03
Ax					1,84	1,80	1,79	2,13
Tarso								
Strå	4,31	5,64	3,26	2,37	1,39	0,92	0,64	0,44
Flaggblad				4,13	4,20	3,67	1,35	0,90
Ax					1,81	1,73	1,65	1,98
Ebi								
Strå	4,37	2,97	1,92	2,13	1,57	1,19	0,80	0,54
Flaggblad				4,25	4,63	4,14	2,23	1,26
Ax					1,82	1,75	1,89	2,21
Led C								
Kosack								
Strå	5,04	3,76	2,09	1,66	1,05	0,77	0,56	0,37
Flaggblad				4,10	4,15	3,48	1,93	0,88
Ax					1,70	1,70	1,57	2,01
Tarso								
Strå	4,25	5,33	3,39	1,93	1,22	0,97	0,66	0,40
Flaggblad				4,13	3,70	3,39	2,45	0,87
Ax					1,66	1,65	1,65	2,05
Ebi								
Strå	4,26	2,76	1,85	1,96	1,57	1,20	0,77	0,46
Flaggblad				4,33	4,02	3,93	2,14	1,23
Ax					1,78	1,76	1,85	2,26
Led D (0 N) endast vid fullmognad						Halm	Kärna	
Kosack							0,30	1,57
Tarso							0,37	1,70
Ebi							0,28	1,69

Förteckning över utgivna rapporter i serien *Examensarbeten* från Institutionen för jordbruksvetenskap Skara:

1. Lindgren, L. 1998. Fältmetoder för bedömning av behovet av tilläggsgödsling med kväve till höst- och vårvete. *Field methods for estimation of the need for nitrogen top-dressing to winter and spring wheat*
2. Hesse, A. 1999. Parasitstatus och kontroll av betesburna parasitinfektioner i ekologiska mjölkkoherds. *Parasite status and control of parasite infections on pasture in organic dairy herds*
3. Bergman, N. 2000. Effekter av KRAV-godkända gödselmedel på skörd och proteinhalt hos vår- och höstvet. *Effects of commercial organic fertilizers, certified in Sweden for organic farming, on yield and protein contents of spring and winter wheat*
4. Löf, A. 2001. Tidiga och sena höstvetesorters kväveutnyttjande och innehåll av kväve i olika växtdelar.

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, som är en temainstitution med mark/växt- och husdjurskompetens, bedriver tillämpad, tvärvetenskaplig forskning. Detta sker bl.a. på försöksstationerna Lanna, Götala och Bjertorp samt på gårdar i olika slag av fältförsök. Huvudsyftet med denna forskning är att förstärka den ekonomiska uthålligheten i svenskt lantbruk genom att förbättra avkastning och kvalitet hos våra jordbruksprodukter och samtidigt utnyttja våra naturliga tillgångar på ett miljövänligt och resursbevarande sätt. Forskning, utbildning och information präglas av helhetssyn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning.

I serien ***Examensarbeten*** publiceras examensarbeten (motsvarande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) vid Institutionen för jordbruksvetenskap Skara eller i samarbete med andra organisationer.

Examensarbetena kan beställas från institutionen, se nedan. Förteckning över samtliga publikationer i institutionens olika rapportserier erhålles kostnadsfritt. Rapporterna finns också tillgängliga på nedanstående internetadress.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
Box 234
532 23 Skara

Pris: 50:- (exkl. moms)

Tel. 0511-67000, fax 0511-67134, e-post: Lena.Ljunggren@jvsk.slu.se

Internet: <http://www.jvsk.slu.se>