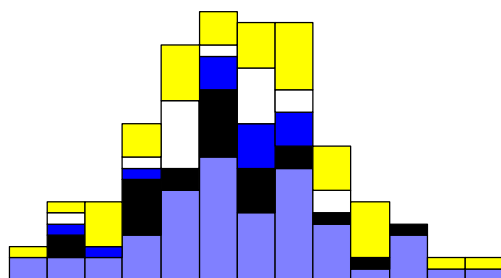




Ekonomiskt optimal kvävegödsling till höstvete, analys av 160 försök från 1980 till 1997



Lena Engström och Ingemar Gruvaeus

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
Department of Agricultural Research Skara

Serie B Mark och växter
Series B Crops and soils

Rapport 3

Report 3

Skara 1998

ISSN 1402-9561

ISBN 91-576-5572-3

Förord

I föreliggande rapport redovisas, hur olika odlingsfaktorer inverkar på variationerna i ekonomiskt optimal kvävegödsling till höstvete. För att belysa detta har statistisk analys gjorts av resultat från 160 fältförsök 1980-97 utförda av Hydro Agri AB.

Denna undersökning har finansierats av Stiftelsen Svensk växtnäringforskning vid Kungl. Skogs- och lantbruksakademien samt av Avd. för mark-växter, SLU, Skara.

Vi som har arbetat med undersökningen vill framföra ett tack till:

Christer Hallgard, Hydro Agri AB, som har ställt försöksmaterialet till förfogande.

Börje Lindén, SLU, Skara, för all hjälp och goda råd.

Författarna har följande adresser:

Lena Engström
Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
Avdelningen för mark-växter
Box 234, 532 23 Skara
Tel. 0511-67141
E-post. lena.engstrom@jvsk.slu.se

Ingemar Gruvaeus
Hushållningssällskapet Skaraborg
Box 124
532 22 Skara
Tel. 0511-248 00
E-post. ingemar.gruvaeus@hs-r.hush.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD -----	2
INLEDNING -----	5
MATERIAL OCH METODER -----	6
FÖRSÖKSBACKGRUND-----	6
<i>Växtskydd och stråförkortning</i> -----	6
<i>Förfrukt och stallgödsel</i> -----	6
<i>Jordanalyser</i> -----	6
STATISTIK-----	7
<i>Beräkning av optimal kvävegiva</i> -----	7
<i>Priskvot</i> -----	7
<i>Analys av samband (multipel regression)</i> -----	7
RESULTAT OCH DISKUSSION -----	8
LERHALT -----	8
MULLHALT-----	9
MINERALKVÄVE PÅ VÅREN -----	10
OPTIMAL KVÄVEGIVA -----	12
SKÖRD VID OPTIMAL KVÄVEGIVA -----	14
PROTEINHALT VID OPTIMAL KVÄVEGIVA -----	15
FAKTORER SOM PÅVERKAR KVÄVEOPTIMUM-----	17
<i>Kvävegödslingsrekommendationer</i> -----	18
BESKRIVER PROTEINHALTEN VID SKÖRD OPTIMAL GÖDSLING ?-----	21
EKONOMISK KÄNSLIGHET-----	23
KVÄVEUTNYTTJANDE -----	24
SAMMANFATTNING -----	26

Inledning

Agroväst-projektet "Precisionsodling i väst" går ut på att med ny teknik upptäcka de mycket stora skörde- och kvalitetsskillnader som kan finnas inom många åkerfält och anpassa odlingsåtgärderna till dessa. Inom ramen för detta projekt har denna undersökning gjorts. Hydro Agri AB har ställt ett stort antal ettåriga kvävegödslingsförsök från 1980 och framåt till förfogande. Syftet är att:

- Skaffa bättre underlag för kvävegödslingsrekommendationer vid precisionsodling genom att i dessa försök undersöka hur skörde- och markdata styr det optimala behovet av gödselkväve. Det sätt på vilket dessa parametrar påverkar ekonomiskt optimal kvävegiva på olika försöksplatser skulle man sedan även kunna applicera på inomfältvariationer.
- Undersöka hur bra proteinhalten vid skörd beskriver optimal kvävegödsling. Teknik att mäta proteinhalt kontinuerligt under tröskning är på väg och därmed möjligheten att få proteinhaltskartor över fälten. En hypotes är att proteinhalten vid ekonomiskt optimal gödsling är stabil och skulle kunna vara ett instrument som visa om gödslingen varit optimal eller ej och därmed ge underlag för framtida korrektion av kvävegödslingen.
- Undersöka vilken den ekonomiska effekten är vid en måttlig avvikelse från optimal kvävegiva. Om priskänsligheten är liten har det mindre ekonomisk betydelse i fall att kvävegivan avviker från den optimala. Det är viktigt att man även tar hänsyn till dessa effekter när man ska anpassa kvävegödslingen i precisionsodlingen.

Material och metoder

Försöksbakgrund

Antalet försök som vi använde oss av var ca 160 st och hämtade från Hydro Agris försöksserier S-7921 A, S-8921, S-9221, S-9522 och S-9622 med höstvet. Försöken utfördes under 1980-84 och 1989-97. Från S-7921 finns 120 fältförsök även analyserade och redovisade i publikationen *Suprareferensen 16 (Warlin, 1988), Kvävegödsling till höstvet med N-profilmätningar*.

Höstveteförsöken var varje år placerade i tio olika län i Götaland och Svealand. Försöken utgjordes av så kallade kvävestegar (intensitetsförsök) med engångs gödselgivor på 0, 80, 120, 160, 200 kg kväve per hektar. Dessa fem behandlingar upprepades i fyra block. Hela försöksytan grundgödslades med 1000 kg PK 5-16 Cu per hektar (dock ej de senare åren). Kalksalpeter (15,5 % N) spreds vid "normal" tidpunkt, dvs då grödan var 10-15 cm.

Vissa avvikelser i gödslingen gjordes de senare åren men ingen hänsyn har tagits till detta i denna undersökning. Åren 1995-97 delades kvävegödselgivorna i två då 50 kg kväve per ha spreds tidigt (mars-april) och resten vid normal tidpunkt (begränsande stråskjutning). I ledet som gödslades med 200 kg kväve per hektar införde man 1995 tre kvävegivor (där giva tre avsåg 40 kg vid st. 37, DC) och 1996 var första givan 90 kg kväve istället för 50 kg i detta led. Svavelgödsling gjordes från och med 1996 och alla leden gödslades då med kalksalpeter svavel (15,2 % N och 1,5 % S) i båda givorna.

De höstvetesorter som användes i de äldre försöken var främst Starke, Holme och Folke men från och med 1989 var den dominerande sorten Kosack.

Växtskydd och stråförkortning

Under åren 1980-1986 sprutades 1-2 liter CCC per ha vid stadium 3-4 i halva försöken, block 1 och 4. Från och med 1983 blev svampbekämpning obligatorisk i block 1 och 4.

Förfrukt och stallgödsel

Förfrukten på gårdar med djurhållning (med stallgödsel) var höstraps i 19 försök och vall i 43 försök. På gårdar utan stallgödsel var det 60 försök med stråsäd som förfrukt, 24 med höstraps och 14 med vårrys som förfrukt.

Jordanalyser

I försöken utfördes sedvanliga markarteringsanalyser med bl.a bestämning av jordartssammansättning och mullhalt. Mineralkväveförrådet bestämdes genom provtagning tidigt på våren på 0-90 cm djup i de äldre försöken och på 0-60 cm djup de senare åren (1989-97). I en del av försöken utfördes även mineralkvävebestämning under hösten dessförinnan.

Statistik

Beräkning av optimal kvävegiva

Vi har här antagit att förhållandet mellan kärnskörd och kvävegiva bäst efterliknas av kurvan för en tredjegrads ekvation. För att bestämma den ekonomiskt optimala kvävegivan i varje försök anpassades därför en avkastningskurva till skörderesultaten i varje försök med hjälp av ett tredjegrads polynom, $y = a + bx + cx^2 + dx^3$. I denna ekvation är y kärnskörd (kg/ha), x är kvävegiva (kg N/ha) och a, b, c och d är konstanter som räknas fram med hjälp av regressionsanalys. Alla regressionerna har gjorts med programmet Excel. Genom att multiplicera ekvationen med spannmålspriset fås en ekvation för skördevärdet. Deriveras i sin tur denna ekvation, erhålles ett uttryck som belyser värdeökningen (y^1) vid ökad kvävegödsling: $y^1 = \text{kr/kg spannmål} (b + 2cx + 3dx^2)$. Ekonomiskt optimum sammanfaller med den punkt på kurvan för skördevärdet där denna värdeökning (y^1) är lika stor som gödslingskostnaden (kr/kg N) dvs vid ekonomiskt optimum är kostnaden för det sist tillförda kilot kväve lika stor som skördeökningens värde.

Vid beräkning av optimal kvävegiva togs ingen hänsyn till proteinhaltsreglering. Även förhållandet mellan proteinhalt och kvävegiva antas följa en tredjegrads ekvation och med hjälp av regressionsekvationer och kväveoptimum kan man beräkna proteinhalten vid optimum.

Priskvot

Priskvot 10 avser i denna undersökning kvoten av ett kvävepris på 9,00 kr och ett spannmålspris på 0,90 kr, dvs. $9,00/0,90 = 10$. Spannmålspriset angavs till 1,06 kr/kg spannmål minus 0,16 kr i rörliga skördekostnader = 0,90 kr/kg. Med en priskvot på 10 innebär det att en ökning av kvävegivan med ett kilo kräver en ökning i skörd på 10 kg kärna för att betala kostnaden av insatsen i form av kväve. När man på skördekurvan har nått denna punkt har man också nått ekonomiskt optimum.

Växtodlingssäsongen 1996/97 beräknades ha en priskvot på 9,20 ($8,45 / 0,92$) om man använder kalksalpeter som kostade 1,31 kr/kg (april-97) och spannmålspriset är 0,92 kr/kg, beräknat utifrån 1,075 kr/kg (poolperiod 1, ht-97, Odal) minus rörliga skördekostnader på 0,16 kr = 0,92 kr/kg.

Vi har även använt oss av kvoterna 7 och 13 för att se hur optimal kvävegiva ändras vid lägre eller högre priskvot.

Analys av samband (multipel regression)

För att undersöka hur olika parametrar som skördenivå, råproteinhalt och markdata påverkar kväveoptimum gjordes multipel regressionsanalys med hjälp av dataprogrammet NCSS.

Probvärdet för varje koefficient i regressionsekvationen visar hur stor risken är att parametern i fråga inte har någon effekt (koefficienten = 0). Ju lägre probvärdet är desto mindre är risken att någon effekt inte finns:

$0,01 < p < 0,05$, risken för utebliven effekt ligger mellan 5 och 1 %

$0,001 < p < 0,01$, risken för utebliven effekt ligger mellan 1 och 0,1 %

$p < 0,001$, risken för utebliven effekt är mindre än 0,1 %

Resultat och diskussion

Lerhalt

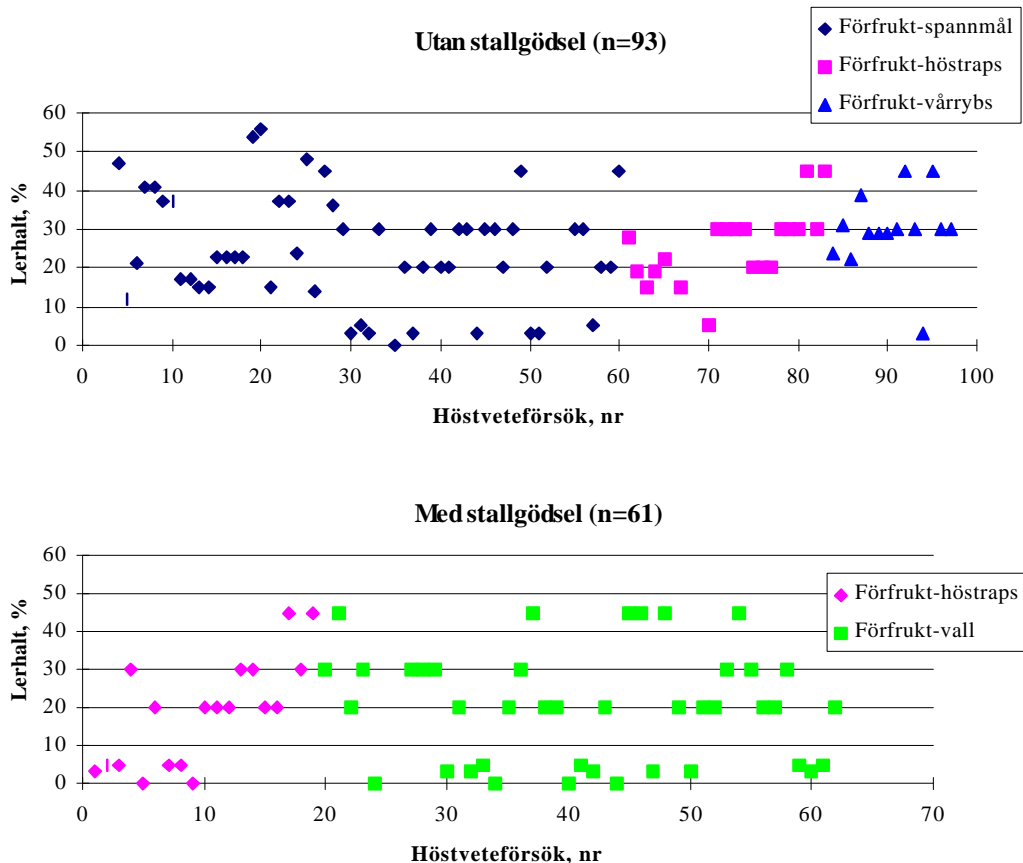
Lerhalten på försöksplatserna varierade mellan 3 och 56 % (figur 1). Försöken på de stallgödslade gårdarna låg på något lättare jordar än vad försöken på gårdar utan stallgödsel i växtföljden gjorde. Jordarten var i medeltal mellanlera med 27 % ler på platserna med stallgödsel i växtföljden och lättlera med 22 % ler på de icke stallgödslade försöksplatserna. Det skilde alltså 5 % i lerhalt i medeltal (tabell 1). Största variationen i lerhalt tycks finnas i gruppen med stråsäd som förfrukt men det var där bara fyra försök som översteg 45 % ler. I försöken utan stallgödsel och med höstraps som förfrukt rådde den minsta variationen i lerhalten, där endast två försök hade mer än 30 % ler och ett hade under 15 % ler. Bland övriga försök med oljevaxter som förfrukt ingick totalt fem försök med lerhalt över 30 %.

Ett samband mellan lerhalt och kväveoptimum erhöles endast i gruppen utan stallgödsel och med stråsäd som förfrukt. Förklaringsgraden var 23 % och ur ekvationen, $y = 83 + 1,45x$, framgår att i genomsnitt ökade den optimala kvävegivan med 14,5 kg om lerhalten (som i medeltal var 25 %) steg med 10 %. En högre lerhalt innebär bättre aggregatstruktur där det är kalla vintrar och större vattenhållande förmåga, vilket i sin tur ger större avkastningspotential och därmed ett större behov av kväve vid ekonomiskt optimum. Härtill kan även kväveförluster genom större risk för denitrifikation och kvävefixering i lermineral ha bidragit till större kvävegödslingsbehov.

Tabell 1. Medelvärden för markdata: försöksmaterialet uppdelat på olika förfrukter och med eller utan stallgödsel (stg) tidigare i växtföljden

Förfrukt	Mullhalt				Lerhalt				Mineralkväve, vår, 0-60 cm			
	medel	st.av*	min	max	medel	st.av	min	max	medel	st.av	min	max
Utan stg.												
Stråsäd	3,7	1,45	1,9	7,0	25	14	3	56	30	22	6	166
Höstraps	3,1	1,36	1,3	5,4	26	10	5	45	39	24	16	93
Vårrybs	4,3	1,56	1,9	6,9	30	10	3	45	25	15	3	57
medeltal	3,7				27				31			
Med stg.												
Höstraps	4,1	1,30	2,4	7,0	24	13	3	45	38	23	14	108
Vall	4,3	1,67	2,4	8,1	19	14	3	45	57	40	17	232
medeltal	4,2				22				48			

* st.av = standardavvikelse

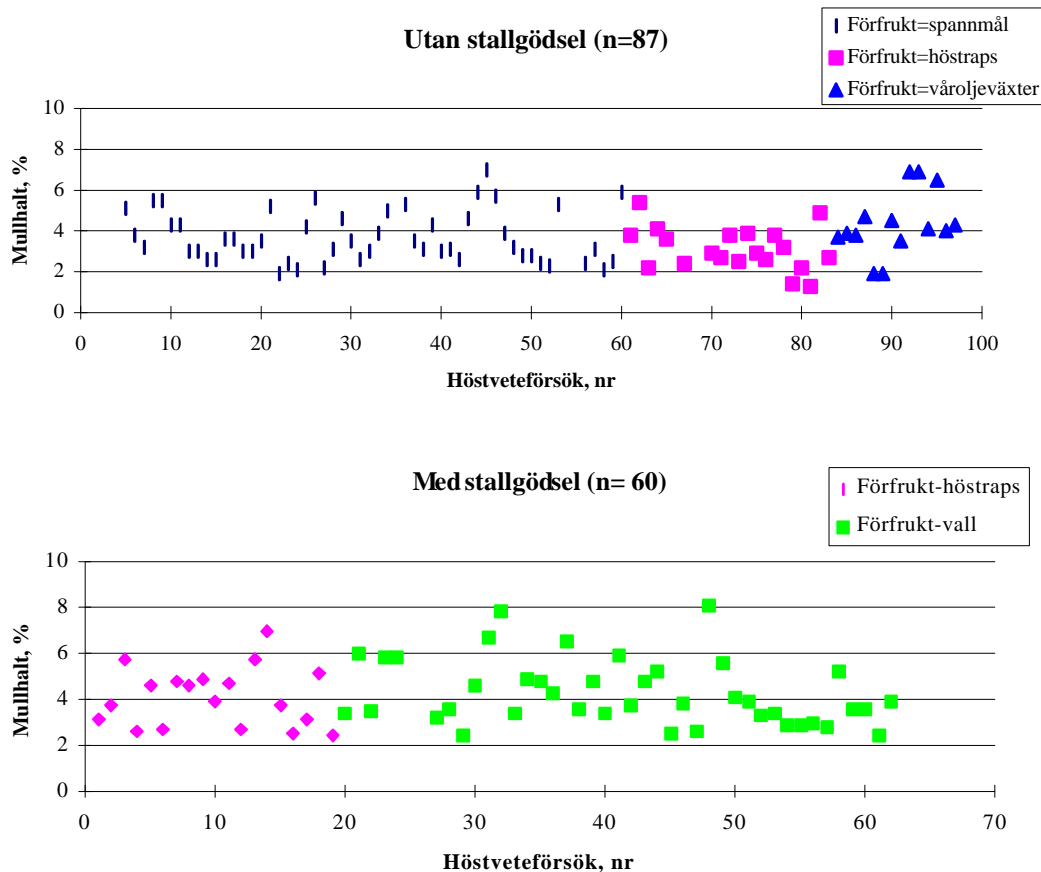


Figur 1. Variationer i lerhalten mellan de olika höstveteförsöken uppdelade på platser med och utan stallgödsel och med olika förfrukter.

Mullhalt

Variationen i mullhalt i försöken utan stallgödsel låg mellan 1,3 och 7 % med ett medeltal på 3,7 % (tabell 1). I försöken med stallgödsel varierade mullhalten från 2,4 till 8 % med i medeltal 4,2 % (figur 2). Skillnaden på 0,5 % mellan stallgödslat och icke stallgödslat beror antagligen bl.a. på att en hel del gårdar med stallgödsel hade vallar som bröts med jämna mellanrum i växtföljden. Detta betyder i regel högre mullhalt. Stallgödsel medverkar också i långa loppet till ökad mullhalt.

Inga tydliga samband mellan ekonomiskt kväveoptimum och mullhalt föreligger i detta material. Ett visst samband kan ändå finnas men det kan döljas av andra faktorer som avkastningsnivå, kväveminerisering och nederbördsfördelning. Den högsta förklaringsgraden utgjorde 12 % och erhöles i gruppen utan stallgödsel och med höstraps som förfrukt, vilket ändå kan tyda på ett visst samband.



Figur 2. Variationer i mullhalten i de olika försöken uppdelade på olika förfrukter och med/utan stallgödsel tidigare i växtföljden.

Mineralkväve på våren

I de senare försöken (1989-97) provtogs inte mineralkväve (ammonium- och nitratkväve) på hösten. Därför har bara vårprovtagningen använts i denna undersökning. Kväveprovtagningarna utfördes efter tjällossningen på våren på 0-90 cm djup i de äldre försöken (1980-84) och på 0-60 cm djup de senare åren (1989-97). Kväveinnehållet i skiktet 60-90 cm uppskattades till 28 % av kvävet i hela profilen. För att kunna jämföra hela materialet drogs 28 % av totala mineralkvävet i profilen bort från förråden i alla äldre försök.

Mängden mineralkväve på våren var i medeltal störst i försök med stallgödsel och vall som förfrukt, vilket innebar 20-30 kg kväve per ha mer på våren än med stråsäd eller oljeväxter som förfrukt, se tabell 1. I gruppen med vall som förfrukt fanns också den största variationen vilket är rimligt eftersom gräs- och klöverinnehållet bör ha varierat på de olika vallarna. Endast fyra försök med vall som förfrukt hade över 80 kg kväve per hektar på våren, se figur 3. I försöken utan stallgödsel i växtföljden var det mest kväve på våren efter höstraps som förfrukt, i medeltal 39 kg kväve per hektar. Efter stråsäd som förfrukt och utan stallgödsel fanns i medeltal 30 kg kväve per hektar. Förutom ett försök i denna gruppen som hade 166 kg kväve på våren varierade mineralkvävet på våren mellan 6 och 61 kg/ha. Efter vårrybs var det minst kväve, i medeltal 25 kg/ha, och bara två försök hade mer än 40 kg kväve/ha. Någon extra kvävemineralisering efter höstraps som förfrukt på fält med stallgödselbakgrund syns inte i detta material då mineralkväve på våren i medeltal var 38 kg/ha, samma nivå som i försöken utan stallgödsel. I medeltal hade dock försöken på gårdar utan stallgödsel i växtföljden 17 kg mindre mine-

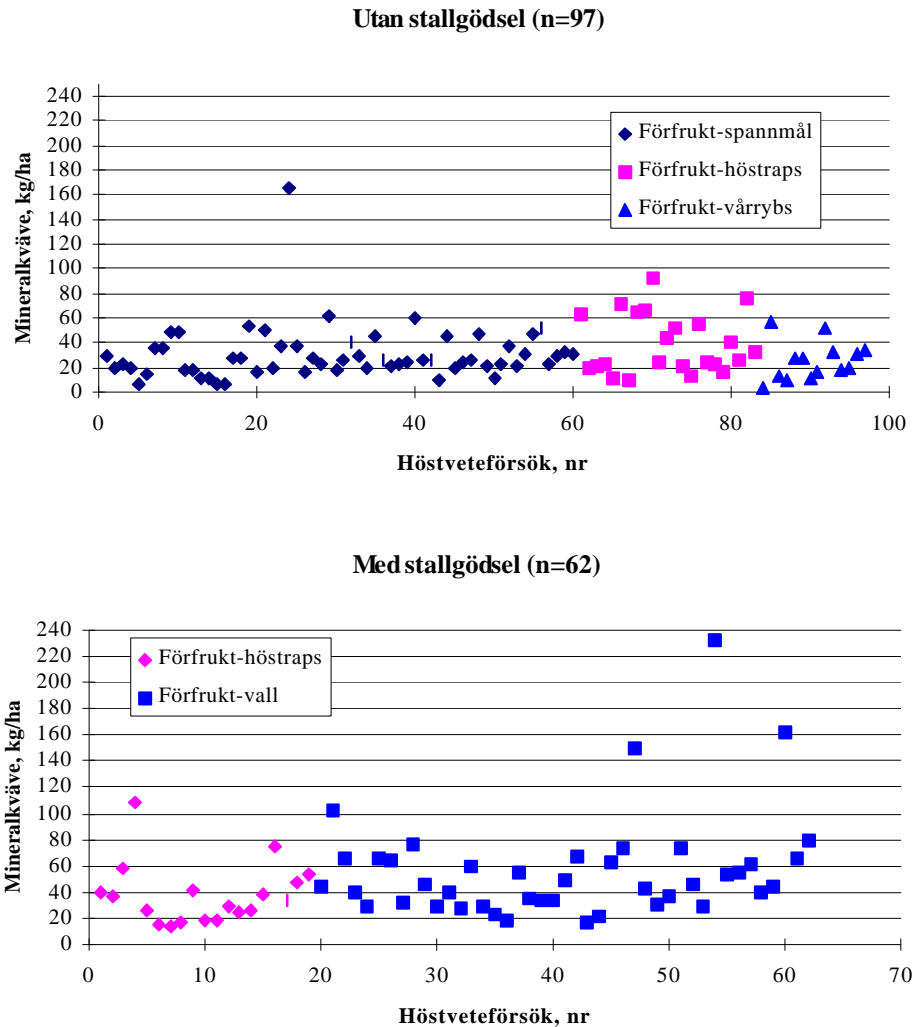
ralkväve i vårprofilen än på gårdar med stallgödsel i denna undersökning. Warlin (1988) skriver i sin rapport att gårdarna med stallgödseltillgång hade 25-30 kg högre kvävevärden per hektar på hösten. Denna skillnad kan vara helt utjämnad i vårprofilerna t.ex. där oljevaxter varit förfrukt. Detta sammanfaller förmodligen delvis med att det var lättare jordar på gårdarna med stallgödsel och därav något större utlakning under vintern.

Hur den ekonomiskt optimala kvävegivan påverkas av mineralkvävet på våren i grupperna med olika förfrukter beskrivs i tabell 2. Enligt Warlin (1988) fanns inga samband mellan optimal kvävegiva och mineralkväveförråd (höst eller vår) om förfrukten varit stråsäd eller vall. Ett betydligt bättre samband fås enligt Warlin (1988) om förfrukten varit oljevaxter med och utan stallgödsel. I utvärderingen 1988 hade höstprofilerna den största förklaringsgraden, ca. 70 % av variationerna i optimala kvävegivan. Orsaken till detta var enligt Warlin (1988) att man med höstprofilerna troligtvis fångat något av kvävemineraliseringsförmågan och därmed förutspått kvävefrigörelsen den följande växtsäsongen. I den nu gjorda utvärderingen, där ytterligare ett 40-tal försök utan stallgödsel ingår och oljevaxterna är uppdelade på höstraps och vårraps och där endast mineralkväve på våren använts, erhöles ett relativt gott samband mellan optimal kvävegiva och mineralkväve på våren i grupperna med oljevaxter som förfrukt, både med och utan stallgödsel. Gruppen med höstraps som förfrukt, utan stallgödsel, har högst förklaringsgrad, 41 %. Ekvationen anger att med höstraps som förfrukt (utan stallgödsel) och där mineralkvävet på våren i medeltal uppgår till 39 kg/ha ska kvävegivan minskas med 88 % av uppmätt kväve på våren. Det kan jämföras med 75 % som är en standardrekommendation enligt Odal. På gårdar med stallgödsel och höstraps som förfrukt ska enligt ekvationen kväveoptimum minskas med 146 % av mineralkvävemängden på våren (som i medeltal var 38 kg kväve), dvs 55 kg N/ha. Att inga samband hittades i gruppen med stråsäd som förfrukt berodde troligtvis på att variationen i mineralkväve på våren var relativt liten i den gruppen och att dess betydelse överskuggades av andra faktorer.

Tabell 2. Inverkan av mineralkväve, 0-60 cm, tidigt på våren, på den ekonomiskt optimala kvävegivan i olika grupper av försöksmaterialet. x = mineralkväve, (kg/ha), y = optimal kvävegiva, (kg/ha), a och b är konstanter

	Ekvation $y = a + b x$	Förklaringsgrad $R^2 (R_a^2)$	Probvärde för koefficienten
Förfrukt			
Gårdar utan stg.			
Stråsäd		0	
Höstraps	$y = 117 - 0,88x$	0,41 (0,39)	0,0009
Vårraps	$y = 133 - 1,06x$	0,24 (0,18)	0,08
Gårdar med stg.			
Höstraps	$y = 137 - 1,46x$	0,30 (0,25)	0,02
Vall		0	

R_a^2 = justerat R^2 -värde.



Figur 3. Variationer i mineralkväve på våren, 0-60 cm, i de olika försöken uppdelade på platser med/utan stallgödsel och med olika förfrukter.

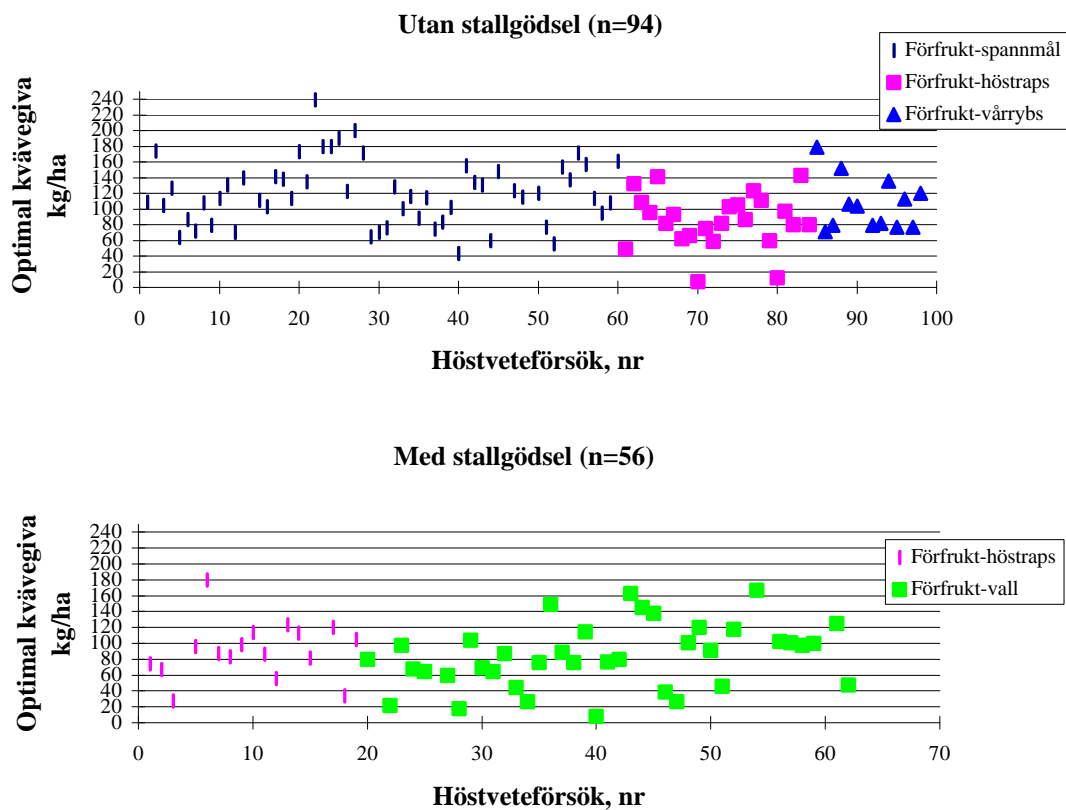
Optimal kvävegiva

Av tabell 3 framgår att kväveoptimum i medeltal var 23 kg/ha högre i försöken utan stallgödsel än i försöken med stallgödsel i växtföljden (vanligtvis rekommenderas högst 20 kg per ha). Det kan jämföras dels med mineralkväveförrådet på våren, som var 17 kg lägre i försöken utan stallgödsel, och dels med den generellt högre avkastningsnivån i dessa försök och därmed större kvävebehov. Härtill var skörden vid 0 kg kväve i medeltal 600 kg/ha lägre än försöken med stallgödsel i växtföljden. I en undersökning gjord av Mattsson och Kjellqvist (1992) blev optimal kvävegiva 33 kg lägre på djurgårdar jämfört med djurfria gårdar och enligt Warlin (1988) blev skillnaden 15 kg kväve per ha.

Oavsett om stallgödsel förekom eller ej hade alla försök med någon annan förfrukt än stråsåd högre skördar vid 0 kg kväve per hektar och lägre kväveoptimum. Mineralkväveförrådet på våren var också större efter andra förfrukter än stråsåd förutom i försöken med rybs som förfrukt. I medeltal hade försöken med stråsåd som förfrukt högst kväveoptimum, 120 kg/ha. Kväveoptimum för höstveteförsöken med vårrybs och höstraps som förfrukt låg 14 kg respektive 34 kg kväve under optimum för försöken med stråsåd som förfrukt. Enligt Mattsson och

Kjellqvist (1992) var skillnaden i kväveoptimum mellan stråsäd och oljevaxter som förfrukt 7 till 27 kg kväve per ha. I försöken på stallgödselgårdar som hade vall och höstraps som förfrukt var kväveoptimum 36 och 29 kg kväve lägre än med stråsäd som förfrukt och på gårdar utan stallgödsel. Grupperna med stråsäd och vårrybs som förfrukt hade högst kväveoptimum, 120 kg respektive 106 kg kväve/ha. I dessa två grupper fanns också de minsta mängderna mineralkväve på våren och de lägsta nollskördarna. I stråsädesgruppen, där optimal kvävegiva varierade från 43 till 239 kg/ha, fanns det endast två försök som hade över 190 kg i optimal kvävegiva. I vårrybsgruppen, där kväveoptimum varierade mellan 71 och 179 kg/ha, förekom det två försök med över 150 kg kväve per hektar som optimal kvävemängd.

Lägst kväveoptimum (84 kg kväve per ha) och största variationen hade försöken med vall som förfrukt, där det också förekom mest mineralkväve på våren och med en stor variation. Förfrukten höstraps med stallgödsel, där samma mängd kväve fanns på våren som efter höstraps utan stallgödsel i växtföljden, medförde 5 kg högre kväveoptimum, dvs. 91 kg/ha. I denna grupp fanns ett försök med ca 180 kg i optimal kvävegiva men resten låg mellan 70 och 120 kg kväve/ha.



Figur 4. Optimal kvävegiva till höstvet (priskvot 10) uppdelat på försök med olika förfrukter och med/utan stallgödsel tidigare i växtföljden.

Tabell 3. Kärnskördar utan kvävegödsling och vid ekonomiskt optimal kvävegiva samt ekonomiskt optimal kvävegiva. Försöksmaterialet är uppdelat på olika förfrukter och med/utan stallgödsel tidigare i växtföljden

Förfrukt	Skörd vid 0 kg N/ha, kg/ha		Optimal kvävegiva kg/ha				Skörd vid optimal kvävegiva kg/ha			
	medel	st.av*	medel	st.av	min	max	medel	st.av	min	max
Gårdar utan stg.										
Stråsäd	2870	1080	120	36	43	239	6130	1620	1310	8970
Höstraps	4970	1290	86	35	7	143	7200	1420	4010	10700
Värrybs	3560	1290	106	34	71	179	6830	1310	4080	9490
medeltal	3500		109				6500			
Gårdar med stg.										
Höstraps	4440	1750	91	36	27	179	6410	1820	3040	10590
Vall	3990	1320	84	40	8	167	5740	1470	1770	8210
medeltal	4130		86				5950			

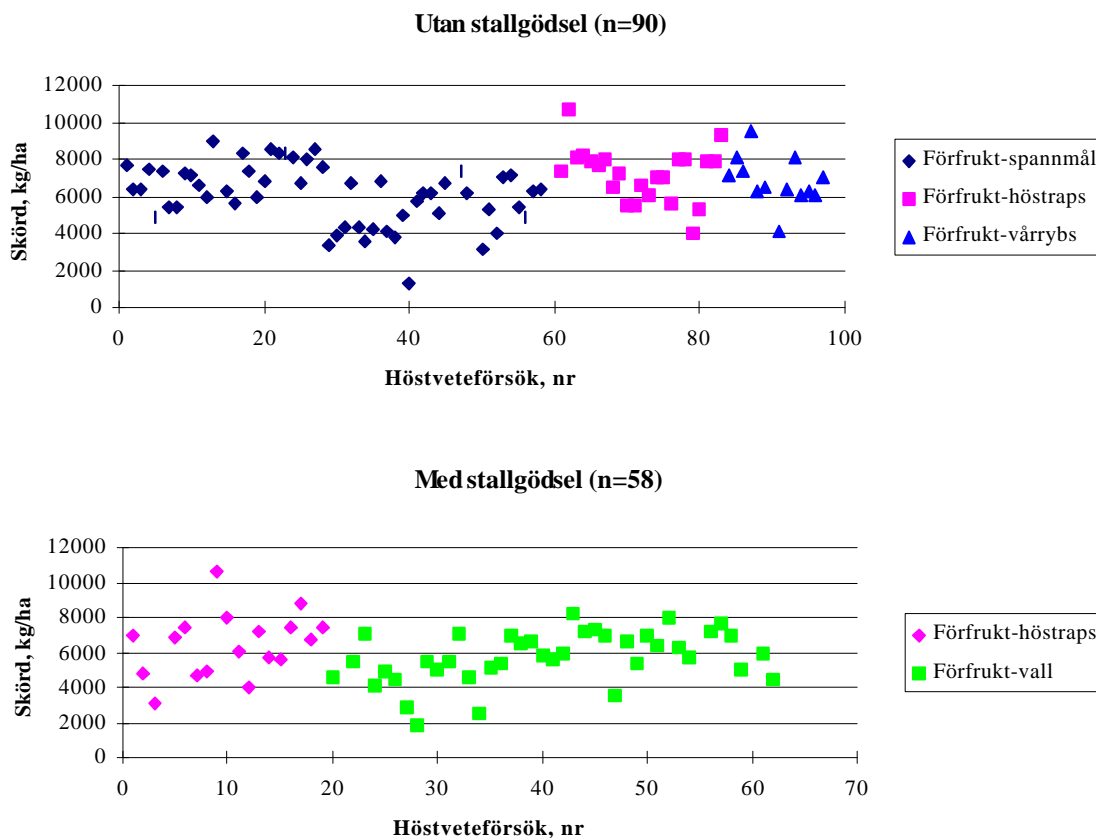
* st.av = standardavvikelse.

Skörd vid optimal kvävegiva

Tabell 3 visar att höstveteförsöken utan stallgödsel, som i medeltal hade 600 kg lägre skörd utan kvävegödsling och 23 kg högre kväveoptimum per ha, i medeltal gav 600 kg högre skörd vid kväveoptimum än gruppen med stallgödsel. Försöken med oljevaxter som förfrukt gav merskördar från 340 till 1070 kg/ha vid optimum, medan höstvet med vall som förfrukt medförde 400 kg lägre skörd än med stråsäd som förfrukt. Högst skörd vid optimum, 7200 kg/ha, hade gruppen med höstraps som förfrukt och utan stallgödsel, som även gav högst skörd vid 0 kg kväve per hektar. Försöken med höstraps som förfrukt och med stallgödsel, som i stort sett hade samma optimum som gruppen höstraps utan stallgödsel, fick 700 kg lägre skörd vid optimum och 500 kg lägre skörd vid 0 kg kväve än den senare. Detta är svårt att förklara men kan bero på generellt sämre jordar på gårdarna med djurhållning och därmed lägre avkastningsförmåga.

Varför höstvet med vall som förfrukt trots mycket kväve på våren hade relativt låg nollskörd och avkastning vid optimum kanske kan förklaras på samma vis dvs. att den något lättare jorden i försöken på gårdar med stallgödsel haft lägre skördepotential. Dessutom ger gräsvall, som förfrukt ofta minskning av efterkommande skörd vilket har visats i många tidigare försök, se t.ex. Wallgren & Rådberg (1989).

Samband mellan kväveoptimum och skörd visas i tabell 4. Störst förklaringsgrad, 41 %, erhöles med stråsäd som förfrukt och utan stallgödsel i växtföljden. Ekvationen anger att för varje ton i förväntad merskörd vid optimum krävs 16 kg N/ha mer i optimal kvävegiva. Observera att detta gäller för höstveteförsök med stråsäd som förfrukt och i ett material som hade en medelskörd på 6000 kg/ha. Liknande resultat erhöles i en undersökning gjord av Mattsson & Kjellquist (1992). Där ökade optimal kvävegiva med 16 kg per ton höstvet efter stråsäd och 15 kg efter oljevaxter. Detta kan jämföras med rekommendationen enligt Hydro Agris gödslingsråd 97/98 som angav 20 kg N/ha mer för varje ton merskörd.



Figur 5. Variationer i kärnskörd (15 % vattenhalt) vid optimal kvävegiva i de olika försöken uppdelade på olika förfrukter och med/utan stallgödsel i växtföljden.

Tabell 4. Inverkan av skördenivån vid ekonomiskt optimal kvävegödsling på den optimala kvävegivan i olika grupper av försöksmaterialet, x = kärnskörd, (kg/ha), y = optimal kvävegiva (kg/ha)

Förfrukt	Ekvation $y = a + bx$	Förklaringsgrad $R^2 (R_a^2)^*$	Probvärde för koefficienten
Gårdar utan stg			
Stråsäd	$y = 21 + 0,016x$	0,41 (0,40)	0,000000
Höstraps	$y = -21 + 0,014x$	0,39 (0,36)	0,002
Vårrybs	$y = 31 + 0,011x$	0,18 (0,12)	0,12
Gårdar med stg			
Höstraps	$y = 22 + 0,011x$	0,30 (0,26)	0,02
Vall	$y = -4,6 + 0,015x$	0,33 (0,31)	0,0002

*) R_a^2 = justerat R^2 -värde

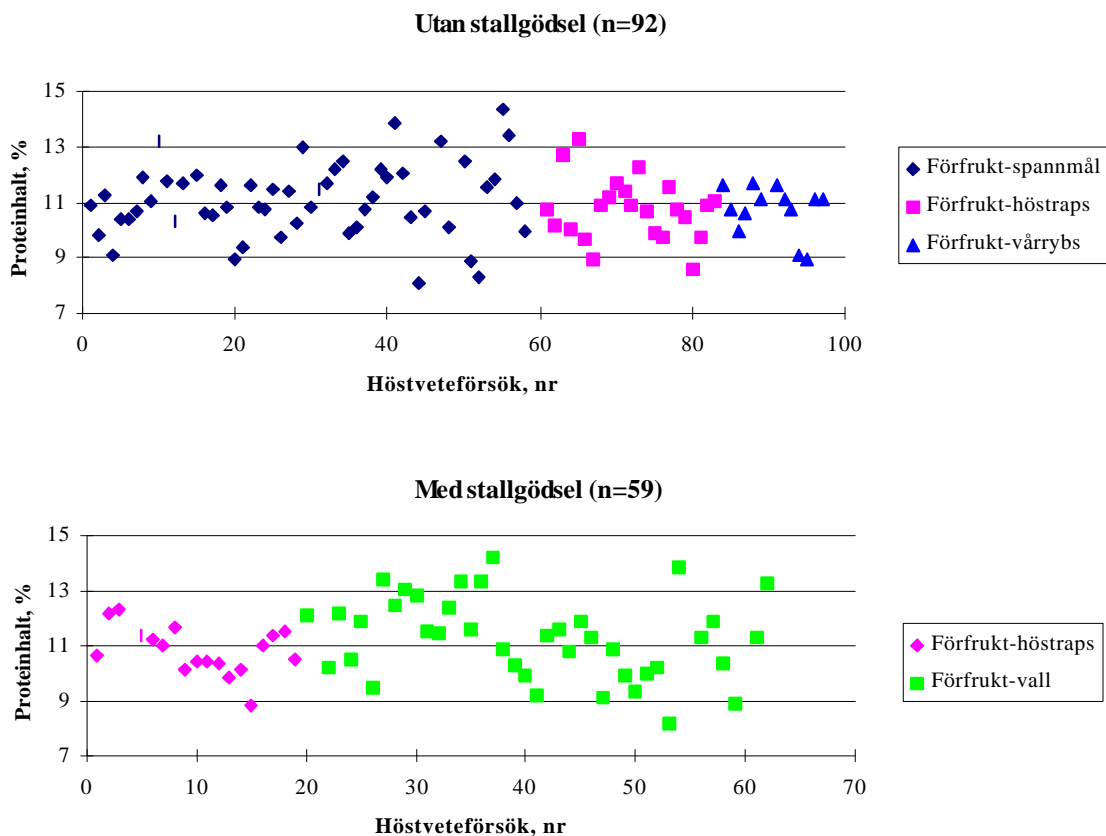
Proteinhalt vid optimal kvävegiva

I medeltal låg proteinhalten 0,2 % högre i försöksgruppen med stallgödsel i växtföljden än i gruppen utan stallgödsel, 11,2 % respektive 11,0 % i medeltal, se tabell 5. I genomsnitt var proteinhalten på gårdar med stallgödsel och utan stallgödsel 11,4 respektive 11,1 % i under-

sökningen gjord av Mattsson & Kjellqvist (1992). I gruppen med stallgödsel var det också lägre skörd, mer mineralkväve och 23 kg lägre kväveoptimum än i gruppen utan stallgödsel. Största variationerna i proteinhalt fanns i grupperna med stråsåd och vall som förfrukt. Den i medeltal högsta proteinhalten erhöles med vall som förfrukt, 11,3 %. I denna grupp erhöles också lägst skörd, lägst kväveoptimum och mest mineralkväve på våren. I gruppen utan stallgödsel fick höstvetet med stråsåd som förfrukt högst proteinhalt vid kväveoptimum, 11,1 %. I försöken med stråsåd som förfrukt erhöles också lägst skörd och högst optimal kvävegiva.

Största kväveskörden och största kväveutnyttjandet (förhållandet mellan kväveskörd och optimal kvävegiva) fastställdes i gruppen med höstraps som förfrukt (utan stg) som också hade högst skörd vid optimum. I medeltal hade gruppen utan stallgödsel i växtföljden 8 kg/ha mer i kväveskörd (och 600 kg mer i kärnskörd) än gruppen med stallgödsel. Lägst kväveskörd hade gruppen med vall som förfrukt som också hade lägst skörd vid optimum. Det var stora variationer inom grupperna i både proteinhalt och i kväveskörd.

Med stråsåd som förfrukt var kväveutnyttjandet lägst, 83 %. Övriga grupper med andra förfrukter hade över 100 % kväveutnyttjande. I försöken med höstraps som förfrukt (ej stg) och det största kväveutnyttjandet (135 %) innehöll kärnskörden 26 kg mer kväve per än som motsvarade den optimala kvävegivan, 86 kg/ha. Denna mängden kan i princip sägas härstamma från marken. Mängden mineralkväve på våren var i medeltal 39 kg/ha men kvävemineraliseringen under växtsäsongen vet man tyvärr inget om i dessa försök.



Figur 6. Variationer i proteinhalt (% av ts) i höstvetekärna vid optimal kvävegiva i de olika försöken uppdelade på platser med/utan stallgödsel och med olika förfrukter

Tabell 5. Medelvärden av proteinhalt och kväveskörd i höstvetekärna vid optimal kvävegiva. Försöksmaterialet är uppdelat på olika förfrukter och på gårdar med eller utan stallgödsel i växtföljden. Kväveskördarna har räknats fram från den givna proteinhalten dividerat med 5,7 (gäller brödsäd).

Förfrukt	Proteinhalt vid optimal kvävegiva				Kväveskörd i kärna vid optimal kvävegiva				Förhållande mellan kväveskörd i kärna och opt. Kvävegiva
	% i ts				kg/ha				%
Gårdar utan stg.	medel	st.av*	min	max	medel	st.av	min	max	
Stråsäd	11,1	1,3	8,0	13,8	100	28	23	156	83
Höstraps	10,8	1,1	8,6	13,3	116	26	63	161	135
Vårrybs	10,7	0,9	8,9	11,6	109	22	70	150	103
medeltal:	11,0				106				
Gårdar med stg.									
Höstraps	10,8	0,9	8,8	12,3	104	28	56	160	114
Vall	11,3	1,5	8,1	13,8	96	26	33	149	114
medeltal:	11,2				98				

* st.av = standardavvikelse

Faktorer som påverkar kväveoptimum

För att på förhand kunna bestämma optimal kvävegiva utifrån de tidigare beskrivna parametrarna lerhalt, mullhalt, mineralkväve på våren och skörd vid optimal kvävegiva gjordes multipel regressionsanalys för att undersöka hur dessa parametrar tillsammans påverkar optimal kvävegiva. Av tabell 6 framgår att tydliga samband finns i alla förfruktsgrupperna. Högst förklaringsgrad, 69 %, erhöles med höstraps som förfrukt (utan stallgödsel) och därefter med höstraps med stallgödsel i växtföljden, 66 %.

Det är främst mineralkväve på våren som har bra probvärden men även skördenivån påverkar signifikant kväveoptimum. I försöken med vårrybs som förfrukt är det också mineralkväve på våren som har bäst probvärde i en ekvation med förklaringsgraden 55 %, men även skördenivån spelar viss roll. I försöken med stråsäd som förfrukt erhöles också en förklaringsgrad på 55 %. Bästa probvärden hade faktorerna lerhalt och skörd.

Sambandet för förfrukten vall gav lägst förklaringsgrad, 33 %, och det är bara skördenivån som har ett bra probvärde.

I gruppen stråsäd (ej stallgödsel) är medelvärdet för mullhalt = 4 %, lerhalt = 25 %, skörd = 6000 kg/ha och mineralkväve på våren = 30 kg/ha. Om vi sätter in dessa förutsättningar i ekvationerna i tabell 6 ser vi att kväveoptimum blir 120 kg för höstvete med stråsäd som förfrukt och ca. 30-35 kg lägre där det varit oljevaxter (inkluderat vårrybs) som förfrukt och i detta fall även vall än vad kväveoptimum blir med stråsäd som förfrukt.

Tabell 6. Samband mellan ekonomiskt optimal kvävegiva och mullhalt, lerhalt, skörd vid optimal kvävegiva och mineralkväve i marken tidigt på våren. Försöken är uppdelade på förfrukt och på gårdar med eller utan stallgödsel i växtföljden

Förfrukt	Förklaringsgrad R^2 (R_a^2)*	Ekvation $y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + ex_4$ Probvärde för koefficienterna inom parentes
Gårdar utan stg.		
Stråsäd	0,55 (0,51)	(0,1) (0,003) (0,00002) (0,6) $y = 29 - 6x_1 + 1,1x_2 + 0,014x_3 + 0,1x_4$
Höstraps	0,69 (0,61)	(0,3) (0,7) (0,09) (0,002) $y = 43 + 7x_1 - 0,2x_2 + 0,008x_3 - 1,0x_4$
Vårrybs	0,55 (0,53)	(1,0) (0,2) (0,09) (0,03) $y = 35 + 0,3x_1 + 1,1x_2 + 0,01x_3 - 1,3x_4$
Gårdar med stg.		
Höstraps	0,66 (0,53)	(0,6) (0,5) (0,2) (0,02) $y = 78 - 3x_1 + 0,5x_2 + 0,01x_3 - 1,5x_4$
Vall	0,33 (0,23)	(0,6) (0,3) (0,002) (0,9) $y = 1,9 - 2,3x_1 + 0,4x_2 + 0,014x_3 + 0,02x_4$

y = ekonomiskt optimal kvävegiva, kg/ha

x_1 = mullhalt, %

x_2 = lerhalt, %

x_3 = skörd vid optimal kvävegiva, kg/ha, 15 % vh

x_4 = mineralkväve på våren, 0-60 cm, kg/ha

R^2 = förklaringsgrad: anger hur stor andel av variationen som kan förklaras med hjälp av ekvationen

R_a^2 = justerat R^2 -värde

Kvävegödslingsrekommendationer

Enligt ekvationerna ovan var optimal kvävegiva till höstvet 30-35 kg N/ha lägre med oljevaxter som förfrukt än med stråsäd. Jämför även ekvationen i tabell 7 och 8 där förfruktsvärdet för oljevaxter var 34 kg N/ha.

För att få fram en ekvation för hela materialet (ej uppdelat efter förfrukt och stallgödsel) vid multipel regressionsanalys lades förfrukten in som en variabel (0 = stråsäd eller 1 = oljevaxter) förutom de övriga variablarna (lerhalt, mullhalt, skördenivå och mineralkväve på våren). Koefficienten framför denna variabel blir då förfruktsvärdet för oljevaxter. Vid denna multipla regressionsanalys har inte gruppen med vall tagits med som förfrukt på grund av att det inte var specificerat vilken sorts vall det var (% klöver) på försöksplatserna. Försöken med höstraps som förfrukt med och utan stallgödsel i växtföljden har slagits ihop till en grupp.

Ett samband med 53 % i förklaringsgrad erhöles mellan dessa fem variabler och kväveoptimum, se tabell 7. Det blev låga eller mycket låga probvärden för alla koefficienterna utom för mullhalten. Med hjälp av denna sambandsekvation kan man göra en korrigerig av kvävegivan till

höstvet utifrån markparametrarna och skördenivån, se tabell 8. Det är viktigt att komma ihåg att rekommendationerna grundar sig på vissa utgångsvärden för parametrarna och begränsas till ett material vars parametrar ligger inom vissa intervall, vilka visas i tabell 8.

Ekvationen anger att för varje % som mullhalten stiger eller sjunker skall kvävegivan minskas respektive ökas med 0,3 kg kväve/ha, men prob-värdet för mullhalten är mycket dåligt, 0,9. Inga säkra samband mellan kväveoptimum och mullhalt erhöles i detta material och därför får mullhalten mycket liten betydelse för kvävegivan, se tabell 7. I rekommendationerna utgår vi från medeltalet för mullhalten för alla försöksgrupperna, 4 %, se tabell 8.

Om lerhalten ökar med 10 % bör kvävegivan höjas med 6 kg och tvärtom. Medelvärdet av lerhalten för alla försöksgrupperna var 25 % vilket vi har utgått från i rekommendationerna.

Skördenivån vid optimum påverkar kvävegivan med 14 kg kväve/ha mer eller mindre för varje ton den ökar respektive minskar. Detta kan jämföras med Hydro Agris Gödslingsråd 1997/98 som rekommenderar 20 kg mer kväve för varje ton som skörden ökar. I tabell 8 har vi utgått från en medelskörd på 6500 kg/ha.

Enligt ekvationen kan man minska kvävegivan med 30 % av mineralkvävet på våren om detta överstiger 35 kg kväve per ha (medeltal för alla förfruktsgrupper). Om mineralkvävet är mindre än 35 kg/ha bör kvävegivan ökas med 30 %, se tabell 8.

Jordbruksverkets rekommendationer är att minska kvävegivan med 0,5 kg/ha för varje kg som mineralkvävemängden överstiger 40 kg/ha, dvs. minska kvävegivan med 50 % av mineralkvävet. Detta görs upptill en avvikelse på 20 kg kväve per ha varefter kvävegivan minskas med 10 kg/ha samt ytterligare 1 kg/ha för varje kg som mineralkvävemängden överstiger 60 kg/ha. Kvävegivan ökas med 0,5 kg/ha för varje kg som mineralkvävemängden understiger 30 kg/ha, se Riktlinjer för gödsling och kalkning (1997). Dessa värden kan jämföras med Odals rekommendationer som är en minskning av kvävegivan med 75 % av uppmätt mineralkväve på våren, se Växtodlaren - När Vad Hur (1998).

Tabell 7. Multipel regressionsekvation för hela materialet från grupperna med stråsäd, höstraps, vårrybs som förfrukt (alla utan stallgödsel i växtföljden) och höstraps som förfrukt (med stallgödsel i växtföljden)

Förklaringsgrad $R^2 (R_a^2)^*$	Ekvation $y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + ex_4 + fx_5$ Probvärde för koefficienterna inom parentes
0,53 (0,50)	(0,9) (0,02) (0,000..) (0,04) (0,000..) $y = 26 - 0,3x_1 + 0,6x_2 + 0,014x_3 - 0,3x_4 - 34x_5$

y = ekonomiskt optimal kvävegiva, kg/ha

x_1 = mullhalt, %

x_2 = lerhalt, %

x_3 = skörd vid optimal kvävegiva, kg/ha, 15 % vh

x_4 = mineralkväve, vår, 0-60 cm, kg/ha

x_5 = förfrukt (oljevaxter = 1, stråsäd = 0)

R_a^2 = justerat R^2 -värde

Tabell 8. Korrigering av kvävegödslingsrekommendationer till höstvet med hänsyn till variationer i mullhalt, lerhalt, kärnskörd och mineralkväveförråd i marken tidigt på våren och med utgångspunkt från ekvationen: $y = 26 - 0,3x_1 + 0,6x_2 + 0,014x_3 - 0,3x_4 - 34x_5$ och en optimal kvävegiva på 122 kg/ha.

Parametrar	Utgångsvärde	Korrigerig	Ändring av kvävegiva, kg/ha	Intervall för för-sökmaterialet
Mullhalt, x_1	4,0 %	+ 1 % - 1 %	- 0,3 + 0,3	2-6 %
Lerhalt, x_2	25 %	+10 % - 10 %	+ 6 - 6	10-50 %
Skörd, x_3	6500 kg/ha	+ 1 ton - 1 ton	+14 - 14	3000-9000 kg/ha
Mineralkväve, 0-60 cm, vår, x_4	35 kg/ha	+10 kg/ha - 10 kg/ha	- 3 +3	10-110 kg/ha
Förfrukt, x_5				
Stråsäd	0		0	
Oljevaxter	1		34	

x_5 = förfrukt, oljevaxter är = 1 och stråsäd = 0

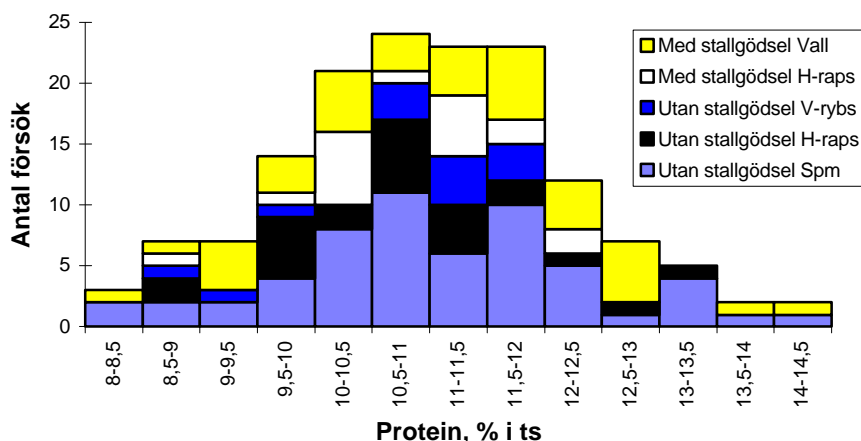
Beskriver proteinhalten vid skörd optimal gödsling ?

Figur 7 visar hur proteinhalten varierar i de skilda förfruktsgrupperna och med eller utan stallgödsel i växtföljden. I tabell 5 framgår att störst variation i proteinhalten fanns där det var vall och stråsäd som förfrukt. Om proteinhalten beskriver optimal gödsling bra bör den för alla försöken ligga på samma värde vid optimal kvävegiva. Vid optimal kvävegiva blev proteinhalten i medeltal 11,0 % för hela materialet. Tabell 9 visar hur många procent av försöken i varje förfruktsgrupp, som ligger i intervallet 10,5-11,5 % protein. Totalt är det 30 % av alla försöken som ligger i detta intervall. Andelen försök utan stallgödsel i växtföljden var något fler vid 10,5-11,5 % proteinhalt, och det är försöken med vårrybs och höstraps som förfrukt som hade de största andelarna inom detta intervall, 54 % respektive 42 %. Endast 30 % av försöken med stråsäd som förfrukt hade proteinhalter mellan 10,5-11,5 %.

Kvävegivan vid 11,0 % protein (som var medelvärdet för proteinhalten vid optimal kvävegiva för alla försök) interpolerades fram i varje försök och kan jämföras med dels optimal kvävegiva och dels en kvävegiva som bestämts utifrån skördens storlek vid optimum i varje försök (på basis av gödslingsrekommendationer enligt Hydro Agris gödslingsråd 97/98), se figur 8. Medelvärden och standardavvikelse på dessa kvävegivor visas i tabell 9.

I medeltal ligger kvävegivan vid 11,0 % protein mycket nära den optimala kvävegivan, men gödslingsrekommendationer grundade på skördens storlek var i medeltal för alla försöken 8-10 kg högre än optimal kvävegiva. Vidare råder en stor variationen i kvävegivan vid 11,0 % protein, vilket tyder på att det inte är särskilt pålitligt att bestämma kvävegivan utifrån proteinhalten, även om den i medeltal stämmer bra överens med optimal kvävegiva.

I figur 8 är dessa tre kvävegivor plottade för försöken med stråsäd som förfrukt. Man ser att rekommenderad kvävegiva ligger något över kväveoptimum upp till 150 kg/ha i optimal giva. Vid optimal kvävegiva över 150 kg/ha ligger rekommenderad kvävegiva något under kväveoptimum. Kvävegivan vid en proteinhalt på 11,0 %, som i medeltal var lika stor som optimal kvävegiva (109 kg/ha), varierade mycket mellan försöken. Om proteinhalten hade beskrivit kväveoptimum väl borde kvävegivan vid 11,0 % protein legat närmare linjen för kväveoptimum men så var inte fallet i dessa försök.



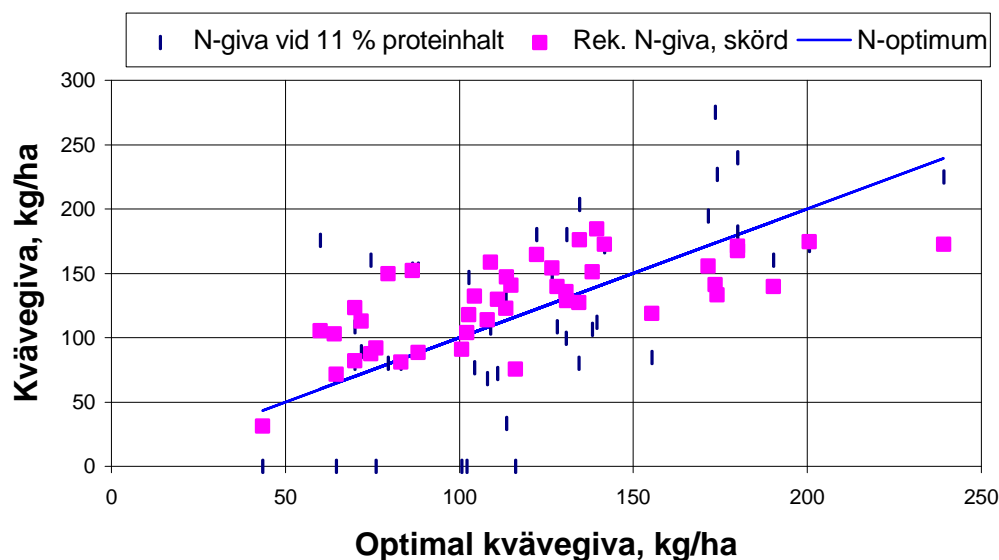
Figur 7. Proteinhaltsfördelning i 160 höstveteförsök med olika förfrukter, spm = spannmål.

Tabell 9. Medelvärden för proteinhalt, procentuell andel av försöken i intervallet 10,5-11,5 % samt medelvärden för optimala kvävegiva (kalksalpeter). Materialet är fördelat på grupper med olika förfrukter och med/utan stallgödsel i växtföljden.

Förfrukt	Protein vid optimum	Andel försök i intervallet 10,5-11,5 %	Optimal kvävegiva	Rekommend. kvävegiva*		Kvävegiva vid 11,0 % protein**	
	% i ts	%	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Gårdar utan stg	medel		medel	m.v	st.av	m.v.	st.av
Stråsäd	11,1	30	120	118	32	115	68
Höstraps	10,8	42	86	109	29	93	47
Vårrybs	10,7	54	106	131	26	112	47
medeltal:	11,0	38	109	117		109	
Gårdar med stg							
Höstraps	10,8	33	91	78	38	100	69
Vall	11,4	19	84	95	30	70	60
medeltal:	11,2	24	86	93		79	
medeltal alla:	11,0	30	100	108		98	

* Rekommenderad kvävegiva utifrån skörden vid optimum (minus 15 kg N/ha i försök med stallgödsel och minus 30 kg N/ha med höstraps som förfrukt) enligt Hydro Agris gödslingsråd 97/98.

** Kvävegivan vid 11,0 % har interpolerats fram i varje försök, maximal kvävegiva = 200 kg/ha.

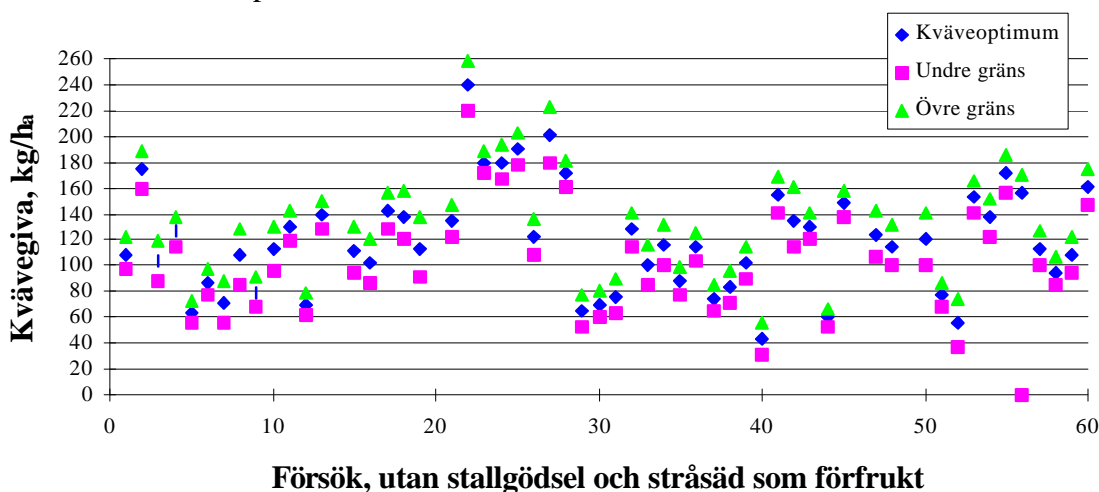


Figur 8. Jämförelse mellan optimal kvävegiva (x-axeln) och rekommenderad respektive proteinhaltsbestämd kvävegiva (y-axeln). Höstveteförsök med stråsäd som förfrukt. Rekommenderad kvävegiva avser kvävemängd på basis av skördenivå enligt Hydro Agris gödslingsråd 97/98.

Ekonomisk känslighet

Den ekonomiska effekt en avvikelse i den ekonomiskt optimala kvävegivan får framgår av figur 9. Vi har valt att ta fram de kvävegivor, en över och en under optimum, där nettointäkten minskar med 20 kr/ha. Med intäkten menas i detta fallet betalningen för spannmål minus göd-selkostnaden. Liksom tidigare används ett spannmålspris på 0,90 kr/kg (1,06 kr/kg minus 0,16 kr/kg i rörliga skördekostnader) och ett kvävepris på 9 kr/kg kväve. I medeltal för hela materialet kan kvävegivan variera i ett intervall med en bredd på ca 30 kg omkring optimum (kväve-optimum +15 kg eller -15 kg kväve) utan att man förlorar mer än 20 kr/ha i nettointäkt.

Gruppen med stråsäd som förfrukt ser ut att ha de största variationerna i bredden på detta intervall, men det är bara ett försök som har ett så stort intervall som 170 kg. Tar man bort detta försök erhålls ett medelvärde för intervallet runt optimum på 27 kg där standardavvikelsen blir 8 och största intervallet 47 kg N/ha, se tabell 11. Detta innebär att om man gödslar 15 kg över eller under optimal kvävegiva minskar inte intäkten med mer än 20 kr/ha vilket väl för de flesta skulle kunna vara acceptabelt.



Figur 9. Övre och undre kvävenivå omkring kväveoptimum där intäkten minskar med 20 kr.

Tabell 10. Storlek på kvävegivans variation (intervallets totala spännvidd) runt kväveoptimum i medeltal för de olika förfrukterna om intäkten minskar med 20 kr/ha. Materialet har delats upp på olika förfrukter och på gårdar med eller utan stallgödsel i växtföljden

Förfrukt	Intervall runt optimum, kg/ha			
	medeltal	st.av.	minimum	maximum
Gårdar utan stg.				
Stråsäd	30	20	14	170
Höstraps	29	16	19	100
Vårrybs	26	6	17	40
medeltal:	29			
Gårdar med stg.				
Höstraps	28	5	19	37
Vall	28	5	20	44
medeltal:	28			
	29			

Kväveutnyttjande

I många försök utförda av Hydro Agri AB har man sett att de kvävemängder som förs bort med kärnskorde hos stråsäd är av samma storlek som de rekommenderade kvävegivorna till dessa grödor dvs en hög kväveeffektivitet (se Växtpressen, maj 1998). Målsättningen bör vara att tillföra lika mycket kväve som förs bort med skörden. Naturligtvis måste anpassningar göras efter jordart, förfrukt och stallgödseltillförsel.

I ett försök i Anneslöv, Skåne gödslade man i genomsnitt under en tioårsperiod (1975-86) med 106 kg kväve per hektar. Bortförsele med skörden var 98 kg kväve per hektar. Överskottet uppgick till 8 kg kväve som kan jämföras med resultaten nedan.

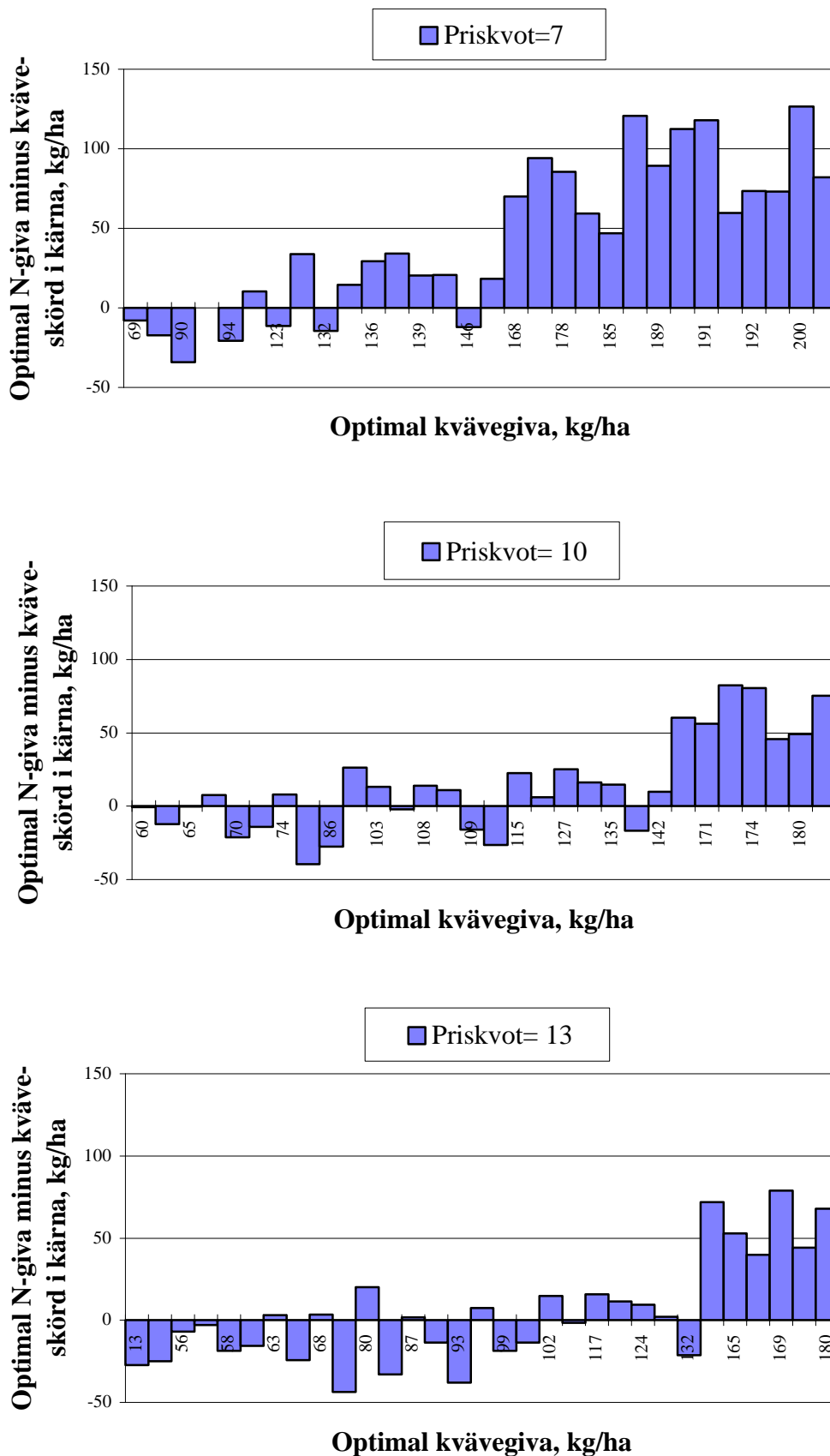
I denna undersökning jämfördes den optimala kvävegivan med bortfört kväve i kärnskorde vid tre olika priskvoter (7, 10 och 13) i försöken med stråsäd som förfrukt. Vi har härvid inte tagit hänsyn till leveransen av kväve från markförrådet. Detta innebär att vid låga kväveoptima där t ex kvävemineraliseringen är stor erhöles ett högt kväveutnyttjande (mängden kväve i kärnskörd dividerat med mängden tillfört gödselkväve).

Kväveskorde (kg/ha) i kärnan räknades fram i varje försök och drogs bort från den optimala kvävegivan i varje försök. Kvar får man den mängd gödselkväve som inte återfinns i kärnan och som t ex kan finnas i halmen, rötterna och markprofilen. Optimal kvävegiva minus kväveskörd i kärna plottades mot optimal kvävegiva vid tre olika priskvoter för att jämföra den resterande mängden gödselkväve (restkväve) som inte förts bort med kärnskorde. Vid den priskvot som ger lägst kväveutnyttjande och därmed störst mängd restkväve finns också största risken för kväveförluster. Kvätetillförseln i försöken varierade från 0 till 200 kg kväve per hektar, varför de försök ströks som hade mer än 200 kg/ha i optimal kvävegiva.

Vid den lägre priskvoten (7) var medelvärdet för detta restkväve högst, 44 kg kväve per ha. Vid en lägre priskvot, t ex då spannmålspriset är högt i förhållandevis till kvävepriset, får man en högre optimal kvävegiva och en större mängd kväve som inte har gått till kärnan jämfört med högre priskvoter. Vid priskvot 7 var i medeltal optimal kvävegiva 151 kg/ha.

Vid de större priskvoterna 10 och 13 (t ex då spannmålspriset är relativt lågt i förhållande till kvävepriset) är det tvärtom dvs. lägre optimal kvävegiva och mindre mängd kväve som inte går till kärnskorde. I medeltal var det 15 respektive 5 kg kväve/ha av gödselkvävet som inte motsvarades av kväve i kärnskorde vid priskvot 10 och 13. Vid priskvot 10 var optimal kvävegiva 117 kg/ha och 101 kg/ha vid priskvot 13.

Högre optimala kvävegivor, som det blir vid lägre priskvoter, ger sämre kväveutnyttjande och större risk för kväveförluster i form av utlakning och denitrifikation. Av figur 10 framgår att det i försöken med ca 160 kg kväve eller mer i optimal kvävegiva vid alla tre priskvoterna blev en större mängd restkväve och därmed större risk för kväveförluster. Det är således speciellt viktigt att vid högre optimala givor sträva efter att använda effektiva gödselmedel och spridningsmetoder för att förbättra kväveeffektiviteten.



Figur 10. Skillnader mellan kvävegiva och kväve i kärnskörd vid priskvot 7,10 och 13 i höstveteförsök på platser utan stallgödsel i växtföljden och med stråsäd som förfrukt.

Sammanfattning

Behovet av kvävegödsel beror till stor del av avkastningens storlek men detta styrs också av t ex vattentillgång och markens kvävemineriseringsförmåga, som i sin tur bl.a. påverkas av markfaktorerna. Vid precisionsodling vill man kartlägga inomfältvariationerna i sådana egenskaper och därefter kunna styra t ex kvävegödslingen mera exakt. För att kunna förutsäga variationer i kvävebehovet även utifrån mätbara markfaktorer och inte bara tidigare skördar måste man ta reda på vilka markfaktorer och hur mycket dessa påverkar kväveoptimum. I denna undersökning studerades i ca 160 ettåriga höstveteförsök utförda av Hydro Agri AB 1980-97 hur lerhalt, mullhalt, mineralkväve på våren och skördenivå påverkade den optimala kvävegivan.

De försök som använts i undersökningen hade i medeltal mullhalter på 1,3-8,1 %. Lerhalten varierade från 3 till 56 % och mineralkväve på våren från 6 till 232 kg/ha.

Optimal kvävegiva var i medeltal 23 kg/ha högre i försöken utan stallgödsel än i försöken med stallgödsel i växtföljden. Försöken med stråsäd som förfrukt hade i medeltal högst optimum, 120 kg/ha, medan höstveteförsöken med vârrybs och höstraps som förfrukt hade 14 kg respektive 34 kg lägre optimum. Ingen större skillnad erhöles på optimum till höstvet med höstraps som förfrukt med eller utan stallgödsel i växtföljden. Stor variation i optimal kvävegiva förekom i alla förfruktsgrupperna. Skörd vid optimum var 600 kg högre i försöksgruppen utan stallgödsel i växtföljden än gruppen med stallgödsel. Försöken med oljevaxter som förfrukt gav merskördar från 340 kg till 1070 kg/ha vid optimum jämfört med stråsäd som förfrukt. Proteinhalten vid optimum för de olika förfruktsgrupperna var i medeltal 10,7-11,3 % av ts med en variation från 8,0 till 13,8. I medeltal låg proteinhalten 0,2 % högre i gruppen med stallgödsel i växtföljden än gruppen utan.

Optimal kvävegiva påverkades främst av mineralkväve på våren men skördenivå och lerhalt spelade viss roll i denna undersökning. Den samlade förklaringsgraden för dessa faktorer uppgick till 55 - 69 % beroende på förfruktsgrupp.

Resultaten visar att högre lerhalt kräver uppkorrigerig av kvävegivan. För varje tons skördeökning vid ekonomisk optimal kvävegödsling bör kvävegivan uppkorrigeras med ca 14 kg/ha, vilket är mindre än standardrekommendationerna. Det är dock tveksamt att korrigera för mullhalten i allmänhet, enligt detta material. Att ta hänsyn till mineralkväve på våren tycks vara ointressant efter spannmål som förfrukt när man ska bestämma kvävegivan. Däremot är det avgörande efter oljevaxter som förfrukt.

Proteinhalten vid optimal kvävegiva var i medeltal 11,0 % för detta material men endast 30 % av försöken fanns i intervallet 10,5-11,5 % protein. Kvävegivan som interpolerades fram vid 11,0 % protein varierade mycket även om den i medeltal stämde bra med optimal kvävegiva. Därför är det inte särskilt pålitligt att bestämma optimal kvävegiva utifrån tidigare uppnådda proteinhalter på fältet i fråga. En jämförelse gjordes även mellan kväveoptimum (uträknat på basis av försöksresultaten) och kvävegiva beräknat enligt rekommendationer utifrån skörden vid optimum. Det visade sig att kvävegivan enligt rekommendationerna i ökande grad underskattades när optimum enligt försöksresultaten översteg 150 kg N/ha. Vidare överskattades kvävegivan när optimum var lägre än 150 kg N/ha.

Om kvävegödslingen avviker med ca 15 kg/ha över eller under optimal kvävegiva minskar nettointäkten (betalningen för spannmålen minus kvävegödselkostnader) med maximalt 20 kr/ha.

I detta försöksmaterial var kväveutnyttjandet (kväve i kärnskörden dividerat med tillförd kvävegiva vid ekonomiskt optimum) bra med i medeltal över 100 % i de flesta försöken. Vid jämförelse av tre priskvoter (7, 10 och 13), avseende spannmålspriset i relation till priset på gödselkväve, gav en lägre priskvot, där t.ex. spannmålspriset var högt förhållandevis till kvävepriset, en högre optimal kvävegiva och en större mängd kväve som inte gått till kärnan jämfört med högre priskvoter, speciellt vid kvävegivor över ca 160 kg/ha. Vid dessa kvävegivor finns därför större risk för kväveförluster och större behov av väl anpassad gödsling.

REFERENSER

Hydro Agri AB, 1997. Gödslingsråd, växtodlingsåret 1997/98. Landskrona.

Jordbruksverket, 1997. Riktlinjer för gödsling och kalkning 1997. (Rapport 1996:5). Jönköping

Mattsson L. Skördevariationer inom enskilda fält, storlek och tänkbara orsaker. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Avd för växtnäringslära, Rapport 196) Uppsala.

Mattsson L. & Kjellquist T. 1992. Kvävegödsling till höstvet på gårdar med och utan djurhållning. (Sveriges Lantbruksuniversitet, Avd för växtnäringslära, Rapport 189). Uppsala.

Växtpressen, 1998. (Hydro Agri AB, nummer 2, maj 1998, årgång 27). Landskrona

Wallgren, B. & Rådberg, E. -L. 1989. Växtföljder med och utan vall. Resultat från försöksserien R4-1103 (Växtodling 13). Uppsala

Warlin, B. 1988. Kvävegödsling till höstvet med N-profilmätningar. SUPRA Referensen, 16. Landskrona.

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara bildades den 1 januari 1997 genom samman­slagning av Västra husdjursförsöksdistriktet och Västra jordbruksförsöksdistriktet, SLU. I in­stitutionen ingår **Avdelningen för husdjursproduktion** och **Avdelningen för mark-växter**. Verksamheten har som mål att åt jordbruket utveckla metoder, system och hjälpmedel, som förbättrar möjligheterna att med god lönsamhet producera grödor och animalier under miljö- och djurvänliga produktionsformer. Forskning, utbildning och information präglas av helhets­syn och sker i nära samarbete med näringsliv, myndigheter och rådgivning.

Forsknings- och försöksresultat från institutionen publiceras i två rapportserier, som främst riktar sig till svenska och nordiska läsare:

Serie A Husdjursproduktion

Serie B Mark och växter

Rapporterna kan beställas från institutionen, se nedan. Förteckning över samtliga publikationer i båda serierna erhålles kostnadsfritt.

Research results from the Department of Agricultural Research Skara are published in two report series:

Series A Animal Production

Series B Crops and Soils

The reports are available at the department and can be ordered from there, see below. A list of all publications in both series can be obtained free of charge.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134, e-post: Lena.Ljunggren@jvsk.slu.se

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

Pris: 50:- (exkl. moms)

Price: 50:- SEK (excl. V.A.T.)