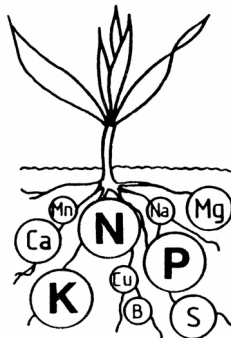




Kväveintensitet i höstvet vid olika förutsättningar

Nitrogen fertilization in winter wheat

Lennart Mattsson



Institutionen för markvetenskap
Avd för växtnäringslära

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Soil Fertility

Rapport 209
Report

Uppsala 2004
ISSN 0348-3541
ISRN SLU-VNL-R-209-SE

Innehållsförteckning

Abstract	4
Sammanfattning	5
Inledning	6
Syfte	6
Material och metoder	6
Grupperingar	8
Områden	9
Förfrukter	9
Jordarter	9
Skördenivå i nollrutor	9
Tidsperioder	10
Resultat	12
Skördarnas eutveckling över tiden	12
Responsfunktioner vid olika förutsättningar	14
Kärnskörd och kvävehalter	14
Hela materialet	19
Områden	19
Områden*förfrukter	20
Jordarter (lerhalter)	23
Skördenivå i nollrutor	24
Tidsperioder	25
Kommentarer	26
Skördenivå vid 80 kg N	27
Responskurvor för kväveskörden	28
Ekonomiskt optimala N-givor	30
Försöksvis optimal N-giva	32
Optimal skörd, grundskörd och optimal N-giva	33
Skördeökningar och absoluta skördenivåer	33
Ekonomiskt stöd	33

Abstract

In order to collect as much data as possible about N response in winter wheat, Swedish field experimental results from 1966 to 2002 were collected and arranged in a data-base together with information about N fertiliser application, localization, clay content and preceding crops. Nitrogen responses were analysed regarding these factors. Only results from single or occasionally double dressings were used. In the latter case there was one early application at DC 25, and one later at DC 35. Results from 689 experiments were analysed.

When going from south to north in winter wheat growing areas the yields declined but there was an increase in the most profitable N-rate with up to 20 kg N ha⁻¹. Preceding crop influenced the yield level and the N response considerably. Wheat following autumn sown oil seeds, leys, peas and fallow gave the largest yields but the lowest N responses in comparison with cereals, or spring sown oil seeds as preceding crops. A typical pattern for N response with respect to clay contents of the soils could not be found.

Analyses of the effects with time from 1966 to 2002 showed that yield responses for N increased with time. This is mainly an effect of improved varieties and improved agronomic techniques. Although the N offtake was shown to increase with time, a general decrease in grain N content was observed.

Please find more information on www.mv.slu.se/vaxtnaring/forsok .

Sammanfattning

Så många kvävegödslingsförsök i höstvetete som möjligt samlades i en databas. Försök med stigande mängder kväve i en eller högst två givor togs med. Sammanlagt bearbetades 689 försök utförda under perioden 1966-2002. Förutom skördar och kvävehalt i kärnskördan ingår uppgifter om lokalisering, förfrukt och lerhalt.

Från söder till norr inom höstveteteodlande områden ökar den ekonomiskt optimala N-givan. Skillnaden är upp till 20 kg N per ha. Förfrukten spelar stor roll för kväveresponsen och därmed för gödslingsekonomin. Höstvetete efter goda förfrukter som höstoljeväxter och vall gav den största avkastningen men den minsta skördeökningen för kväve. Av detta följer också att ekonomiskt optimal N-giva blir lägre för höstvetete under sådana förhållanden jämfört med höstvetete efter t.ex stråsäd som förfrukt. Ett typiskt mönster för kväverespons på jordar med olika lerhalter kunde inte hittas.

En analys av kväveeffektens variation över år visade att från 1966 och framåt ökar effekten. Det innebär att kvävegödslings effektiviteten också ökar. Ökning beror mest på att större och större skördar erhålles. Halten av kväve i höstvetetekärna minskade under perioden.

Besök även www.mv.slu.se/vaxtnaring/forsok

Inledning

Korrekt bedömning av kvävet verkan är avgörande för ekonomiskt riktig gödsling. I detta ligger också att gödslingen blir miljömässigt riktig och att den ger eftersträvd produktkvalitet. All kvävegödsling bygger på antaganden om kväveresponsens storlek eftersom den inte är känd på förhand. Klimat, grödans utveckling, sjukdomsangrepp osv. påverkar kväveresponsen och orsakar mer eller mindre grova felbedömningar. Detta kommer aldrig att kunna undvikas, men välgrundade riktvärden för responsens storlek är en god och nödvändig början.

I föreliggande arbete kan "alla" tillgängliga resultat från fältförsök med kvävegödsling till höstvetete anses ha samlats. Några viktiga avgränsningar gäller tillförselsätt, spridningstider och kväveformer. Endast övergödsling med kväve på våren har behandlats. Spridningstidpunkten ligger i intervallet DC20-30 och utgörs av en eller högst två givor. Kväveformen har inte beaktats, vilket betyder att olika typer av kvävegödselmedel kan förekomma. I försök med jämförelse mellan gödselmedel har bara verkan av ett av gödselmedlen utnyttjats.

Syfte

Undersökningen ska presentera data och sammanställningar av kväveresponser i höstvetete avseende skörd och N-halt. Presenterade resultat ska betraktas som generella skattningar och användas som sådana.

Material och metoder

Ett stort antal försöksserier i höstvetete, 37 st har bearbetats (bilaga 1). Försöken har utförts under tiden 1966-2002. För att beaktas skulle försöksplanen innehålla en behandling utan tillförsel av kväve – en nollruta – och minst en kvävenivå ytterligare. Som regel har flera nivåer förekommit. När försöksplanen omfattade jämförelser kopplade till t.ex. svampbehandlingar togs bara resultat från behandlade led med. Samma sak gällde också för insekticid- och stråförkortningsbehandlingar.

I försök med jämförelse mellan delade kvävegivor och engångsgivor har endast de senare bearbetats. När spridningstider har prövats har endast rekommenderade tidpunkter valts. Typ av gödselmedel har inte beaktats. Dominerande gödselmedel har varit kalksalpeter, N15,5 och N28, kalkkammonsalpeter eller motsvarande. Det totala antalet försök som valdes för bearbetning blev med dessa kriterier 689 (tabell 1).

Samtliga försöksresultat har samlats i en databas, som förutom skördedata med kvalitets- och odlingsparametrar, innehåller platsvisa uppgifter om jordart, mullhalt, jordens markkemiska tillstånd, lokalisering m.m. Databasen har konstruerats i SAS (v. 8.2). Programmet har också utnyttjats för all datahantering, sortering, selektering etc, statistisk bearbetning, rapportgenerering och grafisk presentation. Databasens innehåll, dvs värden kan skrivas eller konverteras till valfritt format och uppdateras när nytillkomna resultat föreligger.

Kärnskördarna anges i kg ha^{-1} med 15% vatten och kvävehalt i kärna som procent av torrsubstans. Detta har betydelse då N-upptag ska beräknas. Kvävehalten multiplicerad med 5,7 ger proteinhalten. Skattning av funktioner, som beskriver hur kärnskörd eller kvävehalt i kärna varierar med kvävegödsling har baserats på polynom av andra respektive tredje graden enligt:

$$y=a+b*x+c*x^2$$

$$y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$$

där x =N-nivå, y =kärnskörd, kg ha^{-1} eller N-halt i kärna, % och a , b , c och d regressionskonstanter.

Regressionskattningar för båda typerna av polynom har utförts. De beskriver i allmänhet de erhållna talserierna väl och utgör en bra grund för t.ex. ekonomiska beräkningar som bestämning av optimal N-giva. Helt idealisk är ingen av varianterna, vilket är orsaken till att två olika redovisas. Polynom av tredje graden beskriver generellt kväveresponsen något tydligare än andragradspolynom i synnerhet när aggregerade värden utnyttjas och i N-intervallet 0 till 100 kg N per ha. Men en tredjegradsfunktion har en inflexionspunkt, som i normalfallet ligger i N-intervallet 0 till 250 kg ha^{-1} . Den grafiska representationen av en sådan funktion får därför ibland en växande fas vid höga N-givor, vilket inte har biologisk förklaring. Det har visserligen inte nämnvärt inflytande på skattning av ekonomiskt optimal N-giva, men ser underligt ut.

Andragradspolynomet däremot ger vanligtvis mindre trovärdiga skattningar av ekonomiskt optimal N-giva, men däremot en grafisk bild som är trovärdig över hela det prövade N-registret.

Ekonomiskt optimal N-giva beräknas utifrån funktionsderivatan, som sätts lika med kvoten mellan priset per kg N och priset per kg kärna, dvs

$$\text{priskvot} = P_x/P_y$$

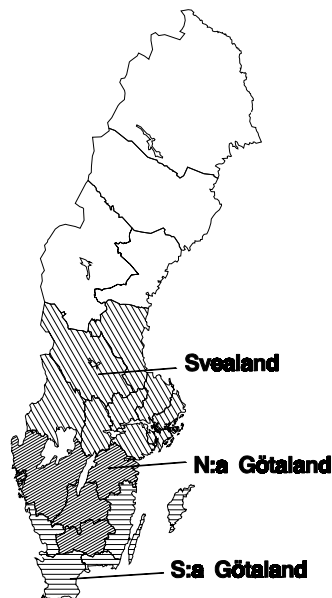
där P_x =Pris per kg N och P_y =Pris per kg kärna.

Deriveringen resulterar antingen i en ekvation av första graden när andragradspolynom deriveras eller en andragradsekvation när polynom av tredje graden deriveras. Den senare ekvationen ger i regel två lösningar för "ekonomiskt optimum".

Det ligger i utkanten för föreliggande projekt att beräkna och redovisa ekonomiskt optimala kvävegivor. För diskussion har detta ändå gjorts och då har en priskvot på 10,67 använts, vilket innebär ett kvävepris på 8 kr och ett spannmålspris på 0,75 kr per kg

Grupperingar

Ett antal olika grupperingar av försöken har gjorts. Det gäller bl.a. områden, förfrukter, jordarter, skördenivå i nollrutor och tidsperioder. Gränsdragning mellan grupperna har baserats på erfarenheter och på förberedande frekvenskörningar av materialet. För att arbeta med ett homogent material har uteslutande försök, där uppgift om både jordart och förfrukt föreligger, använts. Det reducerar det totala försöksantalet från 689 till 598.



Figur 1. De aktuella regionerna i höstveteodlande län.
Figure 1. The studied regions in winter wheat cropping counties..

Områden

Beroende på länstillhörighet sammanfördes resultaten i följande områden (figur 1):

Södra Götaland:	Kalmar, Gotland, Blekinge, Skåne och Halland. 346 försök.
Norra Götaland:	Östergötland, Jönköping, Kronoberg, Västra Götaland. 131 försök.
Svealand	Uppsala, Stockholm, Södermanland, Värmland, Örebro, Västmanland, Dalarna och Gävleborg. 115 försök

Förfrukter

Ett stort antal olika förfrukter finns registrerade och för att få hanterbarhet sammanfördes dessa till fyra grupper, nämligen stråsäd, höstoljeväxter, våroljeväxter och övriga. Gruppen övriga domineras av baljväxter, men även vall och några försök med träda som förfrukt förekommer.

Stråsäd:	275 försök varav 197 efter vårstråsäd, 78 efter höststråsäd
Höstoljeväxter:	202 försök.
Våroljeväxter:	72 försök.
Övriga:	49 försök, varav 23 efter ärter, 17 efter vall och 8 efter träda. Ett försök var sått efter sockerbetor.

Jordarter

Beroende på lerhalten grupperades försöken i tre grupper.

Lätta jordar	Lerhalt <15%	158 försök.
Lättleror	Lerhalt 15-25%	177 försök.
Styva jordar	Lerhalt >25%	257 försök.

Skördenivå i nollrutor

Den allmänna skördenivån i försöket har betydelse för kväveresponsen. Som mått på denna skördenivå sattes i en första ansats skörden i icke N-gödslat försöksled, nollrutorna. En frekvenskontroll av materialet gjordes och gränser valdes så att grupperna blev ungefär lika stora:

Liten skörd	-3000 kg ha ⁻¹	183 försök
Medelskörd	3000-4000 -"-	171 -"-
Stor skörd	4000- -"-	233 -"-

Den minsta observerade skörden i icke N-gödslade försöksled var 840 kg och den största 8800 kg per ha.

Tidsperioder

Förberedande bearbetningar visade att det fanns tidstrender i materialet. Därför gjordes en gruppering på fyra olika tidsperioder:

1966-75
1976-85
1986-95
1996-2002.

I en särskild del av undersökningen analyserades trenderna i N-respons över tiden. Då utnyttjades skörden i nollrutorna och den skattade skörden för 90 kg ha⁻¹ grundad på tredjegradspolynom.

För alla huvudgrupper, områden förfrukter etc. bestämdes responsfunktioner, som redovisas här. Variansanalyser med huvudgrupperna som oberoende variabler med separering av medelvärden med t-test och LSD-värden gjordes liksom bestämning av regressionsekvationer för alla kombinationer av område, förfrukt, jordart, skördenivå och tidsperiod, teoretiskt 144 kombinationer. Försök saknades för vissa och skattningar kunde göras för 94 stycken. Parametrarna för dessa skattningar redovisas inte i denna rapport utan på hemsidan

www.mv.slu.se/vaxtnaring/forsok/index.htm

Den studerade perioden omfattar, som nämnts, 1966-2002 och sammanlagt 689 försök (tabell 1). Det ger drygt 18 försök per år i genomsnitt. Antalet fördelar sig på tre toppar, början av 70-talet, början av 80-talet och slutligen ses en uppgång under de senaste åren.

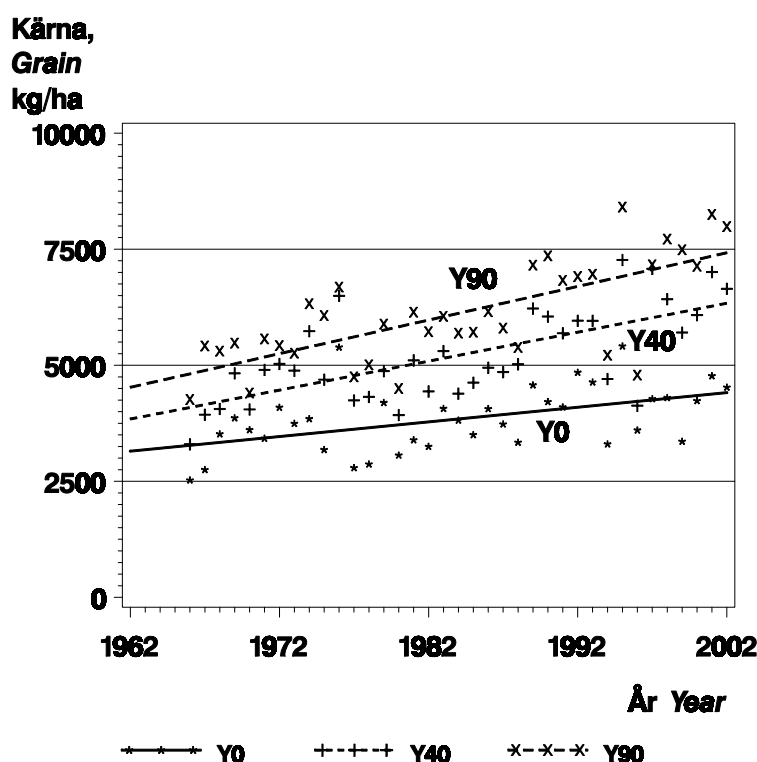
Tabell 1. Försökens fördelning på år
Table 1. Distribution of experiments on years

År Year	Frekvens Frequency	%	Kum. frekvens Cum.	%
1966	2	0,3	2	0,3
1967	2	0,3	4	0,6
1968	4	0,6	8	1,2
1969	21	3,1	29	4,2
1970	31	4,5	60	8,7
1971	47	6,8	107	15,5
1972	41	6,0	148	21,5
1973	29	4,2	177	25,7
1974	41	6,0	218	31,6
1975	12	1,7	230	33,4
1976	13	1,9	243	35,3
1977	11	1,6	254	36,9
1978	19	2,8	273	39,6
1979	30	4,4	303	44,0
1980	32	4,6	335	48,6
1981	26	3,8	361	52,4
1982	40	5,8	401	58,2
1983	44	6,4	445	64,6
1984	41	6,0	486	70,5
1985	42	6,1	528	76,6
1986	26	3,8	554	80,4
1987	14	2,0	568	82,4
1988	9	1,3	577	83,7
1989	6	0,9	583	84,6
1990	5	0,7	588	85,3
1991	8	1,2	596	86,5
1992	7	1,0	603	87,5
1993	6	0,9	609	88,4
1994	1	0,2	610	88,5
1995	1	0,2	611	88,7
1996	4	0,6	615	89,3
1997	9	1,3	624	90,6
1998	9	1,3	633	91,9
1999	9	1,3	642	93,2
2000	17	2,5	659	95,7
2001	16	2,3	675	98,0
2002	14	2,0	689	100,0

Resultat

Skördarnas utveckling över tiden

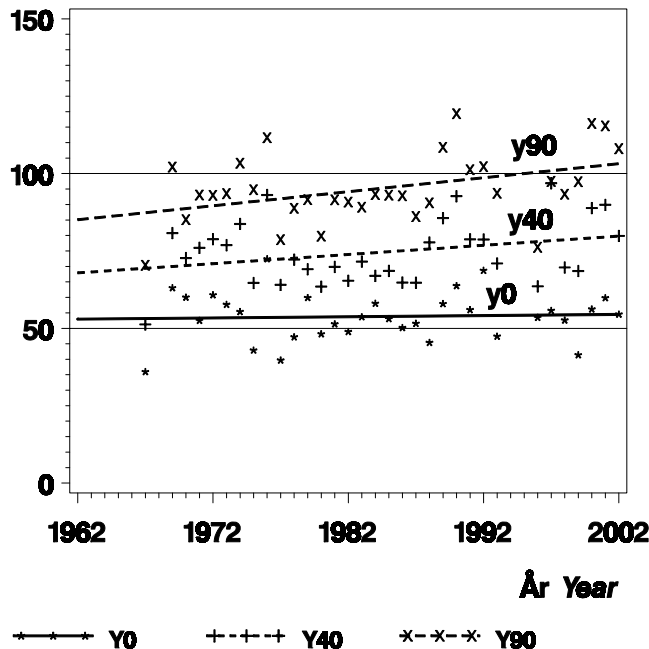
Grundskördarnas utveckling över tiden spelar roll när N-effekten ska analyseras. Figur 2 visar att det har förekommit en allmän skördehöjning under perioden. I genomsnitt har skördeökningen i nollrutorna varit 31 kg per år. Denna ökning får tillskrivas odlingstekniska förbättringar, förbättrat sortmaterial och förbättrat växtskydd.



Figur 2. Kärnskörd, kg ha^{-1} , dels i nollrutor (Y0, utan N-gödsling), dels med 40 (Y40) respektive 90 (Y90) kg N ha^{-1} . $Y0 = -58734 + 31 \cdot \text{år}$, $R^2 = 0,24$;
 $Y40 = -118555 + 62 \cdot \text{år}$, $R^2 = 0,45$; $Y90 = -137617 + 72 \cdot \text{år}$, $R^2 = 0,51$, $N = 37$.

Figure 2. Grain yield, kg ha^{-1} , in treatments without (y0), with 40 (Y40) and with (Y90) 90 kg ha^{-1} N, respectively.

**N – uppt.,
N – uptake
kg/ha**



Figur 3. N-upptag i kärna, kg ha^{-1} , dels i nollrutor (y_0 , utan N-gödsling), dels med 40 (y_{40}) respektive 90 (y_{90}) kg N ha^{-1} . $y_0 = -21 + 0,04 \cdot \text{år}$, $R^2 = 0,002$, $N = 33$; $y_{40} = -530 + 0,30 \cdot \text{år}$, $R^2 = 0,09$; $y_{90} = -781 + 0,44 \cdot \text{år}$, $R^2 = 0,16$.
Figure 3. Grain N-uptake, kg ha^{-1} , in treatments (y_0), with 40 (y_{40}) and with (y_{90}) 90 kg ha^{-1} N, respectively.

När skörden för en bestämd mängd kväve analyseras visar det sig att skörden för 90 kg N ökade från drygt 4000 till knappt 8000 kg ha^{-1} under perioden. Både för y_0 och för y_{90} är linjernas lutning statistiskt skild ifrån noll, dvs. trenden är säker. Skördeökningen för 90 kg N, dvs skillnaden mellan skörd vid 90 och skörd i nollrutor ökade under åren från ca 2500 kg i början till 3500 kg i slutet av perioden.

Vid sidan av teknikutveckling och nya sorter har också förbättrade och effektivare växtskyddsinsatser inneburit att större skördar kan bärgas. Det finns språng i skördeutvecklingen som kan knytas till introduktion av växtskyddspreparat t.ex *Tilt*, som kom i början av 90-talet.

Upptagen mängd N i kärnan visar en något annan bild av N-responsens förändring med tiden än kärnskördarna (figur 3). Det finns ingen trend över år i nollrutorna. En svag men inte säker trend för gödsling med 90 kg ha^{-1} N erhöles.

När det gäller nollrutornas utveckling kan nog slutsatsen dras att dagens teknik och sorter ger större skördar men samma N-upptag som för 25 år sedan. Det leder i sin tur till en förmodan att det har skett en viss sänkning av N-halten i kärnan med åren.

Ökningen i N-upptag för 90 kg givan tyder på att utbytet, kg skördat N per kg insatt N, har ökat under den studerade perioden. Kvävegödslingen har blivit effektivare.

Responsfunktioner vid olika förutsättningar

Kärnskördar och kvävehalter

I tabell 2a redovisas skattade regressionsparametrar för tredjegradspolynom, för kärnskördar och i tabell 2b motsvarande för andragsradspolynom. Regressionsparametrar för kvävehalt i kärnan redovisas i tabell 3. I tabellerna anger kolumnen N antalet observationer eller talpar. Detta är inte lika med antalet försök för respektive gruppering. Den uppgiften finns i stället i anslutning till figurerna 4-18.

Tabell 2a. Tredjegradspolynom för kärnskörd. Parametrar i regressionsekvationen vid gruppering på områden, förfruktar, skördenivåer (i nollrutor), lerhalter och tidsperioder. Regressionsmodell: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, y =kärna $kg\ ha^{-1}$, $x=N$, $kg\ ha^{-1}$
*Table 2a. Grain yields. Parameters in the regression equation for different groupings: Regions, preceding crops, yield levels (for zero N), clay content and periods. Model: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, y =grain $kg\ ha^{-1}$ 15% moisture, $x=N$, $kg\ ha^{-1}$*

Sorteringsnivå Grouping	a	b	c	d	R ²	N
Hela materialet <i>All</i>	3770	38,96	-0,2193	0,000510	0,32	2818
Områden <i>Regions</i> ^a						
S:a Götaland	4024	44,96	-0,3303	0,000951	0,30	1664
N:a Götaland	3552	39,24	-0,1692	0,000240	0,44	622
Svealand	3195	31,46	-0,1221	0,000170	0,43	532
Områden*förfruktar <i>Regions*preceding crops</i>						
S:a Götaland						
Höstoljevaxter ^b	4322	42,01	-0,3077	0,000839	0,26	901
Stråsäd ^c	3387	45,70	-0,3063	0,000959	0,38	484
Våroljevaxter ^d	3632	46,96	-0,3659	0,001053	0,40	91
Övriga ^e	4693	44,72	-0,3784	0,001197	0,29	188

Tabell 2a. Forts.
Table 2a. Cont.

Sorteringsnivå Grouping	a	b	c	d	R ²	N
N:a Götaland						
Höstoljevaxter	3952	96,91	-0,9861	0,003148	0,56	17
Stråsäd	3247	41,47	-0,1973	0,000366	0,48	325
Våroljevaxter	3642	38,83	-0,1445	0,000125	0,49	224
Övriga	5114	10,72	0,0160	-0,000178	0,13	56
Svealand						
Höstoljevaxter	4761	19,44	-0,0863	0,000111	0,40	53
Stråsäd	2882	34,87	-0,1518	0,000256	0,46	399
Våroljevaxter	3306	34,76	-0,0888	-0,000035	0,62	56
Övriga	3968	32,48	-0,2328	0,000712	0,48	24
Jordarter <i>Clay content</i>						
Lätta <15%	3816	42,26	-0,3177	0,000954	0,26	725
Lättleror 15-25%	3918	41,91	-0,2428	0,000556	0,33	904
Styva >25%	3635	33,54	-0,1282	0,000171	0,38	1189
Skördenivå (skörd i nollrutor) <i>Yield level in zero N plots</i>						
Hela materialet <i>All</i>						
-3000 kg	2315	42,80	-0,2083	0,000413	0,57	863
3000- 4000 kg	3517	39,62	-0,2064	0,000423	0,48	801
4000- kg	5043	37,69	-0,2565	0,000676	0,27	1154
Skördenivå*områden <i>Yield level*regions</i>						
S:a Götaland						
-3000 kg	2373	46,53	-0,3090	0,000820	0,51	361
3000-4000 kg	3568	47,11	-0,3450	0,000969	0,46	461
4000- kg	5086	41,49	-0,2932	0,000784	0,27	842
N:a Götaland						
-3000 kg	2347	50,14	-0,2618	0,000525	0,63	213
3000-4000 kg	3428	38,43	-0,1258	0,000039	0,56	221
4000- kg	4953	28,31	-0,1125	0,000152	0,40	188
Svealand						
-3000 kg	2192	40,56	-0,1598	0,000236	0,60	289
3000-4000 kg	3435	33,76	-0,1512	0,000243	0,54	119
4000- kg	4916	19,90	-0,1116	0,000233	0,36	124
Olika tidsperioder <i>Time periods</i>						
1966-1975	3715	32,07	-0,1869	0,000314	0,26	860
1976-1985	3544	34,77	-0,1278	0,000124	0,38	1282
1986-1995	4182	47,93	-0,2635	0,000503	0,41	334
1996-2002	4318	66,02	-0,4087	0,000989	0,49	342

^aFor explanation, please refer to Fig. 1. ^bWinter oil seed. ^cCerals. ^dSummer oil seed. ^eOther.

Tabell 2b. Andragradspolynom för kärnskörd. Parametrar i regressionsekvationen vid gruppering på områden, förfrukter, skördenivåer (i nollrutor), lerhalter och tidsperioder. Regressionsmodell: $y=a+b*x+c*x^2$, y =kärna $kg\ ha^{-1}$, $x=N$, $kg\ ha^{-1}$
*Table 2b. Grain yields. Parameters in the regression equation for different groupings: Regions, preceding crops, yield levels (for zero N), clay content and periods. Model: $y=a+b*x+c*x^2$, y =grain $kg\ ha^{-1}$ 15% moisture, $x=N$, $kg\ ha^{-1}$*

Sorteringsnivå <i>Grouping</i>	a	b	c	R ²
Hela materialet <i>All</i>	3848	26,18	-0,054821	0,31
Områden <i>Regions</i>				
S:a Götaland	4158	22,44	-0,032050	0,29
N:a Götaland	3589	32,98	-0,090252	0,44
Svealand	3227	26,82	-0,064911	0,43
Områden*förfrukter <i>Regions*preceding crops</i>				
S:a Götaland				
Höstoljeväxter	4440	21,95	-0,042999	0,25
Stråsäd	3510	23,78	-0,011230	0,37
Våroljeväxter	3716	25,87	-0,059773	0,38
Övriga	4928	14,21	0,010749	0,26
N:a Götaland				
Höstoljeväxter	4056	51,52	-0,210958	0,53
Stråsäd	3287	32,66	-0,081394	0,47
Våroljeväxter	3668	35,29	-0,101786	0,48
Övriga	5078	15,51	-0,043294	0,13
Svealand				
Höstoljeväxter	4769	17,47	-0,056012	0,40
Stråsäd	2933	27,71	-0,064596	0,46
Våroljeväxter	3301	35,65	-0,100165	0,62
Övriga	3999	16,94	-0,018736	0,38
Jordarter <i>Clay content</i>				
Lätta <15%	3964	18,72	-0,011997	0,24
Lättleror 15-25%	4013	27,74	-0,062301	0,33
Styva >25%	3659	29,26	-0,072938	0,38
Skördenivå (skörd i nollrutor) <i>Yield level in zero N plots</i>				
Hela materialet <i>All</i>				
-3000 kg	2385	32,22	-0,073753	0,56
3000-4000 kg	3576	29,22	-0,071331	0,47
4000- kg	5147	20,83	-0,039107	0,27
Skördenivå*områden <i>Yield level*regions</i>				
S:a Götaland				
-3000 kg	2445	30,83	-0,077342	0,50
3000-4000 kg	3686	25,03	-0,046634	0,44
4000-kg	5212	21,83	-0,040202	0,26

Tabell 2b. Forts.
Table 2b. Cont.

Sorteringsnivå Grouping	a	b	c	R ²
N:a Götaland				
-3000 kg	2442	35,77	-0,08492	0,62
3000-4000 kg	3433	37,44	-0,113192	0,56
4000-kg	4975	24,54	-0,063724	0,40
Svealand				
-3000 kg	2240	33,98	-0,079717	0,60
3000-4000 kg	3481	26,99	-0,068573	0,53
4000-kg	4945	14,30	-0,038165	0,36
Olika tidsperioder <i>Time periods</i>				
1966-1975	3736	26,55	-0,102118	0,26
1976-1985	3566	31,54	-0,087100	0,37
1986-1995	4259	34,35	-0,095358	0,40
1996-2002	4493	39,01	-0,075800	0,47

Tabell 3. Kvävehalt i kärna. Parametrar i regressionskvationen vid gruppering på områden, förfrukter, skördenivåer (i nollrutor), lerhalter och tidsperioder. Regressionsmodell: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, $y=N$ -halt, %, $x=N$, $kg\ ha^{-1}$
Table 3. Grain N content. Parameters in the regression equation for different groupings: Regions, preceding crops, yield levels (for zero N), clay content and periods. Model: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, $y=grain\ N$, %, $x=N$, $kg\ ha^{-1}$

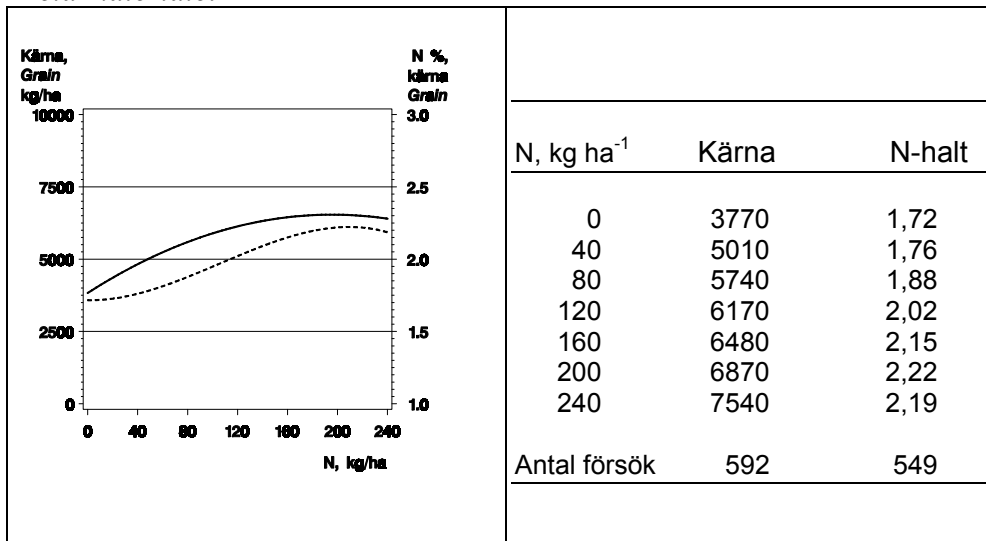
Sorteringsnivå Grouping	a	bx10 ⁴	cx10 ⁴	dx10 ⁴	R ²	N
Hela materialet <i>All</i>						
	1,72	-1,5374	0,3613	-0,00114	0,34	2671
Områden <i>Regions</i>						
S:a Götaland	1,67	0,5043	0,4201	-0,00145	0,36	1564
N:a Götaland	1,69	-10,5622	0,4026	-0,00115	0,42	611
Svealand	1,87	-7,8779	0,3074	-0,00081	0,31	496
Områden*förfrukter <i>Regions*preceding crops</i>						
S:a Götaland						
Höstoljeväxter	1,68	6,9374	0,3646	-0,00131	0,38	847
Stråsäd	1,65	-14,2718	0,7242	-0,00192	0,29	462
Våroljeväxter	1,73	3,1200	0,4391	-0,00116	0,44	82
Övriga	1,67	3,8383	0,0414	-0,00142	0,41	173

Tabell 3. Forts.
Table 3. Cont.

Sorteringsnivå <i>Grouping</i>	a	bx10 ⁴	cx10 ⁴	dx10 ⁴	R ²	N
N:as Götaland						
Höstoljevaxter	1,64	-47,7709	1,1739	-0,00452	0,47	17
Stråsäd	1,69	-6,4003	0,3265	-0,00086	0,39	316
Våroljevaxter	1,69	-22,4153	0,5150	-0,00143	0,50	222
Övriga	1,73	17,1646	0,2825	-0,00115	0,53	56
Svealand						
Höstoljevaxter	1,93	17,0917	0,1478	-0,00087	0,26	53
Stråsäd	1,87	-15,9454	0,4156	-0,00112	0,35	371
Våroljevaxter	1,76	-12,6598	0,2515	-0,00036	0,48	52
Övriga	1,97	-13,6783	0,4397	-0,00164	0,14	20
Jordarter <i>Clay contents</i>						
Lätta <15%	1,73	0,3038	0,4093	-0,00140	0,36	663
Lättleror 15-25%	1,70	-1,9651	0,3412	-0,00103	0,33	880
Styva >25%	1,72	-3,3530	0,3609	-0,00110	0,36	1128
Skördenivå (skörd i nollrutor) <i>Yield level in zero N plots</i>						
Hela materialet <i>All</i>						
-3000 kg	1,77	-15,5984	0,4798	-0,00139	0,37	815
3000-4000 kg	1,70	-1,6825	0,3470	-0,00106	0,30	750
4000-kg	1,69	7,7466	0,2997	-0,00105	0,37	1106
Tidsperioder <i>Time periods</i>						
1966-1975	1,77	9,2759	0,3498	-0,00124	0,43	788
1976-1985	1,76	-12,7780	0,4025	-0,00109	0,40	1236
1986-1995	1,56	-4,6821	0,4344	-0,00129	0,53	316
1995-2002	1,56	-28,2102	0,5881	-0,00159	0,41	331

Resultaten för sorteringsnivåer ovan enligt tabell 2a, 2b och tabell 3 redovisas grafiskt i figurerna 4-18. En figur med kärnskördar och en med kvävehalter visas för varje sorteringsnivå. Som tidigare diskuterats avser den grafiska representationen andragradspolynomen för kärnskördar. Kvävehaltsskurvor och beräknade värden för kärnskörd och N-halt baseras på tredjegradspolynom. Övergripande kommentarer ges på sidan 24.

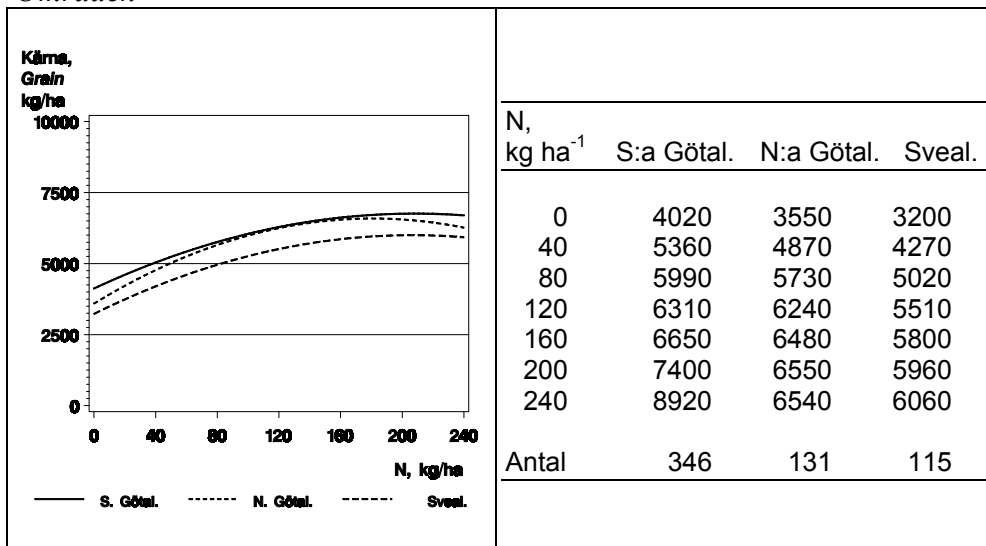
Hela materialet



Figur 4. Hela materialet. Responskurvor för kärnskörd (heldragen) och N-halt i kärnan (streckad). Beräknade värden till höger.

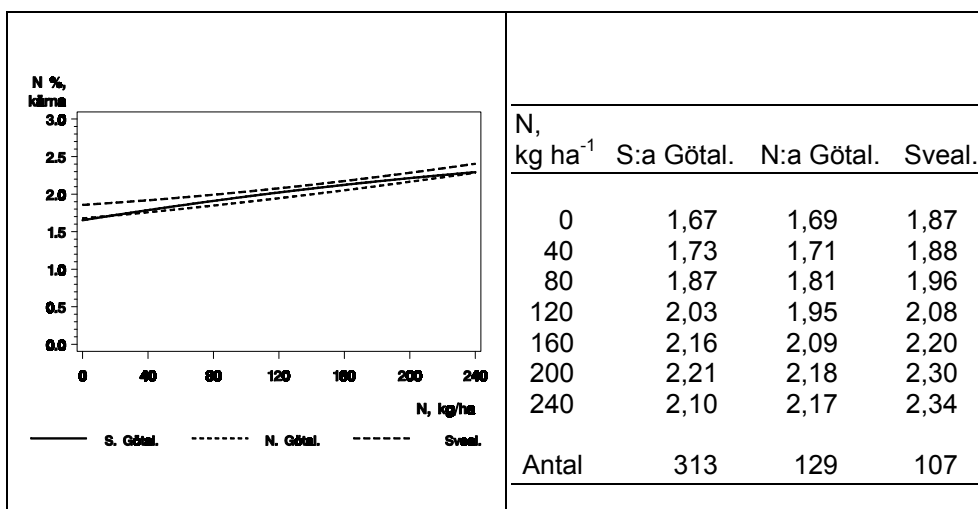
Figure 4. All experiments. Response curves for grain yields (solid) and grain N content (dotted). Calculated values from third degree polynomials to the right.

Områden



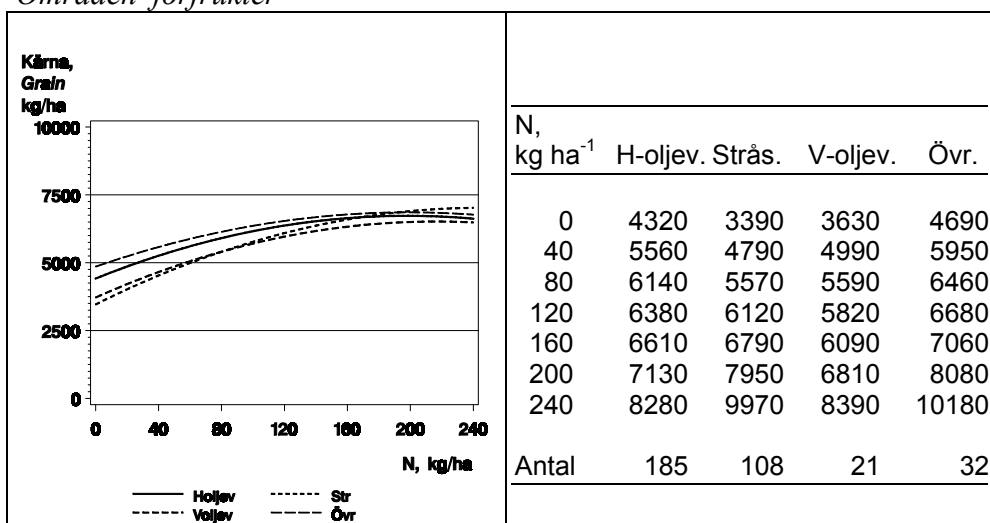
Figur 5. Kärnskördens variation med område och kvävegiva.

Figure 5. Variation in grain yield with region and N rate

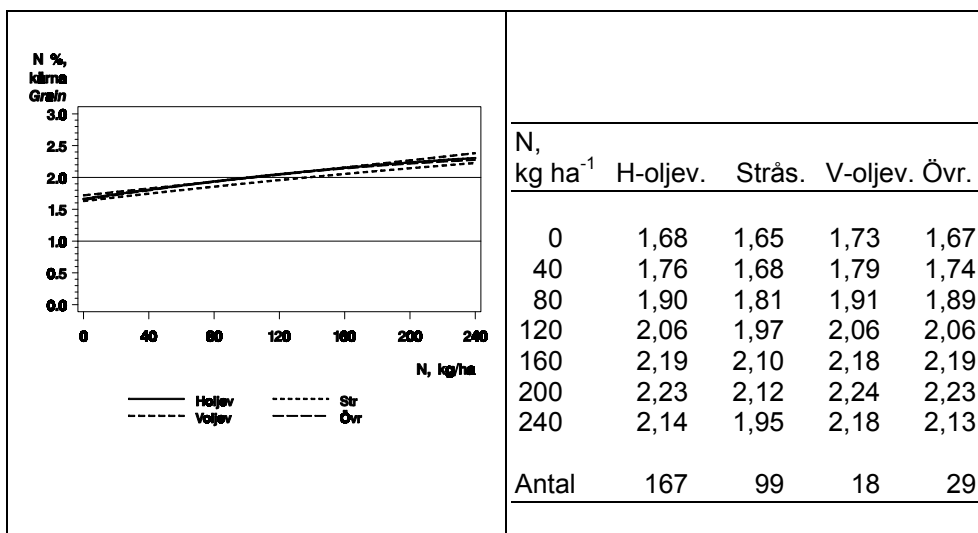


Figur 6. N-haltens variation med område och kvävegiva.
 Figure 6. Variation in grain N content with region and N-rate.

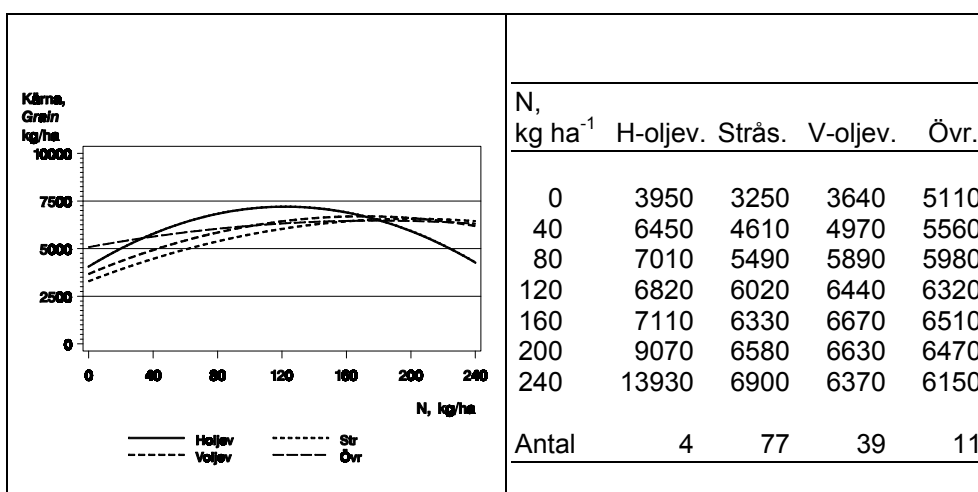
Områden*förfrukter



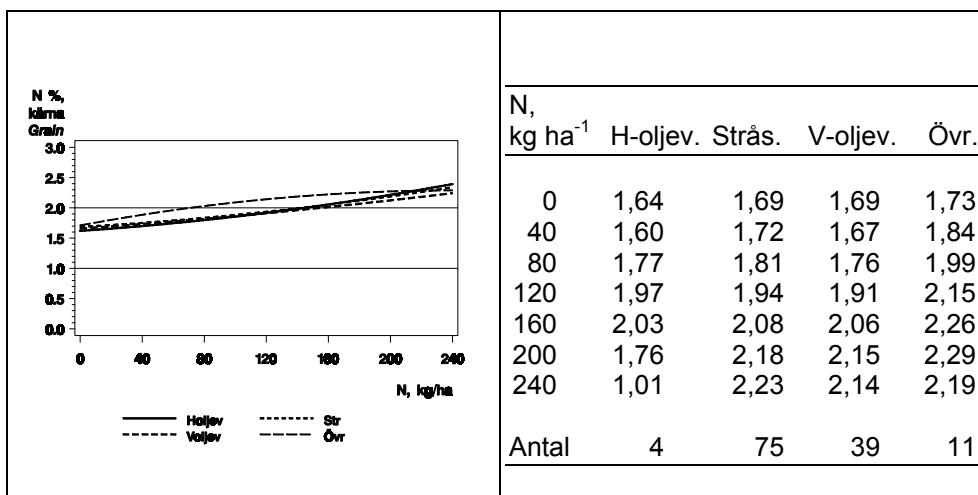
Figur 7. Södra Götaland. Kärnskördens variation med förfrukten.
 Figure 7. South Götaland. Variation in grain yield with the preceding crop.



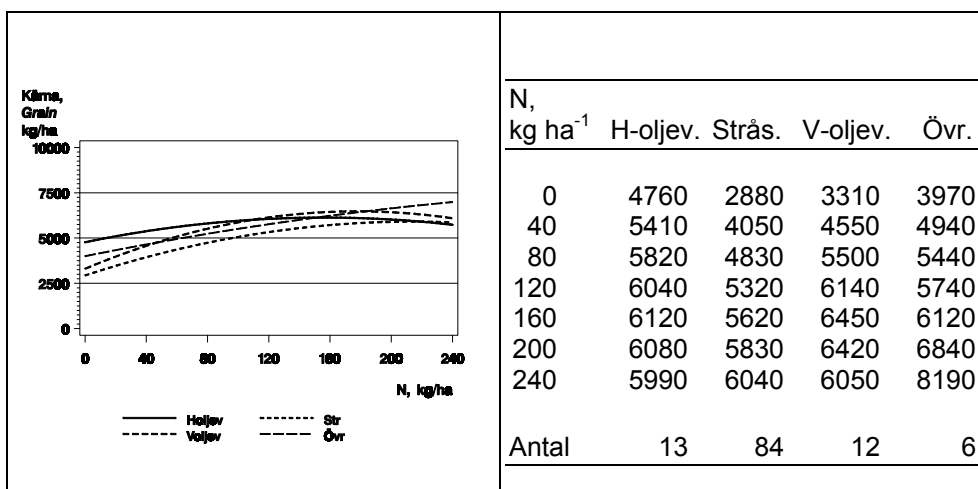
Figur 8. Södra Götaland. Kvävehaltens variation med förfrukten.
 Figure 8. South Götaland. Variation in grain N content with the preceding crop



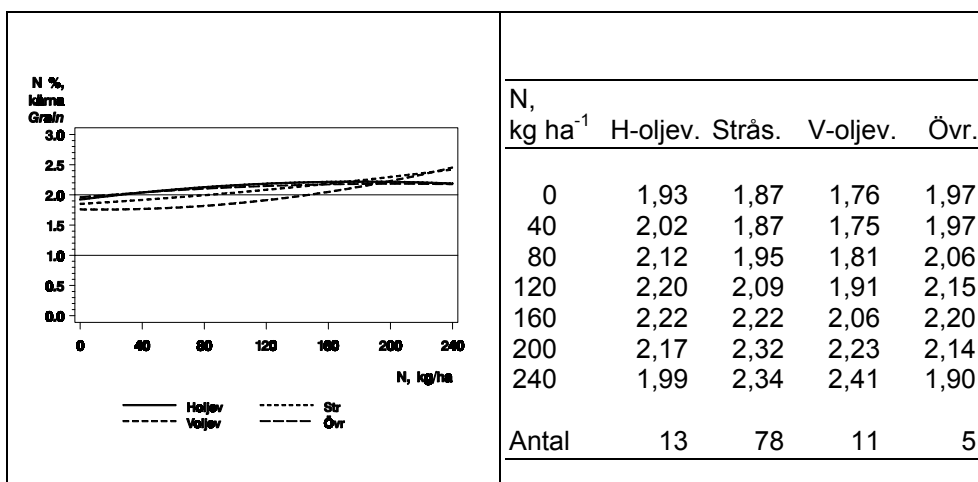
Figur 9. Norra Götaland. Kärnskördens variation med förfrukten.
 Figure 9. North Götaland. Variation in grain yield with the preceding crop.



Figur 10. Norra Götaland. Kvävehaltens variation med förfrukten.
 Figure 10. North Götaland. Variation in grain N content with the preceding crop.

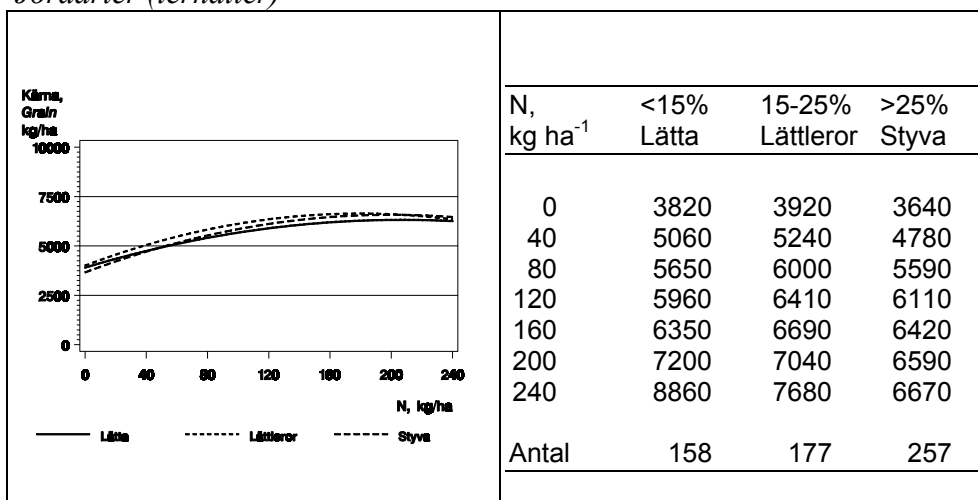


Figur 11. Svealand. Körnskördens variation med förfrukten.
 Figure 11. Svealand. Variation in grain yield with the preceding crop.

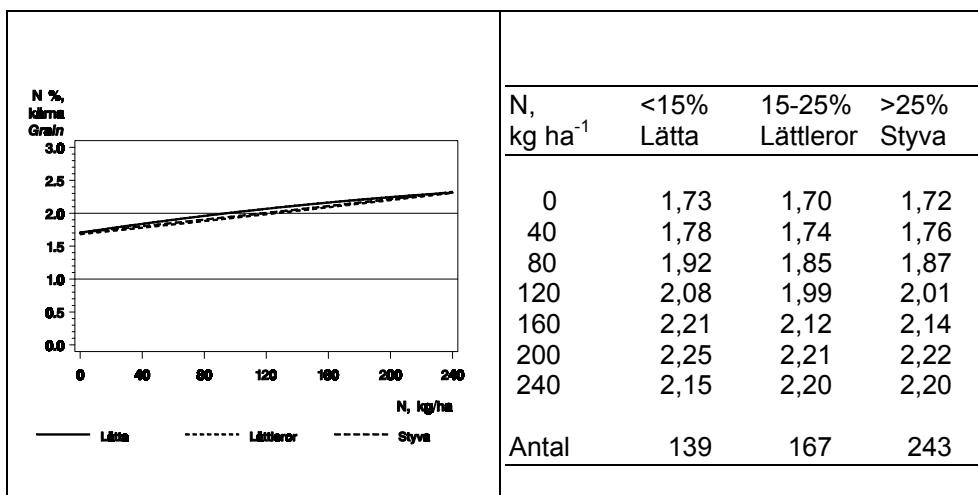


Figur 12. Svealand. Kvävehaltens variation med förfrukten.
 Figure 12. Svealand. Variation in grain N content with the preceding crop.

Jordarter (lerhalter)

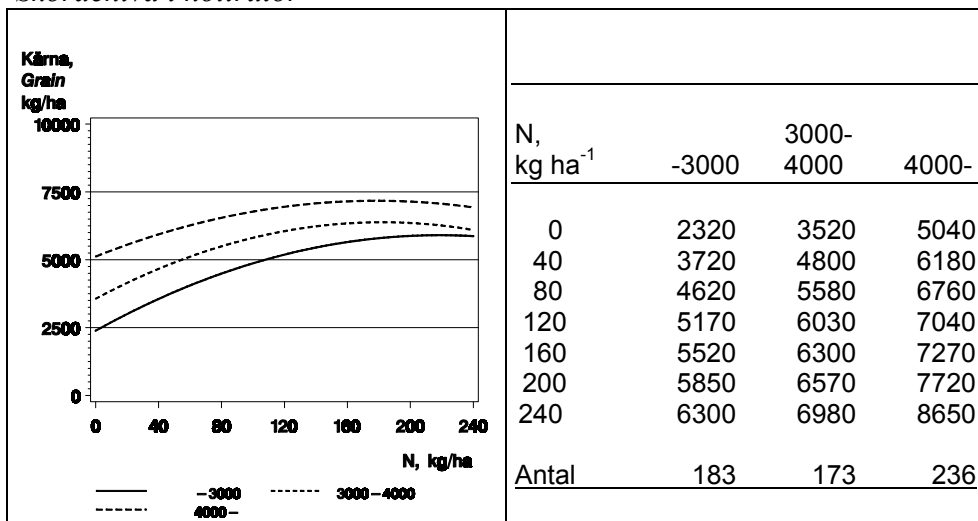


Figur 13. Körnskördens variation med lerhalt.
 Figure 13. Variation in grain yield with clay content.

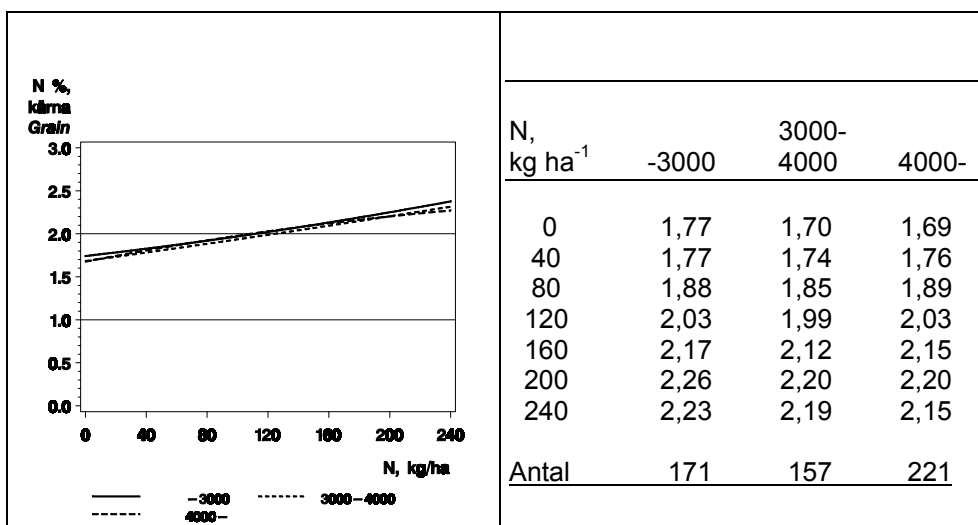


Figur 14. Kvävehaltens variation med lerhalt.
 Figure 14. Variation in grain N content with the clay content.

Skördenivå i nollrutor

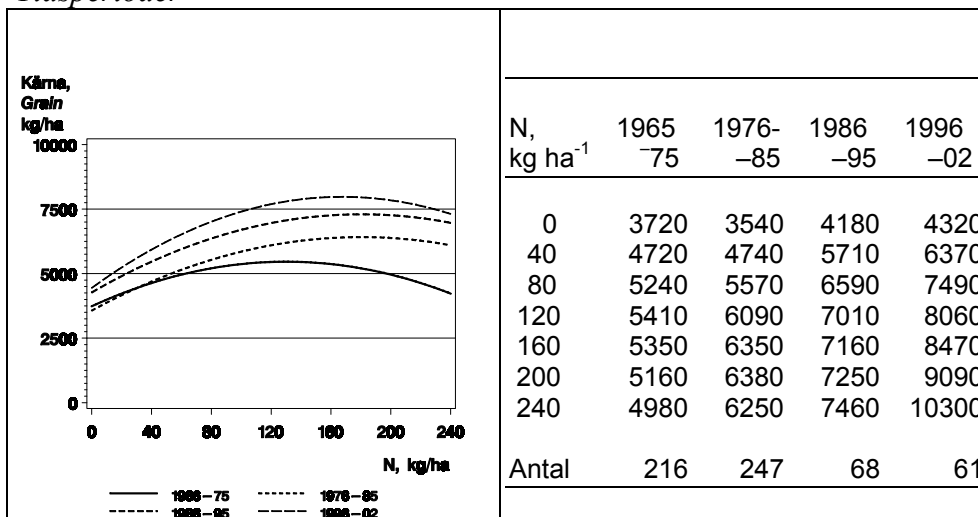


Figur 15. Kärnskördens variation med skördenivån i nollrutor.
 Figure 15. Variation in grain yield with the yield level in zero N plots.

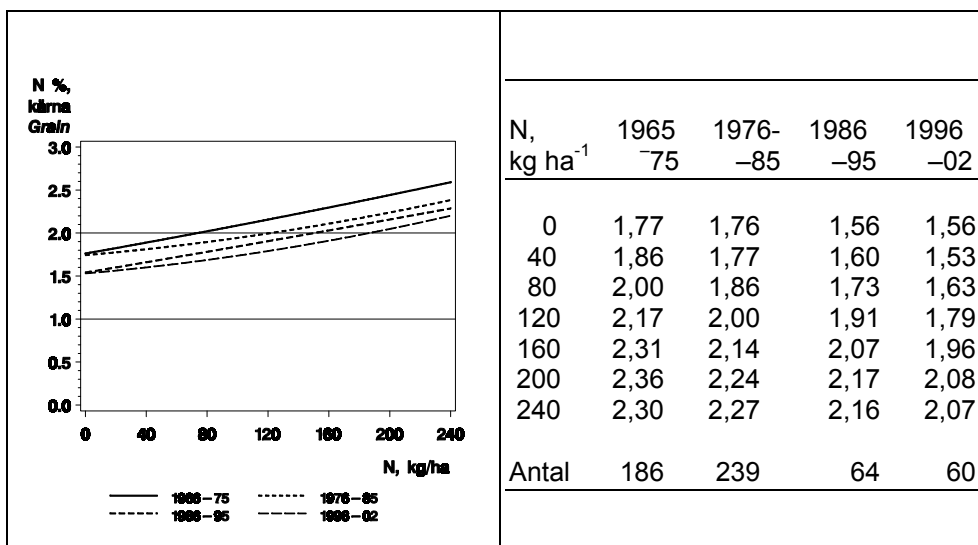


Figur 16. Kvävehaltens variation med skördenivån i nollrutor.
 Figure 16. Variation in grain N content with the yield level in zero N plots.

Tidsperioder



Figur 17. Kärnskördens variation med olika tidsperioder.
 Figure 17. Variation in grain yield with time.



Figur 18. Kvävehaltens variation med olika tidsperioder.
 Figure 18. Variation in grain N content with time.

Kommentarer

Kvävehaltskurvans tydliga s-form illustreras väl när hela materialet studeras (figur 4). Sambandet med kvävegödsling är i det närmaste rätlinjigt i intervallet 50 till 200 kg ha⁻¹.

Skillnader i skördenivå mellan regioner är väntad (figur 5). Skillnaden mellan södra och norra Götaland kan elimineras med kväve. Det gäller inte för Svealand.

Goda förfrukter till höstveten innebär flackare N-reponskurva och därmed indikeras lägre N-behov än vid stråsäd som förfrukt (figur 7-12)

Entydiga samband med jordart eller rättare lerhalt kunde inte påvisas (figur 13).

Skördenivån i nollrutor betyder mycket för N-responsen. Ju högre nivå är desto flackare blir responskurvan och desto lägre N-behov blir N-behovet. Effekten var tydligast i Svealand (tabell 2a-b), men fanns i hela materialet (figur 15).

Kväveresponsen i dagens sorter och med dagens teknik motiverar högre ekonomiskt optimum än tidigare (figur 17).

Kvävehalten i kärnan ligger lägre idag än tidigare när jämförelsen görs vid samma kvävenivå (figur 18).

Skördenivå vid 80 kg N

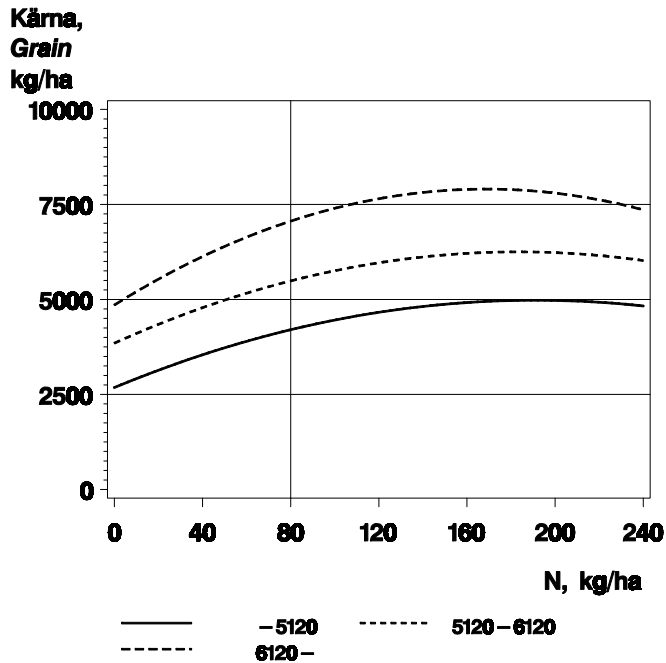
Istället för att gruppera försöken efter skördens storlek i nollrutor gjordes en gruppering baserad på skörden vid 80 kg N. Till grund för detta låg en responsfunktion för varje försök. Gränserna mellan grupperna sattes till 5120 respektive 6120 kg ha⁻¹ vilket gav 192 försök med en skörd mindre än 5120 vid 80 kg ha⁻¹ N, 194 försök med skördar mellan 5120 och 6120 och 201 försök med skördar större än 6120 kg ha⁻¹. För varje grupp bestämdes om tidigare regressionsekvationer (tabell 4). Grafisk presentation i figur 19.

Det fanns ett regelbundet mönster mellan grupperna. En stor skörd vid 80 kg ha⁻¹ indikerar också en något brantare responskurva. Det betyder att kvävebehovet är större än om skördenivån är låg.

Tabell 4. Kärnskörd. Parametrar i regressionsekvationen vid gruppering beroende på skörden vid 80 kg N. Regressionsmodell: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, y =kärna kg ha⁻¹, x =N, kg ha⁻¹

Table 4. Grain yield. Parameters in the regression equation for grouping depending on yields at 80 kg ha⁻¹, N. Model: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, y =grain kg ha⁻¹ 15% moisture, x =N, kg ha⁻¹

Sorteringsnivå Grouping	a	b	c	d	R ²	N
-5120 kg	2637	31,56	-0,1608	0,000307	0,50	862
5120-6120 kg	3783	36,90	-0,2100	0,000432	0,61	915
6120- kg	4768	52,54	-0,3202	0,000736	0,50	1041



Figur 19. Kärnskördens variation beroende på skördens storlek vid 80 kg ha⁻¹ N.
 Figure 19. Variation in grain yield depending on the yield at N-rate 80 kg ha⁻¹ N.

Responskurvor för kväveskörden

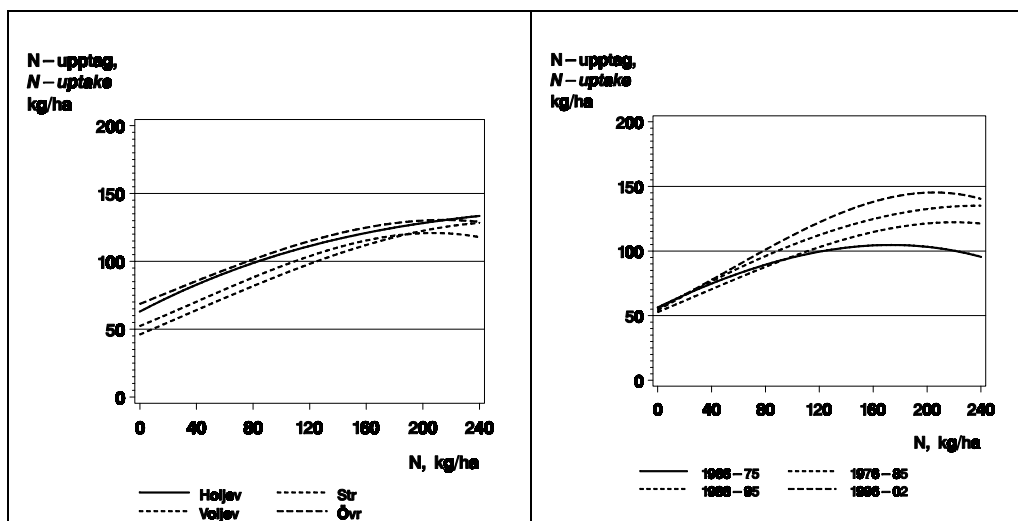
För några grupperingar redovisas också parametrar och grafik för kväveskörden dvs. den kvävemängd, som förs bort med kärnskörden (tabell 5, figur 20). Mest relevanta grupperingar ansågs vara förfrukter samt tidsperioder.

En god förfrukt till höstveten innebär att mer kväve tas upp än vid mindre gynnsamma förfrukter. För effekten över tiden gäller att mer kväve tas upp idag än tidigare.

Tabell 5. Kväveskörd. Parametrar i regressionsekvationen vid gruppering på förfrukt och tidsperiod. Regressionsmodell: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, y =kärna kg ha^{-1} , $x=N$, kg ha^{-1}

Table 5. Grain N-uptake. Parameters in the regression equation for grouping on preceding crops and time periods. Model: $y=a+b*x+c*x^2+d*x^3$, y =grain kg ha^{-1} 15% moisture, $x=N$, kg ha^{-1}

Sorteringsnivå Sort level	a	b	cx10 ⁴	dx10 ⁶	R ²	N
Förfrukter Preceding crops						
Höstoljeväxter W. oil-seeds	62,8	0,6374	-28,21	6,92	0,49	912
Stråsäd Cereals	46,0	0,4732	-2,63	-0,71	0,59	1138
Våroljeväxter S. oil-seeds	52,3	0,4321	6,13	-5,32	0,62	356
Övriga Other	68,3	0,5383	-19,70	5,71	0,49	249
Tidsperioder Time periods						
1966-1975	56,3	0,5029	-9,75	-1,83	0,46	772
1976-1985	52,7	0,4353	3,50	-4,06	0,54	1236
1986-1995	54,2	0,5849	-6,38	-1,65	0,62	316
1996-2002	55,2	0,6844	-15,26	3,49	0,64	331



Figur 20. Kväveskördens variation med förfrukten (t.v.) och tidsperiod.
Figure 20. Variation in grain N yield with preceding crop (left) and time period.

Ekonomiskt optimala N-givor

Principerna för att beräkna ekonomiskt optimal kvävegiva har redan berörts i avsnittet om material och metoder. Här lämnas ytterligare några synpunkter och tillämpade principer i frågan. När beräknad ekonomiskt optimal N-giva för individuella försök ligger utanför aktuella kvävegivor i försöken har beräkningen förkastats och optimum i stället satts till högsta eller lägsta prövade N-giva i försöket beroende på responskurvas utseende.

För tredjegradspolynom gäller emellanåt att ingen optimal N-giva kan bestämmas. Linjen böjer i sådana fall inte tillräckling av neråt. I dessa lägen har ekonomiskt optimum satts till högsta prövade givan.

För studerade grupperingar har en beräkning av ekonomiskt optimal kvävegiva gjorts (tabell 6). Det bör noteras att presenterade värden främst ska utnyttjas för relativa jämförelser och inte uppfattas som riktvärden för ekonomiskt optimal gödsling.

Tabell 6. Ekonomiskt optimal N-giva, kg ha^{-1} samt kärnskörd, kg ha^{-1} vid 15% vattenhalt och kväveupptag, kg ha^{-1} N vid optimum. Beräkningarna baserade på 8 kr kg^{-1} N och 0,75 kr kg^{-1} spannmål (priskvot=10,67)

Table 6. Economical optimum N-rate, kg ha^{-1} , grain yield, kg ha^{-1} 15% moisture and grain N-uptake, kg ha^{-1} . Calculations based on N-price 8 SEK kg^{-1} N and grain price 0,75 SEK kg^{-1} grain

Sorteringsnivå <i>Grouping</i>	Optimum <i>Econ. opt.</i>	Skörd vid opt. <i>Yield at opt.</i>	N-upptag vid opt. <i>N-uptake at opt.</i>
Hela materialet <i>All</i>	98	5960	97
Områden <i>Regions</i>			
S:a Götaland	79	5980	94
N:a Götaland	110	6150	99
Svealand	111	5410	94
Områden*förfrukter <i>Regions*preceding crops</i>			
S:a Götaland			
Höstoljeväxter	72	6070	96
Stråsäd	160	6790	118
Våroljeväxter	72	5510	88
Övriga	65	6330	97

Tabell 6. Forts.
Table 6. Cont.

Sorteringsnivå <i>Grouping</i>	Optimum <i>Econ. opt.</i>	Skörd vid opt. <i>Yield at opt.</i>	N-upptag vid opt. <i>N-uptake at opt.</i>
N:a Götaland			
Höstoljeväxter	62	6920	100
Stråsäd	115	5960	96
Våroljeväxter	115	6380	103
Övriga	62	5790	94
Svealand			
Höstoljeväxter	57	5610	98
Stråsäd	111	5230	91
Våroljeväxter	126	6210	101
Övrigt	68	5330	90
Jordarter <i>Clay contents</i>			
Lätta <15%	75	5600	88
Lättleror 15-25%	96	6200	100
Styva >25%	116	6070	102
Skördenivå (nollrutor) <i>Yield level in zero N plots</i>			
Hela materialet <i>All</i>			
-3000 kg	120	5160	88
3000- 4000 kg	102	5860	95
4000- kg	75	6710	106
Skördenivå*områden <i>Yield level*regions</i>			
S:a Götaland			
-3000 kg	91	4670	75
3000-4000kg	79	5620	88
4000- kg	75	6880	107
N:a Götaland			
-3000 kg	116	5460	88
3000-4000 kg	119	6260	101
4000- kg	98	6790	111
Svealand			
-3000 kg	132	5300	94
3000-4000 kg	101	5550	94
4000- kg	49	5650	95
Olika tidsperioder <i>Time periods</i>			
1966-1975	69	5140	86
1976-1985	113	6020	101
1986-1995	98	6830	104
1995-2002	120	8060	121

Försöksvis optimal N-giva

I en delundersökning bestämdes optimal N-giva för varje försök och därefter beräknades medeltal. Då kan också en skattning av variationen i optimum per plats göras (tabell 7).

Någon entydig skillnad mellan att beräkna ekonomiskt optimal N-giva för gruppmedelvärden och att beräkna den på försöksvisa värden erhöles inte. Standardavvikelsen för den ekonomiskt optimala N-givan låg omkring ± 45 kg ha⁻¹. Det är en stor spridning i förhållande till optimumgivornas storlek på 80 till 110 kg ha⁻¹.

Ett argument för försöksvis beräkning är möjligheten att skatta spridningen i optimumgivan. Sådan skattning bör alltid finnas för att kunna värdera resultatens kvalitet.

Tabell 7. Ekonomiskt optimal N-giva, kg ha⁻¹, beräknad dels på responsfunktion för aktuell gruppering (medelekv.), dels för varje försök inom respektive grupp (f-vis)

Table 7. Economical optimum N-rate, kg ha⁻¹, calculated based on response functions for groups (average eq.) and for individual experiments (exp. wise), respectively

Kategori <i>Category</i>	Optimum <i>Econ. opt.</i>	Standard- avvikelse (\pm) <i>S-dev.</i>	Antal försök <i>No. of exp.</i>
Samtliga <i>All</i>			
Medelekv. <i>Average eq.</i>	98		
F-vis <i>Exp.wise</i>	91	45	587
Områden <i>Regions</i>			
S:a Götaland.			
Medelekv	79		
F-vis	86	44	346
N:a Götaland, medelekv	110		
F-vis	103	41	131
Svealand,			
Medelekv	111		
F-vis	94	49	114

Optimal skörd, grundskörd och optimal N-giva

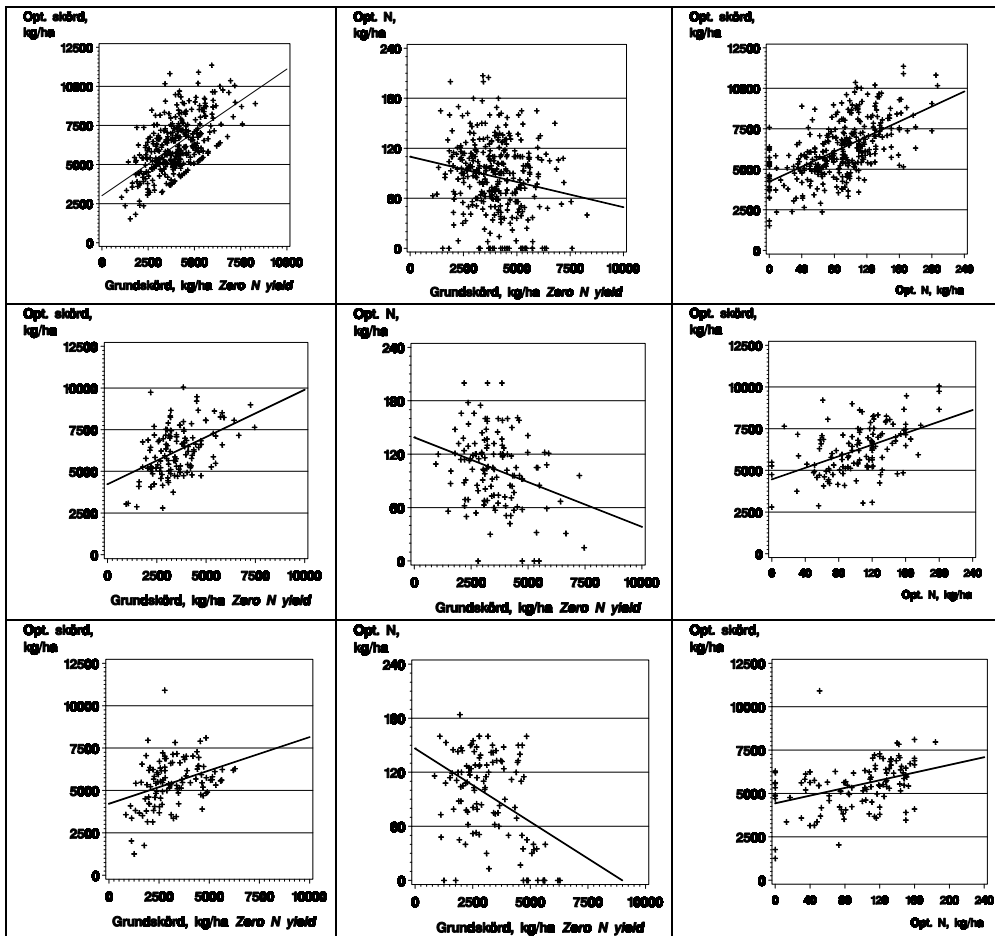
En översiktlig analys av a) skörd vid optimal N-giva i förhållande till nollruteskörd, b) optimal N-giva i förhållande till nollrutor och c) skörd vid optimal N-giva i förhållande till optimal N-giva genomfördes regionsvis (figur 21). Bilden är likartad mellan regionerna. När optimumgivan ökar med 1 kg N stiger den optimala skörden med 11-23 kg kärna beroende på region (figur 21 t.h.). En stor nollruteskörd indikerar en stor optimumskörd. Kvantitativt var sambandet 0,4-0,8 kg per kg ökning i nollruteskörd (figur 21, t.v.). Den punktsvärm, som sambandet mellan optimal N-giva och nollruteskörden visar gör det inte meningsfullt att ange ett kvantitativt mått.

Skördeökningar och absoluta skördenivåer

När skördeökningen för kvävegödsling är det intressanta och inte den absoluta skördenivån kan alla presenterade responskurvor användas genom att sätta parametern a i regressionsekvationerna lika med 0. Den resulterande ekvationen visar då skördeökningen och alla övriga beräkningar av optimal N-giva etc blir lika.

Ekonomiskt stöd

Arbetet har utförts vid SLU, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära. Ekonomiskt stöd för undersökningen har lämnats av Jordbruksverket.



Figur 21. Från vänster skörd vid optimal N-giva som funktion av nollruteskörd, mitten optimal N-giva som funktion av nollruteskörd, till höger optimal N-giva som funktion av optimumgivan. Uppifrån södra Götaland, norra Götaland och Svealand.

Figur 21. To the left yield at optimum as a function of zero N yield, center optimum N-rate as a function of zero N yield, to the right yield at optimum as a function of optimum N-rate. From top south Götaland, north Götaland and Svealand.

Plan nummer	Benämning
3-2021	Flytande ammoniak. Spridningstider
3-2036	Ks och kalkammonsalpeter
3-2059	Kalksalpeter på hösten
3-2082	N30 och kalksalpeter till stråsäd
3-2090	N30 och kalksalpeter till höstvete
3-2113	Stigande N-givor med profilprovtagning.
3-2127	N-intensitet till höstvete (prognoskontroll)
3-2130	N till höstvete, fungicid och växtanalys
3-2140	N för proteinhaltsstyrning i höstvete
3-2141	N till höstvete (prognoskontroll)
3-2145	Bladgödsling med urealösning till höstvete
3-2146	Kalksalpeter, urealösning och N30 till höstvete
3-2147	Tilläggs gödsling av N i höstvete
3-2179	Växtanalys i höstvete
3-2186	N och växtanalys i höstvete
3-2188	Nitratschnelltest i höstvete
3-2190	Flytande ammoniak till höstvete
3-2204	N till höstvete på styv lera
3-2207	Styrning av tilläggs gödsling till höstvete
3-2215	Olika N-gödselmedel i höstvete
3-2217	Kalksalpeter och N34 till höstvete
3-2220	Kvävegödsling till höstsäd
3-2234	Kvävegödsling och spridningstidpunkter
3-2241	Kväveintensitet i höstvete
3-2247	Kvävestege i höstvete
3-2251	Flytande NS i höstvete
3-2253	Kvävestrategi i höstvete
3-2258	Kvävestrategi i höstvete i Mellansverige
3-2262	Kvävestrategi och svavel i höstvete
3-7024	Olika NPK-gödselmedel
3-7025	Kalksalpeter, kalkammonsalpeter och NPK till höstvete
3-7027	Kalksalpeter, kalkammonsalpeter och NPK till höstvete
3-7028	Kalksalpeter, kalkammonsalpeter och NPK till höstvete
3-7029	Kväve och CCC till höstvete
3-7030	Kväve och CCC till höstvete
3-7031	Kväve och CCC till höstvete
MV-0002	Kväve till höstvete efter olika förfrukter

Förteckning över samtliga rapporter erhålles kostnadsfritt. I mån av tillgång kan tidigare nummer köpas från avdelningen.

A list of all reports can be obtained free of charge. If available, issues can be bought from the division.

- 181 1991 Lars Gunnar Nilsson: Nitrifikationshämmare - flytgödsel.
Nitrification inhibitors - slurry.
- 182 1991 Lennart Mattsson: Nettomineralisering och rotproduktion vid odling av några vanliga lantbruksgrödor.
Nitrogen mineralization and root production in some common arable crops.
- 183 1991 Magnus Hahlin: Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium. II. Fältförsök, serie R3-8024.
Influence of K/Mg-ratios on the effect of potassium fertilization. Field experiments R3-8024.
- 184 1991 Käll Carlgren: Skördeeffekter och pH-inverkan av fem kvävegödselmedel studerade i ett långliggande fältförsök.
Influence on yield and soil pH-value from five nitrogen fertilizers studied in a long-term field trial.
- 185 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fältförsök med Øyeslagg.
Field experiments with Øyeslagg.
- 186 1992 Lennart Mattsson: Effekter av halm- och kvävetillförsel på mullhalt, kvävebalans och skörd i ett långliggande fältförsök i Uppland.
Effects on soil organic matter content, N balance and yield of straw and N additions in a long term experiment in Central Sweden.
- 187 1992 Lars Gunnar Nilsson och Magnus Hahlin: Modell för beräkning av växttillgänglig fosfor-P-AL på basis av ICP-analys.
A model for calculation of plant available phosphorus in soil according to AL/standard and AL/ICP.
- 188 1992 Enok Haak och Gyula Simán: Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad.
Field experiments with liming of mineral soils to different base saturation.
- 189 1992 Lennart Mattsson och Tomas Kjellquist: Kvävegödsling till höstvetete på gårdar med och utan djurhållning.
Nitrogen fertilization of winter wheat on farms with and without animal husbandry.

- 190 1992 Christine Jakobsson och Börje Lindén: Kväveeffekter av stallgödsel på lerjordar.
Nitrogen effects of manure on clay soils.
- 191 1992 Magnus Hahlin och Erik Svensson: Radmyllning av NPK till fabrikspotatis. Resultat från försöksserie FK-1290. Samarbetsprojekt mellan Försöksavdelningen för växtnäringslära och Fabrikspotatiskommittén.
Placed application of NPK fertilizer to starch potatoes. Results from field experiment project FK-1290.
- 192 1993 Enok Haak: Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar i Norrland.
Field experiments with liming of mineral soils in North Sweden.
- 193 1994 Barbro Beck-Friis, Börje Lindén, Håkan Marstorp och Lennart Henriks-son: Kväve i mark och grödor i odlingssystem med fånggrödor. Undersökningar på en sandjord i södra Halland.
Nitrogen in soil and crops in cropping systems with catch crops. Studies on a sand soil in Halland in south-west Sweden.
- 194 1994 Enok Haak, Börje Lindén & Per Johan Persson: Kväveflöden i olika odlingssystem. Försök på Lanna, Skaraborgs län.
Nitrogen flow in different cultivation systems. A field experiment at Lanna Research Station in south-west Sweden.
- 195 1995 Käll Carlgren & Jan Persson: Fält-, kärl- och laboratorieundersökningar med Fosforkalk från Karlshamn.
Field, Pot and Laboratory Experiments with Phosforkalk from Karlshamn Ltd.
- 196 1995 Lennart Mattsson: Skördevariationer inom enskilda fält. Storlek och tänkbara orsaker.
Yield variations within individual fields. Magnitude and possible reasons.
- 197 1996 Käll Carlgren: Två fältförsök med jämförelse mellan konventionell och ekologisk fosforgödsling.
Two Field Experiments with Comparison between Conventional and Ecological Phosphorus Fertilization.
- 198 1997 Enok Haak & Gyula Simán: Effekter av kalkning och NPK-gödsling i sju långvariga försök i fält, 1962-92.
Effects of liming and NPK-fertilization in seven long term field experiments, 1962-92.
- 199 1998 Börje Lindén, Käll Carlgren & Lennart Svensson: Kväveutnyttjande på en sandjord i Halland vid olika sätt att sprida svinflytgödsel till stråsäd.
Nitrogen utilization on a sandy soil after application of pig slurry to cereal crops with different techniques.

- 200 1999 Enok Haak: Vädrets och kvävegödslingens inverkan på växtproduktion och näringsupptag i bördighetsförsöket R3-9008, 1985-1992.
Influence of weather and N-fertilization on DM-yield and nutrient uptake in the fertility experiment R3-9008, 1985-1992.
- 201 1999 Lennart Mattsson: Mullhalt och kväve mineralisering i åkermark.
Soil organic matter and N mineralization in arable land
- 202 2001 Lennart Mattsson, Thomas Börjesson, Kjell Ivarsson & Kjell Gustafsson. Utvidgad tolkning av P-AL för mark- och skördeanpassad fosforgödsling.
Extended interpretation of labile P for soil and yield related P fertilization.
- 203 2003 Käll Carlgren: Länsförsök med koppargödsling 1971-73.
Regional field experiments with copper fertilization 1971-73.
- 204 2003 Jan Persson & Käll Carlgren: Långsiktig verkan hos markens kopparförråd.
Long-term copper maintenance.
- 205 2003 Lennart Mattsson: Växtnäring, produktion och miljö
Plant nutrients, production and environment.
- 206 2003 Lennart Mattsson: Kvävebalans i korn och höstvetete.
Nitrogen balance in barley and winter wheat.
- 207 2003 Jan Persson: Kväveförluster och kvävehushållning. Förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk. Kortsiktiga och långsiktiga markbiologiska processer med speciell hänsyn till kvävet.
Nitrogen losses and N management. Possible improvements in agriculture. Short term and long term soil biological processes with special regard to nitrogen.
- 208 2004 Käll Carlgren & Holger Kirchmann, red. /eds./: Växtnäringsförsörjningen i ekologisk odling. Föredrag hållna 4 mars 2004 på Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien.
Lectures held on 4 March 2004 at the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry
- 209 2004 Lennart Mattsson: Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar.
Nitrogen fertilization in winter wheat.

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien finns tillgänglig vid avdelningen och kan beställas därifrån.

This series contains reports of research and field experiments from the Division of Soil Fertility, Swedish University of Agricultural Sciences. The series can be ordered from the Division of Soil Fertility.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet
Avd. för växtnäringslära

750 07 UPPSALA
Tel 018-671249
