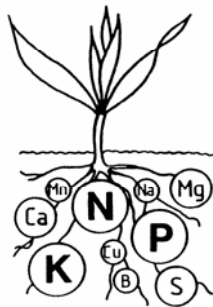




Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag

Nitrogen intensity in barley – yields and N off-take

Lennart Mattsson



Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringslära

Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of Soil Sciences
Division of Soil Fertility

Rapport 212
Report

Uppsala 2006
ISSN 0348-3541
ISRN SLU-VNL-R—212-SE

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| Abstract | 4 |
| Sammanfattning | 5 |
| Inledning | 6 |
| Undersökningens syfte | 6 |
| Material och metoder | 7 |
| Urvalsprinciper | 7 |
| Indelningsgrunder..... | 7 |
| Regioner | 8 |
| År och tidsperioder | 9 |
| Förfrukt..... | 11 |
| Jordartsgruppering..... | 12 |
| Skördenivå i nollrutor..... | 12 |
| Skattning av produktionsfunktioner | 13 |
| Resultat | 14 |
| Kärnskördar, medeltal | 14 |
| Skördarnas förändring med tiden | 14 |
| Effekter vid olika grupperingar | 16 |
| Hela materialet | 17 |
| Regionala effekter | 17 |
| Förfruktseffekter..... | 19 |
| Jordartseffekter..... | 20 |
| Tidsperioder..... | 21 |
| Skördenivå i nollrutor..... | 23 |
| Kvävehalt och kväveupptag i kärnan | 23 |
| Kärnans rymdvikt..... | 26 |
| Funktionsskattningar | 26 |
| Ekonomiskt stöd | 35 |
| Litteratur | 35 |
| Bilagor | 36 |

Abstract

More than 1000 field experiments with nitrogen to spring barley conducted over a period from 1967 to 2004 were investigated. Only one year experiments were included. Yields and N off-take were measured. Three types of production functions were estimated on an experiment wise level. Second and 3rd degree polynomials were considered together with a 3rd degree polynomial combined with a straight line from the inflexion point of the curve.

Yields are generally larger today than they were in the mid 60s. This holds both for control treatments and for N fertilized treatments. It implies that the efficiency of N has increased over the years. In other words, the yield increase kg^{-1} N has increased. Currently a yield increase with 600 kg grain 40 kg^{-1} N is obtained as an average in the range 40-120 kg N. Similarly, the grain N response to N fertilizer was 0.13 percentage units 40 kg^{-1} N equal to 0.8 percentage units protein.

Yields decline from south to north Sweden while the highest grain N contents were observed in north Sweden. The N off-take averaged over all N-levels was the largest in south Sweden with 75 kg ha^{-1} N. In north Sweden it was just above 60 kg ha^{-1} .

It could be confirmed experimentally that barley after cereals required more N for economical optimum yields than after *e.g.* a leguminous crop or oil-seeds. The difference was approximately 15 kg ha^{-1} N.

With today's prices applied on the current response curves and on those 30 years ago it was shown that the most economic N fertilization level today is nearly twice that of the 70ies.

Sammanfattning

I drygt 1000 ettåriga kvävegödslingsförsök i korn undersöktes avkastning och N-upptag. Tre olika varianter av produktionsfunktioner skattades för att beskriva kvävegödslingsens inflytande. Dels polynom av andra respektive tredje graden, dels en sammansatt funktion, bestående av ett tredjegradspolynom och en rät linje. Den räta linjen anslöt till den punkt där tredjegradskurvan övergick från att vara konvex till att bli konkav.

Allmänt har skördarna ökat från 1960-talets mitt till idag. Det gäller både kvävegödslade och icke kvävegödslade behandlingar. Utbytet av samma mängd gödsel steg från periodens början till dess slut. Kvävegödslingsens verkan eller effektivitet ökade med andra ord under perioden. För närvarande erhålls en skördeökning på 600 kg för vart fyrtonde kg N som tillförs räknat som genomsnitt i intervallet 40-120 kg N. Kvävehalten i kärnan ökar med 0,13 procentenheter per 40 kg N motsvarande drygt 0,8 procentenheter råprotein.

De största skördarna erhöles i södra Götaland och de minsta i Norrland, men de högsta kvävehalterna i kärnan uppmättes i de norrländska försöken. Detta påverkade kväveupptaget, som i viss mån utjämnades mellan områdena. De största upptagen, ungefär 75 kg ha⁻¹ i medeltal för alla kvävenivåer, uppmättes dock i södra Götaland och de minsta i Norrland med 60 kg ha⁻¹.

Förfrukten spelar roll för produktionsfunktionens form och därmed också för ekonomiskt optimal gödsling. Resultaten bekräftade att korn efter stråsäd kräver mer kväve än korn efter baljväxter eller oljväxter. En differens på ungefär 15 kg ha⁻¹ uppmättes.

Skördens storlek har viss betydelse för vilken kvävenivå som är ekonomiskt bäst. Vid hög skördenivå behövs mindre extern tillförsel av kväve än vid en låg.

Skördarna är större idag jämfört med för 30 år sedan och kväveresponsen är annorlunda. Ekonomiskt optimum har förskjutits uppåt och ligger idag nästan dubbelt så högt som på 1970-talet med allt annat lika.

Inledning

När ett växtnäringsämne som t.ex. kväve tillförs ökar tillväxten. Detta till synes enkla faktum ger emellertid anledning till många frågor och problem. Redan när Liebig (1840) formulerade mineralämnesläran var han medveten om att samma gödsling ger olika resultat beroende på bl.a. odlingslokal. Det är otivelaktig så att vi i många avseenden har lärt oss bemästra problemen, men det är ändå mycket som återstår. Inte minst gäller detta kvävegödslingens strategi och genomförande.

Enskilda processer i kvävetns komplicerade kretslopp är välkända, men helheten i praktisk skala är svår att förutsäga. Vi har helt enkelt inte tillräcklig kunskap om de samspel, som förekommer. Ett enkelt exempel. Kyligt väder på våren hämmar tillväxten hos ovanjordiska växtde- lar men gynnar ofta rotutveckling. Det kyliga vädret sänker i sin tur marktemperaturen, vilket hämmar mikrobiotivet och indirekt kvävetns mineralisering. Alltsammans påverkar effekten av kvävegödslingen, men att förutse hur summaeffekten av processerna påverkar skörden är mycket svårt.

Kvävegödslingsförsök har varit och är ett mycket vanligt förekom- mande verktyg för att studera och söka bemästra en del av problemen. Under årens lopp har ett stort antal genomförts. Här görs en ansats att samla resultat från så många N-försök som möjligt och analysera dem med hänsyn till kvävetns effekt på avkastning och kvalitet hos vårkorn. Syftet är relativt enkelt, nämligen att belysa kväveintensitetens eller givans inflytande. En likadan undersökning i höstvetete har genomförts tidigare (Mattsson, 2004).

Undersökningens syfte

Sammanställningens syfte är i första hand

att presentera produktionsfunktioner för kvävetns effekt på kärnskör- dens storlek och kvävehalt i vårkorn. Funktioner, som är skattade på basis av ett dokumenterat försöksmaterial.

att presenterade produktionsfunktioner ska betraktas som generella och kunna användas i sammanhang då kvävetns effekt på skörd och kvalitet diskuteras i kvantitativa termer.

Material och metoder

Urvalsprinciper

Alla enskilda försök, som utnyttjats, har bearbetats vid SLU, Avd. för växtnäringslära. Från dokumentationssynpunkt är försöksseriernas nummer viktiga. De anger entydigt försökstyp och vilka behandlingar och mätningar som gjorts. Serienumren är samlade i bilaga 1. Fullständig dokumentation finns vid SLU, Avd. för växtnäringslära.

Två kriterier ställdes vid urvalet: a) Ettåriga försök i vårkorn med minst två kvävenivåer, varav en motsvarar utan kvävetillförsel. b) Försöken var utförda mellan 1967-2004.

Många gånger stod inte intensiteten i centrum för försökens genomförande, men har ändå ingått som ett delmoment i försöken. I sådan fall har bara aktuella behandlingar utnyttjats. Tillförselsätt t.ex. radmyllning eller bredspridning har inte beaktats. I allt väsentligt är bara engångsgivor behandlade.

I samtliga använda försök är skördarna registrerade och korrigerade till 15% vattenhalt rensad vara. Rymdvikten i g per liter har bestämts och i så gott som samtliga försök har också kärnans kvävehalt registrerats. Denna anges i procent av torrsubstansen. Omräkning till råprotein kan göras med faktorn 6,25, men har inte utnyttjats här.

All datahantering – urval, listningar, statistisk bearbetning och presentation – har gjorts med SAS ver. 9.1 (SAS Institute, 2003). Alla försöksdata finns lagrade i avdelningens för växtnäringslära databas. Ur denna har selektion gjorts och en databas "Kväve till vårkorn" har skapats. Denna ligger till grund för alla bearbetningar.

Ytterligare information om databasen och försöken finns på <http://vn.mv.slu.se/>

Indelningsgrunder

Det första urvalet omfattade 1248 försök, som efter kontroller och strykningar minskade till 1083. Vid bearbetningen grupperades försöken beroende på regioner, förfrukter, jordarter, tidsperioder och skördenivåer. Ingen korsgruppering gjordes med undantag för regio-

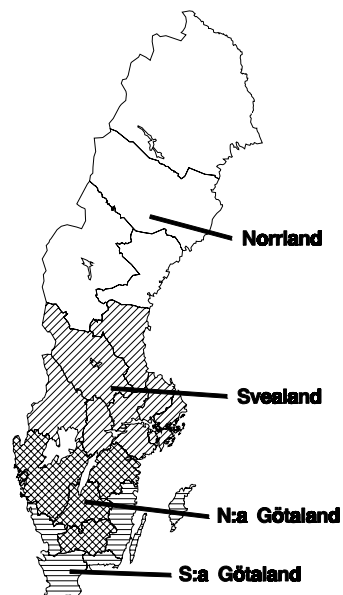
ner*förfrukt höst/våroljeväxter och regioner*år. I de tre sydligaste regionerna grupperades därför försöken efter höst- respektive våroljeväxter som förfrukt. Och i alla regioner studerades tidsperiodernas effekt.

Regioner

Korn odlas i hela landet och en regionsindelning efter länstillhörighet gjordes på följande sätt (figur. 1):

| Region | Län |
|-----------------|---|
| Södra Götaland: | Kalmar, Gotland, Blekinge, Skåne och Halland, 507 försök. |
| Norra Götaland: | Östergötland, Jönköping, Kronoberg, Västra Götaland, 220 försök. |
| Svealand | Uppsala, Stockholm, Södermanland, Värmland, Örebro, Västmanland, Dalarna och Gävleborg, 282 försök. |
| Norrland | Västernorrland, Jämtland, Västerbotten och Norrbotten, 74 försök. |

Fördelningen av försök är ojämn mellan regionerna. Mot 507 försök i södra Götaland svarar endast 74 i Norrland. För Norrlands del saknades för övrigt försök av denna typ helt före 1970 och efter 2001.



Figur 1. Den använda regionsindelning.
 Figure 1. The studied regions

År och tidsperioder

Antalet försök varje år varierade mycket (tabell 1). I början av 70-talet var antalet mycket stort, ofta mer än 50 per år. Ytterligare en topp inträffade 10 år senare. Under 90-talet var antalet försök lågt, ofta mindre än 10 per år. Vid bearbetningen har ingen hänsyn tagits till denna ojämna fördelning.

Materialet grupperades vid bearbetningarna i fyra olika perioder då försöken utfördes:

| | |
|-----------|------------|
| -1970 | 139 försök |
| 1971-1980 | 467 "- |
| 1981-1990 | 365 "- |
| 1991-2000 | 68 "- |
| 2001- | 44 "- |

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

| År Year | Frekvens Freq. | % | Kum. frekvens Cum. freq. | % |
|------------|-------------------|-----|-----------------------------|-------|
| 1967 | 8 | 0.7 | 8 | 0.7 |
| 1968 | 26 | 2.4 | 34 | 3.1 |
| 1969 | 30 | 2.8 | 64 | 5.9 |
| 1970 | 75 | 6.9 | 139 | 12.8 |
| 1971 | 87 | 8.0 | 226 | 20.9 |
| 1972 | 77 | 7.1 | 303 | 28.0 |
| 1973 | 65 | 6.0 | 368 | 34.0 |
| 1974 | 30 | 2.8 | 398 | 36.8 |
| 1975 | 43 | 4.0 | 441 | 40.7 |
| 1976 | 31 | 2.9 | 472 | 43.6 |
| 1977 | 27 | 2.5 | 499 | 46.1 |
| 1978 | 28 | 2.6 | 527 | 48.7 |
| 1979 | 32 | 3.0 | 559 | 51.6 |
| 1980 | 47 | 4.3 | 606 | 56.0 |
| 1981 | 57 | 5.3 | 663 | 61.2 |
| 1982 | 73 | 6.7 | 736 | 68.0 |
| 1983 | 64 | 5.9 | 800 | 73.9 |
| 1984 | 60 | 5.5 | 860 | 79.4 |
| 1985 | 45 | 4.2 | 905 | 83.6 |
| 1986 | 34 | 3.1 | 939 | 86.7 |
| 1987 | 16 | 1.5 | 955 | 88.2 |
| 1988 | 8 | 0.7 | 963 | 88.9 |
| 1989 | 1 | 0.1 | 964 | 89.0 |
| 1990 | 7 | 0.7 | 971 | 89.7 |
| 1991 | 15 | 1.4 | 986 | 91.0 |
| 1992 | 12 | 1.1 | 998 | 92.2 |
| 1993 | 9 | 0.8 | 1007 | 93.0 |
| 1994 | 5 | 0.5 | 1012 | 93.4 |
| 1995 | 8 | 0.7 | 1020 | 94.2 |
| 1996 | 2 | 0.2 | 1022 | 94.4 |
| 1997 | 4 | 0.4 | 1026 | 94.7 |
| 1998 | 7 | 0.6 | 1033 | 95.4 |
| 1999 | 3 | 0.3 | 1036 | 95.7 |
| 2000 | 3 | 0.3 | 1039 | 95.9 |
| 2001 | 11 | 1.0 | 1050 | 97.0 |
| 2002 | 12 | 1.1 | 1062 | 98.1 |
| 2003 | 10 | 0.9 | 1072 | 99.0 |
| 2004 | 11 | 1.0 | 1083 | 100.0 |

Tabell 2. Fördelning av förfrukterna på regioner. Antal försök
Table 2. Regional distribution of preceding crops. Number of experiments

| Förfrukt <i>Preced. crop</i> | Region <i>Region</i> | | | |
|----------------------------------|----------------------|-------------|----------|----------|
| | S. Götaland | N. Götaland | Svealand | Norrland |
| Stråsäd <i>Cereals</i> | 246 | 200 | 251 | 57 |
| Sockerbetor <i>Sugar beet</i> | 245 | - | - | - |
| Oljeväxter <i>Oil seed</i> | 5 | 9 | 23 | - |
| Vall <i>Ley</i> | 2 | 4 | 3 | 10 |
| Trindsäd <i>Peas</i> | 6 | 4 | 2 | - |
| Träda <i>Fallow</i> | - | - | 1 | 3 |

Förfrukt

Sju olika förfruktsgrupper identifierades nämligen:

| | |
|--|------------|
| Stråsäd (alla stråsädesslag, höst- och vårformer) | 754 försök |
| Sockerbetor och potatis (4 försök efter potatis) | 249 "- |
| Oljeväxter (raps och rybs, höst- och vårformer) | 37 "- |
| Vall (gräs- och klövervall, alla åldrar) | 19 "- |
| Trindsäd (ärter, åkerbönor) | 12 "- |
| Foderväxter (bl.a. grönfoder, foderraps, fodermärgkål) | 8 "- |
| Träda | 4 "- |

Fördelningen speglar i hög grad växtodlingsinriktning. Stråsäd och sockerbetor som förfrukter till korn dominerar kraftigt. I synnerhet sockerbetorna är kopplade till regionsindelningen. En uppdelning på förfrukter inom respektive region gjordes därför (tabell 2). Detta belyser ytterligare hur växtföljder och växtodling är upplagd. Oljeväxter som förfrukt är relativt vanligt i Svealand. Vall som förfrukt är vanligast i Norrland.

Jordartsgruppering

Försöken grupperades efter jordart eller rättare lerhalt i fyra grupper:

| | | |
|--------------|----------------|------------|
| Lätta jordar | lerhalt <15% | 431 försök |
| Lättleror | lerhalt 15-25% | 268 -"- |
| Styva jordar | lerhalt >25% | 381 -"- |
| Mulljord | | 3 -"- |

Mer än 60% av de lätta jordarna var belägna i södra Götaland. Fyrtiofem procent av de styva jordarna fanns i Svealand. Inga sådana fanns i Norrland. Där dominerade i stället de lätta jordarna. Antalet mulljordar var försumbart.

Skördenivå i nollrutor

I alla försök ingår en kontroll, s.k. nollruta, som inte kvävegödslats,. Denna utgör också ett mått på försöksplatsens egen kvävestatus, i detta fall mätt dels som avkastning, dels som kväveupptag. En uppdelning på olika skördenivåer i nollrutorna gjordes. Klassgränserna bestämdes så att en tredjedel av samtliga försök kom att hamna i varje grupp (tabell 3). Detta medförde att fördelningen inom områden blev skev. Mer än hälften av försöken i Norrland hamnade i gruppen med de minsta skördarna och likaså blev det flest försök i gruppen med stora skördar i södra Götaland.

Tabell 3. Fördelning på områden av skördenivåer i nollrutor. Antal
Table 3. Distribution on regions of yield levels in zero N plots. Number

| Skördenivå <i>Yield level</i> | <u>Region Region</u> | | | | |
|----------------------------------|----------------------|-------------|----------|----------|-----------------|
| | S. Götaland | N. Götaland | Svealand | Norrland | Alla <i>all</i> |
| -2500 | 92 | 87 | 143 | 42 | 364 |
| 2500-3500 | 158 | 83 | 85 | 23 | 349 |
| 3500- | 257 | 50 | 54 | 9 | 370 |

Skattning av produktionsfunktioner

För de beskrivna grupperingarna skattades produktionsfunktioner eller regressionskvationer. Det vill säga dels skörden, dels kvävehalten i kärnan och slutligen kväveupptaget i kärnan som funktion av kvävegödslingen. Tre olika modeller för regressionskvationer tillämpades för skördarna, två polynom av 2:a respektive 3:e graden och ett sammansatt polynom.

$$y=a+bx+cx^2 \quad (1)$$

$$y=a+bx+cx^2+dx^3 \quad (2)$$

$$\begin{cases} y = a_1 + b_1x + c_1x^2 + d_1x^3 & f''(x) \leq 0 \\ y = a_2 + b_2x & f''(x) > 0 \end{cases} \quad (3)$$

Där x =N-nivå, y =kärnskörd, kg ha^{-1} eller N-halt i kärna, %, och a, b, c och d är regressionskonstanter. För N-halt i kärna skattades endast polynom av tredje graden (ekv. 2).

Mattsson (2004) har diskuterat för- och nackdelar med de använda polynomen, bl. a. tredjegradspolynomets svaghet att på ett bra sätt beskriva kväveresponset för skörd vid höga N-givor. Det sammansatta polynomet är ett sätt att komma till rätta med denna svaghet. Den första konvexa delen utgörs av ett tredjegradspolynom, den andra delen av en rät linje vars lutning bestäms av tangentens riktning när funktionskurvan övergår från att vara konvex till att vara konkav, dvs. när andraderivatet är lika med noll.

Först skattades tredjegradspolynomet med standardprocedur i SAS med minsta kvadratmetoden. I en särskild rutin undersöktes om polynomet innehöll en inflexionspunkt inom funktionens definitionsområde ($x=0-240$). Punktens läge och kurvans tangent i punkten bestämde kurvans fortsatta förlopp. I bilaga 2 ges ett exempel på programkoden (SAS).

I de flesta fall när kurvornas förlopp återges grafiskt användes ekvation (3).

Ekonomiskt optimal kvävegiva definierades som $f'(x)=dy/dx=P_x/P_y$, dvs värdet på skördeökningen för det sist insatta kg kväve ska precis

täcka kostnaden för detta kväve. $P_x = \text{kr kg}^{-1} \text{ N}$, $P_y = \text{kr kg}^{-1}$ spannmål. Vid beräkningarna användes uteslutande tredjegradspolynomen.

Beräkningar av ekonomiskt optimala kvävegivor gjordes för regioner, förfrukter, jordarter, tidsperioder, med priserna 8 kr kg^{-1} kväve och 0,85 kr kg^{-1} kärna.

Med skördens storlek och kvävehalt kända beräknades kväveupptaget i kärnan. Hänsyn togs till att skördarna anges med 15% vattenhalt medan kvävehalterna anges i % av torrsubstansen. Skattningar av produktionsfunktioner för kväveupptaget gjordes på samma sätt som för kärnskördarna.

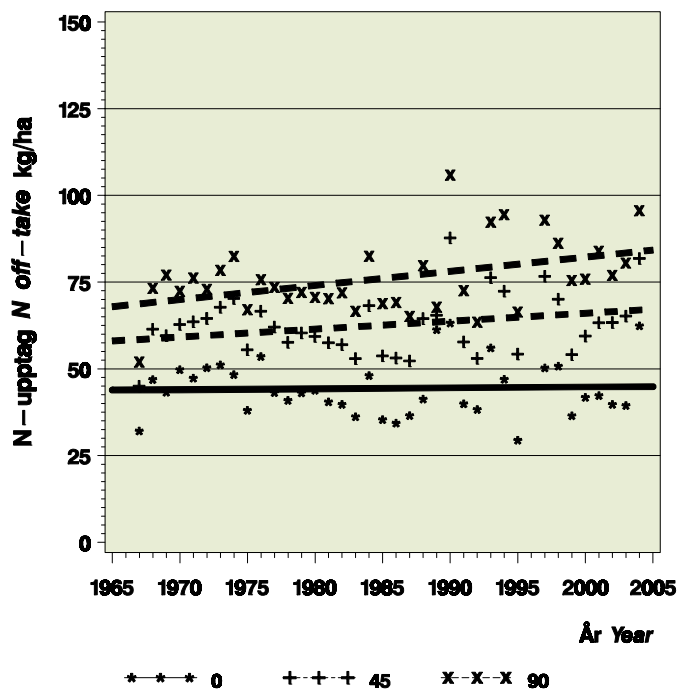
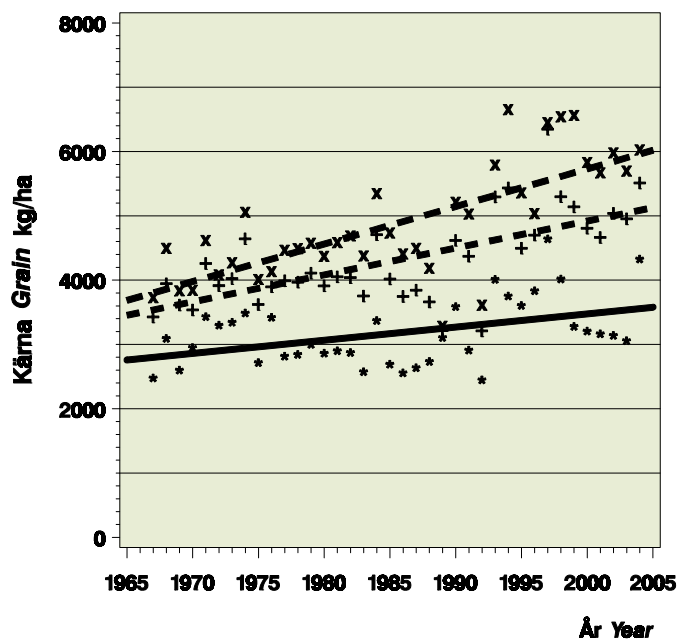
Resultat

Kärnskördar, medeltal

I tabellerna 3:1 till 3:9 i bilaga 3 har medelvärden för skördar för olika kategorier samlats. Medelvärdena besvarar frågan: Vilken effekt har kvävegödsling till korn. Det är skattade värden beräknade ur regressionskvationerna som redovisas. Härvid användes de modifierade regressionskvationerna, som beskrivits tidigare, där en rätlinjig fas inkluderas när kurvan övergår från att vara konvex till bli konkav.

Skördarnas förändring med tiden

Den årliga skördeökningen från 1967 till 2004 är ungefär 20, 40 respektive 60 kg ha^{-1} vid en kväveinsats på 0, 45 och 90 kg ha^{-1} (figur 2). Vid 90 kg nivån betyder det +600 kärna per ha över en tioårsperiod. Fram till 1998 var ökningen ganska entydig. Det syns tydligast för 90 kg nivån. Då inträffade en stagnation och även en påtagligt sänkt nivå. Därefter antyds på nytt en positiv trend.



Figur 2. Kärnskörd (överst) och N-upptag i kärna, årsvis vid 0, 45 och 90 kg ha⁻¹ N
 Figure 2. Grain yield (above), and grain N off-take, annually at N rates 0, 45 and 90, respectively

I nollrutor erhöjls ingen ökning i N-upptaget över tiden (figur 2). Eftersom skördarna ökade i nollrutorna innebär det att kvävehalten i kärnan minskade över tiden. Däremot är ökningen tydlig både vid 45 och vid 90 kg ha⁻¹ N.

Effekter av olika grupperingar

Materialet är stort och svåröverskådligt. Här beskrivs och tolkas de stora linjerna. Många enskildheter kan inte förklaras. Fältförsök är statistiska undersökningar som bygger på urval där medeltalen är viktigare än de enskilda observationerna. Många faktorer har inflytande på resultaten men de ligger ofta utanför undersökningarnas kontroll.

Nederbördsvariationer mellan år, regioner och platser är välbekanta. Dessa har oftast ett starkt inflytande på resultaten inte minst i kvävegödslingsförsök. Samma sak gäller för mineraliskt N i markprofilen liksom intensiteten i tillförseln av organisk gödsel (Mattsson, 1990). Andra variationsorsaker, som inte kan kontrolleras, är angrepp av sjukdomar och skadedjur.

I tabell 7 listas tredjegradspolynomen för kärnskörd. I tabell 8 samma sak för andrageradspolynom. I tabellerna 9 och 10 redovisas på samma sätt regressionskonstanterna för kväveupptag i kärna.

Hela materialet

I genomsnitt för hela materialet ökade kärnskörderna från 3000 kg ha⁻¹ till knappt 4700 kg eller ungefär 1700 kg som mest (tabell 4). Då var kväveinsatsen ca 150 kg. Kväveupptaget fördubblades nästan från 45 till 90 kg i intervallet. Typiskt för kväveupptaget är att den kurvan inte viker av nedåt lika tydligt som avkastningskurvan gör vid höga kvävenivåer (figur 3).

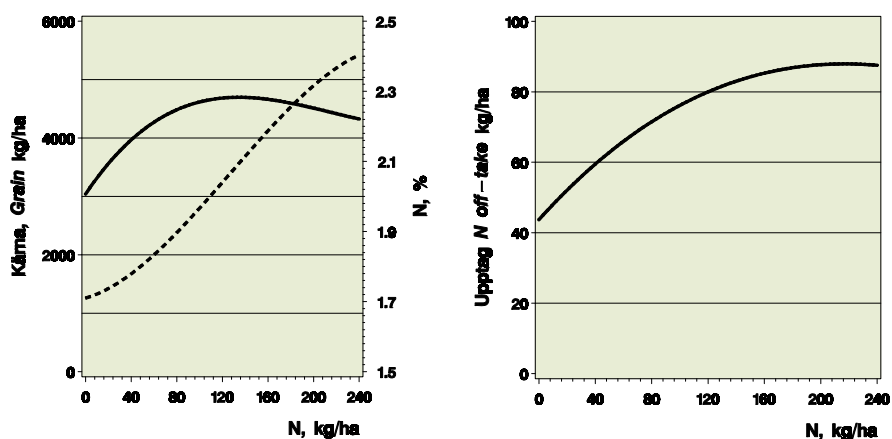
Tabell 4. Kärnskörd med 15% vattenhalt, N-halt och N-upptag i kärnan.

Beräknade värden, hela materialet

Table 4. Grain yield with 15% moisture, grain N content and grain N off-take.

Calculated values, all experiments

| N, kg ha ⁻¹ | Kärna Yield kg ha ⁻¹ | N-halt Grain N % | N-upptag N off-take kg ha ⁻¹ |
|------------------------|---------------------------------------|------------------------|---|
| 0 | 3040 | 1,71 | 43,7 |
| 40 | 3970 | 1,78 | 59,5 |
| 80 | 4480 | 1,90 | 71,5 |
| 120 | 4680 | 2,04 | 80,0 |
| 160 | 4660 | 2,19 | 85,3 |
| 200 | 4510 | 2,32 | 87,7 |
| 240 | 4330 | 2,40 | 87,6 |

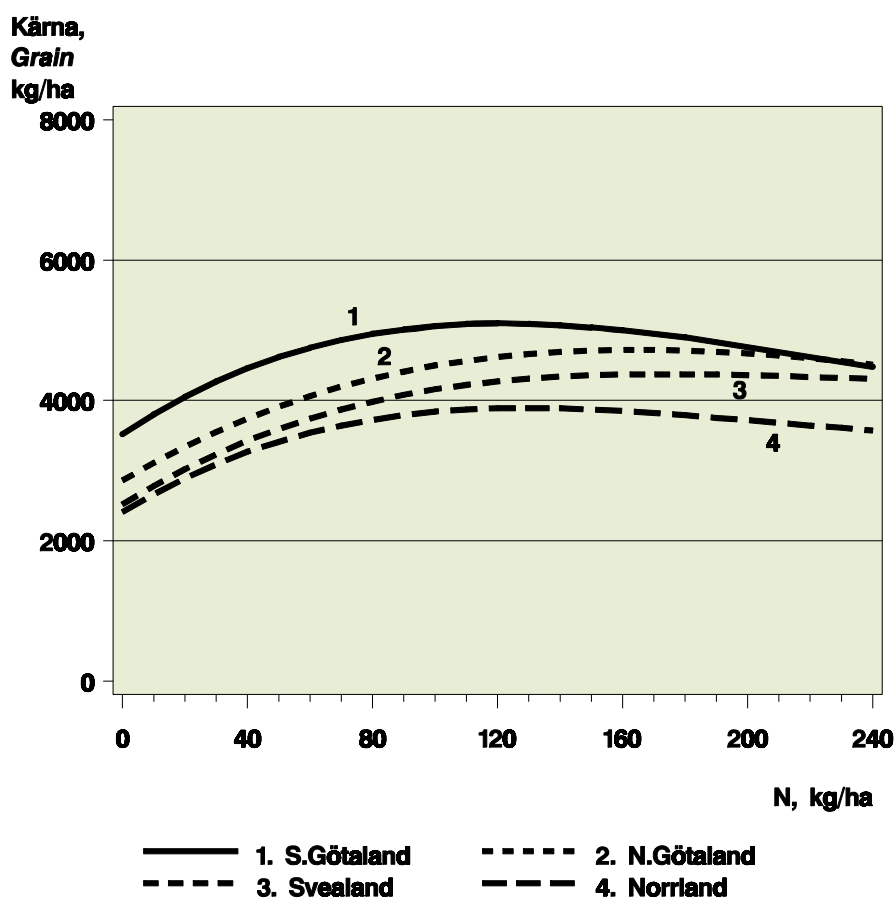


Figur 3. Kärnskörd och kvävehalt i kärnan (t.v.) och kväveupptag i kärnan.

Figure 3. Grain yield and grain N content (left) and grain N off-take.

Regionala effekter

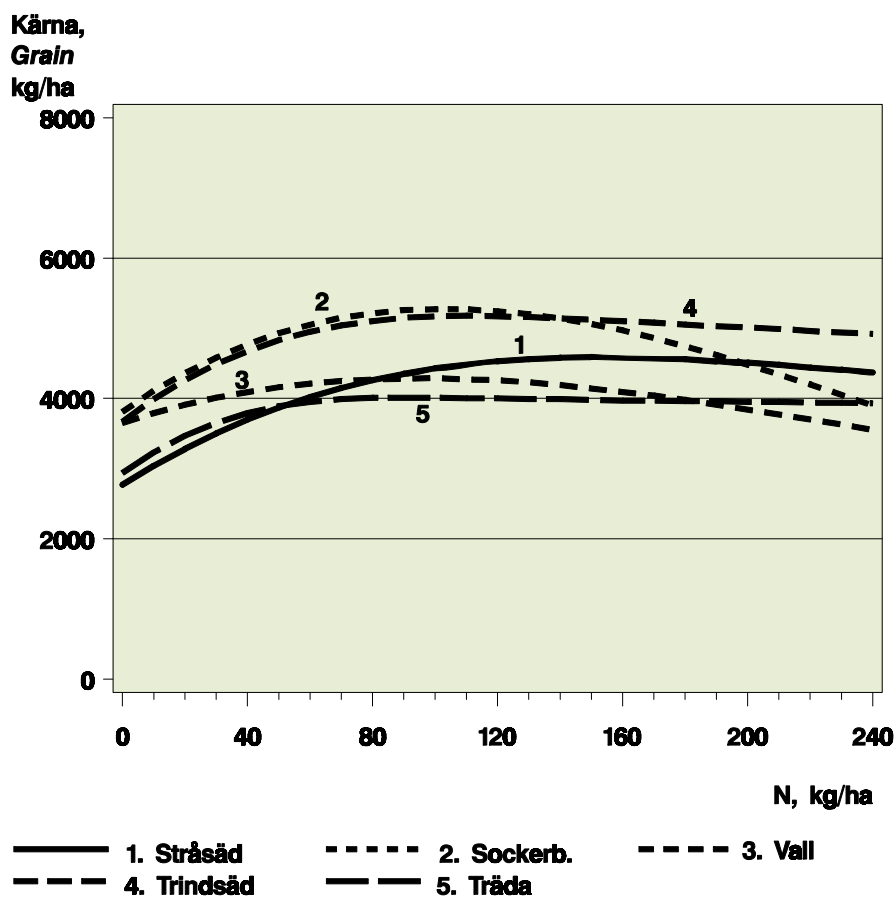
Avkastningsnivåerna skiljer sig tydligt mellan regionerna (figur 4). Gruppen S. Götaland ligger klart högst, medan kurvan för Norrland ligger lika klart lägst. De båda kurvorna är nära nog parallella. Detta gäller även för gruppen N. Götaland och Svealand. Parallella kurvor innebär likartad respons för kväve och liten skillnad i ekonomiskt optimum.



Figur 4. Kärnskörd med 15% vattenhalt i olika regioner.
 Figure 4. Grain yield with 15% moisture in different regions.

| | |
|-------------|----|
| S. Götaland | 72 |
| N. Götaland | 89 |
| Svealand | 85 |
| Norrland | 69 |

Divergerande kurvor innebär att kväveresponsen är olika och att ett samspel med kvävenivån föreligger. Då blir ekonomiskt optimal kvävegiva också olika. De beräknade ekonomiskt optimala givorna ligger högst i norra Götaland och i Svealand. Lägst ligger de i Norrland.



Figur 5. Kärnskörd med 15% vattenhalt efter olika förfrukter.
 Figure 5. Grain yield, with 15% moisture after different preceding crops.
 1. Stråsäd=Cereals, 2. Sockerb.=Sugar beet, 3. Vall=Ley, 4. Trindsäd=Peas, Beans etc., 5. Träda=Fallow.

Förfruktseffekter

Beräkning av ekonomiskt optimala N-givor beroende på förfrukt gav följande värden.

| | |
|-------------|----|
| Stråsäd | 83 |
| Sockerbetor | 65 |
| Oljevaxter | 70 |
| Vall | 28 |
| Fodervaxter | 88 |
| Trindsäd | 64 |
| Träda | 46 |

Några viktiga skillnader ska observeras. Stråsäd som förfrukt till korn motiverar högre N-givor än många andra förfrukter. Trädans förfruktsvärde är välkänt och bekräftas. Att sockerbetor och trindsäd betraktas som gynnsamma förfrukter är också bekant och bekräftas i beräkningarna. Det är stora skillnader i skördenivåer mellan grupperna (figur 5). För tydlighets skull visas inte alla grupperna i figur 5.

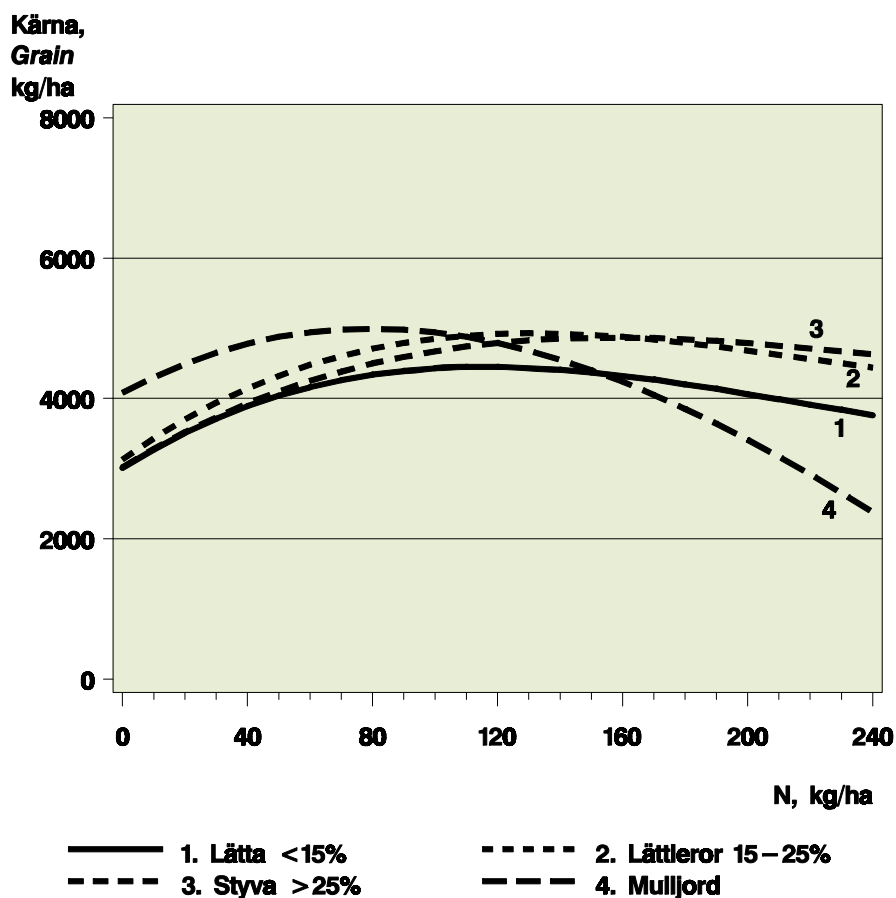
Det var samma skillnad i ekonomiskt optimum mellan stråsäd respektive sockerbetor som förfrukt oavsett om hela materialet betraktades eller enbart försöken i södra Götaland studerades.

Både när det gäller vall som förfrukt och träda var antalet försök jämförelsevis litet och försöken var främst lokaliserade till Norrland. Vad som är regional effekt och vad som är förfrukt framgår inte här, men i en särskild bearbetning enbart för Norrland (redovisas ej), blev skillnaderna mellan stråsäd och träda eller vall ungefär lika som i totalmaterialet. Det talar för att förfruktseffekten utgör den dominerande faktorn.

Jordartseffekter

De ekonomiskt optimala N-givorna vid en gruppering på jordar med olika lerhalt visar att på styvare jordar finns motiv för en högre kvävegiva än på lättare jordar. En annan tydlig markering är det starkt avvikande värdet för mulljord. Även kurvan avviker påtagligt (figur 6). Detta är inte överraskande utan vad som kan väntas med tanke på mulljordarnas större kväveminerisering. Då blir dels grundskörden stor, dels kväveresponset måttligt. Maximal skörd nås snabbt vid stigande N-giva, liggsäd uppträder och skörden går ner. Endast tre försöksplatser var belägna på mulljord, två i Svealand och en i södra Götaland.

| | |
|-----------|----|
| Lätta | 67 |
| Lättilera | 79 |
| Styva | 86 |
| Mulljord | 46 |



Figur 6. Kärnskörd med 15% vattenhalt på jordar med olika lerhalter.
 Figure 6. Grain yield with 15% moisture on soils with different clay contents.
 4. Mulljord=Peat soils

Tidsperioder

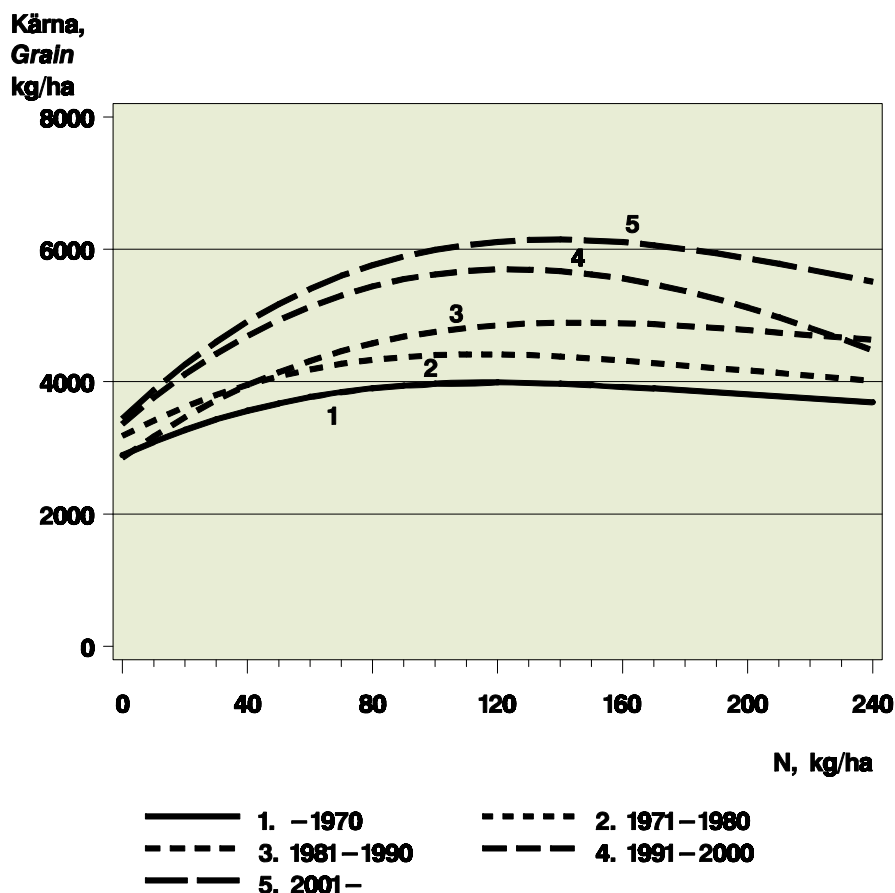
I enlighet med vad som redan diskuterats om den med tiden ökande kväveeffekten erhålles en systematisk skillnad i ekonomiskt optimum mellan olika perioder när dagens priser används.

| | |
|-----------|----|
| -1970 | 54 |
| 1971-1980 | 59 |
| 1981-1990 | 87 |
| 1991-2000 | 89 |
| 2001- | 98 |

Växtodlingsmässiga landvinningar och teknikutveckling har inneburit att kvävegödslingens verkan har effektiviserats och motiverar högre givor idag än tidigare (figur 7).

Kväveoptimum har nästan fördubblats från 1970-talet och till idag. På 70-talet var det vanligt att räkna med att 4 kg spannmål betalade ett kg kväve. Den relationen tillämpad på dagens avkastningskurva ger ett ekonomiskt optimum på ungefär 120 kg N och tillämpad på 70-talets kurva 90 kg N per ha.

Under samma period har styrmedel som skatter och avgifter satts in för att begränsa kväveanvändningen. Dyrare gödsel och sänkt produktpris sänker lönsamheten men tack vare betydande effektivitets-



Figur 7 Kärnskörd med 15% vattenhalt olika tidsperioder.
Figure 7. Grain yield with 15% moisture different time periods.

höjning och teknikutveckling ligger dagens gödslingsnetto i kronor på samma nivå idag som för 30 år sedan. Allmänt ökade omkostnader och inflation innebär ändå en mycket försämrad lönsamhet.

Skördenivå i nollrutor

När hänsyn tas till fältets avkastningsförmåga genom att gruppera försöken efter skörd i nollrutorna erhöles följande ekonomiskt optimala N-givor:

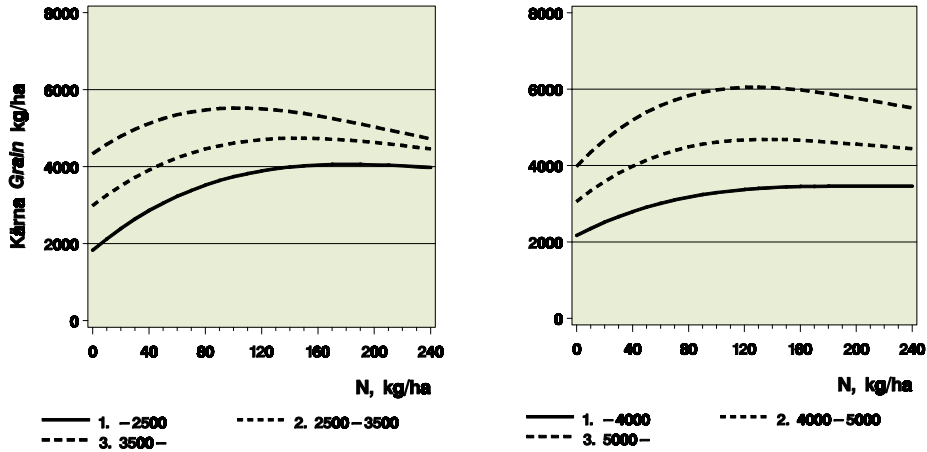
| | |
|-----------|----|
| -2500 | 99 |
| 2500-3500 | 81 |
| 3500- | 57 |

Det något överraskande resultatet att gruppen med de största skördarna motiverar de lägsta ekonomiskt optimala kvävegivorna är trots allt rimlig. En stor skörd utan kvävegödsling tyder bl.a. på god tillgång på kväve. Kvävetillskott får därför mindre verkan där än där det råder kvävebrist (figur 8 t.v). Det motsäger utan att vara felaktigt principen att stora skördar kräver mer växtnäring än små. Stora skördar för bort mer växtnäring än små. Effekterna är kända sedan tidigare (Mattsson, 1986).

När försöken grupperas efter avkastning vid 80 kg ha^{-1} N blir bilden en annan (figur 8 t.h). Då erhålles divergerande kurvor. Ekonomiskt optimum för dessa tre grupper blev i runda tal 60, 70 och 80 kg N per ha . Med andra ord ju större skörd desto högre N-optimum.

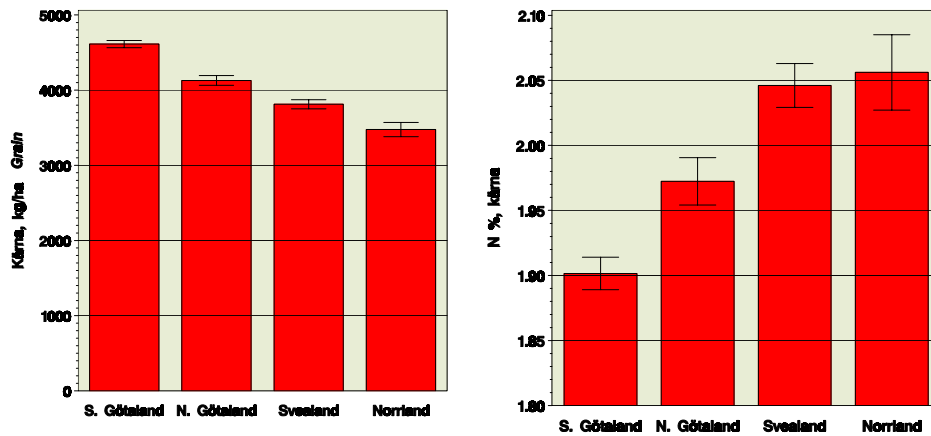
Kvävehalt och kväveupptag i kärnan

Det råder en tydlig koppling mellan skörd och kvävehalt (figur 9). En stor skörd ger ofta en låg kvävehalt och tvärtom. Det är därför inte förvånande att kvävehalterna är lägst i södra Götaland där också de största skördarna erhöles. I sin tur jämnar detta ut skillnader i N-upptag mellan regioner, men inte helt och i genomsnitt förs 75 kg ha^{-1} N bort i södra Götaland, mot drygt 60 kg i Norrland (figur 10). Orsaken är skillnad i avkastning, inte i odlingens effektivitet.

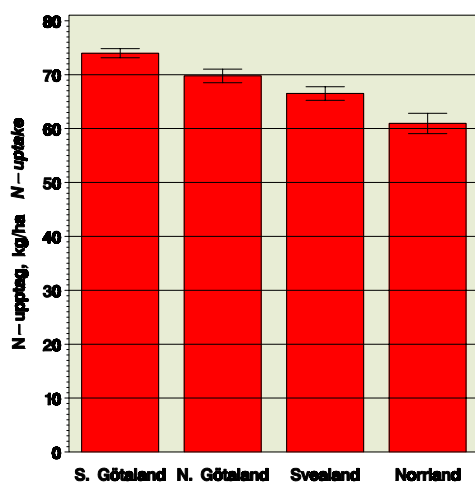


Figur 8 Kärnskörd med 15% vattenhalt vid olika skördenivåer i nollrutor (t.v.) respektive vid $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ t.h.
 Figure 8. Grain yield with 15% moisture in different yield levels in zero N plots (left) and at $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, respectively.

Kväveupptaget i kärnan (figur 10) motsvarar tämligen väl de beräknade optimala kvävegivorna. Ur ett balansperspektiv där tillförseln ska motsvara bortförseln är detta viktigt att notera.



Figur 9. Områdesvisa kärnskördar (t.v.) och kvävehalt i kärnan. Medeltal \pm medelfel för alla kvävenivåer.
 Figure 9. Region wise grain yields (left) and grain N content. Average and S.E. for all N-levels.



Figur 10. Kväveupptag i kärna i olika områden. Medeltal och medelfel.

Figure 10. N off-take in different regions. Average and S.E.

Från 0 till 120 kg N stiger N-halten i kärnan med 0,3 till 0,4 procentenheter, mest i de sydligaste regionerna (tabell 5). För den högsta kvävegivan närmar sig N-halten 2,5%. Det motsvarar 15,6% råprotein.

Tabell 5. Kärnans kvävehalt, % av ts, i olika regioner. Observationer och motsvande regressionskoefficienter

Table 5. Grain N content, % of D.M. in different regions. Observations and corresponding regression coefficients

| Regioner Regions | | | | | |
|------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------|
| N, kg ha ⁻¹ | S. Götaland | N. Götaland | Svealand | Norrland | Alla |
| 0 | 1,65 | 1,70 | 1,81 | 1,83 | 1,71 |
| 40 | 1,72 | 1,79 | 1,87 | 1,86 | 1,78 |
| 80 | 1,86 | 1,90 | 1,96 | 1,96 | 1,90 |
| 120 | 2,03 | 2,02 | 2,08 | 2,11 | 2,04 |
| 160 | 2,20 | 2,15 | 2,21 | 2,27 | 2,19 |
| 200 | 2,38 | 2,27 | 2,33 | 2,43 | 2,34 |
| 240 | 2,55 | 2,40 | 2,45 | 2,59 | 2,49 |
| | <i>a</i> | <i>bx10²</i> | <i>cx10⁴</i> | <i>dx10⁶</i> | |
| S. Götaland | 1,65 | 0,09 | 0,27 | -0,07 | |
| N. Götaland | 1,70 | 0,18 | 0,11 | -0,03 | |
| Svealand | 1,81 | 0,07 | 0,19 | -0,05 | |
| Norrland | 1,83 | -0,05 | 0,33 | -0,08 | |
| Alla | 1,71 | 0,09 | 0,22 | -0,06 | |

Kärnans rymdvikt

Kvävegödslingen påverkar rymdvikten negativt (tabell 6). Effekten är entydig och likartad i regionerna men inte särskilt stor. Kvävegödsling upp till 120 kg sänker rymdvikten med 10 g per liter. Mellan regionerna kan skillnaden bli betydligt större eller uppemot 80 g per liter. Högst är den i södra Götaland och lägst i Norrland.

Tabell 6. Kärnans rymdvikt, $g\ l^{-1}$, i olika regioner. Observationer och motsvarande regressionskoefficienter
Table 6. Grain bulk weight, $g\ l^{-1}$, in different regions. Observations and corresponding regression coefficients

| Regioner Regions | | | | | |
|------------------|-------------|-------------|----------|----------|------|
| N, $kg\ ha^{-1}$ | S. Götaland | N. Götaland | Svealand | Norrland | Alla |
| 0 | 702 | 680 | 681 | 629 | 687 |
| 40 | 700 | 678 | 677 | 623 | 684 |
| 80 | 696 | 676 | 674 | 617 | 680 |
| 120 | 692 | 673 | 671 | 611 | 675 |
| 160 | 686 | 669 | 668 | 604 | 669 |
| 200 | 680 | 664 | 665 | 597 | 662 |
| 240 | 673 | 659 | 663 | 590 | 655 |
| | | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | |
| S. Götaland | | 702 | -0,049 | -0,0003 | |
| N. Götaland | | 680 | -0,038 | -0,0002 | |
| Svealand | | 681 | -0,099 | 0,0001 | |
| Norrland | | 629 | -0,139 | -0,0001 | |
| Alla | | 687 | -0,063 | -0,0003 | |

Funktionsskattningar

I tabell 7 redovisas regressionskonstanterna *a*, *b*, *c* och *d*, förklaringsgrad R^2 och antal observationer *N* för tredjegradspolynom för kärnskördarna. Varje observerad skörd för varje kvävenivå utgör en observation, därav det stora antalet. I tabell 8 visas samma sak för andra-gradspolynomen. I tabell 9 och 10 slutligen redovisas motsvarande parametrar men för kväveupptag i stället för kärnskörd.

Tabell 7. Tredjegradspolynom för kärnskörd. Parametrar i regressions-
ekvationen vid gruppering på områden, förfrukter, jordarter, tidsperioder och
skördenivåer i nollrutor

*Table 7. Third degree polynomials for grain yields. Parameters obtained in
the analysis of regression with the observations grouped on regions, preced-
ing crops, soil types, periods and yield levels in zero N plots*

| | a | b | c | d | R ² | N |
|---|------|-------|---------|----------|----------------|------|
| Hela materialet <i>All</i> | 3042 | 29,05 | -0,1573 | 0,000244 | 0,18 | 6806 |
| Områden <i>Regions</i> | | | | | | |
| S.Götaland | 3522 | 29,73 | -0,1694 | 0,000259 | 0,18 | 2968 |
| N.Götaland | 2860 | 26,38 | -0,1139 | 0,000136 | 0,26 | 1458 |
| Svealand | 2519 | 27,67 | -0,1336 | 0,000206 | 0,24 | 1857 |
| Norrland | 2406 | 27,33 | -0,1567 | 0,000264 | 0,18 | 523 |
| Förfrukter <i>Preceding crops</i> | | | | | | |
| Stråsäd | 2766 | 28,62 | -0,1410 | 0,000207 | 0,22 | 4927 |
| Sockerb. | 3812 | 31,30 | -0,1941 | 0,000272 | 0,16 | 1394 |
| Oljev. | 3066 | 21,46 | -0,1023 | 0,000151 | 0,16 | 234 |
| Vall | 3654 | 14,52 | -0,0963 | 0,000142 | 0,10 | 107 |
| Foderv. | 2501 | 37,11 | -0,2136 | 0,000428 | 0,49 | 51 |
| Trindsäd | 3672 | 33,96 | -0,2450 | 0,000553 | 0,18 | 77 |
| Träda | 2935 | 32,89 | -0,3304 | 0,001088 | 0,28 | 16 |
| Jordarter <i>Clay content</i> | | | | | | |
| Lätta <15% | 3007 | 28,34 | -0,1675 | 0,000261 | 0,15 | 2630 |
| Lättleror 15-25% | 3129 | 31,87 | -0,1729 | 0,000262 | 0,21 | 1699 |
| Styva >25% | 3015 | 27,63 | -0,1270 | 0,000166 | 0,21 | 2465 |
| Mulljord <i>Peat s.</i> | 4075 | 24,34 | -0,1757 | 0,000187 | 0,36 | 12 |
| Perioder <i>Time periods</i> | | | | | | |
| -1970 | 2887 | 21,98 | -0,1370 | 0,000251 | 0,13 | 676 |
| 1971-1980 | 3175 | 25,46 | -0,1619 | 0,000297 | 0,13 | 2949 |
| 1981-1990 | 2850 | 34,15 | -0,1796 | 0,000285 | 0,23 | 2651 |
| 1991-2000 | 3362 | 41,41 | -0,2128 | 0,000248 | 0,31 | 303 |
| 2001- | 3439 | 45,55 | -0,2338 | 0,000333 | 0,37 | 235 |
| Skördenivå (skörd i nollrutor) <i>Yield level in zero N plots</i> | | | | | | |
| -2500 | 1828 | 30,91 | -0,1372 | 0,000191 | 0,37 | 2379 |
| 2500-3500 | 2991 | 28,41 | -0,1430 | 0,000209 | 0,32 | 2233 |
| 3500- | 4340 | 25,85 | -0,1684 | 0,000282 | 0,16 | 2194 |

Tabell 7 forts.
Table 7 contd.

| | a | b | c | d | R ² | N |
|---|------|--------|---------|-----------|----------------|------|
| <i>Områden*förfrukter Regions*preceding crops</i> | | | | | | |
| <i>Höstoljeväxter Winter oil seed</i> | | | | | | |
| S.Götaland | 4559 | 49,09 | -0,8086 | 0,003752 | 0,36 | 15 |
| N.Götaland | 2505 | 15,28 | 0,0678 | -0,000414 | 0,97 | 8 |
| Svealand | 2590 | 16,40 | -0,0899 | 0,000184 | 0,18 | 49 |
| <i>Våroljeväxter Spring oil seed</i> | | | | | | |
| S. Götaland | 2721 | 45,41 | -0,2627 | 0,000498 | 0,99 | 8 |
| N. Götaland | 3491 | 24,63 | -0,0963 | 0,000046 | 0,14 | 54 |
| Svealand | 2773 | 23,93 | -0,1310 | 0,000262 | 0,24 | 100 |
| <i>Perioder regionsvis Periods regional wise</i> | | | | | | |
| <i>S. Götaland</i> | | | | | | |
| -1970 | 3073 | 23,90 | -0,1563 | 0,000273 | 0,16 | 406 |
| 1971-1980 | 3599 | 26,20 | -0,1696 | 0,000298 | 0,13 | 1336 |
| 1981-1990 | 3621 | 35,13 | -0,2080 | 0,000352 | 0,21 | 910 |
| 1991-2000 | 3665 | 38,48 | -0,1146 | -0,000165 | 0,38 | 168 |
| 2001- | 3751 | 34,64 | -0,1286 | 0,000014 | 0,39 | 148 |
| <i>N. Götaland</i> | | | | | | |
| -1970 | 2236 | 17,94 | -0,1014 | 0,000181 | 0,16 | 85 |
| 1971-1980 | 2995 | 24,40 | -0,1449 | 0,000264 | 0,18 | 681 |
| 1981-1990 | 2819 | 31,55 | -0,1309 | 0,000166 | 0,41 | 610 |
| 1991-2000 | 2555 | 32,02 | -0,1793 | 0,000297 | 0,28 | 38 |
| 2001- | 2958 | 56,92 | -0,4511 | 0,001729 | 0,44 | 44 |
| <i>Svealand</i> | | | | | | |
| -1970 | 2755 | 18,18 | -0,0842 | 0,000146 | 0,14 | 185 |
| 1971-1980 | 2634 | 22,80 | -0,1342 | 0,000256 | 0,16 | 796 |
| 1981-1990 | 2114 | 35,42 | -0,1564 | 0,000224 | 0,41 | 756 |
| 1991-2000 | 3450 | 38,36 | -0,2696 | 0,000632 | 0,38 | 77 |
| 2001- | 3169 | 144,71 | -2,1472 | 0,009430 | 0,33 | 43 |
| <i>Norrland</i> | | | | | | |
| 1971-1980 | 2475 | 28,23 | -0,1649 | 0,000282 | 0,28 | 136 |
| 1981-1990 | 2358 | 27,07 | -0,1529 | 0,000254 | 0,18 | 367 |
| 1991-2000 | 2612 | 32,18 | -0,2727 | 0,000809 | 0,64 | 20 |

Tabell 8. Andragradspolynom för kärnskörd. Parametrar i regressions-
ekvationen vid gruppering på områden, förfrukter, jordarter, tidsperioder och
skördenivåer i nollrutor

*Table 8. Second degree polynomials for grain yields. Parameters obtained in
the analysis of regression with the observations grouped on regions, preced-
ing crops, soil types, periods and yield levels in zero N plots*

| | a | b | c | R ² |
|---|------|-------|---------|----------------|
| Hela materialet All | | | | |
| | 3148 | 21,06 | -0,0679 | 0,17 |
| Områden Regions | | | | |
| S. Götaland | 3620 | 21,86 | -0,0779 | 0,17 |
| N. Götaland | 2925 | 21,65 | -0,0628 | 0,26 |
| Svealand | 2615 | 20,61 | -0,0566 | 0,23 |
| Norrland | 2513 | 19,07 | -0,0627 | 0,20 |
| Förfrukter Preceding crops | | | | |
| Stråsäd | 2859 | 21,64 | -0,0642 | 0,22 |
| Sockerb. | 3914 | 23,12 | -0,0984 | 0,16 |
| Oljev. | 3120 | 16,98 | -0,0495 | 0,16 |
| Vall | 3700 | 10,57 | -0,0483 | 0,09 |
| Foderv. | 2654 | 24,65 | -0,0660 | 0,47 |
| Trindsäd | 3860 | 18,51 | -0,0593 | 0,16 |
| Träda | 2981 | 20,81 | -0,0929 | 0,27 |
| Jordarter Clay content | | | | |
| Lätta <15% | 3107 | 20,38 | -0,0753 | 0,15 |
| Lättleror 15-25% | 3236 | 23,54 | -0,0785 | 0,20 |
| Styva >25% | 3095 | 21,79 | -0,0641 | 0,20 |
| Mulljord Peat s. | 4080 | 22,28 | -0,1351 | 0,36 |
| Perioder Time periods | | | | |
| -1970 | 2990 | 13,61 | -0,0406 | 0,12 |
| 1971-1980 | 3315 | 15,18 | -0,0502 | 0,12 |
| 1981-1990 | 2949 | 25,34 | -0,0786 | 0,23 |
| 1991-2000 | 3413 | 35,32 | -0,1333 | 0,31 |
| 2001- | 3462 | 40,71 | -0,1522 | 0,36 |
| Skördenivå (skörd i nollrutor) Yield level in zero N plots | | | | |
| -2500 | 1903 | 24,96 | -0,0691 | 0,37 |
| 2500-3500 | 3085 | 21,41 | -0,0657 | 0,31 |
| 3500- | 4467 | 16,30 | -0,0630 | 0,15 |
| Områden*förfrukter Regions*preceding crops | | | | |
| Höstoljevaxter Winter oil seed | | | | |
| S. Götaland | 4685 | 8,83 | -0,0067 | 0,23 |
| N. Götaland | 2319 | 28,80 | -0,0821 | 0,95 |
| Svealand | 2662 | 10,67 | -0,0244 | 0,17 |

Tabell 8. forts.
Table 8. contd.

| | a | b | c | R ² |
|--|------|-------|---------|----------------|
| <i>Våroljeväxter Spring oil seed</i> | | | | |
| S. Götaland | 2944 | 29,12 | -0,0820 | 0,96 |
| N. Götaland | 3508 | 23,24 | -0,0801 | 0,19 |
| Svealand | 2862 | 16,25 | -0,0399 | 0,23 |
| <i>Perioder regionsvis Periods regional wise</i> | | | | |
| S. Götaland | | | | |
| -1970 | 3157 | 16,80 | -0,0670 | 0,15 |
| 1971-1980 | 3722 | 16,47 | -0,0604 | 0,12 |
| 1981-1990 | 3753 | 24,76 | -0,0863 | 0,20 |
| 1991-2000 | 3636 | 42,15 | -0,1646 | 0,38 |
| 2001- | 3752 | 34,43 | -0,1250 | 0,39 |
| N. Götaland | | | | |
| -1970 | 2322 | 11,24 | -0,0280 | 0,15 |
| 1971-1980 | 3131 | 14,81 | -0,0436 | 0,17 |
| 1981-1990 | 2887 | 26,36 | -0,0719 | 0,41 |
| 1991-2000 | 2627 | 23,69 | -0,0771 | 0,27 |
| 2001- | 2988 | 40,52 | -0,1056 | 0,44 |
| Svealand | | | | |
| -1970 | 2799 | 13,63 | -0,0279 | 0,14 |
| 1971-1980 | 2770 | 13,42 | -0,0356 | 0,15 |
| 1981-1990 | 2211 | 28,23 | -0,0758 | 0,40 |
| 1991-2000 | 3578 | 22,47 | -0,0653 | 0,36 |
| 2001- | 3325 | 53,05 | -0,2422 | 0,29 |
| Norrländ | | | | |
| 1971-1980 | 2576 | 19,83 | -0,0660 | 0,27 |
| 1981-1990 | 2470 | 18,86 | -0,0613 | 0,18 |
| 1991-2000 | 2642 | 22,68 | -0,0907 | 0,63 |

Tabell 9. Tredjegradspolynom för kväveupptag. Parametrar i regressions-
ekvationen vid gruppering på områden, förfrukter, jordarter, tidsperioder och
skördenivåer i nollrutor

*Table 9. Third degree polynomials for grain N uptake. Parameters obtained
in the analysis of regression with the observations grouped on regions, pre-
ceding crops, soil types, periods and yield levels in zero N plots*

| | a | b | cx10 ⁴ | dx10 ⁶ | R ² | N |
|---|------|--------|-------------------|-------------------|----------------|------|
| Hela materialet All | | | | | | |
| | 43,7 | 0,4449 | -12,82 | 0,79 | 0,38 | 6288 |
| Områden Regions | | | | | | |
| S. Götaland | 49,1 | 0,4230 | -9,74 | -0,27 | 0,40 | 2803 |
| N. Götaland | 41,2 | 0,4144 | -7,79 | -0,42 | 0,47 | 1360 |
| Svealand | 37,6 | 0,4606 | -14,68 | 1,71 | 0,39 | 1602 |
| Norrland | 37,2 | 0,4041 | -13,11 | 1,13 | 0,34 | 523 |
| Förfrukter Preceding crops | | | | | | |
| Stråsäd | 40,2 | 0,4340 | -10,84 | 0,45 | 0,41 | 4577 |
| Sockerb. | 52,9 | 0,4339 | -10,17 | -1,37 | 0,38 | 1298 |
| Oljev. | 46,8 | 0,4343 | -16,21 | 2,11 | 0,31 | 206 |
| Vall | 53,5 | 0,3015 | -6,28 | -1,38 | 0,35 | 86 |
| Foderv. | 40,7 | 0,5036 | -8,84 | -0,29 | 0,74 | 39 |
| Trindsäd | 52,5 | 0,4388 | -15,04 | 2,77 | 0,38 | 66 |
| Träda | 54,7 | 0,6646 | -46,74 | 10,12 | 0,35 | 16 |
| Jordarter Clay content | | | | | | |
| Lätta <15% | 43,5 | 0,4141 | -10,54 | -0,29 | 0,33 | 2537 |
| Lättleror 15-25% | 44,3 | 0,4664 | -13,63 | 0,86 | 0,43 | 1578 |
| Styva >25% | 43,6 | 0,4462 | -11,53 | 0,57 | 0,40 | 2169 |
| Mulljord Peat s. | 62,4 | 0,0665 | 43,88 | -24,22 | 1,00 | 4 |
| Tidsperioder Time periods | | | | | | |
| -1970 | 45,8 | 0,3781 | -10,89 | 0,75 | 0,37 | 489 |
| 1971-1980 | 46,4 | 0,4477 | -17,88 | 2,41 | 0,33 | 2738 |
| 1981-1990 | 40,1 | 0,4384 | -8,68 | -0,32 | 0,42 | 2566 |
| 1991-2000 | 43,1 | 0,4789 | -6,65 | -,2,11 | 0,52 | 260 |
| 2001- | 46,5 | 0,5578 | -15,20 | 1,31 | 0,44 | 235 |
| Skördenivå (skörd i nollrutor) Yield level in zero N plots | | | | | | |
| -2500 | 27,2 | 0,4320 | -9,05 | 0,01 | 0,56 | 2219 |
| 2500-3500 | 42,9 | 0,4170 | -8,51 | -0,27 | 0,58 | 2075 |
| 3500- | 62,0 | 0,4304 | -15,30 | 1,68 | 0,43 | 1994 |

Tabell 9 forts.
Table 9 contd.

| | a | b | cx10 ⁴ | dx10 ⁶ | R ² | N |
|--|------|--------|-------------------|-------------------|----------------|------|
| <i>Områden*förfrukt Regions*preceding crop</i> | | | | | | |
| <i>Höstoljeväxter Winter oil seed</i> | | | | | | |
| S. Götaland | 65,0 | 0,3035 | 21,06 | -20,43 | 0,46 | 11 |
| N. Götaland | 35,9 | 0,1748 | 20,60 | -8,00 | 0,98 | 8 |
| Svealand | 37,5 | 0,3398 | -14,23 | 2,73 | 0,37 | 49 |
| <i>Våroljeväxter Spring oil seed</i> | | | | | | |
| S. Götaland | 40,5 | 0,8121 | -29,37 | 3,59 | 0,99 | 8 |
| N. Götaland | 55,2 | 0,5207 | -18,76 | 1,27 | 0,36 | 54 |
| Svealand | 44,4 | 0,4056 | -14,76 | 2,39 | 0,40 | 76 |
| <i>Perioder regionsvis Periods region wise</i> | | | | | | |
| <i>S. Götaland</i> | | | | | | |
| -1970 | 46,7 | 0,4035 | -12,14 | 0,45 | 0,39 | 360 |
| 1971-1980 | 50,8 | 0,4130 | -11,84 | 0,50 | 0,38 | 1279 |
| 1981-1990 | 48,8 | 0,4399 | -10,42 | 0,01 | 0,40 | 872 |
| 1991-2000 | 43,4 | 0,4418 | 2,45 | -4,78 | 0,56 | 144 |
| 2001- | 49,4 | 0,3532 | 15,66 | -10,71 | 0,63 | 148 |
| <i>N. Götaland</i> | | | | | | |
| -1970 | 38,2 | 0,3168 | -8,07 | 0,36 | 0,44 | 68 |
| 1971-1980 | 43,7 | 0,4652 | -19,69 | 3,18 | 0,39 | 634 |
| 1981-1990 | 39,2 | 0,4196 | -3,10 | -1,73 | 0,59 | 579 |
| 1991-2000 | 33,8 | 0,3994 | -7,48 | -0,64 | 0,58 | 35 |
| 2001- | 40,3 | 1,1536 | -144,65 | 68,07 | 0,35 | 44 |
| <i>Svealand</i> | | | | | | |
| -1970 | 48,5 | 0,2455 | 4,92 | -2,66 | 0,45 | 61 |
| 1971-1980 | 40,7 | 0,4446 | -21,32 | 3,99 | 0,32 | 689 |
| 1981-1990 | 31,9 | 0,4421 | -5,03 | -1,17 | 0,51 | 748 |
| 1991-2000 | 49,3 | 0,5291 | -16,73 | 1,92 | 0,61 | 61 |
| 2001- | 44,3 | 2,1942 | -340,56 | 157,74 | 0,31 | 43 |
| <i>Norrland</i> | | | | | | |
| 1971-1980 | 41,0 | 0,4542 | -16,23 | 1,69 | 0,43 | 136 |
| 1981-1990 | 35,4 | 0,3759 | -10,49 | 0,53 | 0,32 | 367 |
| 1991-2000 | 39,6 | 0,4238 | -20,05 | 5,49 | 0,70 | 20 |

Tabell 10. Andragradspolynom för kväveupptag. Parametrar i regressions-
ekvationen vid gruppering på områden, förfrukter, jordarter, tidsperioder och
skördenivåer i nollrutor

*Table 10. Second degree polynomials for grain N uptake. Parameters ob-
tained in the analysis of regression with the observations grouped on re-
gions, preceding crops, soil types, periods and yield levels in zero N plots*

| | a | b | cx10 ⁴ | R ² |
|---|------|--------|-------------------|----------------|
| <i>Hela materialet All</i> | 44,0 | 0,4195 | -9,96 | 0,38 |
| <i>Områden Regions</i> | | | | |
| S. Götaland | 49,0 | 0,4309 | -10,67 | 0,40 |
| N. Götaland | 41,0 | 0,4287 | -9,36 | 0,47 |
| Svealand | 38,4 | 0,4022 | -8,32 | 0,39 |
| Norrland | 37,6 | 0,3688 | -9,09 | 0,34 |
| <i>Förfrukter Preceding crops</i> | | | | |
| Stråsäd | 40,4 | 0,4192 | -9,20 | 0,41 |
| Sockerb. | 52,5 | 0,4704 | -14,68 | 0,38 |
| Oljev. | 47,6 | 0,3703 | -8,78 | 0,31 |
| Vall | 53,0 | 0,3423 | -11,05 | 0,35 |
| Foderv. | 40,6 | 0,5125 | -9,87 | 0,74 |
| Trindsäd | 53,5 | 0,3590 | -5,59 | 0,38 |
| Träda | 55,1 | 0,5522 | -24,64 | 0,35 |
| <i>Jordarter Clay content</i> | | | | |
| Lätta <15% | 43,4 | 0,4229 | -11,57 | 0,33 |
| Lättleror 15-25% | 44,6 | 0,4399 | -10,57 | 0,43 |
| Styva >25% | 43,9 | 0,4262 | -9,37 | 0,40 |
| Mulljord Peat s. | 62,0 | 0,3439 | -10,62 | 0,98 |
| <i>Tidsperioder Time periods</i> | | | | |
| -1970 | 46,2 | 0,3513 | -7,94 | 0,37 |
| 1971-1980 | 47,4 | 0,3690 | -9,08 | 0,33 |
| 1981-1990 | 40,0 | 0,4484 | -9,81 | 0,42 |
| 1991-2000 | 42,6 | 0,5318 | -13,48 | 0,52 |
| 2001- | 46,5 | 0,5388 | -11,99 | 0,44 |
| <i>Skördenivå (skörd i nollrutor) Yield level in zero N plots</i> | | | | |
| -2500 | 27,2 | 0,4317 | -9,02 | 0,56 |
| 2500-3500 | 42,8 | 0,4259 | -9,50 | 0,58 |
| 3500- | 62,7 | 0,3767 | -9,22 | 0,43 |

Tabell 10 forts.
Table 10. contd.

| | a | b | cx10 ⁴ | R ² |
|---|------|--------|-------------------|----------------|
| <i>Områden*förfrukter Regions*preceding crops</i> | | | | |
| <i>Höstoljeväxter Winter oil seed</i> | | | | |
| S. Götaland | 64,6 | 0,4890 | -19,10 | 0,45 |
| N. Götaland | 32,3 | 0,4363 | -8,40 | 0,96 |
| Svealand | 38,6 | 0,2546 | -4,48 | 0,36 |
| <i>Våroljeväxter Spring oil seed</i> | | | | |
| S. Götaland | 42,1 | 0,6947 | -16,35 | 0,99 |
| N. Götaland | 55,7 | 0,4825 | -14,32 | 0,36 |
| Svealand | 45,3 | 0,3322 | -6,29 | 0,40 |
| <i>Områden*tidsperioder Regions*time periods</i> | | | | |
| <i>S. Götaland</i> | | | | |
| -1970 | 46,9 | 0,3915 | -10,65 | 0,39 |
| 1971-1980 | 51,0 | 0,3979 | -10,08 | 0,38 |
| 1981-1990 | 48,8 | 0,4396 | -10,39 | 0,40 |
| 1991-2000 | 42,4 | 0,5513 | -12,31 | 0,55 |
| 2001- | 48,5 | 0,5174 | -11,25 | 0,62 |
| <i>N. Götaland</i> | | | | |
| -1970 | 38,4 | 0,3031 | -6,61 | 0,44 |
| 1971-1980 | 45,2 | 0,3569 | -7,88 | 0,38 |
| 1981-1990 | 38,5 | 0,4740 | -9,27 | 0,59 |
| 1991-2000 | 33,7 | 0,4177 | -9,69 | 0,58 |
| 2001- | 41,4 | 0,5076 | -8,60 | 0,34 |
| <i>Svealand</i> | | | | |
| -1970 | 47,2 | 0,3444 | -5,90 | 0,45 |
| 1971-1980 | 42,7 | 0,3045 | -6,31 | 0,31 |
| 1981-1990 | 31,4 | 0,4795 | -9,23 | 0,51 |
| 1991-2000 | 49,7 | 0,4796 | -10,41 | 0,61 |
| 2001- | 46,9 | 0,6609 | -21,89 | 0,27 |
| <i>Norrland</i> | | | | |
| 1971-1980 | 41,6 | 0,4038 | -10,30 | 0,43 |
| 1981-1990 | 35,6 | 0,3588 | -8,57 | 0,32 |
| 1991-2000 | 39,8 | 0,3593 | -7,70 | 0,70 |

Ekonomiskt stöd

Arbetet med denna sammanställning har utförts vid SLU, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära. Ekonomiskt stöd för undersökningen har lämnats av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Litteratur

Liebig, von J. 1876. Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschweig.

Mattsson, L. 1986. Årsmån, jordart, förfrukt etc avgör kvävegödslingseffekten?. Konsulentavd, Rapporter/Allmänt 83,14:1-10.

Mattsson, L. 1990. Effect of the inorganic soil nitrogen level on fertilizer nitrogen requirements by spring barley grown on regularly manured soils. Swedish Journal of Agricultural Research 20, 141-145.

Mattsson, L. 2004. Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar. Nitrogen fertilization in winter wheat. SLU, Inst. för markvetenskap, avd. för växtnäringslära, Rapport 209.

Bilaga 1. Utnyttjade försöksserier. Fullständig beskrivning finns vid SLU, Avd. för växtnäringslära

| Serie-nummer | Benämning |
|--------------|--|
| L3-0093 | N-effekt av processad gödsel |
| L3-0115 | Flytgödsel till vårsäd |
| L3-0127 | Försök med humanurin |
| L3-0133 | Siolitbehandling i flytgödsel |
| R3-2032 | Radspridning av urea till korn |
| R3-2034 | Radspridning-bredspridning av urea |
| R3-2038 | Radmyllning av urea till korn |
| R3-2040 | Radmyllning och sen ureabesprutning. |
| L3-2043 | Olika salpeterslag |
| L3-2050 | Stigande kalkammonsalpeter före sådd |
| L3-2052 | Olika slags kalksalpeter till vårsäd |
| L3-2060 | Stigande N till fodersäd |
| R3-2061 | Övergödsling-nedbrukning av stigande N |
| R3-2063 | Radmyllning av NPK till korn |
| R3-2065 | Ureabesprutning i korn |
| R3-2066 | Radmyllning av N till vårsäd |
| R3-2068 | Radmyllning av NPK till vårstråsäd |
| R3-2077 | Övergödsling-nedbrukning av stigande N |
| L3-2079 | Gödsellösningar och kalkammonsalpeter |
| L3-2089 | N-30 och kalksalpeter till vårsäd |
| L3-2101 | Kväve till vårstråsäd |
| R3-2104 | Kvävegödsling till olika kornsorter |
| R3-2106 | Stigande mängd N i kalkammonsalpeter till korn |
| R3-2106B | N-intensitet och bevattning till korn |
| L3-2113 | Stigande N-givor med profilprovtagning |
| L3-2113A | Stigande N-givor med profilprov. och växtanalys |
| R3-2119 | Kalkammonsalpeter till korn med profilprovtagning |
| NH3-2122 | Stigande N i kalksalpeter, prognoskontroll |
| R3-2123 | Stigande N i kalkammonsalpeter till havre |
| NH3-2128 | Hel och delad N-giva |
| R3-2133 | N-intensitet vid regelbunden stallgödseltillförsel |
| L3-2156 | Radmyllning av N till vårstråsäd |
| L3-2169 | N28, urea och kalksalpeter till vårsäd |
| R3-2173 | N till korn efter olika förfrukter, sydsverige |
| R3-2174 | N till korn efter olika förfrukter, mellansverige |
| R3-2213 | Validering av gödslingsmodell för N |
| R3-2223 | Skördevariationer, kontrollförsök |
| D3-2228 | Kväve till vår- och höstkorn |
| R3-2233 | Kväveförluster vid spannmålsodling |
| L3-2242 | Kvävestege i malkorn |
| R3-2246 | Phylazonit till vårsäd |
| L3-2254 | Kvävestrategi till malkorn |
| L3-2260 | Gödslingsstrategi i malkorn |
| L3-2261A | Gödslingsförsök med ekologiska gödselmedel |
| R3-2263 | Adsorption och fixering av ammonium i lerjord |

Bilaga 2. Programkod i SAS®, som identifierar inflexionspunktens x- och y-koordinater för ett tredjegradspolynom och genererar en rät linje till höger om denna punkt.

```

data regrmod1;
*Beräkna regressionsekvatioer*****;
*och välj önskad gruppering*****;
*Bilder för import i word-dokument*****;
goptions ftext=swissb
device=win target=cgmofml
colors=
gunit=cm
hby=0.5 cm
gsfname=ut gsfmode=replace gunit=cm
noborder vsize=15 cm hsize=15 cm;
filename ut 'c:\bild.cgm';
length kat $ 10.;
input kat a b c d;
/*kat(egori), a, b, c och d. Variabler
skattade med standardprocedur;          */

infile cards missover;

yprim=b+c*2*x+d*3*x*x;          /*Första derivatan*/;
ybis=c*2+d*3*2*x;              /*Andra derivatan */;
xinfl=-c*2/(d*3*2);            /*Inflex. x-värde */;

ypriminfl=b+c*2*xinfl+d*3*xinfl*xinfl;
/*Första derivatans värde i inflexionspunkten*/;

yinfl=a+b*xinfl+c*xinfl*xinfl+d*xinfl*xinfl*xinfl;
/*Funktionens y-värde i inflexionspunkten*/;

cards;
Stråsäd      2766      28.62      -0.1410      .000207
Sockerb.     3812      31.30      -0.1941      .000272
run;

data regrmod2;
/*Skapar rät linje från inflexionspunkten till
högsta givan*/;
set regrmod1;
keep kat x y y1 yprim xinfl ypriminfl;

if xinfl gt 240 then goto A;
/*Ligger inflexionspunkten över 240 hoppa till A*/;

```

```

if xinfl lt 0 then goto A;
/*Ligger inflexionspunkten under 0 hoppa till A*/;

if xinfl lt 240 then do;
do x=xinfl to 240 by 1;
y1=yinfl+ypriminfl*(x-xinfl);
/*Skapa punkter på den räta linjen från inflexions-
punkten upp till 240 kg N per ha*/;
if xinfl lt 0 then y1=.;
output;
end;
end;
A;

proc sort;
by kat x;

data regrmod3;
/*Skapa punkter från 0 till inflexionspunkten*/;
set regrmod1;
/*Justeringar när inflexionspunkten ligger utanför
definitionsområdet*/;
if xinfl lt 0 then xinfl=240;
if xinfl ge 240 then xinfl=240;
do x=0 to xinfl by 1;
y=a+b*x+c*x*x+d*x*x*x;
output;
end;

proc sort;
by kat x;

data regrmod4;
/*Dataseten slås samman*/;
merge regrmod2 regrmod3;
by kat x;

proc gplot data=regrmod4;
/*Plot kategorivis av kurva+rät linje*/;
title1 h=0.6 c=blue 'Grödvis';
plot y*x y1*x / overlay haxis=axis2 vaxis=axis1
frame cframe=ywh
vref= 2000 4000 6000 8000 10000 12000;
axis1 order=0 to 14000 by 2000
minor=none value=(h=0.4)
label=(h=0.4 j=1 'Kärna,' j=1 f=swissbi 'Grain' j=1
f=swissb 'kg/ha');

```

```

axis2 order=0 to 240 by 40 value=(h=0.4) label=(j=r
h=0.4 'N, kg/ha');
legend1 value=(h=0.4) label=none;
symbol1 i=join f= v= h=0.3 cm
l=1 w=20 c=black r=2;
by kat;
footnotel;
run;
quit;

data regrmod5;
/*Beräkna valda x- och y-värden för tabulering*/;
set regrmod1;

do x=0 to 240 by 10;
y1=yinfl+ypriminfl*(x-xinfl);
y=a+b*x+c*x*x+d*x*x*x;
if xinfl lt 0 then y1=y; /*Inflexionspunkten får ej
vara negativ*/;
if x lt xinfl then y1=.; /*Inga y1-värden till väns-
ter om inflexionspunkten*/;
if x ge xinfl then y=y1;
y1=round(y1,10);
y=round(y,10);
output;
end;

proc gplot data=regrmod5;
/*Plot av hela konstruerade kurvan*/;
/*Alla kategorier i samma graf*/;
title1 h=0.6 'Alla kategorier';
plot y*x=kat / haxis=axis2 vaxis=axis1
frame cframe=ywh
legend=legend1;
axis1 order=0 to 8000 by 2000
minor=none value=(h=0.4)
label=(h=0.4 j=1 'Kärna,' j=1 f=swissbi 'Grain' j=1
f=swissb 'kg/ha');
axis2 order=0 to 240 by 40 value=(h=0.4)
label=(j=r h=0.4 'N, kg/ha');
legend1 value=(h=0.4) label=none;
symbol1 i=j f= v= h=0.3 cm l=1 w=20 c=black r=1;
symbol2 i=j f= v= h=0.3 cm l=1 w=20 c=red r=1;
footnotel;
run;
quit;

```

```
proc print data=regrmod1;
title1 'Ex. med stråsäd och sockerbetor
som förfrukt';
var kat a b c d xinfl ypriminfl yinfl;
run;
```


Bilaga 3. Kärnskördar, kg ha^{-1} , för olika uppdelningar. Värdena beräknade enligt modell med tredjegradsekvation + rät linje från eventuell inflexionspunkt i intervallet 0-240 kg ha^{-1} .

Tabell 3:1. Kärnskörd, kg ha^{-1} , i olika regioner
Table 3:1. Grain yield, kg ha^{-1} in different regions

| Regioner <i>Regions</i> | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|----------|----------|------|
| N, kg ha^{-1} | S. Götaland | N. Götaland | Svealand | Norrland | Alla |
| 0 | 3520 | 2860 | 2520 | 2410 | 3040 |
| 40 | 4460 | 3740 | 3430 | 3270 | 3970 |
| 80 | 4950 | 4310 | 3980 | 3720 | 4480 |
| 120 | 5100 | 4620 | 4270 | 3880 | 4680 |
| 160 | 5010 | 4720 | 4370 | 3850 | 4660 |
| 200 | 4770 | 4660 | 4360 | 3710 | 4510 |
| 240 | 4480 | 4500 | 4310 | 3570 | 4320 |

Tabell 3:2. Kärnskörd, kg ha^{-1} , efter olika förfrukter
Table 3:2. Grain yield, kg ha^{-1} after different preceding crops

| Förfrukter <i>Preceding crops</i> | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|--------|----------|---------|----------|-------|------|
| N, kg ha^{-1} | Foderv. | Oljev. | Sockerb. | Stråsäd | Trindsäd | Träda | Vall |
| 0 | 2500 | 3070 | 3810 | 2770 | 3670 | 2940 | 3650 |
| 40 | 3670 | 3770 | 4770 | 3700 | 4670 | 3790 | 4090 |
| 80 | 4320 | 4210 | 5210 | 4260 | 5100 | 4010 | 4270 |
| 120 | 4620 | 4430 | 5240 | 4530 | 5170 | 4000 | 4260 |
| 160 | 4730 | 4500 | 4970 | 4580 | 5090 | 3970 | 4100 |
| 200 | 4790 | 4470 | 4480 | 4510 | 5000 | 3950 | 3840 |
| 240 | 4850 | 4410 | 3900 | 4380 | 4910 | 3930 | 3560 |

Tabell 3:3. Kärnskörd, kg ha^{-1} , på olika jordar
Table 3:3. Grain yield, kg ha^{-1} , on soils with different clay contents

| Lerhalt <i>Clay %</i> | | | | |
|------------------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------------|
| N, kg ha^{-1} | Lätta <15 | Lättleror 15-25 | Styva >25 | Mulljord Peat soil |
| 0 | 3010 | 3130 | 3020 | 4080 |
| 40 | 3890 | 4140 | 3930 | 4780 |
| 80 | 4340 | 4710 | 4500 | 4990 |
| 120 | 4450 | 4920 | 4790 | 4790 |
| 160 | 4320 | 4880 | 4860 | 4240 |
| 200 | 4070 | 4690 | 4790 | 3410 |
| 240 | 3770 | 4440 | 4630 | 2380 |

Tabell 3:4. Kärnskörd, kg ha⁻¹, olika tidsperioder
 Table 3:4. Grain yield, kg ha⁻¹, different time periods

| N, kg ha ⁻¹ | Period Period | | | | |
|------------------------|---------------|---------|---------|---------|-------|
| | -1970 | 1971-80 | 1981-90 | 1991-00 | 2001- |
| 0 | 2890 | 3180 | 2850 | 3360 | 3440 |
| 40 | 3560 | 3950 | 3950 | 4690 | 4910 |
| 80 | 3900 | 4330 | 4580 | 5440 | 5760 |
| 120 | 3990 | 4410 | 4850 | 5700 | 6110 |
| 160 | 3930 | 4320 | 4880 | 5560 | 6100 |
| 200 | 3810 | 4170 | 4780 | 5120 | 5860 |
| 240 | 3690 | 4010 | 4630 | 4470 | 5500 |

Tabell 3:5. Kärnskörd, kg ha⁻¹, efter höstoljeväxter respektive våroljeväxter i olika områden
 Table 3:5. Grain yield, kg ha⁻¹ after winter and spring oil seed, respectively, in different regions

| N, kg ha ⁻¹ | Höstoljev. Winter oil seed | | | Våroljev. Spring oil seed | | |
|------------------------|----------------------------|-----------|--------|---------------------------|-----------|--------|
| | S. Götal. | N. Götal. | Sveal. | S. Götal. | N. Götal. | Sveal. |
| 0 | 4560 | 2510 | 2590 | 2720 | 3490 | 2770 |
| 40 | 5470 | 3200 | 3110 | 4150 | 4330 | 3540 |
| 80 | 5230 | 3960 | 3420 | 4930 | 4870 | 3980 |
| 120 | 4870 | 4720 | 3580 | 5250 | 5140 | 4210 |
| 160 | 4510 | 5470 | 3670 | 5300 | 5160 | 4320 |
| 200 | 4150 | 6230 | 3730 | 5270 | 4930 | 4400 |
| 240 | 3790 | 6990 | 3800 | 5240 | 4490 | 4480 |

Tabell 3:6. Kärnskörd, kg ha⁻¹, olika tidsperioder i S. Götaland
 Table 3:6. Grain yield, kg ha⁻¹, different periods in S. Götaland

| N, kg ha ⁻¹ | Period Period | | | | |
|------------------------|---------------|---------|---------|---------|-------|
| | -1970 | 1971-80 | 1981-90 | 1991-00 | 2001- |
| 0 | 3070 | 3600 | 3620 | 3670 | 3750 |
| 40 | 3800 | 4390 | 4720 | 5010 | 4930 |
| 80 | 4120 | 4760 | 5280 | 5930 | 5710 |
| 120 | 4160 | 4820 | 5450 | 6350 | 6080 |
| 160 | 4010 | 4670 | 5360 | 6210 | 6060 |
| 200 | 3790 | 4440 | 5140 | 5460 | 5650 |
| 240 | 3550 | 4210 | 4910 | 4030 | 4860 |

Tabell 3:7. Kärnskörd, kg ha^{-1} , olika tidsperioder i N. Götaland
 Table 3:7. Grain yield, kg ha^{-1} , different periods in N. Götaland

| | Period Period | | | | |
|------------------------|---------------|---------|---------|---------|-------|
| N, kg ha^{-1} | -1970 | 1971-80 | 1981-90 | 1991-00 | 2001- |
| 0 | 2240 | 3000 | 2820 | 2560 | 2960 |
| 40 | 2800 | 3760 | 3880 | 3570 | 4620 |
| 80 | 3110 | 4150 | 4590 | 4120 | 5510 |
| 120 | 3240 | 4290 | 5010 | 4330 | 6220 |
| 160 | 3250 | 4270 | 5200 | 4300 | 6920 |
| 200 | 3210 | 4190 | 5220 | 4160 | 7630 |
| 240 | 3170 | 4100 | 5140 | 4000 | 8340 |

Tabell 3:8. Kärnskörd, kg ha^{-1} , olika tidsperioder i Svealand
 Table 3:8. Grain yield, kg ha^{-1} , different periods in Svealand

| | Period Period | | | | |
|------------------------|---------------|---------|---------|---------|-------|
| N, kg ha^{-1} | -1970 | 1971-80 | 1981-90 | 1991-00 | 2001- |
| 0 | 2760 | 2630 | 2110 | 3450 | 3170 |
| 40 | 3360 | 3350 | 3290 | 4590 | 6130 |
| 80 | 3750 | 3730 | 4060 | 5120 | 5830 |
| 120 | 3980 | 3880 | 4500 | 5260 | 5100 |
| 160 | 4110 | 3900 | 4700 | 5270 | 4370 |
| 200 | 4190 | 3870 | 4740 | 5270 | 3640 |
| 240 | 4270 | 3850 | 4710 | 5270 | 2910 |

Tabell 3:9. Kärnskörd, kg ha^{-1} , olika tidsperioder i Norrland
 Table 3:9. Grain yield, kg ha^{-1} , different periods in Norrland

| | Period Period | | | | |
|------------------------|---------------|---------|---------|---------|-------|
| N, kg ha^{-1} | -1970 | 1971-80 | 1981-90 | 1991-00 | 2001- |
| 0 | | 2480 | 2360 | 2610 | |
| 40 | | 3360 | 3210 | 3510 | |
| 80 | | 3820 | 3680 | 3860 | |
| 120 | | 3980 | 3840 | 3940 | |
| 160 | | 3930 | 3820 | 4010 | |
| 200 | | 3780 | 3690 | 4070 | |
| 240 | | 3630 | 3550 | 4130 | |

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 höstveten 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-, kär- 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 kopparföråd.
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.
- 210 2005 Lennart Mattsson & Hans Larsson: Att föra bort eller bruka ner halmen påverkar mullhalt, dagmaskar och skadedjur. Undersökningar i långliggande försök i Skåne
To remove or to incorporate straw affects organic matter, earth-worms and pests Studies in three long-term field experiments

- 211 2005 Käll Carlgren & Holger Kirchmann, red. /eds./: Nya metoder för återcirkulation av växtnäringsämnen från avfall. Föredrag hållna på Kungl. Skogs- och lantbruksakademien 3 mars 2005.
New Methods for Recirculation of Plant Nutrients from Wastes. Lectures held on 3 March 2005 at the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry.
- 212 2006 Lennart Mattsson: Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag
Nitrogen intensity in barley – yields and N off-take

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
