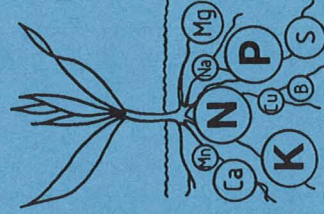


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Kvävförsök i höstvete med bestämning av mineralkväve i marken

**Nitrogen experiments in winter wheat with soil
mineral N determinations**

Lennart Mattsson

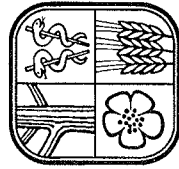


**Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringsslära**

**Rapport 175
Report**

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

Uppsala 1988
ISSN 0348-3541
ISBN 91-576-3571-4

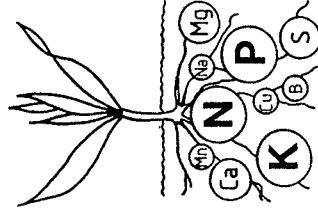


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Kvävförsök i höstvete med bestämning av mineralkväve i marken

**Nitrogen experiments in winter wheat with soil
mineral N determinations**

Lennart Mattsson



**Institutionen för markvetenskap
Avd. för växtnäringsslära**

**Rapport 175
Report**

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

Uppsala 1988
ISSN 0348-3541
ISBN 91-576-3571-4

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning	4
Material och metoder	4
Nederbördssituationen	7
Resultat	7
Mineralkväveförråd	7
Kärnskörd	9
Samband mellan mineraliskt markkväve och avkastning	10
Kvävehalt i kärnan	14
Kväveskörd i kärnan	14
Ax- och planträknningar	18
Ekonomi	19
Summary	20
Litteratur	20

KVÄVEFÖRSÖK I HÖSTVETE MED BESTÄMNING AV MINERALKVÄVE I MARKEN

- o I 14 höstveteförsök bestämdes mineralkväve (min-N) på våren som generalprov för jordskikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm. Både nitrat- och ammoniumkväve bestämdes.
- o I ettåriga försök jämfördes N-gödslingsnivåerna 0, 40, 80, 100, 120, 140, 160, 200 och 240 kg/ha med avseende på kärnskörd och kärnans N-halt. Som gödselmedel användes kalksalpeter. Hela givan tillfördes vid en tidpunkt på våren. Tillväxtstadiet var då 10-20 (Zadok). Försöken låg i huvudsak på lerjordar i Mellansverige under åren 1982-1984. Stråsäd var den dominerande förfrukten.
- o I medeltal var nitratförrådet 39 kg/ha med variationen 19-78 kg. Ammonium-N utgjorde 27 kg/ha i medeltal och varierade mellan 19-43.
- o Det fanns ett statistiskt signifikant samband mellan kväveeffekt, min-N och gödsel-N. Sambandet tydde på att för varje kg ökning i min-N, 0-90 cm, sänktes den ekonomiskt optimala N-givan med 0,75 kg och tvärtom.

INLEDNING

Det är svårt att bestämma rätt ekonomiskt optimal N-giva. Vädrets variationer är kanske det som orsakar de största svårigheterna, men förfruktens och jordartens betydelse för N-gödslingseffekterna är också svåra att förutse många gånger. Alla möjligheter att minska svårigheterna måste tas tillvara. Att ta hänsyn till mineralväveförrådet på våren är en möjlighet. Mycket arbete har lagts ned på att utveckla provtagnings- och analysmetoder (hinden, 1983) liksom på att utarbeta kalibrerings- och tolkningsunderlag (Mattsson & Anderson, 1984).

I föreliggande projekt (R3-2127), startat 1982, ställdes höstveteadling i fokus. Projektets främsta syfte var att belysa sambandet mellan mineralväveförrådet och N-gödslingseffekten. Utifrån detta skulle sedan ett tolkningsunderlag för mineralväveanalyser i höstvete upprättas.

MATERIAL OCH METODER

Försöksplanen omfattade nio N-nivåer. Dessa var 0, 40, 80, 100, 120, 140, 160, 200 och 240 kg/ha. Hela N-givan spreds på våren som kalksalpeter.

Jordprovtagning för bestämning av mineralväveförrådet gjordes på våren före gödsling. På varje försöksplats togs tre prover, ett prov från vardera av skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm. I skiktet 0-30 cm gjordes 42 borrhstick och i resterande skikt sex. Proven frystes i väntan på analys. Provpriparering gjordes på frysta prover. Nitrat- och ammoniumkväve bestämdes på en Technicon autoanalyser enligt tillverkarens standardrutiner.

På prover från kärnskördens bestämdes torrsubstans, 1000-kornvikt, Kjeldahl-N och falltal. Endast kärnskördens vägdes och provtogs. Kärnskörd och kärnskördens N-halt (Kjeldahl N) redovisas.

Försöksserien omfattade 14 försök. De fördelade sig på åren 1982-1984 med fem, sex respektive tre stycken. Det låga antalet 1984 berodde på omfattande utvintringsskador i höstvetebestånden. Detta gav ojämna försök och dessa utesluts ur redovisningen. De använda försöken var placerade i Uppsala, Södermanlands och Örebro län. I tabell 1 har uppgifter om sådd, gödslingstidpunkt och datum för skörd samlats. Lättlorer och mellanlorer dominerade fullständigt vad gäller jordartsfördelning. Undantag var två försök i Örebro län 1983 på mo respektive mjåla och ett försök i Uppsala län samma år på svagt lerig mo. Så när som på två försök där mullhalten klassades som mullrik var försöksjordarna måttligt mullhaltiga.

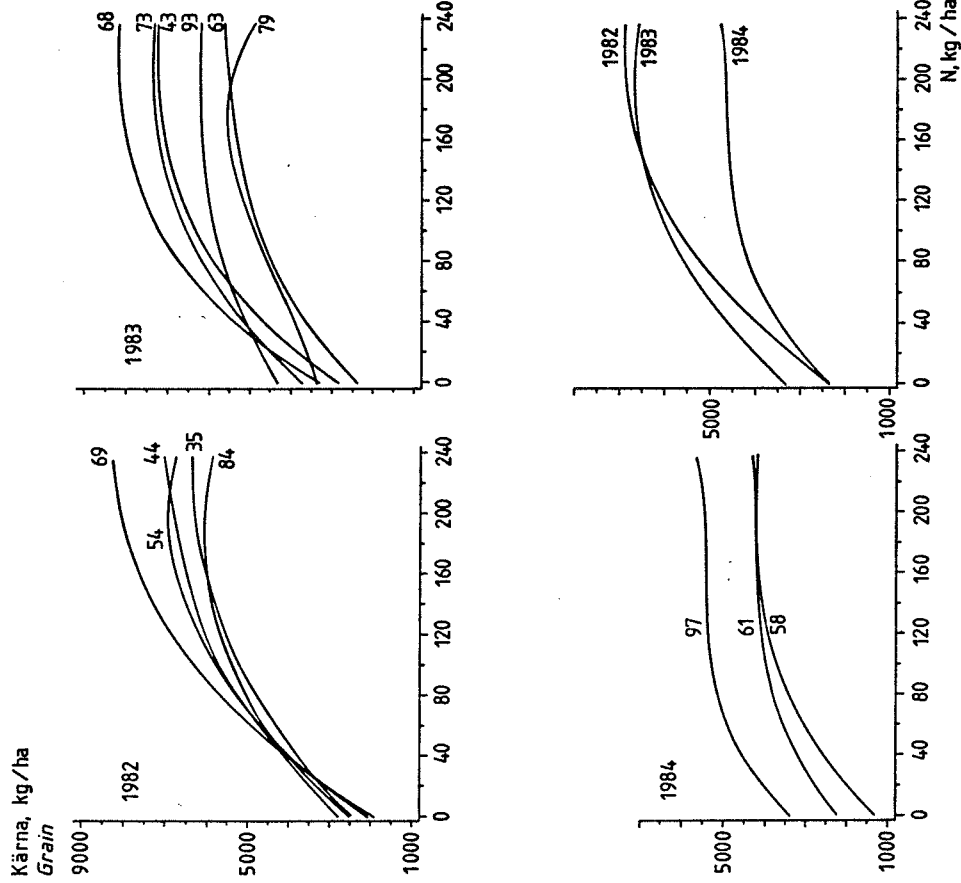
Tabell 1. Tidpunkter för sådd, gödsling och skörd
Table 1. Dates of sowing, fertilizing and harvest

År	ADB-nr	Län	Förfukt	Sådd	Gödsling	Skörd
Year	No	County	Preceding crop	Sowing date	Fert. date	Harvest
1982	1735	C	Ka)	09-14	04-19	08-30
	1736	C	K	09-18	04-16	08-20
	1738	D	Vry	09-20	04-20	08-31
	1739	T	H	09-12	04-20	08-30
	1740	T	K	09-08	04-02	08-31
1983	2677	C	K	09-11	04-21	08-17
	2678	C	Vv	09-12	04-26	08-22
	2679	D	H	09-10	04-20	08-23
	2680	D	Hv	09-06	04-20	08-12
	2681	T	K	09-07	04-11	08-23
	2682	T	S		04-12	08-24
1984	3279	C	Hv	09-29	04-28	09-07
	3281	D	H	09-28	04-26	08-31
	3282	D	H	09-30	04-25	09-29

a) K = Barley, Vry = Spring turnip rape, H = Oates, Hv = Winter wheat, Vv = Spring wheat, S = Cereals

Tabell 2. Månadsnederbörd, mm, för några av försöken
Table 2. Monthly precipitation, mm, for some of the experiments

ADB-nr	År	Län	Månad/Month
No	Year	County	May Jun Jul
1738	1982	D	23 44 18
2680	1983	D	22 44 2
2681	1983	T	146 27 27
2682	1983	T	146 27 27
3279	1984	C	8 93 87
3282	1984	D	18 96 41



Figur 1. Kärnskörd som funktion av N-gödsling för varje försök. () = Mineralkväve, nitrat- och ammonium-N 0-90 cm, kg/ha.
Figure 1. Grain yield response to N fertilizer for each experiment.
() = Soil mineral N, nitrate and ammonium N 0-90 cm, kg/ha.

Nederbördssituationen

De flesta försöken gödslades under andra halvan av april (tabell 1). Nederbördsförhållandena under maj och juni har sannolikt haft stor betydelse för N-gödslingseffekten. Troligen större än vad beträffar nederbörden under juli. Något säkert grepp över försöksperiodens nederbördsförhållanden går dock knappast att få. För några försök (6 st) har nederbörden registrerats från gödsling till skörd (tabell 2). Dessa värden tyder på låg nederbörd i maj 1984, hög i juni och juli samma år och torrt i juli 1982 och 1983. Detta stämmer i stort sett överens med SMHI:s mätningar (SMHI 1982, 1983, 1984). I runda tal erhöll det aktuella området 25-75% av normalnederbörden i maj 1984, 50-100% i juli 1982 och 25-50% av normalnederbörden i juli 1983.

Sammanfattningsvis förefaller maj månad 1984 ha varit extrem vad gäller torra förhållanden. Sådana förhållanden ger små N-gödslingseffekter. Juni samma år var nederbördsrikare än normalt. Detta kan ha förorsakat denitrifikationsförluster och kan även ha lett till små N-gödslingseffekter. En jämförelse av skördekurvorna för de tre åren visar att 1984 års kurvor var de flackaste (figur 1).

RESULTAT

Mineralkväveförråd

Variationen i markens nitratförråd var 19-78 kg/ha räknat till 90 cm djup med ett icke vägt medeltal för år på 39 kg (tabell 3). Motsvarande värden för ammoniumförrådet var 19-43 kg/ha med medeltalet 27 kg. Enstaka höga värden drar upp medeltalen. Bortser man från dessa krymper både variationsvidd och medeltal avsevärt.

Som regel ligger ammoniumvärdena lägre än nitratvärdena. Ingen direkt förklaring finns till de enstaka värden i nivå med eller högre än nitratvärdena. Stallgödsel, röttslam eller liknande har inte tillförts. Nitriifikationen hämmas mera än ammonifikationen vid låg jordtemperatur. Möjligen kan skillnader i jordtemperatur vara orsaken till att en i så fall temporär anrikning av ammonium förekommit. Detta är hypotetiskt och kan ej verifieras med insamlade data.

De anmärkningsvärt höga nitratförråden som erhöles enstaka gånger beror sannolikt på försöksbetingelserna. Värdet 61 kg per ha i försök 1738 (tabell 3) erhöles efter värrybs. Visserligen hittar man vanligtvis inte mer mineraliskt kväve efter vårljevaxter än efter spannmål, men å andra sidan anses oljevaxter vara en gynnsam förfrukt, och detta är delvis en kväveeffekt. I detta fall kan omsättningen av de kväverika skörderesterna efter oljevaxter ha kommit igång innan provtagningen skedde med det höga värdet som följd.

Tabell 3. Mineraliskt N i marken, kg/ha 0-90 cm

Table 3. Soil mineral N, kg/ha, 0-90 cm

År Year	ADB-nr No	NO ₃ N	NH ₄ N	Summa Sum
1982	1735	19	25	44
	1736	15	20	35
	1738	61	23	84
	1739	34	35	69
	1740	28	26	54
Medeltal/Ave. /		31	26	57
1983	2677	42	27	69
	2678	68	25	93
	2679	37	36	73
	2680	19	24	43
	2681	30	33	63
	2682	36	43	79
Medel tal/Ave. /		39	31	70
1984	3279	78	19	97
	3281	32	26	58
	3282	35	26	61
Medeltal/Ave. /		48	24	72

I försök 3279 klassades jorden som mullrik. Det återspeglas också ett stort mineralkväveförråd (tabell 3). I försök 2681 var mullhalten ungefär lika hög. Där fanns ändå märkbart mindre mineraliskt kväve än i det förra försöket. Jordartsskillnader, mjåla repektive styv lera, och därav betingade skillnader i kapillaritet, denitrifikation och kväveläckage kan ha haft betydelse.

Kärnskörd

Årsmedeltalen för skördenivåerna varierade mellan 4000 och 6000 kg kärna per ha vid en kvävegödsling av 80 till 120 kg. För hela materialet var skördenivån i medeltal 5800 kg vid kvävegivan 120 kg per ha. Stigande N-gödsling medförde genomsnittligt stora skördeeffekter (tabell 4, figur 1). De största kväveeffekterna uppmättes 1982 och de lägsta 1984. Det var statistiskt signifikanta skillnader mellan försöksåren vad gäller skördenivån (tabell 5). Så erhöills 1982 positivt utslag för kvävegödsling för mycket höga givor. Vid motsvarande nivåer 1983 och 1984 hade skördeökningen avstannat. Spridningen mellan försöken ökade med stigande kvävegödsling både 1982 och 1983 (figur 1). Det tyder på att andra tillväxtfaktorer än kväve blev begränsande med stigande kvävegiva. Bland 1983 års försök fanns några med relativt hög skörd i noll-ledet och små kväveeffekter.

Tabell 4. Kärnskörd, kg/ha, av höstvete. Medeltal för de tre åren
Table 4. Grain yield, kg/ha, of winter wheat. Means for the years

N, kg/ha	År/Year/			Medeltal
	1982	1983	1984	Average
0	2370	3340	2270	2760
40	3960	4590	3550	4140
80	5140	5620	4180	5140
120	6120	6180	4500	5800
160	6530	6550	4540	6110
200	6790	6630	4870	6310
240	6900	6560	4680	6280
HSD _{0,05}	1204	1844	2449	1246
Antal försök	5	6	3	14
Number of trials				

Tabell 5. F-värden erhållna vid variansanalys avseende alla försök
Table 5. F-values obtained in analysis of variance concerning all trials

Variansorsak Source	Fg Df	Kärnskörd Grain yield	N-halt N content	N-skörd N yield
Block	1	< 1	< 1	< 1
Skördeår/Year/ Län/County	2	13,73 **	23,00 **	24,20 **
Län * skördeår	2	2,47	2,29	10,39 *
Fel/Error/	3	6,82 *	1,33	13,63 **
	5			
Led/Treatment/	8	100,45 ***	117,30 ***	173,64 ***
Led * skördeår	16	2,95 ***	5,21 ***	4,84 ***
Led * län	16	< 1	1,29	< 1
Led * block	8	< 1	< 1	< 1
Fel	64			
Total	125			

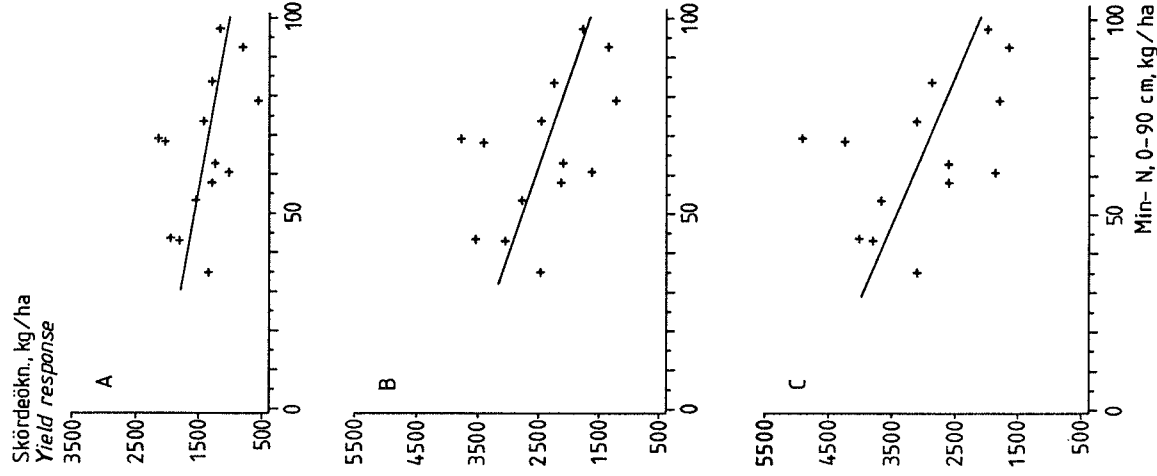
* P = 0,05, ** P = 0,01, *** P = 0,001

Samband mellan mineraliskt markkväve och avkastning

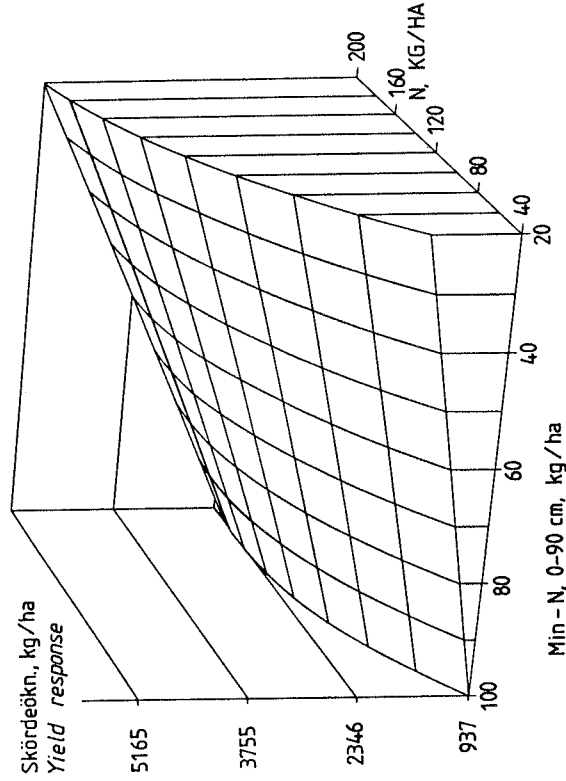
Vid stigande mineralkvävetillgång avtog kvävet skördehöjande effekt (figur 2). Ju högre kvävegiva desto brantare lutar linjen. I figur 3 har effekten av såväl mineralkvävet som kvävegivans storlek åskådliggjorts. Den avbildade ytan är en regression med skördeökning (y) i kg/ha som beroende variabel och med mineralkväve i marken 0-90 cm (x) i kg/ha och gödselkväve (z) i kg/ha som oberoende. För varje försök antog z värdena 40, 80, 120, 160 och 200 kg. Regressionskvationen var

$$y = 716 + 43,63z - 0,0889z^2 - 8,26x - 0,1489xz.$$

Förklaringsgraden, r^2 , var 0,54*** med $n=70$. Vid små mineralkväveförråd erhöles stora kvävegödslingseffekter. Effekterna avtog ju högre mineralkväveförrådet var. Baserat på denna ekvation har optimala kvävegivor beräknats för olika mineralkväveförråd och för olika prisförhållanden mellan kvävegödsel och höstvetepris (tabell 6). Med ett pris på N i kalksalpeter på 7,20 kr/kg och ett höstvetepris på 1,20 kr/kg erhålles relationen 6.



Figur 2. Skördeökning som funktion av mineralkväve, nitrat- och ammonium-N. A, B och C=skördeökning för 40, 80 och 120 kg/ha, N. Figure 2. Yield response as a function of soil mineral N, nitrate and ammonium N. A, B and C=yield response to 40, 80 and 120 kg/ha N respectively.



Figur 3. Skördeökning (y) som funktion av mineralkväve, nitrat- och ammonium-N (x) och N-giva (z).

$$y=716+43,63z-0,0889z^2-8,26x-0,1489xz. \quad r^2=0,54^{***}, \quad n=70.$$

Figure 3. Yield response (y) as a function of soil mineral N nitrate and ammonium N (x) and N-rate (z).

$$y=716+43,63z-0,0889z^2-8,26x-0,1489xz. \quad r^2=0,54^{***}, \quad n=70.$$

Tabell 6. Optimal N-giva, kg/ha vid olika mineralkväveförråd och vid olika prisförhållanden mellan kvävegödsel och kärna

Table 6. Optimal N rates at different soil mineral N amounts and different price relations between N fertilizer and grain

		Priskvot/Price relation/						
Mineral N, 0-90 cm, kg/ha		5	5.5	6	6.5	7		
20		202	199	196	193	190		
40		186	183	180	178	175		
60		170	168	165	162	159		
80		155	152	149	146	144		
100		139	136	134	131	128		
120		124	121	118	115	112		

Variationer i mineralväveförrådet på 20 kg/ha mellan olika fält är inte ovanliga (tabell 3). En anpassning av gödselgivan efter mineralkväveförrådet är därför välmotiverad (tabell 6). Förändringar i prisrelationerna får inte lika stora effekter på kväveoptimum. Ökar priskvoten från sex till sju motsvarar det en höjning av gödselpriset med 17%. Ökar den från fem till sex innebär det 40% prishöjning. Så stora prisförändringar är osannolika, men skulle ändå motivera minskad gödsling med bara 5-6 kg kväve per ha.

Tabell 7. Kvävenetto, kr/ha, vid gödsling efter olika principer. A: optimal gödsling enligt försöksresultaten, B: standardgödsling, 110 kg/ha N och C: optimal gödsling baserad på mineralväveförrådet

Table 7. Net return, Sw. kr./ha, with different fertilizing experimental results, B: "Standard fertilization", 110 kg/ha N and C: Optimum N rates based on soil mineral N

ADB-nr No	A	B	C	B-A	C-A
1735	6754	6280	6694	-474	-60
1736	6146	5670	6145	-476	-1
1738	6064	5856	6058	-208	-6
1739	8290	7130	7986	-1160	-304
1740	7000	6409	6995	-591	-5
2677	8449	8066	8442	-383	-7
2678	6336	6326	6318	-10	-18
2679	7496	7234	7493	-262	-3
2680	7324	6988	7310	-336	-14
2681	5237	5082	5237	-155	0
2682	5480	5255	5479	-225	-1
3279	5645	5628	5516	-17	-129
3281	3886	3816	3826	-70	-60
3282	4092	4091	3877	-1	-215
Medeltal Average	6300	5988	6241	-312	-59
s	1380	1192	1386	308	94
CV	21,9	19,9	22,2	98,7	159,3

Värdena i tabell 6 kan användas som utvärderingsunderlag när det gäller att skiftesvis anpassa kvävegödslingen efter mineralkväveförrådgäts storlek. Oberoende av prisförhållanden erhöles ett korrekations-tal på 0,75 kg/kg mineralkväve. Det innebar att en ökning eller minskning i mineralkväveförrådet med 1 kg från ett sk normalvärde motiverar en sänkning eller ökning av gödslingen med 0,75 kg. Med normalvärde avses mineralkväveförrådets medelvärde för en följd av år.

Kvävenettot som gödslingen gav beräknades dels för optimal kvävegiva enligt försöksresultaten, dels för en enhetlig "standardgödsling" på 110 kg kväve per ha och slutligen för optimum med hänsyn tagen till mineralkväveförrådet (tabell 7). Differensen mellan standardgödsling respektive anpassad gödsling å den ena sidan och optimum enligt försöksresultaten å den andra blev genomgående negativ. Viktigare var dock att spridningen mätt som standardavvikelse i kolumnen C-A, blev väsentligt mindre än i kolumnen B-A i absoluta tal. I relation till medeltalet blev den dock större. Det betyder att "förlusterna" när man inte gödslade optimalt minskade med anpassad gödsling.

Samma försöksmaterial har här använts, både för att bestämma effekten av mineralkväveförråden, och för att testa slutsatserna. Jämförelsen i tabell 7 är därför inte invändningsfri och får inte överbetonas.

Ytterligare en varning skall tillfogas. Man måste avräda från överdriven tilltro till precisionen vad gäller möjligheterna att låta optimumgivorna styras av mineralkväveförrådet. Spridningen omkring medeltalslinjerna, vilken framgår av figur 2 är stor och ett givet mineralkvävevärde kan ge mycket varierande effekter.

Kvävehalt i kärnan

Kvävehalten i kärnan steg med stigande kvävegödsling (tabell 8). Det fanns statistiskt signifikanta skillnader mellan åren. Den högsta kvävehalten erhöles 1984, samma år som kärnskördarna genomsnittligt var de lägsta. Det är en allmän erfarenhet att en hög skörd har lägre kvävehalt än en låg skörd vid samma kväveinsats.

Kväveskörd i kärnan

Kvävemängden som bortförs med kärnskördan varierade med år, plats och kvävegiva. I stort sett var kväveskördan störst 1983 och minst 1984 (tabell 9). På kvävenivån 120 kg/ha skördades 16% mer kväve 1982 jämfört med 1984. Vid stigande kvävegivor ökade skillnaderna, vid minskande var förhållandet omvänt.

Tabell 8. N-halt i höstvetekärna, % av ts
Table 8. Grain N content in winter wheat, % of D.M.

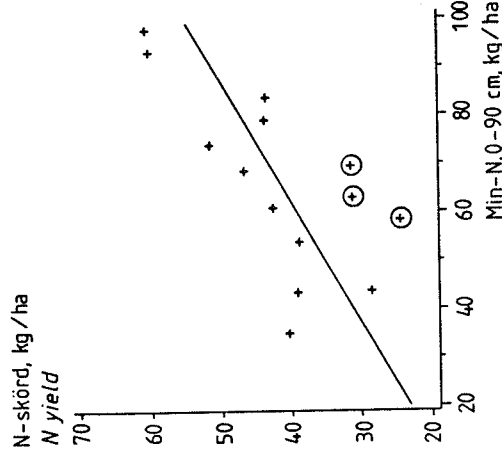
N, kg/ha	År/Year/			Medeltal Average
	1982	1983	1984	
0	1,79	1,59	2,18	1,79
40	1,71	1,58	2,14	1,75
80	1,83	1,72	2,11	1,84
120	1,98	1,87	2,25	1,99
160	2,21	2,08	2,38	2,19
200	2,27	2,23	2,39	2,28
240	2,40	2,32	2,41	2,36
HSD _{0,05}	0,28	0,19	0,21	0,22
Antal försök Number of trials	5	6	3	14

Tabell 9. N-skörd i höstvetekärna, kg/ha
Table 9. Grain N yield, kg/ha, in winter wheat

N, kg/ha	År/Year/			Medeltal Average
	1982	1983	1984	
0	36,3	45,3	42,3	41,4
40	57,5	61,6	65,7	61,0
80	79,4	82,7	74,6	79,8
120	102,7	97,9	86,2	97,1
160	122,1	115,3	92,0	112,8
200	130,2	125,6	99,0	121,6
240	140,1	128,9	95,7	125,8
HSD _{0,05}	14,4	30,6	50,3	18,9
Antal försök Number of trials	5	6	3	14

Kväveskörden i ej kvävegödslade led steg när mineralkväveförrådets storlek ökade (figur 4). I tre försök, markerade i figur 4 var avvikelsen från medeltalslinjen anmärkningsvärt stor. Gemensamt för de tre var mycket stora kväveeffekter för tillförd kvävegödsel. Det tyder på goda betingelser för vegetativ tillväxt och stor kärnproduktion vid god kvävetillgång. Ett visst mineralkvävevärde gav i dessa försök en mindre effekt på kväveskörden än förväntat, beroende på att huvuddelen av tillgängligt kväve utnyttjades för produktion av växtmassa med låg kvävehalt. De tre försökens kvävehalter för de lägsta kvävegivorna (tabell 10) är också ett indicium för detta. En typisk sk Steenbjerg-effekt kunde iakttagas, dvs att den låg kvävegivan sänkte kvävehalten i kärnan iförhållande till ögödslet.

I försök 2681 var jordarten mo. Där kunde ett mindre rottdjup än i övriga försök antas. Det kunde också betyda mindre utslag än väntat för ett givet mineralkvävevärde. I försöket fanns 23% av kvävet under 60 cm djup. Troligen utnyttjades det bara delvis.



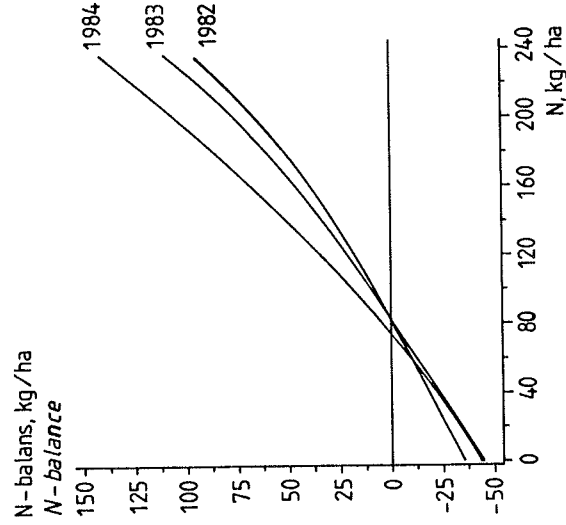
Figur 4. Kväveskörd i kärnan i led utan N-gödsling som funktion av mineralkväve, nitrat- och ammonium-N. Cirkliarna anger försök med stora kväveeffekter.

Figure 4. Grain N yield in treatments without fertilizer N as a function of soil mineral N, nitrate and ammonium N. Circles denote experiments where large N responses were observed.

Tabell 10. Kärnans kvävehalt, % av ts, i tre försök

Table 10. Grain N content, % of D.M. in three experiments

Försök / Experiment/				
N, kg/ha	1739	2681	3281	
0	1.81	1.51	2.09	
40	1.58	1.56	2.00	
80	1.64	1.60	2.14	



Figur 5. Kvävebalans, tillfört N minus bortfört med kärnskörden, som funktion av N-gödsling.

Figure 5. N balance, applied minus removed in grain, as a function of N fertilizer application.

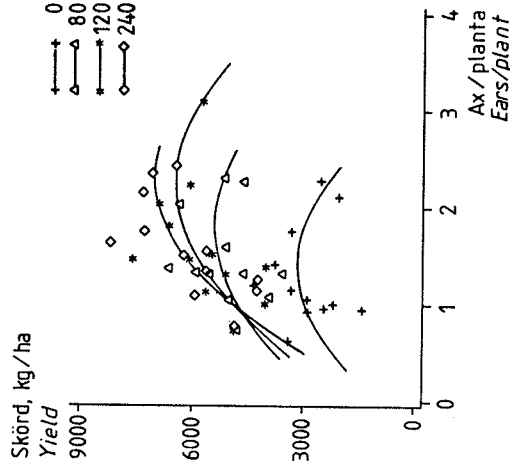
Kvävebalansen (figur 5) visar att tillförsel och bortförsel i kärnan väger lika vid en genomsnittlig tillförsel av ca 80 kg kväve per ha. I det långa loppet måste vi sträva mot att tillförsel och bortförsel balanserar varandra. Om inte, ökar föroreningsriskerna av yt- och grundvatten.

Ax- och planträknningar

I tabell 11 sammanfattas resultat av plant- och axräkningarna. Stigande N gödsling gav en viss ökning i antalet ax per planta, dvs ökad bestockning. Avkastningen är delvis beroende av bestockningen (figur 6) Punkterna i figur 6 antyder kvadratiska samband. Förklaringen till detta ligger nära till hands. Vid alltför kraftig bestockning räcker kvävet inte till. Den produktionsapparat som byggts upp kan inte helt vidmakthållas. Följden blir minskande skörd. Vid stigande N-gödsling förskjuts optimal bestockning uppåt på skalan.

Tabell 11. Antal plantor och ax per m vid olika N-gödsling
Table 11. Number of shoots and ears per m at different levels of N

N kg/ha	Plantor plant	Ax Ear	Ax/planta Ear/plant
0	42	52	1,4
40	42	53	1,3
80	43	60	1,5
120	43	62	1,6
160	44	63	1,5
200	43	63	1,6
240	43	64	1,6



Figur 6. Kärnskörd som funktion av antal ax/planta vid olika N-nivåer.

Figure 6. Grain yield as a function of number of ears/plant at different N fertilizer levels.

EKONOMI

Om hänsyn tas till proteinhalt, falltal och rymdvikt blev ekonomiskt optimum för försöksseriens tre år 209, 193 respektive 132 kg N per ha. Dessa gödselgivor bygger på relationen 6 mellan kvävegödselpris och vetepreis. Beräknas optimal kvävegiva utan att ta hänsyn till proteinhalt, falltal och rymdvikt erhålls 181, 182 och 112 kg N per ha.

Om gödselpriset ökar sjunker optimum. En sänkning av ekonomiskt gödselingsoptimum till 80 kg N per ha (=den nivå där tillförsel och bortförsel balanserar varandra) fordrar en prishöjning på gödseln motsvarande i det närmaste 300% på nuvarande pris. Då skulle kvävenettot i veteodlingen minska med 15-20% jämfört med nettot vid nu gällande prisrelationer. Räknat i kr per ha motsvarar detta en minskning med 1200 kr. Proteinhalten skulle minska från 13 till drygt 10%. Gränsen för bakningsdugligt vete anses gå vid ungefär 11%. En överslagsberäkning visar att det 300% högre gödselpriset i stort sett skulle kunna finansiera ett arealbidrag för att hålla odlarens lönsamhet på oförändrad nivå. Om gödselpriset ökar med 14 kr per kg N och hela den ökningen återförs till odlaren ger det $80 \times 14 = 1120$ kr per ha som ersättning för de 1200 kr han förlorade genom att minska gödselinsatsen från 200 till 80 kg.

SUMMARY

In 14 field experiments in winter wheat, with N applied as calcium nitrate (15,5% N) in rates of 0, 40, 80, 100, 120, 140, 160, 200 and 240 kg/ha, grain yields, grain N content and soil mineral N were determined. The whole N rate was applied in spring (GS 10-20).

Experimental soils were sampled in spring before fertilizer application. One sample from each of the layers 0-30, 30-60 and 60-90 cm representing the site were taken. On these samples $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NH}_4\text{-N}$ were determined.

The experiments were situated in Central Sweden and run during the years 1982-1984. All experiments except three lay on sites with clay contents >15%. Cereals dominated as preceding crops.

Soil mineral N as $\text{NO}_3\text{-N}$ ranged from 19-78 kg/ha in the 0-90 cm profile. The unweighted mean for years was 39 kg/ha. Corresponding figures for $\text{NH}_4\text{-N}$ were 19-43 and 27 kg/ha, respectively.

There were statistically significant differences between the years considering grain yields. The largest N responses occurred in 1983, the smallest in 1984. The low yields in 1984 depended on poor stands due to winter damages to the wheat.

A statistically significant relationship between grain yield response (y), soil mineral N in 0-90 cm as $\text{NO}_3\text{-N}+\text{NH}_4\text{-N}$ (x) and fertilizer N (z) was found. All the variables are measured in kg/ha. The regression equation was

$$y=716+43,63z-0,0889z^2-8,26x-0,1489zx$$

with $r^2=0,54^{***}$, $n=70$.

From this equation a correction for fertilizer rate due to soil mineral N was derived. This correction was 0,75 kg fertilizer N/kg soil mineral N. If the amount of soil mineral N increases with 1 kg the fertilizer rate will be reduced with 0,75 kg etc.

Increasing grain N yields with increasing soil mineral N amounts were also observed. The removal of N in grain balanced the supply of N in fertilizer at 80 kg/ha.

Litteratur

Linden, B. 1981. Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken. II. Metoder för mineralkväveprovtagning och -analys. (Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, Rapport 170). Uppsala.

Mattsson, L & Anderson, L E. 1984. Anpassad gödsling med kväveprognoser - teknik och tillämpning. (Aktuellt från lantbruksuniversitetet 336). Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska institut.

- Månadsöversikt, väder och vatten, 1982 och 1983.
- Väder och vatten, 1984.

- Förteckning över samtliga rapporter erhålles kostnadsfritt. I mån av tillgång kan tidigare nummer köpas från avdelningen.
- 160 1984 Gyula Siman: Undersökning av Si-Mn-slagg från Öye Smelteverk A/S särskilt med hänsyn till dess skördehöjande verkan och kemiska markeffekter. **Investigation of Si-Mn-slagg from Öye Smelteverk A/S Norway, with particular regard to its effect on plant and soil.**
- 161 1985 Karl Olof Nilsson: Allsidig växtnäringsstillförsel V. Fältförsök i västra försöksdistriktet. **Balanced supply of complete plant nutrient V. Field trials in the Western Experimental District.**
- 162 1985 Jan Persson: Kalkningseffekt - betydelsen av kalkslag och siktvalitet. **Effect of lime correlated to kind of lime and particle size.**
- 163 1985 Göte Bertilsson och Jan Persson: Kalkfraktioner och kalkningseffekt. **Particle size and efficiency of lime.**
- 164 1985 Lennart Mattsson: Markbördighetsförsök i Norrland. **Soil fertility experiments in North Sweden.**
- 165 1986 Gyula Simán: Mark- och skördeeffekter i de permanenta kalkningsförsöken under en 20-årsperiod, 1962-1982. **Effects on crop yields and soil properties of lime and fertilizers in the long-term liming experiments from 1962 to 1982.**
- 166 1986 Käll Carlgren: Bladgödsling med cocktail-preparat till höstvetete. **Foliar application of plant nutrients to winter wheat.**
- 167 1986 Torbjörn Lindén och Lennart Mattsson: Variationer i markens mineralkväveförråd. En undersökning på olika jordar i Uppland och Västergötland. **Variations in soil mineral nitrogen. An investigation on different soils in two areas of Sweden.**
- 168 1986 Holger Kirchmann: Kisel i mark-växt-systemet med särskild hänsyn till slaggsilikater. En litteraturogenomgång. **Silicon in the soil-plant-system with special reference to slag silicates. A literature review.**

- 169 1987 Lennart Mattsson: Kvävegödslingseffekt i höstvetete med och utan behandling med CCC, fungicid och insekticid. **Nitrogen response in winter wheat with and without treatment with CCC, fungicide and insecticide.**
- 170 1987 Lennart Mattsson: **Long-term effects of N fertilizer on crops and soils.**
Långtidseffekter av kvävegödsling på gröda och mark.
- 171 1988 Käll Carlgren: Bladgödsling med mangan i käll- och fältförsök.
Foliar application of manganese in pot and field trials.
- 172 1988 Staffan Steineck: Flytgödsel till vall.
Slurry applied to grass and mixed ley.
- 173 1988 Jens Blomquist och Einar Gudmundsson: Spridning av svinflytgödsel i växande gröda - pilotstudie med ny teknik.
Application of Pig Slurry to Winter Wheat during the Growing Season.
- 174 1988 Lennart Mattsson och Torbjörn Lindén: Kväveförsök i potatis med bestämmning av mineralkväve i marken.
Nitrogen experiments in potatoes combined with soil mineral nitrogen determinations.
- 175 1988 Lennart Mattsson: Kväveförsök i höstvetete med bestämmning av mineralkväve i marken.
Nitrogen experiments in winter wheat with soil mineral N determinations.

