

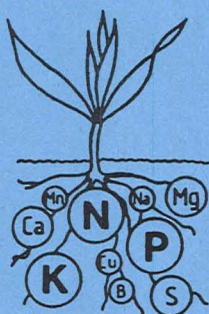


Sveriges Lantbruksuniversitet

Kvävegödsling till höstveten på gårdar med och utan djurhållning

Nitrogen fertilization of winter wheat
on farms with and without animal husbandry

Lennart Mattsson & Tomas Kjellquist



Institutionen för markvetenskap
Avd för växtnäringslära

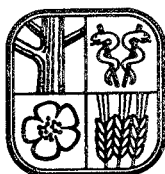
Swedish University of Agricultural Sciences
Dept. of soil Sciences
Division of Soil Fertility

Rapport 189
Report

Uppsala 1992

ISSN 0348-3541

ISRN SLU-VNL-R--189-SE

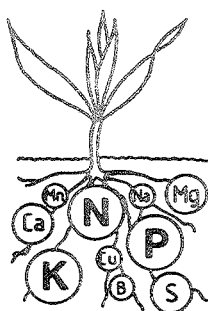


**Sveriges
Lantbruksuniversitet**

Kvävegödsling till höstvete på gårdar med och utan djurhållning

**Nitrogen fertilization of winter wheat
on farms with and without animal husbandry**

Lennart Mattsson & Tomas Kjellquist



**Institutionen för markvetenskap
Avd för växtnäringslära**

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

**Rapport 189
Report**

Uppsala 1992

ISSN 0348-3541

ISRN SLU-VNL-R--189-SE

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	7
MATERIAL OCH METODER	7
Försöksmaterial	7
Djurintensitet	8
Region	10
Förfrukt	10
Skördenivå	10
Statistisk bearbetning och skattning av produktionsfunktioner	11
RESULTAT	13
Översiktliga medeltal	13
Djurintensitet	14
Djurintensitet och förfrukt	14
Regionala skillnader	18
Skördenivå och optimal kvävegödsling	20
DISKUSSION	21
Optimal kvävegiva	21
Stallgödselns långsiktiga påverkan	22
Förfruktens betydelse för optimal kvävegödsling	22
Regionens betydelse	23
Optimal kvävegödsling vid olika skördenivåer	23
AVSLUTANDE KOMMENTARER	23
SUMMARY	23
REFERENSER	23
BILAGOR	26

KVÄVEGÖDSLING TILL HÖSTVETE PÅ GÅRDAR MED OCH UTAN DJURHÅLLNING

- o En sammanställning av 230 höstveteförsök under perioden 197-88 i höstveteodlande områden i Sverige presenteras med syfte att belysa skillnader i kvävegödslingsbehov mellan gårdar med stallgödsel och i vissa fall rötslam å den ena sidan (=djurgårdar) samt utan användning av organiska gödselmedel å den andra sidan (=djurfria gårdar). Dessutom studerades förfruktens och lokaliseringens inverkan på kvävegödslingsbehovet.
- o Till djurgårdar räknades försöksplatser där djurtätheten var 0,3 djurenheter per ha eller mer under de 15 närmast föregående åren. Övriga betraktades som djurfria.
- o I genomsnitt för alla försök låg optimal kvävegiva på djurgårdar 33 kg lägre per hektar än på de djurfria gårdarna. Skörden vid optimal kvävegödsling var emellertid större på de senare. Förändringen i optimal kvävegiva beräknades till 22 kg kväve per djurenhet.
- o Efter oljeväxter som förfrukt blev höstveteskörden större än efter stråsäd. Samtidigt blev den optimala kvävegivan lägre. Med oljeväxter som förfrukt blev optimal kvävegödsling 7 kg/ha lägre på djurfria gårdar och 27 kg/ha lägre på djurgårdar än med stråsäd som förfrukt.
- o Mest liggsäd förekom på djurgårdar, framför allt vid höga kvävegivor. Mera liggsäd efter oljeväxter som förfrukt än efter stråsäd iaktogs också.
- o Vid samma kvävegödslingsnivå blev proteinhalt och falltal högre på djurgårdar jämfört med djurfria gårdar. Proteinhalten var också högst i regionen: B-, C-, D-, S-, T- och U-län jämfört med de två övriga regionerna: E-, H-, I-, P- och R-län samt L-, M- och N-län. Nämnas bör att den förstnämnda regionen också hade den minsta skörden. Förfrukten hade ingen större inverkan på proteinhalten.
- o Optimal kvävegiva ökade med 16 kg per ton höstvete efter stråsäd som förfrukt och med 15 kg efter oljeväxter. Dessa värden har beräknats ur ett material med skördar på 4-8 ton per hektar.

INLEDNING

Vid bestämning av optimal kvävegödsling skall det enskilda fältets produktionsförutsättningar noga beaktas och vägas in. En viktig faktor i sammanhanget är tillförsel av organiska gödselmedel som stallgödsel eller rötslam. Detta gäller inte bara den direkta verkan som erhålles spridningsåret utan även de långsiktiga effekterna.

I Jordbruksverkets rekommendationer för kvävegödsling till höstvete (Jordbruksverket 1991) tas i viss utsträckning hänsyn till gårdens djurintensitet. En mer detaljerad rådgivning i detta avseende är emellertid önskvärd men tillgången på lämpligt försöksmaterial, som direkt belyser detta, är begränsad.

Indirekt kan frågan utredas vidare genom att i lämpligt försöksmaterial bearbeta skillnader i kvävegödslingsbehov mellan gårdar med respektive utan användning av organiska gödselmedel. Därför har en genomgång av ett stort antal försök i höstvete genomförts. Försökens ursprungliga motiv var generellt andra än att belysa stallgödsels efterverkan. Förutom stallgödsels inflytande undersöktes även förfruktens inverkan på kvävegödslingsbehovet liksom effekten av odlingens lokalisering. I studien inkluderades ett fåtal försök, som legat på fält där rötslam spritts. Dessa fält likställdes med stallgödslade.

Undersökningen har utförts vid avdelningen för växtnäringslära vid Sveriges lantbruksuniversitet med ekonomiskt stöd av Jordbruksverket.

MATERIAL OCH METODER

Försöksmaterial

De försöksserier som låg till grund för arbetet omfattade totalt 271 höstveteförsök med varierande kvävegivor under tiden 1977-1988. Av dessa kunde stallgödselhistoriken kartläggas på 230 st. De ingående serierna samt deras benämning framgår av tabell 1. Försöken låg på sammanlagt 154 brukningsenheter i mellersta och södra Sverige under åren 1977-88. Vid bearbetning beaktades endast led med hel kvävegiva tillförd som kalksalpeter vid normal gödslingstidpunkt för höstvete, dvs utvecklingsstadium 20-30 (Zadoks, 1974). Höstvetesorter, som ingick, var framför allt Holme och Folke, men även Starke II, Hildur, Solid och Helge förekom.

En stor del, 38 % av försöken, låg i Skåne (L- och M-län), 24 % låg i Östergötland och Västergötland (E- och R-län), 28 % i Mälardalen (B-, C-, D-, T- och U-län) och 10 % i övriga län i Mellan- och Sydsverige (tabell 2).

Tabell 1. Sammanställning av ingående försöksserier
 Table 1. Name, duration and number of experiments

Serie <i>Series</i>	Benämning <i>Name</i>	Period <i>Period</i>	Bearb antal försök <i>Number</i>
R3-2127	N-intensitet höstvet (progn kontr) <i>N intensities in winter wheat</i>	82-84	20
L3-2130	N med fungicid & växtanalys <i>N with fungicide & plant analysis</i>	82-83	14
L3-2140	N för proteinhaltsstyrning <i>N for protein management</i>	84-88	54
L3-2141 ^a	N med fungicid & insekticid <i>N with fungicide & insecticide</i>	84-85	14
SB3-2146	Ks, Urealösn. & N30 <i>Calcium nitrate, urea and UAN 30</i>	84-85	15
D3-2147	Tilläggs gödsling med kväve <i>Split dressings with N</i>	84-86	10
L3-7027	Ks, KAMS och NPK <i>Calcium nitrate, CAN and NPK</i>	77-83	31
L3-7028	Ks, KAMS och NP <i>Calcium nitrate, CAN and NPK</i>	77-83	20
NH3-7029	Hel & delad N-giva & CCC, södra Sv. <i>Split dressings with N and CCC, south Sw.</i>	79-83	15
L3-7030	Hel & delad N-giva & CCC, Skåne <i>Split dressings with N and CCC</i>	79-81	11
NH3-7031	Hel & delad N-giva & CCC, mellansv. <i>Split dressings with N and CCC, Central Sw.</i>	79-83	26

^a Även S3 och SLR3

Djurintensitet

Kartläggning av hur mycket stallgödsel och rötslam som hade spridits på försöksfälten gjordes genom intervju med respektive brukare. Som regel erhöles erforderlig information om stallgödselhistoriken. I de fall då informationen var ofullständig eller tvivelaktig uteslöts försöken.

För att klassificera försöksfälten med avseende på tillförsel av stallgödsel och rötslam beaktades de femton senaste åren före respektive försöksår. All organisk gödsel tillförd under denna period räknades om till motsvarande antal djurenheter.

Tabell 2. Fördelning av höstveteförsök efter djurintensitet och län. Siffror inom parentes anger det totala antalet tillgängliga försök

Table 2. Distribution of experiment depending on animal intensity and county. Figures within brackets denote available number of experiments

Län County	Djurenheter [Animal units] ha ⁻¹ år ⁻¹											Summa Sum
	0 [-----Djurfria	0,1 gårdar-----]	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	≥ 1,0 [-----Djurgårdar-----]	
B (4)	2							1				3
C(29)	14	5	3	3								25
D(20)	11									7		18
E(41)	17	4	5	2			1		2	5		36
H(16)	5		1		1	2	1	2				12
I (7)	2		1		1	1						5
L(28)	3		4		8	1	7	1	2	1		27
M(72)	35	4	3	5	2	1	7			3		60
N (1)	1											1
P (5)			4									4
R(23)	17				1					1		19
S (2)					1					1		2
T(12)	7			1	1							9
U(11)	3	1			2	1	2					9
Summa [Sum]												
(271)	117	14	21	11	17	6	18	4	4		18	230

Därefter beräknades ett medelvärde per ha och år för antal djurenheter (tabell 2). Ingen hänsyn togs således till om stallgödseln tillförts i början eller slutet av femtonårsperioden. Eventuell växtföljdsinverkan (t ex stor andel vall), beaktades inte heller. De försök som hade fått stallgödsel året innan skördeåret uteslöts. En detaljerad beskrivning av tillvägagångssättet för att räkna om mängden gödsel till antal djurenheter redovisas i bilaga I.

Försöken grupperades efter djurintensitet. Gränsen mellan en djurgård och en icke djurgård drogs vid 0,3 djurenheter per ha och år. Gårdar med djurtäthet $\geq 0,3$ djurenheter per ha och år betraktades som djurgårdar och gårdar med lägre djurtäthet som djurfria gårdar.

Med den valda gränsen $\geq 0,3$ djurenheter per ha hamnade 34 % av försöken i gruppen djurgårdar. Detta gäller i stort sett för alla tre regionerna (tabell 2). Hälften av samtliga djurgårdar låg i södra Götaland.

En annan indelningsgrund med klassgränserna 0, 0,1-0,3 och $\geq 0,4$ djurenheter per ha och år testades också. Vidare gjordes en multipel regression enligt modellen

$$y = a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3 + f \cdot z + g \cdot x \cdot z \quad (1)$$

där y =kärna, kg/ha, x =kväve, kg/ha och z =djurintensitet, djurenheter/ha samt a , b , c , d , e , f och g är regressionskonstanter.

Resultaten av dessa kompletterande bearbetningar redovisas översiktligt.

Region

Tre olika regioner, i fortsättningen benämnda Mellansverige samt norra och södra Götaland, beaktades. Vilka län som ingår i respektive region framgår av figur 1. Inga försök genomfördes i Göteborgs och Bohus län, Jönköpings, Kronobergs och Blekinge län. Indelningen kan synas något "okonventionell" men får anses ge områden med ungefär likartade odlingsbetingelser för höstvete. En av invändningarna kan vara att de östra försommartorra delarna sammanförts med de västra. Vi har emellertid gjort bedömningen att skillnaderna i detta avseende inte har så stor betydelse vid odling av höstvete.

Förfrukt

Materialet bearbetades i tre olika förfruktsgrupper, nämligen stråsäd, oljeväxter och en grupp bestående av vall, träda etc. Det var förhållandevis få försök i den sistnämnda gruppen.

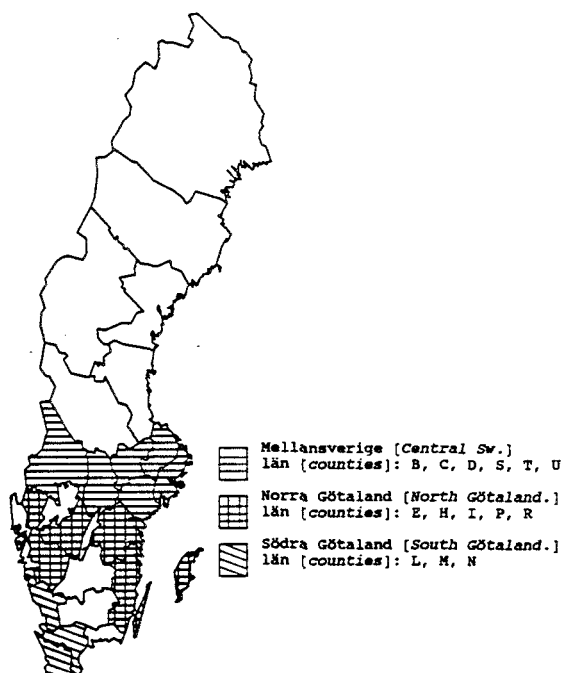
Skördenivå

En undersökning hur optimal kvävegödsling varierar med skördenivån gjordes regionsvis efter förfrukterna stråsäd och oljeväxter. För varje region och förfrukt grupperades försöken i två grupper en med låg skördenivå och en med hög. Varje

försöks medelskörd i kvävegödslingsintervallet 90-150 kg beräknades. För varje kombination av region och förfrukt bestämdes därefter medelskördarnas medianvärde. Detta värde utnyttjades för att avgöra om skördenivån i varje försök skulle anses låg eller hög. Därefter beräknades ekonomiskt optimal kvävegiva och erhållen skörd vid optimum för regioner och förfrukter. Skillnaden i optimal kvävegiva mellan hög och låg skördenivå per ton erhållen skörd vid optimum användes som mått på skördenivåns inflytande på ekonomiskt optimal kvävegödsling.

Statistisk bearbetning och skattning av produktionsfunktioner

Erhållna värden för kärnskörd, stråstyrka, proteinhalt och falltal underkastades en variansanalys med klassindelningen kvävegödsling, djurintensitet, förfrukt och region, med respektive 11, 2, 3 och 3 nivåer. Tyvärr blir materialet inte balanserat, dvs det blir inte lika många försök i varje grupp, och det blir kopplingar mellan grupperna. Så t.ex blir skördenivån kopplad med regionen. Detsamma gäller förfruktsgruppering och region. De största skördarna är vanligast i de södra delarna av landet och i dessa delar var oljeväxter den vanligaste förfrukten.



Figur 1. De tre regionerna. Materialet omfattade inga försök i länen O, F, G och K.
Figure 1. Regions where the experiments were carried out.

För varje gruppering av försök skattades produktionsfunktioner av typen:
 $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ där y =kärna, kg/ha med 15 procents vattenhalt och x =kväve, kg/ha. Två ekvationer bestämdes för varje grupp, en utan hänsyn tagen till proteinhaltsbetalning och en med sådan betalning. Ekvationerna presenteras i bilaga II.

För att bestämma ekonomiskt optimum användes tredjegradspolynom, som vid rimliga kvävenivåer beskriver kärnskördens samband med kvävegivan väl. Vid högre kvävenivåer kan emellertid en felaktig bild av sambandet erhållas. Vid grafisk presentation har vi därför använt oss av ett andragsgradspolynom.

Hänsyn till rörliga skördekostnader, dvs torkning, transport, fosfor, kalium mm har tagits. Dessa kostnader sattes till 0,25 kr per kg spannmål. Priset per kg kväve sattes till 8,00 kr och vetepriset till 1,00 kr per kg. Vårt beräknade kvävepris dividerat med vår beräknade höstvetepreis blev således lika med 10,67 $[8/(1-0,25)]$.

Tabell 3. Signifikansnivåer för olika variationsorsaker. ***=0,1 %, **=1 och *=5 %.

Table 3. Levels of significance for some different sources. ***=0,1 %, **=1 och *=5 %.

Variations- orsak Source	Skörd Yield	Protein- halt Protein content	Strå styrka Lodging	Fall tal Falling number
1 Kvävegödsl Nitrogen	***	***	***	ns
2 Djurint. Animal intens.	ns	**	*	**
3 Förfrukt Prec. crop	***	*	***	ns
4 Region Region	***	***	ns	ns
Samspel Interaction				
1*2	*	ns	ns	ns
1*3	ns	ns	ns	ns
1*4	ns	**	ns	ns

Tabell 4. Medeltal för skörd och några kvalitetsfaktorer. Medeltal följda av samma bokstav är ej signifikant skilda åt
 Table 4. Means for yields and some quality factors. Means followed by the same letter are not significantly different

	Kärna Grain kg/ha	Antal obs Number of obs	Protein halt Protein content %	Strå- styrka Lodging 0-100	Fall- tal Falling number s
Djurintensitet. <i>Animal intensity.</i>					
Låg <i>Low</i>	5520 ^a	401	11,1 ^a	88 ^a	235 ^a
Hög <i>High</i>	5550 ^a	817	11,4 ^b	85 ^b	246 ^b
Förfrukt <i>Prec. crop</i>					
Stråsäd <i>Cereals</i>	4930 ^a	647	11,2 ^a	91 ^a	246 ^a
Oljev. <i>Oil seeds</i>	5950 ^b	405	11,2 ^a	85 ^b	246 ^a
Övriga <i>Others</i>	5690 ^c	105	11,6 ^b	86 ^b	243 ^a
Region					
Mellansverige <i>Central Sweden</i>	5000 ^a	359	11,5 ^a	89 ^a	242 ^a
Norra Götaland <i>North Götaland</i>	5280 ^b	425	11,1 ^b	88 ^{ab}	246 ^a
Södra Götaland <i>South Götaland</i>	6240 ^c	434	11,2 ^b	85 ^b	240 ^a

RESULTAT

Översiktliga medeltal

I tabell 3 sammanfattas den statistiska bearbetning, som materialet underkastades. Kvävegödsling hade som väntat signifikant verkan på skörd, stråstyrka och proteinhalt, men inte på falltal. Effekten av olika djurintensitet påverkade inte kärnsköörden signifikant, men väl de andra parametrarna. Det fanns signifikanta skillnader i skörd mellan de olika förfruktsgrupperna liksom mellan de olika regionerna.

Av samspelen kvävegödsling*djurintensitet, kvävegödsling*förfrukt och kvävegödsling*region, var kvävegödsling*djurintensitet för skörd och kvävegödsling*region för proteinhalt signifikanta.

I tabell 4 redovisas medeltalen för huvudeffekterna. Proteinhalt och falltal var något högre på djurhållande gårdar än på de djurfria, medan stråstyrkan genomsnittligt var något lägre. Alltsammans är indikationer på en större kvävetillgång på de djurhållande gårdarna. De största skördarna erhöles inte oväntat i södra Götaland. Den genomsnittliga skillnaden i skörd mellan oljevaxter och stråsäd som förfrukt för alla ingående försök och kvävegivor blev drygt 1000 kg per ha.

Djurintensitet

Av tabell 5 framgår hur höstveteskordeu och några kvalitetsfaktorer påverkades av kvävegödsling och djurintensitet.

Vid den något mer detaljerade indelningen efter djurintensitet där klasserna var 0, 0,1-0,3 och $\geq 0,4$ djurenheter per ha erhöles resultaten enligt figur 2. Kväveeffekten på kärnskordeu var mindre på djurgårdar än på djurfria gårdar. Skillnaden i skörd mellan de två lägsta klasserna var obetydlig. Kvävegödsling ökade proteinhalten mera i södra Götaland än i de båda andra regionerna. Ökningen för 200 kg N var 3,5 procentenheter i södra Götaland mot 2,7 respektive 2,3 i norra Götaland och Mellansverige (ej särredovisat).

Vid multipel regression enligt ekv. 1 erhöles följande regressionsekvation

$$y = 3447 + 33,96 \cdot x - 0,0978 \cdot x^2 + 0,000019 \cdot x^3 + 309,80 \cdot z - 4,0787 \cdot x \cdot z \quad R^2 = 0,35 \\ n = 1218$$

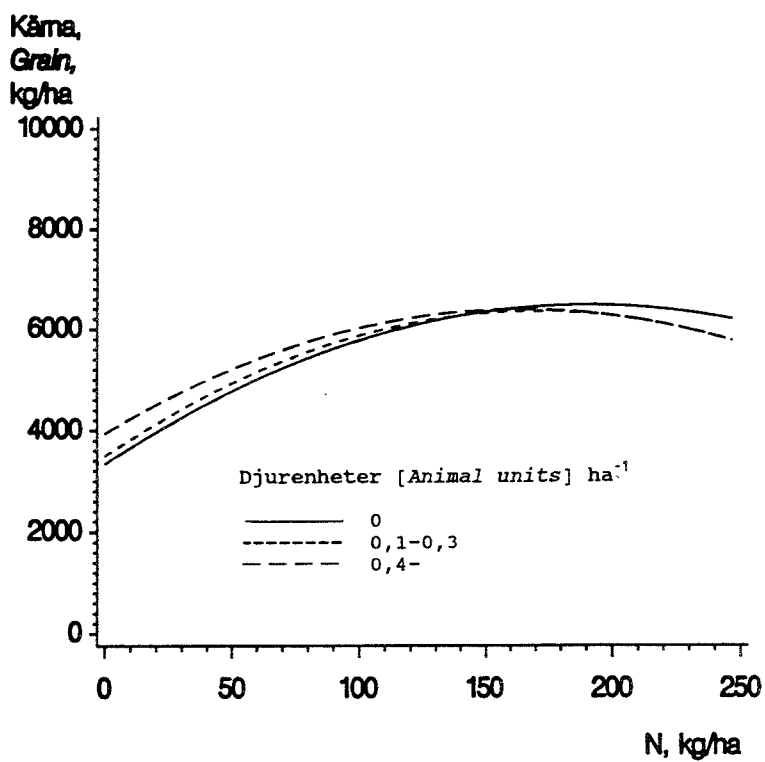
I figur 3 har kurvorna för $z = 0, 0,5, 1$ och 2 djurenheter ritats in. Vidare bearbetning visade att kväveoptimum förändrades med 22 kg per djurenhet. Det betyder att på två likartade brukningsenheter, den ena utan djur och den andra med en djurtäthet motsvarande 1 djurenhet per ha, skall optimal kvävegödsling på den senare ligga ungefär 20 kg lägre än på den förra.

Djurintensitet och förfrukt

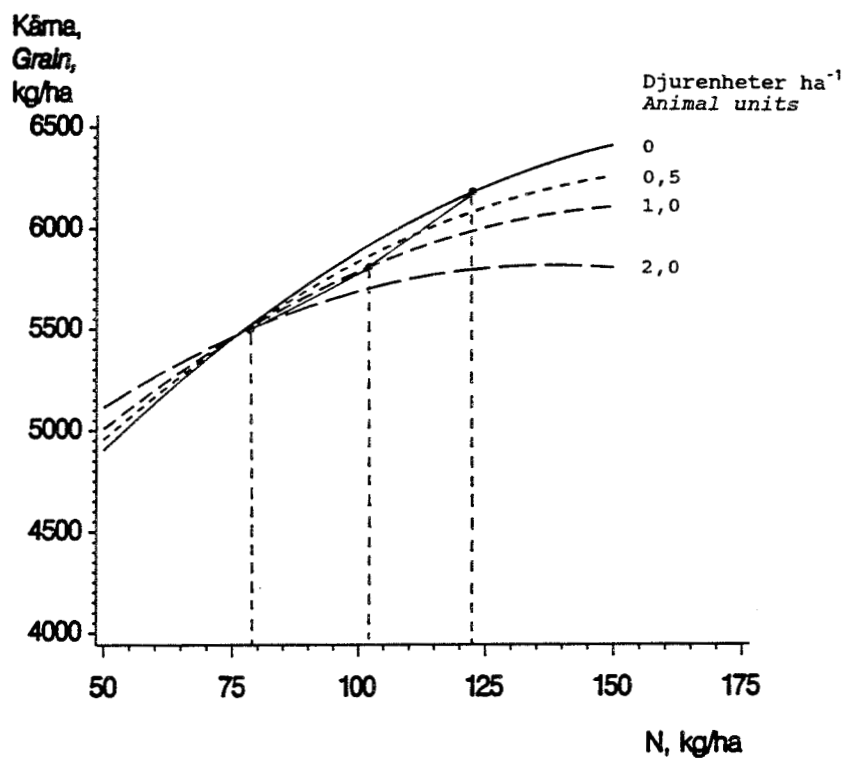
Vid låga till måttliga kvävegivor betydde stråsäd respektive oljevaxter som förfrukt mera för skördeu storlek än effekten av varierande djurintensitet (figur 4). Optimal kvävegiva blev i medeltal 33 kg lägre på djurgårdar jämfört med djurfria gårdar (tabell 6). Skillnaden är större än de högst 20 kg per ha som vanligtvis rekommenderas. Djurgårdar hade i genomsnitt en något mindre skörd vid kväveoptimum jämfört med djurfria gårdar.

Tabell 5. Skörd, proteinhalt, kväveupptagning, stråstyrka och falltal på djurfria gårdar respektive djurgårdar
 Table 5. Yield, grain protein content, N-uptake in grain, lodging and falling number on farms without livestock and on farms with livestock

Djurenheter [Animal units] ha ⁻¹												
<0,3							≥0,3					
N kg/ha	Skörd Yield kg/ha	Proth Prot. %	N- upptag N- uptake kg/ha	Stråst Lodg. 0-100	Fall- tal Fall num. s	Ant. obs. Num. obs.	Skörd Yield kg/ha	Proth Prot. %	N- upptag N- uptake kg/ha	Stråst Lodg. 0-100	Fall- tal Fall num. s	Ant. obs. Num. obs.
0	3430	9,7	49	97	245	152	3790	9,9	56	97	236	78
40	4260	9,8	62	94	257	27	4130	9,8	61	93	232	7
60	4460	10,5	69	95	243	35	4860	11,0	78	89	220	15
80	5940	10,3	91	91	252	110	5980	10,7	95	90	245	62
100	5420	10,9	87	93	261	27	5130	10,5	80	91	264	7
110	5250	11,3	88	89	243	35	5450	11,7	92	81	219	15
120	6460	11,2	107	87	249	116	6130	11,5	105	85	242	63
140	5830	11,7	101	86	248	35	5710	11,4	97	80	206	9
160	6360	12,0	113	84	243	152	6110	12,3	111	78	234	78
200	6670	12,6	126	79	243	101	6210	12,8	118	77	234	60
240	6030	13,0	117	87	236	27	5760	12,8	109	81	196	7



Figur 2. Kärnskörd av höstveten som funktion av kvävegiva vid olika djurintensitet.
 Figure 2. Grain yield of winter wheat as a function of N on farms with different animal intensities.



Figur 3. Kärnskörd av höstveten och optimal kvävegiva vid olika djurintensitet.
 Figure 3. Grain yield of winter wheat and economically optimal N rate on farms with different animal intensities.

Tabell 6. Optimal kvävegiva till höstveten vid olika djurintensitet och efter olika förfrukter

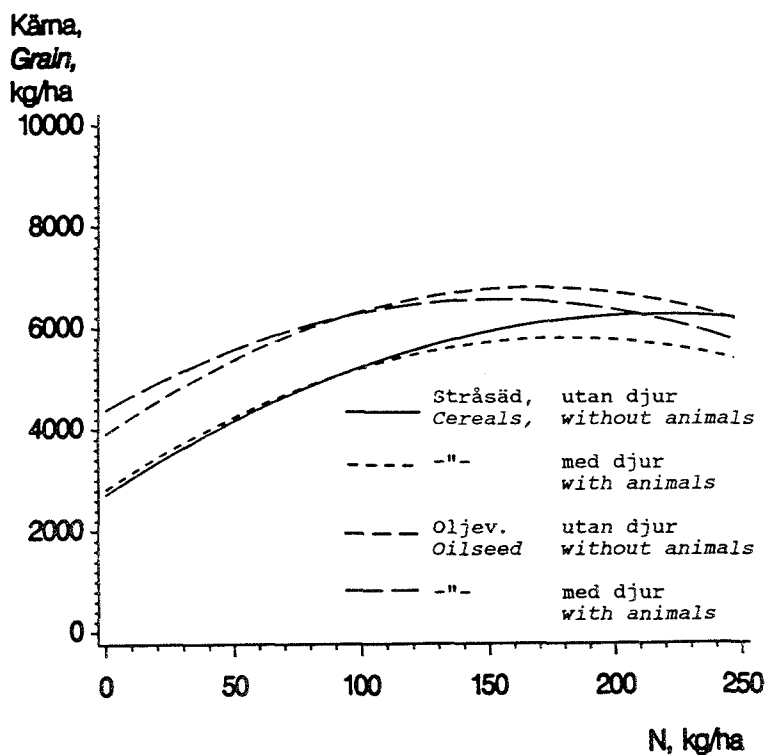
Table 6. Optimum levels of N to winter wheat on farms without and with livestock by different preceding crops

Förfr Prec. crop	Djurintensitet <i>Animal intensity</i>		Skörd vid optimum <i>Yield at optimum</i> kg/ha	Antal försök <i>Number exp.</i>	Ekva- tion nr <i>Eq. no.</i>
	Låg <i>Low</i>	Hög <i>High</i>			
Stråsäd <i>Cereals</i>	128		5630	59	3
		104	5300	26	4
Oljev. <i>Oil seeds</i>	121		6570	81	5
		77	6160	44	6
Övrigt <i>Others</i>	110		6300	12	7
		73	5830	8	8
M-tal <i>Mean</i>	128		6220	152	1
		95	5820	78	2

Den högsta optimala givan på 128 kg kväve per ha erhöles på djurfria gårdar med stråsäd som förfrukt. Efter oljevaxter var den sju kg lägre. På djurgårdar var skillnaden mellan förfruktsgrupperna större eller 27 kg per ha (tabell 6). Det faktum att försök med oljevaxter som förfrukt till antalet dominerade kraftigt i södra Götaland gör jämförelsen av förfruktseffekter osäker.

Regionala skillnader

När även hänsyn togs till regionala variationer, blev skillnaderna mellan optimala kvävegivor relativt stora (tabell 7). Den relativt stora variationen mellan optimala kvävegivor korrelerade emellertid dåligt med skördenivån. Skördarna var störst i södra Götaland, men antalet observationer var litet i vissa grupper vilket gör resultaten svårtolkade.



Figur 4. Kärnskörd av höstveten som funktion av kvävegiva på djurgårdar och djurfria gårdar med stråsäd respektive oljeväxter som förfroster.

Figure 4. Grain yield of winter wheat as a function of N on farms with livestock and on farms without livestock with cereals and oil seeds, respectively, as preceding crops.

Tabell 7. Optimal kvävegiva till höstveten efter olika förfrukter och vid olika djurintensitet. Uppdelning på regioner

Table 7. Optimum levels of N to winter wheat on farms without and with livestock by different preceding crops and regions

Region <i>Region</i>	Förfrukt <i>Prec. crop</i>	Djurintensitet <i>Animal intensity</i>		Optimal skörd <i>Opt. yield</i> kg/ha	Antal försök <i>Number exp.</i>	Ekvation nr <i>Eq. no.</i>
		Låg <i>Low</i>	Hög <i>High</i>			
Mellan-sverige	Stråsäd <i>Cereals</i>	133	106	5700	32	9
				5150	16	10
	Oljev <i>Oil seeds</i>	95	51	5770	13	11
				5750	4	12
Norra Götaland	Stråsäd <i>Cereals</i>	116	80	5450	25	13
				5270	6	14
	Oljev <i>Oil seeds</i>	116	126	6010	20	15
				5900	4	16
Södra Götaland	Stråsäd <i>Cereals</i>	-	115	6090	4	17
	Oljev <i>Oil seeds</i>	100	70	6830	45	18
				6540	32	19

Skördenivå och optimal kvävegödsling

Av tabell 8 framgår hur optimal kvävegiva skall ökas när skörden ökar med ett ton. I några fall sjönk optimal kvävegiva med skördenivån. De redovisas ej. Medianvärdena för varje grupp, dvs den skördenivå, som hälften av försöken i gruppen överträffade, varierar på ett regelbundet sätt. Den optimala kvävegivan förändras med 15-20 kg per ton erhållen skörd. Om man alltså på två likartade fält får ett ton högre skörd på det ena, skall den optimala kvävegivan ligga 15-20 kg högre på detta fält.

Observera att detta gäller bara under förutsättning att kvävetts effekt begränsas av någon annan tillväxtfaktor, t.ex dålig markstruktur. Om strukturen förbättras kommer skörden att öka liksom effekten av tillfört kväve och motivera en högre optimal kvävegiva. Ett och samma fält under två olika år är ett annat exempel där sambandet i stort sett gäller. Däremot behöver det inte gälla om skördenivån varierar på grund av skillnader i kväve mineralisering, tidigare gödsling eller olikheter i klimat. I sådana fall är det inte

alls säkert att den optimala kvävegivan är högst där skörden är störst. Exempel på detta finns i tabell 7. Jämförelsen måste göras inom så likartade grupper som möjligt.

Tabell 8. Förändring i optimal kvävegödsling, kg N per ton höstvet, i intervallet 4 - 8 ton per ha. Gruppens medianvärde inom parentes

Table 8. Change in economically optimal N rates, kg per ton yield of winter wheat within yield levels 4 - 8 ton per ha. Median of the group within parenthesis

Förfrukt <i>Prec. crop</i>	Region [<i>Region</i>]			
	Mellan- sverige <i>Central</i>	Norra Götaland <i>North</i>	Södra Götaland <i>South</i>	Medel- tal <i>Mean</i>
Stråsäd <i>Cereals</i>	18 (5360)	16 (5550)	- (5910)	16 (5620)
Oljeväxter <i>Oil seeds</i>	- (5810)	22 (6060)	13 (6770)	15 (6410)

DISKUSSION

Optimal kvävegiva

Vid ekonomiskt optimum är kostnaden för det sist tillförda kilot kväve lika stor som skördeökningens värde. När sambandet mellan avkastning och kväveinsats är känt kan ekonomiskt optimum fastställas. Detta infaller då kvoten mellan kvävepris och spannmålspris sammanfaller med produktionskurvans lutning.

Vid beräkning av optimal kvävegiva togs ingen hänsyn till proteinhaltsreglering. Det förutsattes att man i allmänhet uppfyller kravet på att proteinhalten vid skörd är minst 10,5 % av torrsubstansen. Denna proteinhalt gällde som nedre gräns för brödsäds-klassificering av 1991 års veteskörd (Johnsson, 1991).

Vid betalning efter proteinhalt kommer den optimala kvävegivan att öka. Proteinbetalning enligt 1990 års regler innebär att den optimala kvävegivan ökade med ca 20 kg kväve per ha.

I bilaga II redovisas ekvationer både med och utan hänsyn tagen till proteinbetalning. Vid proteinbetalning räknades skörden upp med 0,3 % för varje tiondels procentenhet över 11 % protein. Vid proteinhalter under 11 %, minskades den i stället i motsvarande grad.

Stallgödselets långsiktiga påverkan

Skillnaden i optimal kvävegödsling till höstvete mellan en djurfri gård och en djurgård - enligt våra definitioner - blev i medeltal 33 kg per ha. Statistiskt säkra skillnader i skördens storlek mellan de båda gårdstyperna påvisades inte.

Warlin (1988) redovisar 57 höstveteförsök med ekonomiskt optimum på 153 kg kväve per ha på gårdar utan stallgödsel mot 138 kg på 65 gårdar med stallgödsel i växtföljden. Lindén (1986) och Mattsson (1986) uppskattar skillnaden i optimum mellan de olika gårdstyperna till 20 kg kväve per ha för korn. Den i föreliggande undersökning funna något större skillnaden kan som tidigare påpekats vara en tillfällighet. Små variationer i skördekurvas parametrar kan medföra avsevärda förändringar i optimal giva.

Den sämre stråstyrkan på djurgårdar är en funktion av kvävetillgången. Markprofilen innehåller mer mineraliskt kväve på djurgårdar (Lindén, 1986; Mattsson & Anderson, 1986; Warlin, 1988). Riklig kvävetillgång vid tillväxtens början medför stor vegetativ tillväxt. Sker tillväxten snabbt hinner vävnadsstrukturerna inte stabiliseras i lika hög grad som när tillväxten går långsammare. Följden blir försämrade stråstyrka och förklarar också varför skörden blev mindre på djurgårdar än på djurfria gårdar speciellt vid högre kvävegivor.

Proteinhalten i kärnan blev något högre på djurgårdar än på kreturslösa gårdar. I genomsnitt var proteinhalten 11,4 mot 11,1 % av vetets torrs substans. Kvävenivån har stor betydelse för proteinhalten (Mattsson, 1988). Som redan berörts finns mest mineraliskt kväve i profilen på djurgårdar.

Även tidpunkten för kvävetillförsel har viss betydelse (Mattsson, 1984). Senare tillförsel, inom vissa gränser, leder till högre proteinhalt vid i övrigt lika förhållanden. I allmänhet är mineraliseringen större på djurgårdar än på gårdar utan djur (Lindén, 1986). Vete som odlas på en djurgård får därför tillgång till mer kväve senare under vegetationsperioden och får högre proteinhalt än vete som odlas på en djurfri gård vid samma kvävegiva.

Inom gruppen djurgårdar förekommer vall i växtföljden oftare än i gruppen djurfria gårdar. Detta påverkar resultaten. Det är inte bara stallgödsel, som ger upphov till rikligare kvävetillgång, utan även vallen bidrar till detta. Tyvärr kunde andelen vall i växtföljden inte beaktas i undersökningen.

Förfruktens betydelse för optimal kvävegödsling

Undersökningen bekräftar att oljeväxter är en god förfrukt till höstvete. Skillnaden i ekonomiskt optimum mellan stråsäd och oljeväxter som förfrukt var 7 kg kväve lägre per ha på djurfria gårdar och 27 kg lägre på djurgårdar. Den större skillnaden på djurgårdar kan förklaras med den förbättring av markstrukturen, som oljeväxternas djupa pålrotssystem åstadkommer. Det kan tänkas gynna efterföljande grödors vattenförsörjning och därmed också möjliggöra ett bättre utnyttjande av djurgårdarnas större kvävemineralisering.

Skördarna var i genomsnitt klart större efter oljeväxter än efter stråsäd som förfrukt. Trots det, blev ekonomiskt optimum lägre efter oljeväxter. De flesta försöken med oljeväxter som förfrukt låg i södra Götaland. Skillnaden i skörd är därför kopplad till effekten av regionen. Detta visar svårigheterna i att relatera optimal kvävegödsling till skördens storlek. Endast om alla övriga faktorer är lika är den typen av korrigering giltig. Eftersom detta sällan är fallet är försiktighet nödvändig.

Regionens betydelse

Den genomsnittliga höstveteskörden blev 5000, 5280 och 6240 kg per ha i Mellansverige, norra Götaland respektive södra Götaland. Skillnaderna mellan alla tre regionerna var statistiskt säkra. Som redan påpekats spelar såväl klimatiska som odlingstekniska förutsättningar roll men proportionerna kan inte bestämmas.

Den genomsnittliga proteinhalten i Mellansverige, norra och södra Götaland blev 11,5, 11,1 respektive 11,2 %. Mellansverige avvek statistiskt säkert ifrån de övriga.

Optimal kvävegödsling vid olika skördenivåer

Den optimala kvävegivan ökade i genomsnitt med 15-16 kg per ha och ton höstvetete beroende på förfrukt. Detta stämmer väl överens med värdena i tabell 5, som visar att vid normal gödslingsnivå låg proteinhalten på 11,5 %, vilket per ton höstvetete med 15 % vattenhalt är lika med 17 kg kväve.

AVSLUTANDE KOMMENTARER

Föreliggande undersökning belyser inte den "omedelbara" verkan som stallgödsel ger under det första året efter spridning. Denna omedelbara verkan skulle i många fall förstärka de erhållna skillnaderna mellan djurgårdar och djurfria gårdar. De skillnader, som erhöles skall betraktas som stallgödselns långsiktiga effekter. Som redan påpekats ingår även effekterna av varierande andel vall i växtföljden.

Sammanställningen omfattar försök, som utförts under skiftande förhållanden och där alla gödselgivor inte förkommer i alla försök. Vidare har frågeställningarna som försöken skulle belysa varierat. Detta medför, vilket har betonats, att resultaten skall tolkas med urskiljning. Det gäller att se de stora linjerna och inte fästa något större avseende vid enskilda tabellvärden.

Som inledningsvis påpekats har varje fält sina speciella förutsättningar. Kunskapen om dessa och hur de skall beaktas i odlingsåtgärderna leder till bättre odlingsresultat och bättre miljö.

SUMMARY

In 230 field experiments the effects of N fertilization to winter wheat were analysed with respect to previous manure application. The effects of preceding crops and the location of the experiments were also investigated. Winter wheat growing areas in

Sweden, which means the southern quarter of the country, during the years 1977-1988, were included in the investigation. In all experiments, single rates of calcium nitrate applied at growth stage 20-30 were used.

Two groups of experiments were defined, one with an animal intensity less than 0,3 animal units per ha and year called without livestock and one with 0,3 or more animal units called with livestock. One animal unit equals one cow, or three sows, ten fattening pigs or 100 hens.

On average the economically optimal rates of N were 33 kg per lower on farms with livestock than without. The change in economically optimal rates was calculated to be approximately 22 kg per animal unit. Compared at equal fertilizer rates, grain protein and falling number were the highest on farms with livestock, indicating a higher N supply with mineralization on these farms.

The economically optimal rates of N to winter wheat on farms without livestock were 128 and 121 after cereals and oilseeds respectively and on farms with livestock they were 104 and 77 kg per ha.

With increasing yield the economically optimal rate of N increased with 15-16 kg per ton yield.

REFERENSER

- Databoken, 1989. (Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningen, Speciella skrifter 37). Uppsala.
- Johnsson, B. 1991. Sammanfattning av förslag till inlösen för spannmål fr o m den 1 juli 1991. (Statens jordbruksnämnd, utredningsavdelningen, Marknadsgrupp-vegetabilier, 1991-05-23).
- Jordbruksverket, 1991. Riktlinjer för gödsling och kalkning 1992. (Rapport 1991:9). Jönköping.
- Lindén, B. 1986. Jordkvävetillgång - skördenivå - kvävegödsling. (Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 83, 15:1-15:8).
- Mattsson, L. 1984. Kvävetillgången avgör höstveteskördens storlek och proteinhalt. (Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta, mark/växter 17).
- Mattsson, L. 1986. Årsmån, jordart, förfrukt etc avgör kvävegödslingseffekten? (Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 83, 14:1-14:10).
- Mattsson, L. 1988. Mindre kvävegivor - inverkan på skörd, ekonomi och kvävebalans. (Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta, mark/växter 4).
- Mattsson, L. & Anderson, L.E. 1984. Anpassad gödsling med kväveprognoser - teknik och tillämpning. (Aktuellt från lantbruks-universitetet 336).

- Naturvårdsverket, 1989. Miljöskydd vid djurhållning. 1989. (Allmänna råd 89:6).
- Sjöqvist, T. & Wikander-Johansson, E. 1985. Vad innehåller slammet? (Naturvårdsverket, Meddelande 52). Uppsala.
- Statistiska Centralbyrån, 1990. Gödselmedel i jordbruket 1987/888. (Statistiska meddelanden, Na30SM9001).
- Steineck, S., Djurberg, L. & Ericsson, J. 1991. Stallgödsel. (Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavdelningen, speciella skrifter 43). Uppsala.
- Warlin, B. 1988. Kvävegödsling till höstvetete med N-profilmätningar. SUPRA Referensen, 16. Landskrona.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415-421.

BILAGA I

För att räkna om mängd gödsel till antal djurenheter utnyttjas naturvårdsverkets definitioner (Naturvårdsverket, 1989). En djurenhet motsvarar 14 kg fosfor per år, vilket i genomsnitt återfinns i stallgödseln från en ko under ett år. Data för kalvar och unghöns har hämtats från Steineck et al. (1991) och för rötslam från Sjöqvist & Wikander-Johansson (1985). Därvid antogs att 500 kg rötslam med 20 % ts per år motsvarar en djurenhet.

Tabell I:1. Gödselproduktion från en djurenhet av respektive djurslag. För kor har betesperioden i de aktuella länen antagits vara 4 månader och för häst 6 månader (Statistiska centralbyrån, 1988).

Djurslag	Flytgödsel ton/år	Fastgödsel		Urin ton/år
		m ³ /år	ton/år	
1 Mjölko ^a	20	12	9	12
Per stallperiod	13,3	8	6	8
1 Häst (400-500 kg lev vikt)		14	7	
Per stallperiod		7	3,5	
2 Ungnöt ^b	14	6	5	6
3 Suggor ^c	17,1	10,2	6	15
10 Slaktsvin ^d	16	7	6	10
100 Fjäderfä	13	5,5	4,2	
5 Kalvar		18	7,5	
140 Unghönspl.		5,2		

^a Beräknad på en genomsnittlig mjölkproduktion på 6000 kg per ko och år under försöksperioden 1977-1988 (Databoken, 1989).

^b Köttjur över ett års ålder.

^c Innefattar smågrisar upp till 25 kg samt 1/25 galt.

^d 2,5 omgångar per plats inkl. rekrytering för avelssvin.

Med hjälp av bl a tabell I:1 kan vi beräkna hur många djurenheter egen rekrytering motsvarar. Av tabell I:2 framgår att rekrytering för en mjölko motsvarar 25-30 % av hennes totala årsproduktion av gödsel. Ko inklusive egen rekrytering antas därmed vara lika med 1,25 djurenheter.

Tabell I:2. Gödselmängd per ko inklusive egen rekrytering

	Flytgödsel ton/år	<u>Fastgödsel</u>		Urin ton/år
		m ³ /år	ton/år	
Rekr. kalv	1,8	1	0,8	1
Per stallperiod	1,5	0,8	0,7	0,8
Rekr. kviga	3,8	1,8	1,5	2,4
Per stallperiod	2,5	1,2	1,0	1,6
Tot rekr.	5,6	2,8	2,3	3,4
Per stallperiod	4	2	1,7	2,4
Ko	20	12	9	12
Per stallperiod	13,3	8	6	8
Totalt				
Ko + rekr	25,6	14,8	11,3	15,4
Per stallperiod	17,3	10	7,7	10,4

0,5 kalv, ungdjur 0-12 mån samt $(27-12) \cdot 0,4/12 = 0,5$ kviga; ungdjur 12-27 mån
(Inkalvning vid 27 mån, 40 % rekr).

BILAGA II.

Här presenteras de tredjegradsfunktioner som ligger till grund för beräkning av optimal kvävegiva till höstvet. Ekvationerna är av typen $y=a+bx+cx^2+dx^3$, där a, b, c och d är konstanter med bestämda värden, $x=N$, kg/ha och $y=skörd$, kg/ha. Värdena för a, b, c och d återfinns i tabell II:1. Kolumn 1 används om proteinbetalning ej utgår och kolumn 2 om proteinbetalning tillämpas. Vid proteinbetalning korrigeras skörden med $1+(aktuell\ prot.halt\ (\%) - 11)*3/100$.

Tabell II:1. Produktionsfunktioner för höstveten vid olika kvävegivor. Numret för varje ekvation återfinns i uppsatsen.

Ekvation	a		b		c		d*10 ³		Antal obs	
	1	2	1	2	1	2	1	2	n(1)	n(2)
1	3407	3247	32,85	30,54	-0,0805	-0,0335	-0,033	-0,149	817	799
2	3771	3639	34,25	32,51	-0,1526	-0,1078	0,200	0,078	401	392
3	2661	2557	39,05	36,35	-0,1524	-0,1094	0,225	0,133	323	316
4	2748	2647	41,76	39,71	-0,1983	-0,1641	0,315	0,238	143	139
5	3927	3728	31,08	28,48	-0,0613	-0,0047	-0,127	-0,281	429	418
6	4339	4158	39,41	37,40	-0,2429	-0,1886	0,486	0,327	218	218
7	3717	3568	36,28	33,28	-0,1160	-0,0527	-0,004	0,185	65	65
8	4131	4095	38,55	41,48	-0,2443	-0,2343	0,491	0,447	40	35
9	2505	2439	41,42	38,14	-0,1608	-0,1120	0,226	0,117	191	190
10	2674	2582	37,99	36,18	-0,1576	-0,1245	0,182	0,108	86	82
11	4034	3838	26,89	29,98	-0,1029	-0,1059	0,123	0,136	61	56
12	4865	4862	25,41	23,88	-0,1822	-0,1436	0,491	0,370	16	16
13	2862	2711	38,64	36,37	-0,1823	-0,1434	0,355	0,278	127	121
14	2707	2622	60,08	57,71	-0,4317	-0,3920	1,022	0,922	37	37
15	3205	3065	38,14	33,64	-0,1237	-0,0612	0,031	-0,123	144	139
16	4071	3857	16,65	14,02	0,0108	0,0837	-0,221	-0,422	43	43
17	3097	2904	45,21	38,19	-0,2006	-0,1182	0,292	0,100	20	20
18	4279	4029	43,88	41,56	-0,2201	-0,1628	0,359	0,206	224	223
19	4347	4149	52,38	50,50	-0,3656	-0,3428	0,932	0,781	159	159
Medeltal	3527	3376	33,41	31,32	-0,1059	-0,0602	0,049	-0,067	1218	1191

Förteckning över samtliga rapporter
erhålles kostnadsfritt. I mån av till-
gång 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.

- | | | |
|-----|------|--|
| 169 | 1987 | Lennart Mattsson: Kvävegödslingseffekt i höstveten 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 kärl- 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 bestämning av mineralkväve i marken.
Nitrogen experiments in potatoes combined with soil mineral nitrogen determinations. |
| 175 | 1988 | Lennart Mattsson: Kväveförsök i höstveten med bestämning av mineralkväve i marken.
Nitrogen experiments in winter wheat with soil mineral N determinations. |

- | | | |
|-----|------|--|
| 176 | 1989 | Lennart Mattsson: Fastliggande kvävegödslingsförsök med bestämning av mineralkväve i marken.
Soil mineral nitrogen determination in long term experiment. |
| 177 | 1989 | Staffan Steineck, Knud Erik Larsen och Erkki Kemppainen: Stallgödsel - Växtnäringsbalans.
Manure spreading - Plant nutrient balance. |
| 178 | 1990 | Sigfús Bjarnason: Datorstödd gödslingsplanering.
Computer aided fertilizer planning. |
| 179 | 1990 | Lars Hylander, Subrata Ghoshal och Gyula Simán: Jämförande undersökning av olika extraktionsmetoder för manganbestämning i jord.
A comparison of different extraction methods for manganese determination in soil. |
| 180 | 1991 | Lennart Mattsson: Effekter av årlig halmtilförsel på mark och gröda.
Effects of annual straw application on soils and crops. |
| 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 fältför-
sök 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 beräk-
ning av växttillgänglig fosfor-P-AL på basis av ICP-analys.
A model for calculation of plant available phos-
phorus 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. |

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
Avdelningen för växtnäringslära
Box 7014
750 07 UPPSALA

Tel. 018-671249, 671255
