

Virkningen af stigende N-gødskning på havre- og bygproteinets kvalitet

Af Anders Bengtsson¹⁾ og Björn O. Eggum²⁾

Litteraturoversigt

Såvel praktiske erfaringer som forsøgsresultater tyder på, at N-gødskningen påvirker foderafgrødernes råproteinfraktion. Det er en almindelig opfattelse, at stærk N-gødskning har en negativ virkning på proteinkvaliteten. Forsøgsresultaterne er dog noget divergerende på dette område, og det skyldes måske, at forsøgene kan være vanskelige at udføre, samtidig med at plantearterne kan påvirkes forskelligt.

Michael (1963) har undersøgt N-gødskningens indflydelse på kartoffelproteinets kvalitet, men fandt ingen forringelse af proteinet ved at gå fra 40 kg N/ha til 160 kg N/ha, til trods for at N i procent af tørstof steg over 25 pct. De samme observationer blev gjort af Mulder (1956), der også fandt en stærk stigning i proteinmængden ved høj N-gødskning. Ved at analysere for proteinfraktionerne fandt Mulder, at det indbyrdes forhold mellem disse forblev nogenlunde konstant, til trods for at renproteinmængden steg 35 pct. Dette viser, at kartoffelproteinet forbliver i sit typiske mønster uanset den stærke N-gødskning.

Tabel 1. N-gødskningens indflydelse på koncentrationen af råprotein og enkelte aminosyrer i majs og byg

	Gødskning	Råprotein pct.	Lysin	Argi-	Iso-	Leucin
			g/16 g N	nin g N	leucin g/16 g N	
Majs	1 ingen	7,6	3,0	6,1	3,6	9,3
	2 stærk	11,4	2,4	5,3	3,9	12,6
Byg	1 ingen	7,5	4,6	5,7	4,4	6,5
	2 stærk	16,2	3,4	5,1	4,4	7,5

1. Statsagronom. Institutionen för Växtodling, Lantbrukshögskolan, Uppsala.

2. Lic. agro. Landøkonomisk Forsøgslaboratorium, København.

Hos kornarterne er situationen noget forskellig, idet proteinfraktionernes indbyrdes forhold hos enkelte arter påvirkes af N-gødskningen, medens andre ikke gør det. Disse forhold er belyst for majs og byg i tabel 1 (Michael 1963).

Af tabel 1 fremgår, at hos majs og byg falder det procentiske indhold af de basiske aminosyrer med stigende proteinindhold. Dette er særlig uheldigt for lysinets vedkommende, da den jo i forvejen er begrænsende i såvel majs- som bygprotein. Forklaringen på dette forhold ligger sikkert i, at koncentrationen af de lysinfattige fraktioner er steget på bekostning af de mere lysinrige. Disse forhold er illustreret for byg i figurerne 1 og 2 (Michael 1963, Postel 1957).

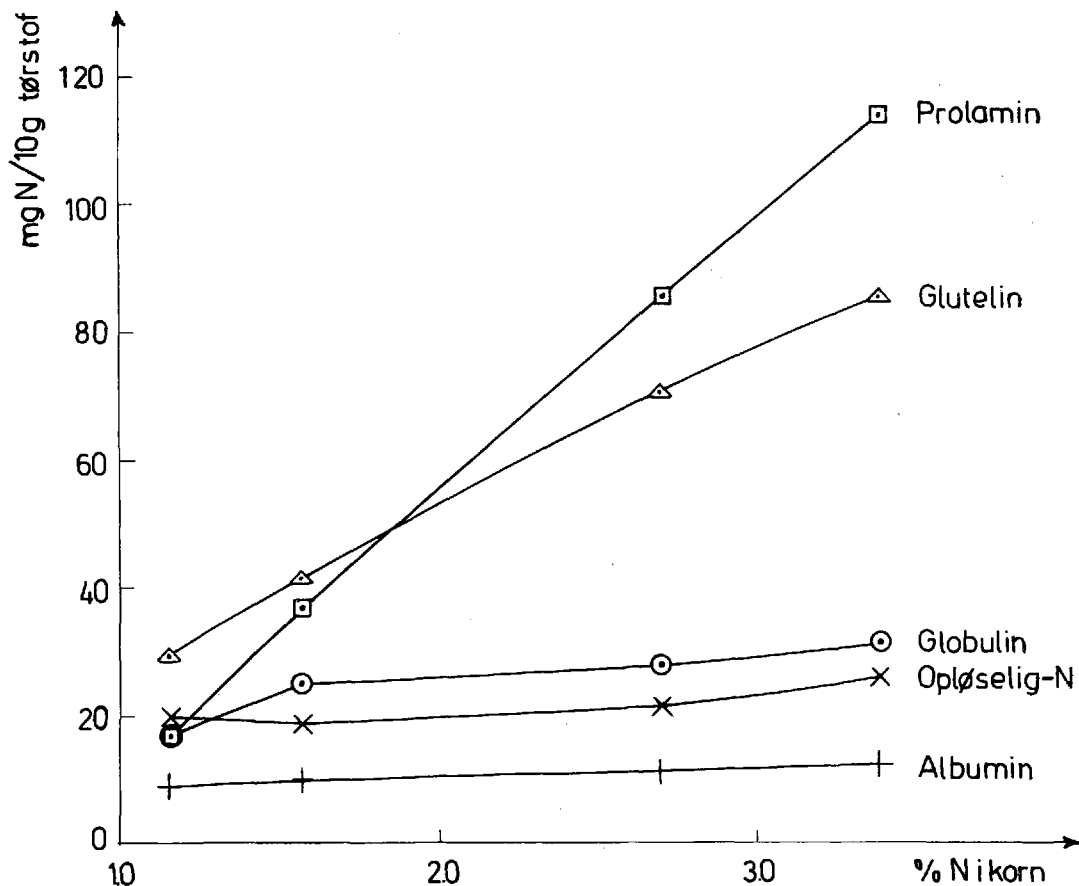
Af figur 1 ses, at prolamin og glutelinfraktionerne påvirkes mest af gødskningen, medens globulin, albumin og det opløselige N næsten er uafhængige. Dette vil selvfølgelig influere på råproteinets biologiske værdi (BV), idet albumin og globulin har et relativt højt lysinindhold (3-5 pct.), medens specielt prolamin har et lavt lysinindhold — under 1 pct. En stigning i prolaminfraktionen påvirker således BV i uheldig retning.

Lindner (1963) har undersøgt forholdene for ris. Af disse undersøgelser fremgår, at glutelin- og prolaminfraktionerne viser de mindste variationer, medens albumin- og globulinfraktionerne viser betydelige forskelle (tabel 2).

Det ses, at albuminfraktionen er den mest værdifulde, og at prolamin nærmest er værdiløs som

Tabel 2. Lysin- og metioninindhold samt BV for de enkelte proteinfraktioner i ris.

Proteinfraktion	Lysin g/16 g N	Metionin g/16 g N	BV pct.
Albumin	5,0	3,0	82
Globulin	3,7	4,5	71
Glutelin	3,7	3,5	71
Prolamin	0,6	0,2	45



Figur 1. Proteinfraktionernes relation til N-indholdet i byg

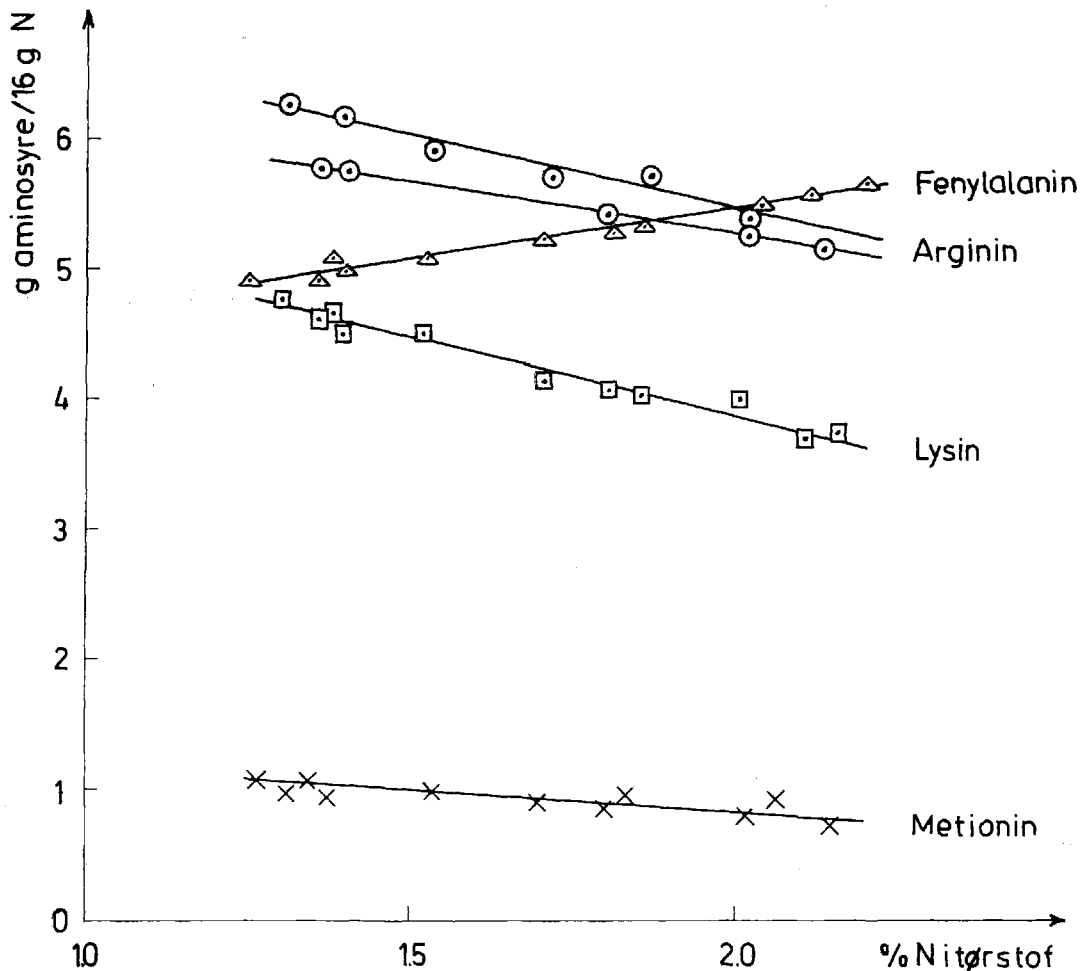
lysin- og metioninkilde. Hos hvede er globulinfraktionen bedst, så proteinfraktionernes relative næringsværdi kan åbenbart svinge fra art til art. Lindner viste desuden, at poleringen af ris fjerner den mest værdifulde proteinfraktion (albumin), således at den samlede proteinkvalitet forringes.

Af det omtalte fremgår, at sorterens forskellige proteinkvalitet beror på en indbyrdes forskydning proteinfraktionerne imellem.

I figur 2 er det kvantitative indhold af en del aminosyrer sat i relation til tørstoffets N-procent. Det fremgår tydeligt, at særlig lysin — men også metionin — aftager med stigende råproteinindhold i byg. For lysin er det samme vist af *Munck*

(1964) ved forsøg med 5 bygsorter. Dette er et resultat af stigningen i den lysinfattige prolaminfraktion. Da prolamin er det vigtigste reserveprotein hos byg og hvede (som hordein og gliadin), vil der hos disse kornarter blive en mærkbar sænkning i BV, når man hæver N-indholdet ved gødsning.

Dette forhold er også belyst af *Larsen og Nielsen* (1966), idet en stigende N-gødsning til hvede bevirker en forøgelse af den ikke essentielle aminosyre — glutaminsyre — og prolin, men samtidig falder koncentrationen af lysin og arginin. Det andet reserveprotein — glutelin — er mere lysinrigt end prolamin, og da glutelin næsten er det eneste reserveprotein hos havre og



Figur 2. Aminosyrernes relation til N-koncentrationen i bygtørstof

ris, vil der hos disse kornarter næppe kunne ske et fald i BV med stigende N-gødskning.

For byg og hvede fandt *Brune og Thier (1968a)* intet eller kun et svagt fald i lysinkoncentrationen ved stigende N-gødskning. I et andet forsøg fandt *Brune et al. (1968b)* heller ingen indflydelse på lysinkoncentrationen ved at gødske med 90 kg N/ha til hvede, byg og havre. Ved de biologiske undersøgelser blev derimod fundet en stærk forringelse af proteinkvaliteten i hvede, medens der for byggen vedkommende ikke var noget klart billede. Der var imidlertid variation mellem dyrkningsstederne, således at der hvor udbyttet var

størst, blev der også fundet den laveste proteinkvalitet. For havre blev der endog fundet en forbedring i proteinkvaliteten ved den stigende N-gødskning.

At dyrkningsstedet også kan have kraftig indflydelse på bygsorternes proteinindhold og dermed på proteinkvaliteten er vist af *Thomke og Frölich (1966)* ved stigende N-gødskning (tabel 3).

Det er meget forbavsende at se, hvor stærkt dyrkningsstedet påvirker bygplanternes evne til at syntetisere råprotein. U ligger i gennemsnit 2,5-3,0 enheder højere i råprotein end A. Dette betyder, at jordbunden har afgørende indflydelse

Tabel 3. Dyrkningsstedets indflydelse på råproteinindholdet i byg ved stigende N-gødskning.

Gødskning, kg N/ha	0		30		60		90	
	A	U	A	U	A	U	A	U
Dyrkningssted								
Råprotein	pct.	pct.	pct.	pct.	pct.	pct.	pct.	pct.
Sort:								
Arla	8,3	11,2	8,6	11,7	9,5	12,3	9,9	13,2
Birgitta	8,0	11,1	8,4	12,0	9,2	12,4	10,1	13,0
Foma	8,1	9,7	8,0	10,2	8,0	10,9	8,7	11,9
Ingrid	7,6	9,9	8,0	10,6	8,9	11,7	9,4	12,3
Gennemsnit	8,0	10,5	8,2	11,1	8,9	11,8	9,5	12,6
Differens U ÷ A . .		2,5		2,9		2,9		3,1

på planternes råproteinfraktion og dermed på proteinkvaliteten.

Det fremgår endvidere af tabel 3, at sorterne Arla og Birgitta påvirkes stærkere af N-gødskningen end Foma og Ingrid.

Egne undersøgelser

For at belyse de anførte forhold blev der i 1964 påbegyndt en forsøgsserie med havre og i 1965 med byg. I disse forsøg blev der gødsket med stigende mængder kvælstof på forskellige dyrkningssteder. Herved får man belyst både N-gødskningens og dyrkningsstedets indflydelse på de anførte vurderingskriterier. Som vurderingskriterier er anvendt:

1. Udbytte i kg/ha.
2. N-koncentration i procent
3. Aminosyresammensætningen (ASS).
4. Proteinets sande fordøjelighed (SF).
5. Proteinets biologiske værdi (BV).
6. Nettoproteinudnyttelsen (NPU).

Ved ASS anføres kun koncentrationen for lysin og de svovlholdige aminosyrer, metionin og cystin — men der foreligger fuldstændige aminosyreanalyser. Kriterierne 3-5 er vurderet i forsøg med rotter (*Eggum og Mercer, 1964*).

I. KORT BESKRIVELSE AF PLANTE-FORSØGENE

Alle behandlede prøver af både havre og byg stammer fra kombinerede sorts- og kvælstofgødskningsforsøg, der er udført forskellige steder i Sverige.

I forsøgene er hver sort dyrket med fire kvælstofgødskningsniveauer, 0, 200, 400 og 600 kg 15,5 pct. kalksalpeter pr. ha. Kvælstoffet er tilført som overgødskning ca. en uge efter spiring. Hver sorts- og gødskningskombination stammer fra tre fællesparceller. Ved høst blev der udtaget prøver fra alle tre parceller, og de sammenblandede prøver danner grundlag for de kemiske analyser og de biologiske undersøgelser.

Forsøgene med havre er udført på flere gårde, nemlig Kungsängen, Uppsala (Øst-Sverige), Tönnersa, Eldsberga (Syd-Sverige), Carlslund, Örebro (Mellem-Sverige) og Hålltorp, Vinninga (Vest-Sverige).

Forsøgene med byg er udført på Kungsängen, Uppsala (Øst-Sverige), Vargön (Vest-Sverige) og Uppåkra eller Börringe (Syd-Sverige).

Ved de forskellige forsøg er der gjort følgende observationer:

A. Havre

Kungsängen 1964: Sået 8. maj, høstet 26. august.

Ganske god udvikling. Ingen lejesæd.

Kungsängen 1965: Sået 5. maj, høstet 3. oktober.

Ganske god udvikling. Med høj N-tilførsel var der svær lejesæd ved høst.

Kungsängen 1966: Sået 13. maj, høstet 19. september.

Jævnt forsøg. Ubetydelig lejesæd.

Tönnersa 1965: Sået 30. april, høstet 21. september.

Svagt forsøg med en hel del lejesæd.

Tönnersa 1966: Sået 4. maj, høstet 6. september.

Meget kraftig udvikling, men svær lejesæd ved høst, hvor der var stærk N-gødskning.

Carlslund 1965: Sået 10. maj, høstet 30. august. Relativt svagt forsøg på grund af angreb af rødsotsvirus. Ingen lejesæd.

Hålltorp 1966: Sået 5. maj, høstet 16. september. Ganske svagt forsøg uden lejesæd.

B. Byg

Kungsängen 1965: Sået 5. maj, høstet 16. september. Godt forsøg, men med en del lejesæd.

Kungsängen 1966: Sået 13. maj, høstet 12. september. Meget grøns kud. Ingen lejesæd.

Kungsängen 1967: Sået 26. april, høstet 8. september. Godt forsøg. Ubetydelig lejesæd.

Vargön 1965: Sået 4. maj, høstet 28. september. Godt forsøg. Ubetydelig lejesæd.

Vargön 1966: Sået 10. maj, høstet 29. august. Ganske tilfredsstillende forsøg med nogen lejesæd.

Vargön 1967: Sået 12. maj, høstet 28. august. Svagt forsøg uden lejesæd.

Uppåkra 1965: Sået 27. april, høstet 28. august. Godt forsøg med nogen lejesæd.

Uppåkra 1966: Sået 17. maj, høstet 22. august. Ganske svagt forsøg med nogen lejesæd.

Böringe 1967: Sået 17. april, høstet 9. august. Svagt forsøg uden lejesæd.

II. KORT BESKRIVELSE AF DE KLIMATISKE FORHOLD

Angivelser af temperatur og nedbør er samlet i tabel 4. Her angives forholdene under forsommeren, hvor sædens vækstintensitet er størst, og forholdene i eftersommeren, når sæden høstes. Det fremgår, at på flere forsøgssteder har nedbøren ofte været lille i forsommeren, således at forsøgene blev udsat for tørke. Af denne årsag forekom en hel del genvækst i 1966. Skader på grund af megen nedbør om efteråret har der næppe været.

III. FORSØG MED HAVRE 1964-65-66

I forsøgene med havre i årene 1964-65-66 indgår sorterne Condor og Sol II.¹⁾ Da flere af undersøgelserne er foretaget på forskellige forsøgsår, har man også mulighed for at undersøge voksestedets indflydelse på proteinkvaliteten ved stigende N-gødsning. I tabel 5 er imidlertid

Tabel 4. Temperaturen og nedbørens afvigelse fra det normale på de forskellige forsøgssteder under vegetationsperioden.

		Maj-juli		August-sept.	
		temp.	nedbør	temp.	nedbør
		C°	mm	C°	mm
Kungsängen (Ultuna)	Normalt	13,2	51,0	12,6	62,7
	1964	+0,6	-15,2	-0,2	-13,4
	1965	-0,9	+ 0,9	+0,7	+ 6,3
	1966	+1,9	-22,8	-0,3	- 5,2
	1967	+0,2	-13,3	+1,1	-35,4
Tönnersa (Halmstad)	Normalt	14,0	72,3	14,5	86,5
	1965	-1,6	-7,0	-0,6	+ 0,5
	1966	+0,3	-6,0	-1,3	-18,0
Carlslund (Örebro)	Normalt	13,8	56,0	13,2	73,0
	1966	+1,3	-9,3	-0,4	-15,0
Hålltorp og Vargön (Skara)	Normalt	13,8	59,0	13,3	71,0
	1965	-1,7	+23,3	-0,6	+15,5
	1966	+0,3	-20,0	-1,1	-28,5
	1967	-0,7	-14,7	-0,1	- 5,0
Uppåkra og Böringe (Malmø)	Normalt	14,4	49,3	15,2	57,0
	1965	-1,5	+12,0	-0,6	± 0
	1966	+0,7	+ 2,7	-1,0	+12,0
	1967	+0,2	-15,6	+0,6	+19,0

Tabel 5. En sammenligning af havresorterne Condor og Sol II dyrket i årene 1964-65 på Kungsängen.

Forsøgsår	1964		1965	
	Condor	Sol II	Condor	Sol II
Kalksalpeter, kg/ha	400	400	400	400
Sort	Condor	Sol II	Condor	Sol II
Udbytte, kg/ha (15 pct.				
H ₂ O)	4450	5040	4960	5150
N, pct.	2,13	2,10	1,80	1,78
Lysin, g/16 g N.....	3,89	3,85	3,95	3,95
Metionin + Cystin, g/16 g N.....	4,75	4,99	4,80	4,99
SF, pct.	87,9	89,0	89,1	84,5
BV, pct.....	69,8	69,2	69,3	68,1
NPU, pct.	61,2	61,6	61,7	57,5

sammenlignet to havresorter på samme voksested.

Det ses af tabel 5, at sorterne Condor og Sol II har opført sig meget nær ens i årene 1964-65.

1. Sol II kaldes i Danmark Stål.

Tabel 6. Stigende N-gødskning til Condor på Kungsängen og Tönnersa.

Gård	Kungsängen				Tönnersa			
	0	200	400	600	0	200	400	600
Kalksalpeter, kg/ha	0	200	400	600	0	200	400	600
Udbytte, kg/ha (15 pct. H ₂ O) ...	2550	4450	4960	5070	2090	3330	3650	3610
N, pct.	1,71	1,68	1,80	1,89	1,68	1,65	1,87	1,96
Lysin, g/16 g N	4,11	4,42	3,95	4,20	4,14	4,10	3,97	4,12
Metionin + Cystin, g/16 g N....	5,03	4,90	4,80	4,96	5,52	4,96	5,01	5,43
SF, pct.	86,9	88,2	89,1	87,0	87,2	89,8	88,6	89,9
BV, pct.	70,0	71,2	69,3	70,7	73,8	72,8	69,7	70,9
NPU, pct.	60,8	62,8	61,7	61,5	64,4	65,4	61,8	63,7

N-pct. er noget lavere for dem begge i 1965, medens de øvrige kriterier er nogenlunde de samme såvel sorterne imellem som fra år til år. Den eneste undtagelse er SF for Sol II 1965, der har en uforklarlig lav fordøjelighed (84,5 pct.) sammenlignet med de øvrige prøver.

Som konklusion af resultaterne i tabel 5 kan det siges, at havresorterne Condor og Sol II har samme proteinkoncentration af ens kvalitet.

A. Stigende N-gødskning 1965

Havresorten Condor blev i 1965 afprøvet med stigende N-gødskning på to forskellige gårde, Kungsängen og Tönnersa (tabel 6).

Den stigende N-gødskning har bevirket en stærk forøgelse af udbyttet — specielt på Kungsängen. Kvalstofkoncentrationen i kernen stiger først ved tilførsel af 400 kg kalksalpeter/ha. Aminosyrekoncentrationen synes upåvirket af den stigende N-gødskning, idet forskellene ikke er ret store og må betragtes som tilfældige. De biologiske kriterier SF, BV og NPU påvirkes heller ikke af N-gødskningen, men der er en tendens til højere NPU-værdier fra Tönnersa end fra Kungsängen.

Resultaterne i tabel 6 underbygger de anførte teoretiske betragtninger om, at proteinfraktionernes indbyrdes forhold i havre forbliver konstant selv ved stærk N-gødskning.

B. Stigende N-gødskning 1966

I 1966 blev forsøget med Condor gentaget på 4 forskellige gårde efter nøjagtig samme plan som i 1965 med stigende N-gødskning. Da alle 4

gårde viste præcis samme tendens som det foregående år, er resultaterne slået sammen i tabel 7.

Tabel 7. Stigende N-gødskning til havresorten Condor på gårdene Kungsängen, Carlslund, Tönnersa og Hälltorp.

Kalksalpeter, kg/ha	0	200	400	600
Udbytte, kg/ha (15 pct. H ₂ O) ...	3110	4090	4560	4550
N, pct.	1,74	1,74	1,83	2,01
Lysin, g/16 g N.	4,06	3,95	3,84	3,88
Metionin + Cystin, g/16 g N.	4,90	5,11	4,94	5,13
SF, pct.	89,1	91,7	90,8	90,1
BV, pct.	69,4	70,1	69,0	68,3
NPU, pct.	61,8	64,3	62,6	61,5

Som ved forsøget i 1965 har den stigende N-gødskning bevirket en forøgelse af udbyttet. For N-pct. ses nøjagtig det samme billede som året i forvejen, nemlig at en tilførsel af 200 kg kalksalpeter/ha ikke har nogen virkning. Årsagen hertil er, at høstudbyttet stiger stærkt ved en mindre N-gødskning, således at der ikke er tilstrækkeligt med kvalstof til at hæve proteinindholdet i kernen. Først ved 400 og 600 kg kalksalpeter/ha fås en klar stigning i havrekernens N-indhold. Med hensyn til aminosyresammensætningen og de biologiske kriterier SF, BV og NPU ses ingen forringelse ved den stigende N-gødskning, til trods for at N-indholdet steg ca. 14 pct.

De her refererede forsøg fra 1965-66 med havre synes at slå fast, at man kan gødske havre ret stærkt uden at forringe proteinets kvalitet.

C. En sammenligning af forsøgsårde

For at undersøge om dyrkningsstedet øver indflydelse på resultaterne, er tallene for alle gødskningsniveauer, der er anført i tabel 7, slået sammen for hver af forsøgsårgårdene, og gennemsnitstallene er vist i tabel 8.

Af tabel 8 fremgår, at udbyttet varierer ret meget fra den ene gård til den anden, medens N-procenten er ret konstant for Kungsängen, Carlslund og Hålltorp, i gns. 1,88 pct., medens der for Tönnersa kun er 1,68 pct. N i havrekernen.

Tabel 8. Dyrkningsstedets indflydelse på proteinkvaliteten

Forsøgsårgård	Kungsängen	Carlslund	Tönnersa	Hålltorp
Udbytte, kg/ha (15 pct. H ₂ O).....	4250	3100	5870	3080
N, pct.	1,86	1,94	1,68	1,84
Lysin, g/16 g N.....	3,95	3,85	3,90	4,02
Metionin + Cystin, g/16 g N.....	4,84	4,81	5,23	5,19
SF, pct.	89,9	90,2	91,0	90,5
BV, pct.	67,7	70,8	67,6	70,7
NPU, pct.	60,9	63,9	61,5	64,0

Dette lavere N-indhold fra Tönnersa har ikke bevirket en ændring i aminosyrefordelingen og følgelig heller ikke i proteinkvaliteten.

Ud fra resultaterne i tabel 8 kan siges, at dyrkningsstedets indflydelse på proteinets kvalitet i disse undersøgelser ikke er nævneværdig udtalt,

selv om nettoproteinudnyttelsen er større på Carlslund og Hålltorp end på Kungsängen og Tönnersa.

D. En sammenligning af havresorter fra forskellige forsøgsårde

I de resultater, der er refereret i tabel 8, indgår kun havresorten Condor. Da der er mulighed for, at andre sorter kan påvirkes forskelligt med hensyn til dyrkningsstedet, er der i tabel 9 refereret forsøgsresultater, hvor også Sol II (Stål) indgår. Tallene for Condor stammer fra forsøget med stigende N-gødskning (tabel 7), men kun gødskningsniveauet 400 kg er taget med. Sol II indgik dog i samme forsøg, men der blev kun analyseret ved gødskningsniveauet 400 kg/ha.

Det ses af tabel 9, at havresorterne Condor og Sol II (Stål) opfører sig meget ens på de 4 anførte forsøgsårde i 1966. Med hensyn til N-pct. er den på samme niveau for årgårdene Kungsängen, Carlslund og Hålltorp, medens Tönnersa igen har en decideret lavere N-koncentration. Dette gælder for såvel Condor som Sol II (Stål). Aminosyresammensætningen derimod er tilsyneladende upåvirket af såvel sorten som dyrkningsstedet. De biologiske kriterier SF, BV og NPU har en tendens til at være højere for Condor end for Sol II, og i gennemsnit for de 4 forsøgsårde ligger NPU 4 pct. højere for Condor end Sol II. Sidst i tabel 9 er anført resultaterne fra Hålltorp (1965). Det fremgår, at N-pct. er lav og på samme niveau som i kornet fra Tönnersa. Fordøjeligheden er også ret lav, men ellers er de

Tabel 9. En sammenligning mellem Condor og Sol II på flere forsøgsårde.

Forsøgsår Forsøgsårgård	1966		1966		1966		1966		1965
	Kungsängen	Sol II	Condor	Sol II	Condor	Sol II	Condor	Sol II	Hålltorp
Sort	Condor	Sol II	Condor	Sol II	Condor	Sol II	Condor	Sol II	Condor
Udbytte, kg/ha (15 pct. H ₂ O).....	4520	4720	3670	4240	6290	6090	3750	3730	4790
N, pct.	1,87	1,90	1,96	1,87	1,64	1,65	1,84	1,84	1,63
Lysin, g/16 g N.....	3,84	3,96	3,75	3,98	3,80	4,20	3,95	3,87	4,08
Metionin + Cystin, g/16 g N	4,94	4,45	4,66	5,14	5,13	5,49	5,21	4,51	4,89
SF, pct.	89,9	88,5	92,3	89,8	90,1	87,3	90,8	88,8	85,9
BV, pct.	66,6	66,7	69,5	67,2	68,2	68,8	71,6	68,9	69,5
NPU, pct.	59,9	59,0	64,2	60,4	61,4	60,1	65,0	61,2	59,7

Tabel 10. Stigende mængder kalksalpeter til byg 1965-66.

Forsøgsår	1965				1966			
	0	200	400	600	0	200	400	600
Kalksalpeter, kg/ha	0	200	400	600	0	200	400	600
Udbytte, kg/ha (15 pct. H ₂ O)	3620	4550	5150	5300	3130	4170	4390	4630
N, pct.	1,52	1,49	1,55	1,59	1,58	1,58	1,71	1,77
Lysin, g/16 g N	3,98	3,74	3,78	3,66	3,71	3,67	3,65	3,98
Metionin + Cystin, g/16 g N	4,80	4,64	4,62	4,68	4,54	4,54	4,42	4,25
SF, pct.	81,8	77,2	79,6	81,7	85,2	80,7	82,4	84,9
BV, pct.	75,4	75,5	74,1	75,4	72,8	74,2	72,5	72,5
NPU, pct.	61,6	58,3	59,1	61,1	62,0	59,9	59,7	61,6

Øvrige kriterier på linie med tallene fra de andre forsøg.

Af de omtalte forsøg med havre fremgår, at havreproteinets kvalitet er meget stabilt over for kvælstofgødskning og jordbundsforhold. Dette forhold er også helt i overensstemmelse med de foran anførte teoretiske betragtninger.

IV. FORSØG MED BYG I ÅRENE 1965-66-67

Som anført i indledningen, skulle bygproteinets kvalitet være langt mere labilt over for N-gødskning, end tilfældet er med havreproteinet. For at belyse dette forhold blev der til bygsorten Ingrid givet stigende mængder kalksalpeter efter nøjagtig samme plan som i forsøgene med havre. Forsøgene blev påbegyndt i 1965 og gentaget i 1966 og 1967.

A. Forsøgene 1965-66

Forsøgene 1965-66 blev udført med stigende mængder kalksalpeter fra 0 til 600 kg/ha.

Af resultaterne fra forsøget i 1965 ses ingen forøgelse i N-pct. ved den stigende N-gødskning. Dette bevirker således, at hverken aminosyreanalyserne eller de biologiske kriterier påvirkes af N-gødskningen. Fordøjeligheden af kvælstoffet er for øvrigt meget lav, ca. 80 pct.

Resultaterne for N-pct. i forsøget i 1966 synes at være noget påvirket af N-gødskningen, medens både aminosyreanalyserne og de biologiske observationer nærmest er konstante med kun tilfældige variationer. Fordøjeligheden af proteinet er noget højere, medens den biologiske værdi er tilsvarende lavere end for prøverne 1965. Dette medfører, at nettoproteinudnyttelsen bli-

ver meget nær den samme for alle behandlinger i årene 1965 og 1966.

B. Forsøgene 1967

Som nævnt blev i forsøgene 1967 analyseret prøver fra tre forskellige forsøg. Forsøgene blev udført ved Vargön, Börringe og Kungsängen, og gødskningen var den samme som for 1965-66.

Tabel 11. Stigende mængder kalksalpeter til byg ved Vargön 1967.

Kalksalpeter, kg/ha	0	200	400	600
Udbytte, kg/ha (15 pct. H ₂ O)	3080	3140	4010	3960
N, pct.	1,48	1,77	1,54	1,48
Lysin, g/16 g N	3,94	3,66	3,80	3,93
Metionin + Cystin, g/16 g N	4,46	4,33	4,41	4,59
SF, pct.	82,8	82,6	84,7	83,7
BV, pct.	77,1	76,0	77,1	74,8
NPU, pct.	63,9	62,8	65,3	62,7

Bortset fra udbytte i kg synes de øvrige målte kriterier i tabel 11 at være helt upåvirket af N-gødskningen. Ved at sammenligne med resultaterne fra 1965-66 ses, at BV er højere, hvilket medfører en større nettoproteinudnyttelse. Som anført blev de samme forsøg udført ved Börringe, og resultaterne er vist i tabel 12.

Udbytte i kg er lavt ved Börringe, og den største N-gødskning medfører til og med et fald i udbyttet. I dette forsøg stiger N-koncentrationen i kernen jævnt fra 1,24 pct. ved ingen N-gødskning til 1,69 pct. ved den største gødskning. Koncentrationen af såvel lysin som svovlholdige amino-

Tabel 12. Stigende mængder kalksalpeter til byg ved Børringe 1967.

Kalksalpeter, kg/ha	0	200	400	600
Udbytte, kg/ha (15 pct.)				
H ₂ O.....	2340	3380	3690	3260
N, pct.	1,24	1,33	1,49	1,69
Lysin, g/16 g N.....	4,34	3,74	3,93	3,52
Metionin + Cystin, g/16				
g N.....	4,81	4,66	4,45	4,26
SF, pct.	75,5	78,1	82,7	85,2
BV, pct.	78,9	75,3	77,8	75,1
NPU, pct.	59,6	58,9	64,3	64,0

syrer er afgjort højest, hvor der ikke er gødsket, og lavest, hvor der er gødsket stærkest. Dette har også medført, at ingen gødskning har den højeste biologiske værdi, og den stærkeste gødskning den laveste.

Med hensyn til fordøjeligheden er det helt omvendt og i stærkere grad, således at nettoproteinudnyttelsen bliver størst, hvor der er gødsket stærkest.

Endelig blev der i 1967 udført samme forsøg på Kungsängen, og resultaterne fremgår af tabel 13.

Tabel 13. Stigende mængder kalksalpeter til byg på Kungsängen 1967.

Kalksalpeter, kg/ha	0	200	400	600
Udbytte, kg/ha (15 pct.)				
H ₂ O.....	4520	4880	5250	5830
N, pct.	1,69	1,84	1,88	1,97
Lysin, g/16 g N.....	3,60	3,56	3,46	3,74
Metionin + Cystin, g/16				
g N.....	4,40	4,36	4,21	4,31
SF, pct.	88,2	86,2	89,0	90,2
BV, pct.	77,7	74,3	70,0	70,1
NPU, pct.	68,4	64,0	62,3	63,2

Resultaterne fra forsøget på Kungsängen viser et langt højere udbytte end på de andre to forsøgsstationer i 1967 — med en jævn stigning ved stigende N-gødskning. N-koncentrationen stiger ligeledes. Aminosyrekoncentrationen viser ikke et tilsvarende fald. Med hensyn til fordøjeligheden er denne forbavsende høj for alle forsøghold — langt højere end i de andre bygforsøg i såvel 1965-66 som 1967. Den biologiske værdi er også i dette forsøg højest, hvor der ikke er gødsket, og lavest ved de største N-gødskninger. Dette

medfører således, at nettoproteinudnyttelsen er størst ved ingen gødskning.

Resultaterne fra bygforsøgene giver ikke noget klart billede af problemet med bygproteinets kvalitet i relation til N-gødskningen. Ifølge de teoretiske betragtninger skulle den biologiske værdi aftage med stigende N-gødskning. I forsøgene fra 1967 synes der at være en tendens til et sådant fald — men samtidig synes proteinets fordøjelighed at stige, således at nettoproteinudnyttelsen tilsyneladende ikke påvirkes klart. Det forbavsende ved disse undersøgelser er, at dyrkningsstedet har afgørende indflydelse på proteinets sande fordøjelighed — langt større end de anvendte gødskningsmængder har på proteinets biologiske værdi.

For eventuelt at få et tydeligere billede af de faktiske forhold er forsøgsresultaterne fra 1967 for de tre forsøg slået sammen, og gennemsnitstallene er vist i tabel 14.

Tabel 14. Stigende mængder kalksalpeter til byg ved Vargön, Børringe og Kungsängen 1967.

Kalksalpeter, kg/ha	0	200	400	600
Udbytte, kg/ha (15 pct.)				
H ₂ O.....	3313	3800	4317	4350
N, pct.	1,47	1,65	1,64	1,71
Lysin, g/16 g N.....	3,96	3,65	3,73	3,73
Metionin + Cystin, g/16				
g N.....	4,56	4,45	4,36	4,39
SF, pct.	82,2	82,3	85,6	86,4
BV, pct.	77,9	75,2	75,0	73,3
NPU, pct.	64,0	61,9	64,0	63,3

Gennemsnitstallene i tabel 14 viser, som forventet, en stærk stigning i udbytte ved N-gødskningen. Ligeledes stiger N-pct. i kernen, specielt fra ingen gødskning til 200 kg kalksalpeter/ha. Lysinkoncentrationen er afgjort højest, hvor der ikke er gødsket, medens den nærmest er konstant ved de tre gødskningsniveauer, som tilfældet også er med N-koncentrationen. Koncentrationen af svovlholdige aminosyrer påvirkes åbenbart ikke af de anvendte N-gødskninger.

Proteinets sande fordøjelighed stiger med den stigende N-gødskning, medens den biologiske værdi aftager. Dette fald i den biologiske værdi er helt i overensstemmelse med de foran anførte teoretiske betragtninger.

Konklusion

Af de her refererede forsøg med stigende N-gødskning til havre og byg fremgår, at havreproteinets kvalitet nærmest er upåvirket heraf. Bygproteinets kvalitet påvirkes derimod, idet fordøjeligheden stiger, medens den biologiske værdi aftager. Bygproteinets kvalitet påvirkes også stærkt af dyrkningsstedet — da resultaterne varierer meget fra forsøgssted til forsøgssted.

Alt i alt må man imidlertid kunne konkludere, at under almindelige praktiske dyrkningsforhold kan der såvel til havre som byg gødskes med kvælstof uden fare for stærk forringelse af protein kvaliteten. Man bør dog være opmærksom på, at bygproteinets kvalitet er mere labil over for såvel N-gødskning som dyrkningssted end havreproteinets.

Conclusion

The effect of increasing nitrogen fertilization on the protein quality in grain of oats and barley

Fertilization experiments with oats and barley, grown in different parts of Sweden, were conducted during the period 1964-1967. About one week after emergence, calcium nitrate in quantities of 0, 200, 400, and 600 kg/ha (15,5 % N) was applied as a topdressing. Two varieties of oats, »Condor« and »Sol II«, and one variety of barley, »Ingrid«, were used. The protein-quality of the grain was tested in biological experiments with rats. These experiments were carried out at The Research Institute for Animal Science in Copenhagen.

To evaluate the effect of increasing nitrogen application the following parameters were determined:

1. Yield, kg/ha
2. Crude protein, pct.
3. Lysine, g/16 g N
4. Methionine + Cystine, g/16 g N
5. True digestibility of the protein (SF), pct.
6. Biological value of the protein (BV), pct.
7. Net protein utilization (NPU), pct.

Tables 5 and 9 clearly show that the two varieties of oats tested do not differ with respect of the criteria listed above. From tables 6 and 7 it is evident that increasing nitrogen fertilization to oats caused increases in yield and crude protein content of grain. The acid composition expressed as g amino acid/16 g N remained unchanged at all N-levels. The values of SF, BV, and NPU were neither influenced. Oats grown in various parts of Sweden showed only slight

differences in contents of protein, amino acids and the biological criteria remained relatively constant.

Increasing application of nitrogen increased in barley too both the yield and the protein concentration. The lysine content was in average lowered. Because of the lower concentration of lysine the net protein utilization was generally lower at the higher N-applications.

All in all it can be concluded that extensive use of calcium nitrate do not affect the protein quality in oats but for barley this seems to be probable.

Litteraturliste

- Brune, H. und E. Thier (1968 a). Variabilität der biologischen Proteinqualität verschiedener Getreidearten (Düngungs- und Standortvarianten). Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde. Band 24, Heft 1, Seit 49.
- Brune, H., E. Thier und E. Borchert (1968 b). Variabilität der biologischen Proteinqualität verschiedener Getreidearten (Düngungs- und Standortvarianten). Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde. Band 24, Heft 2, Seit 89.
- Eggum, B. O. og Nina H. Mercer (1964). En biologisk proteinvurdering ved hjælp af rotter. Ugeskrift for Landmænd, nr. 50.
- Larsen, J. and J. Dissing Nielsen (1966). The effect of varying nitrogen supplies on the content of amino acids in wheat grain. Plant & Soil, XXIV, 2:299.
- Lindner, K. (1963). Die biologische Bedeutung der pflanzlichen Eiweissfraktionen. Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles. Vol. X, No. 1.
- Michael, G. (1963). Einfluss der Düngung auf Eiweissqualität und Eiweissfraktionen der Nahrungspflanzen. Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles, Vol. X, No. 1, S. 248.
- Mulder, K. (1956). Effect of the N.P.K. + Mg-nutrition of potato plants on the content of free amino acids and the amino acid composition of the protein tubers. Plant & Soil, 7:35.
- Munck, L. (1964). The variation of nutritional value in barley. Hereditas, 52:1.
- Postel, W. (1957). Über die Zusammensetzung des Eiweisses der Braugerste an Aminosäuren in Abhängigkeit von Sorte und Standortbedingungen. Und: Über die Eiweisszusammensetzung an Aminosäuren in differenzierten Schichten der Gersten-, Brauerei, Wiss. Beil. 3-10, 79-84.
- Thomke, S. och A. Frölich (1966). Försök med olika kornsorter i slaktsvinens foder. Aktuellt från Lantbrukshögskolan, nr. 98, 22-30.