

# Om kriterier for staldgødningens kvælstofvirkning.

Ved J. Find Poulsen.

## 431. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Det arbejde, der gøres rede for i denne beretning, er et led i det undersøgelsesarbejde, der udføres på Statens Planteavls-Laboratorium til udredning af forskellige forhold vedrørende staldgødning, og handler i hovedsagen om en udredning af afhængighedsforholdet mellem kvælstofvirkningen i 1. vækstår af staldgødning af forskellig beskaffenhed og gødningernes kulstof-kvælstofforhold og pct. kvælstof i gødningsstørf.

De til forsøgene knyttede vækstforsøg er udført som karforsøg i årene 1938, 1939, 1941 og 1942 ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles undervisningsmark i København, og i året 1948 ved Statens Planteavls-Laboratorium i Lyngby. Analyser af gødning, afgrøder m. m. er udført i planteavlslaboratoriets agrikulturkemiske afdeling.

Beretningen er udarbejdet af afdelingsbestyrer *J. Find Poulsen*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Beretningen omfatter følgende afsnit:

Indledning .....	557
I. Karforsøg med staldgødning. Forskellig halmindblanding.....	561
II. Karforsøg med staldgødning, gæret i forskellig tid .....	574
III. Karforsøg med staldgødning, tilsat cellulose og (eller) mineralkvælstof .	585
IV. Karforsøg over planternes optagelse og udnyttelse af kvælstof fra staldgødning af forskellig beskaffenhed .....	595
V. Oversigt .....	614

### Indledning.

For at en afgrøde skal kunne udvikles normalt, må bl. a. de næringsstoffer, som optages fra jorden, forefindes i en optagelig form og i et omfang, så de til enhver tid i vækstperioden dækker afgrødens behov. I denne henseende kan der være grund til at un-

derstreges, at behovet for let optagelige næringsstoffer er forholdsvis stort i begyndelsen af vækstperioden, som det er påvist af *Liebscher* (1), *Neubauer* (2), *Blanck* og *Giesecke* (3), m. fl. Næringsstofoptagelsen er i denne periode stærkere fremtrædende end stofproduktionen, og denne tilsyneladende »overskudsoptagelse« synes nødvendig for den efterfølgende stærke vækst af afgrøden, som f. eks. for kornafgrøderne finder sted indtil skridningsstadiet.

Det er naturligvis praktisk gennemførligt, om nødvendigt, ved hjælp af kunstgødning, at sikre sig en tilstrækkelig eller i hvert fald forøge beholdningen i jorden af letoptagelige næringsstoffer straks ved vækstitidens begyndelse. Staldgødningen er imidlertid under vore driftsforhold hovedgødningen, men det er jo et særkende for denne gødning, at dens kvælstofvirkning i 1. vækstår er langt mindre, end hvad der svarer til dens totale indhold af kvælstof, og at en vis mængde kvælstof i staldgødning af forskellig beskaffenhed (mere eller mindre iblanding af strøelse, mere eller mindre gæret) har en forskellig kvælstofvirkning i 1. vækstår. Denne forskel i virkningen skyldes dels forskellen mellem kvælstofmængderne, som frigøres i en for afgrøderne optagelig form og dels, som der senere skal anføres eksempler på, det tidsmæssige forløb af denne frigørelse.

Det er, som nævnt, af betydning for afgrødens vækst, at den udbragte staldgødning har kvælstofvirkning straks fra vækstens begyndelse. Om dette vil være tilfældet kan vel i nogen grad afgøres ud fra et skøn over gødningens sammensætning og omsætningsgrad, men som det vil fremgå af den følgende skematiske oversigt over nedbrydnings- og opbygningsprocesser, som finder sted i staldgødning og andre organiske gødningsmidler — ikke mindst når mineraliseringsprocesserne i jorden begynder — skulle det være muligt at erstatte det subjektive skøn over gødningens beskaffenhed og den heraf afhængige kvælstofvirkning i 1. vækstår med talmæssige værdier, der grunder sig på en analytisk undersøgelse af gødningen.

Nedbrydningen af tilstedeværende eller tilført organisk stof til jorden foregår i hovedsagen ved hjælp af mikroorganismer, bakterier, svampe, aktinomyceer m. fl., hvoriblandt bakterier antages at være i overvægt på velkultiverede jorder og navnlig i den første del af forløbet af nedbrydningsprocesserne. Omfanget af den mi-

krobielle virksomhed er stærkt afhængig af temperaturen og foregår således langsomt eller standser helt i vintermånederne. Den optimale temperatur for nitrifikation er 30—36° C. Ved 10—12° foregår den langsomt og den standser helt ved ca. 4°. Den omtalte analytiske bedømmelse af forventet kvælstofvirkning af udbragt staldgødning i 1. vækstår, må derfor antages at være af samme betydning for gødning udbragt i december måned, som for gødning udbragt nærmere vækstitidens begyndelse.

Det er ved disse undersøgelser af særlig interesse at se på, hvad der foregår med staldgødningens kvælstofholdige forbindelser, efter at den er indblandet i jorden. Planterne optager kvælstoffet i uorganisk form som nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) eller ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Et forråd heraf findes ikke af betydning i jorden, og uden tilførsel af mineralsk kvælstofgødning vil planterne, idet der dog her ses bort fra bælgplanter, være henvist til at dække behovet heraf fra de organiske stoffer, hvis højmolekylære kvæstofforbindelser efterhånden mineraliseres til ammoniak og nitrater. Mikroorganismernes virksomhed herved er dog ikke alene filantropi. Sideløbende med nedbrydningen foregår der nydannelse af organisk stof, som mikroorganismene producerer ved deres vækst og formering. Der medgår ved denne opbygning eller nydannelse af organisk stof foruden kulstof også kvælstof i et forhold, der vil være afhængig af mikrobernes art, og som kan findes ved en analyse af det pågældende mikrosbstans.

Der er på denne måde fundet følgende værdier for:

	Kulstof (C) pct.	Kvælstof (N) pct.	C:N
Bakterier .....	50	10	5:1
Aktinomyceter.....	50	8	6:1
Svampe.....	50	5	10:1

Ved en bestemmelse af mængdeforholdet mellem mineraliseringsprodukterne og nydannet organisk stof kommer man for de anførte mikrober til følgende afrundede værdier for kulstoffets vedkommende:

	pr. 100 g omsat kulstof	
	bortgået som kulsyre ( $\text{CO}_2$ ) g C	anvendt til celleopbygning g C
Bakterier .....	93	7
Aktinomyceter .....	75	25
Svampe .....	65	35

For hver 7 g kulstof bakterierne anvender til opbygning af cellesubstans, anvender de også 1,4 g kvælstof, idet forholdet mellem kulstof og kvælstof i dette mikrobsubstans er som 5:1. Er stoffet, som er under nedbrydning, fattigt på kvælstof i forhold til indholdet af kulstof, som det f. eks. er i halm og halmrig, uomsat gødning, forbruger mikroberne ikke alene det fra stoffet mineraliserede kvælstof, men også letoptagelige kvælstofforbindelser fra det omgivende substrat, fra jorden, og der forekommer da det, man kalder for negativ gødningsvirkning. I konkurrencen om disse kvælstofforbindelser kan planterne ikke stå sig over for jordens mikroflora.

Det vil heraf fremgå, at mængdeforholdet mellem kulstof og kvælstof, det såkaldte kulstof-kvælstofforhold (C:N), er af betydning for den øjeblikkelige kvælstofvirkning af en foreliggende staldgødning; *H. L. Jensen* (4) m. fl. Som almen gyldig regel kan siges, at kvælstofvirkningen i begyndelsen af vækstperioden af en organisk gødning ikke er afhængig af den absolutte kvælstofmængde, der hermed tilføres jorden, men af C:N i det pågældende stof. Gennem nitrifikationsforsøg med staldgødning i jord er fundet, at C:N i gødningen må være ca. 20 og derunder, og pct. N i gødningstørstof ca. 2 og derover, før der kan regnes med kvælstofvirkning af gødningen. Disse værdier betragtes som »kritiske« værdier, hvorved forstås, at først når gødningen gennem gæring har antaget disse værdier — for så vidt de til at begynde med var henholdsvis over 20 og under 2 — står den på overgangen til at virke som kvælstofgødning.

Ud fra disse betragtninger er det indlysende, at der må være en vis sammenhæng mellem gødningens C:N og pct. N — bestemt ved udbringningen — på den ene side, og det gennem vækstforsøg opnåede merudbytte, eventuelt meroptagelsen af kvælstof — bestemt ved høst — på den anden side, men tillige, at man ved en beregning af denne sammenhæng, i særdeleshed når det drejer sig om gødninger, hvis C:N varierer på begge sider af 20, ikke kan få udtryk for de kritiske værdier, defineret som ovenfor anført, fordi alle fremmede eller hemmende faktorer på den mikrobiologiske omsætning af gødningen i jorden vil veksle i de forskellige jorder og ikke mindst i de forskellige år. Beregnes således på denne måde i eet år en kritisk værdi på 27, et andet år på 23, siger dette ikke

andet, end at betingelserne for gødningens omsætning i jorden har været så gunstige, at selv en gødning med C:N 27 ved udbringningen har opnået kvælstofvirkning i løbet af vækstperioden. Hvornår i vækstperioden kvælstofvirkningen er begyndt, og om den kritiske værdi, som vi har valgt at definere den, i virkeligheden ved denne begyndelse har haft en værdi omkring 20, kan ikke udledes af beregningen, som derfor heller ikke har nogen betydning for praksis. Det er derimod af betydning for landmanden at vide, om der kan regnes med en kvælstofvirkning af den staldgødning, han udbringer, straks ved væksttidens begyndelse. Derfor er det vigtigt at kunne fiksere de kritiske værdier under forhold, der nærmer sig de naturlige så meget som muligt. De i 1942 og 1948 udførte karforsøg, der senere vil blive omtalt, er bl. a. udført med dette formål for øje.

I staldgødning, som den almindeligvis forekommer i praksis, er der sikkert store variationer i C:N og pct. N i gødningstørstof, idet størrelsen af disse kriterier er bestemt af mange forhold, dog fortrinsvis af foderets art, strømmængden og opbevaringstiden eller tiden, hvor gødningen har henligget til gæring. I de følgende forsøg er betydningen af nogle af disse forhold for staldgødningens kvælstofvirkning i 1. vækstår taget op til undersøgelse.

### I. Karforsøg med staldgødning. Forskellig halmindblanding.

Formålet med denne serie karforsøg var at undersøge halmens virkning nærmere. Der anvendtes som gødning til karrene frisk kogødning og frisk urin, begge opsamlet direkte fra køerne uden at komme i berøring med grebningen, og halm, skåret i kort hakelse. De forskellige kombinationer af disse tre stoffer fremgår af tabel 1. De anvendte betegnelser og betydningen er:

1 = ugødet

$u_1 = 23,8$  ml urin =  $0,250$  g N/kar

$k_1 = 198,4$  g kogødning =  $1,000$  g N/kar

$h_1 = 6,91$  g halm =  $0,025$  g N/kar

Når kvælstofmængden i urin blev sat til 25 pct. af gødningens kvælstofindhold, var det ud fra den betragtning, at indholdet af ammoniakkvælstof i almindelig gæret staldgødning oftest ligger

omkring 25 pct. af den totale kvælstofmængde. De enkelte bestanddele af de forskellige kombinationer blev først blandet sammen og derefter indblandet i den øverste halvdel af jorden i karrene. Jorden bestod af sand fra en grusgrav ved Buddinge med en indblanding af 10 pct. jord fra Landbohøjskolens undervisningsmark. I hvert kar («standardkar») med en overflade på  $1/20 \text{ m}^2$  kom 22,5 kg af jord-sandblandingen. Der anvendtes 3 fælleskar.

Forsøgsafgrøden var ørnhave, der blev sået den 31. marts 1938. Efter at planterne var kommet op, blev de udtyndet til 25 planter pr. kar. Karrene blev vejjet og om fornødent, vandet daglig, idet den indeholdte vandmængde blev ført op til 60 pct. af jordens fulde vandkapacitet. — I sidste halvdel af maj fandtes lyspletsyge på flere af planterne. En prøve af jorden fra de ugødede kar blev undersøgt med følgende resultat: Rt. 8.3, Ft. 16.1,  $T_K$ . 0.8,  $T_{Mn}$  0.7. Det lave mangantal og det høje reaktionstal (sandet indeholdt en del karbonater) gav en naturlig forklaring på lyspletsygens forekomst, der blev derfor tilført 1 g opløst mangansulfat pr. kar, og dette standsede lyspletsygens udbredelse. I begyndelsen af juni fandtes lus på afgrøden, og der blev derfor sprøjtet med en 0,1 pct.s nikotinopløsning. Skridningen foregik i sidste uge af juni, først i de stærkest gødede kar.

Under hele væksten var havren — også i de stærkest gødede kar — påfaldende lys, som om den led af kvælstofmangel, hvad rimeligvis også var tilfældet. Der var i de stærkest gødede kar nok tilført 2.0 à 2.5 g kvælstof, men i tungt optagelig form, og erfaringer fra forsøg med chilesalpeter viser, at den optimale kvælstofmængde er 3—4 g salpeterkvælstof pr. kar. De relativt små kvælstofmængder valgtes imidlertid i disse forsøg, for at forskellighederne i gødnin-gernes virkning kunne blive så fremtrædende som muligt, idet forskellighederne let tilsløres, når der anvendes store gødningsmængder.

Havren høstedes den 2. august. Høstresultaterne samt en række andre forhold er anført i tabel 1. Udbyttet af de enkelte kar er ikke anført, men fælleskarrene stemte i alle tilfælde godt overens.

Det vil af de i tabel 1 anførte tal ses, at halmtilsætning overalt har bevirket en udbyttenedgang, der — når man betragter tallene for optaget kvælstof — må forklares ved, at de halmforgærende mikroorganismer har beslaglagt en del af det tilgængelige kvælstof.

Tabel 1. Karforsøg 1938. Tilført gødning og høstet afgrøde.  
Gram pr. kar.

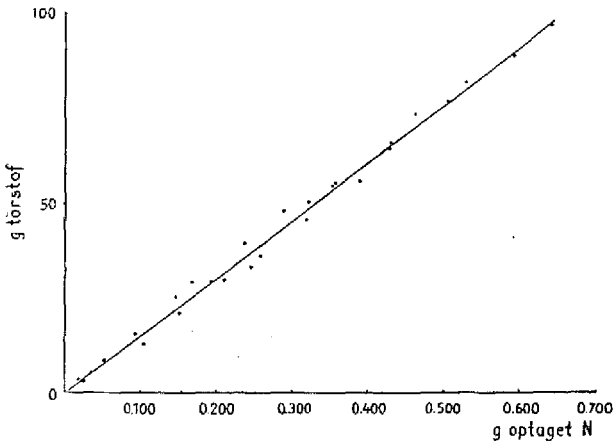
Bete- gelse	Tilført N, g	C:N	Afgøde, g tørstof			N, pct. i tørstof		Optaget N, g		Op- taget N: tilført N
			kærne	halm	ialt	kærne	halm	fundet	bereg- net	
1	0	—	1,8	3,1	4,9	1,319	0,332	0,024	0,033	—
h <sub>1</sub>	0,025	126,4	1,2	2,3	3,5	1,334	0,334	0,024	0,024	÷ 0,400
h <sub>2</sub>	0,050	126,4	1,1	2,1	3,2	1,252	0,302	0,020	0,022	÷ 0,280
u <sub>1</sub>	0,250	—	10,8	14,9	25,7	1,030	0,246	0,148	0,167	0,456
u <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	0,275	11,5	6,2	9,1	15,3	1,159	0,241	0,094	0,100	0,218
u <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	0,300	21,1	3,1	5,0	8,1	1,270	0,266	0,032	0,053	0,080
u <sub>2</sub>	0,500	—	21,3	27,1	48,4	1,025	0,254	0,287	0,314	0,506
u <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	0,525	6,0	17,5	22,4	39,9	1,058	0,281	0,237	0,259	0,387
u <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	0,550	11,5	12,3	17,4	29,7	1,032	0,238	0,168	0,193	0,244
k <sub>1</sub>	1,000	13,5	13,3	16,6	29,9	1,133	0,265	0,195	0,194	0,161
k <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	1,025	16,2	9,3	11,5	20,8	1,254	0,273	0,151	0,135	0,114
k <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	1,050	18,9	5,5	7,0	12,5	1,445	0,372	0,105	0,082	0,068
k <sub>1</sub> u <sub>1</sub>	1,250	10,8	21,8	29,1	50,9	1,126	0,267	0,321	0,330	0,230
k <sub>1</sub> u <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	1,275	13,1	18,3	21,8	40,1	1,082	0,233	0,249	0,260	0,169
k <sub>1</sub> u <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	1,300	15,2	13,5	16,7	30,2	1,223	0,278	0,211	0,196	0,136
k <sub>1</sub> u <sub>2</sub>	1,500	9,0	32,2	42,2	74,4	1,101	0,252	0,461	0,452	0,285
k <sub>1</sub> u <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	1,525	10,9	28,9	36,8	65,7	1,166	0,259	0,433	0,425	0,251
k <sub>1</sub> u <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	1,550	12,8	24,0	30,9	54,9	1,135	0,264	0,354	0,356	0,206
k <sub>2</sub>	2,000	13,5	23,8	31,4	55,3	1,152	0,280	0,358	0,358	0,181
k <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	2,025	14,8	21,3	25,2	46,5	1,178	0,267	0,318	0,301	0,140
k <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	2,050	16,2	17,0	19,3	36,3	1,238	0,251	0,259	0,235	0,110
k <sub>2</sub> u <sub>1</sub>	2,250	12,0	34,2	43,5	77,7	1,137	0,271	0,606	0,503	0,210
k <sub>2</sub> u <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	2,275	13,2	29,0	37,0	66,0	1,149	0,267	0,433	0,427	0,175
k <sub>2</sub> u <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	2,300	14,5	25,3	30,9	56,2	1,211	0,261	0,387	0,364	0,153
k <sub>2</sub> u <sub>2</sub>	2,500	10,8	43,6	54,0	97,6	1,148	0,361	0,642	0,431	0,243
k <sub>2</sub> u <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	2,525	11,9	39,0	50,9	89,9	1,156	0,363	0,587	0,582	0,219
k <sub>2</sub> u <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	2,550	13,1	35,7	47,0	82,7	1,152	0,264	0,530	0,535	0,195

Fraregnet leddene med halm alene er der kun i leddet, u<sub>1</sub>h<sub>2</sub>, tilført en gødning med højere C:N end 20. Der er da også her i forhold til de to samhørende led et betydeligt fald i såvel udbyttet som kvælstofoptagelsen. Denne og udbyttet af afgrøden varierer overalt i samme retning og modsat variationen i de tilførte gødningers C:N.

Afgrødernes procentiske indhold af kvælstof må i det store og hele siges at ligge inden for samme størrelsesorden, og der synes således at være mulighed for en nærmere analyse og talmæssig angivelse af halmens skadevirkning på grundlag af næringsstofoptagelsen, altså her kvælstofoptagelsen, en metode, der først er benyttet af K. A. Bondorff (5).

Denne metode er baseret på to forudsætninger, nemlig, at udbyttet er en eentydig funktion af den optagne næringsstofmængde, her kvælstofmængde, medens de forbindelser — her gødningsblandinger — hvormed næringsstoffet tilføres, er uden indflydelse på udbyttets afhængighed af den optagne næringsstofmængde, og at næringsstofoptagelsen — ved små og middelstore gødningsmængder — er en retlinet funktion af den tilførte næringsstofmængde.

I figur 1 er forholdet mellem udbytte og optaget kvælstof gengivet grafisk.



Figur 1. Forholdet mellem udbytte og optaget kvælstof.

I betragtning af den usikkerhed på udbyttetotal, optaget kvælstof, kvælstofanalyser m. m., forsøg af denne art uundgåeligt er behæftet med, synes udbyttet her at være en eentydig funktion af den optagne kvælstofmængde og uafhængig af eller ikke påvirket af de her anvendte gødningers forskellige beskaffenhed, d. v. s. fra hvilken gødning det optagne kvælstof end stammer, er det udnyttet i stofproduktionen i samme grad.

Som det fremgår af figuren, kan sammenhængen mellem udbytte og optaget kvælstof gengives ved en enkelt udbyttekurve, der ved de her foreliggende værdier praktisk talt er en ret linie. Den repræsenterer således på grund af de forholdsvis små gødningsmængder kun den første del af den hele udbyttekurve.



Beregnes en retliniet regressionsligning for forholdet mellem udbytte og optaget kvælstof, finder man ligningen:

$$y = 153.8 \cdot \sigma + 0.14$$

hvor  $y$  er udbyttet, og  $\sigma$  den optagne kvælstofmængde. Teoretisk burde ligningen være af formen  $y = k \cdot \sigma$ , da  $\sigma = 0$  bør svare til  $y = 0$ . Ligningen udsiger endvidere, at 1 enhed optaget kvælstof svarer til 153.8 enheder (høstet) tørstof, eller at tørstoffet har indeholdt 0.65 pct. kvælstof.

Beregnes den tilsvarende regressionsligning for forholdet mellem optaget kvælstof og udbytte, finder man:

$$\sigma = 0.00646 y + 0.001$$

og efter denne ligning er de i tabel 1 beregnede tal for optaget kvælstof udregnet.

Det skal dernæst undersøges, om der i de foreliggende forsøgsdata er ligefrem proportionalitet mellem optaget og tilført kvælstof. Ved denne undersøgelse må de forskellige samhørende gødninger behandles hver for sig.

De foreliggende 27 forsøgsled kan på flere måder stilles sammen i serier med aftrappede gødningsmængder. De følgende 7 serier har imidlertid en speciel interesse, idet der her er anvendt stigende mængder af samme gødning.

a	b	c	d	e	f	g
1	1	1	1	1	1	1
$u_1$	$k_1$	$h_1$	$u_1 k_1$	$u_1 h_1$	$k_1 h_1$	$u_1 k_1 h_1$
$u_2$	$k_2$	$h_2$	$u_2 k_2$	$u_2 h_2$	$k_2 h_2$	$u_2 k_2 h_2$

Er forholdet mellem optaget kvælstof ( $\sigma$ ) og tilført kvælstof ( $t$ ) ligefremt proportionalt, kan dette udtrykkes gennem en ligning af formen:  $\sigma = r \cdot t + c$ , hvor  $r$  er optagelseskoefficienten og  $c$  den fra den ugødede jord optagne kvælstofmængde. De fundne og de efter ligningen beregnede, optagne kvælstofmængder er anførte i tabel 2.

Optagelseskoefficienten er for halm negativ, d. v. s. halmen har »frataget« afgrøden kvælstof. For ren urin er fundet en optagelseskoefficient på 0.506. I den høstede afgrøde er altså fundet halvdelen af det med urin tilførte kvælstof. Urinkvælstoffets optagelseskoeff-

Tabel 2. Optaget kvælstof, gram pr. kar.

a		b		c		d		e		f		g	
f	b	f	b	f	b	f	b	f	b	f	b	f	b
0,034	0,030	0,034	0,034	0,034	0,033	0,034	0,028	0,034	0,032	0,034	0,035	0,034	0,022
0,148	0,156	0,195	0,195	0,024	0,026	0,321	0,332	0,094	0,099	0,151	0,148	0,349	0,271
0,287	0,283	0,356	0,356	0,020	0,019	0,642	0,636	0,168	0,166	0,259	0,261	0,530	0,520
r=0,506		0,161		÷ 0,280		0,243		0,244		0,110		0,135=r	

ficient er af samme størrelsesorden som de optagelseskoefficienter, der ved tidligere karforsøg ved Landbohøjskolen er fundet for salpeterkvælstof. Den rene kogødnings kvælstof har kun optagelseskoefficienten 0.161. Kvælstoffet har her kun 1/3 af den gødningsmæssige værdi, som urinkvælstoffet har.

Hvor det drejer sig om blandinger af de tre stoffer, halm, urin og fast gødning, kunne man tænke sig, at kvælstoffets optagelseskoefficient for blandingerne vedkommende simpelthen var bestemt af komponenternes optagelseskoefficient og indbyrdes mængdeforhold. For blandingen urin + halm, hvor urinkvælstof og halmkvælstof forefindes i forholdet 10:1, skulle man da have optagelseskoefficienten  $[10 \cdot 0.506 + 1 (\div 0.280)] : 11 = 0.435$ . Man finder imidlertid kun 0.244, et tegn på, at halmen virkelig i høj grad har formindsket optagelsen af urinkvælstoffet.

Ved en lignende beregning for serierne d, f og g kommer man til følgende optagelseskoefficienter:

	fundet	beregnet
d uk	0.243	0.230
e uh	0.244	0.435
f kh	0.110	0.150
g ukh	0.195	0.220 (0.235)

For serien g er den i parentes anførte koefficient beregnet efter koefficienten for uk og koefficienten for h, den anden efter de tre koefficienter fra forsøgsleddene u, k og h.

Der er en antydning af positiv vekselvirkning mellem urin- og gødningskvælstoffet, medens der er negativ vekselvirkning, når halmen kommer med. Selv det i forvejen vanskeligt optagelige kvælstof fra de faste ekskrementer gøres endnu vanskeligere op-

tagelige af halmen, hvad det i indledningen udviklede om de mikrobielle nedbrydnings- og opbygningsprocesser giver en naturlig forklaring på.

### De øvrige forsøgsled.

Det foran anførte gælder kun de 15 af de 27 forsøgsled, men også de øvrige 12 forsøgsled har det sin interesse at se på.

Sammenstilles således forsøgsledene  $h_1$ ,  $u_1h_1$ , og  $u_2h_1$ , har man en serie, hvor der er grundgødet med 1 halm og så anvendt stigende mængder urin. Undersøges denne serie nærmere, viser det sig, at kvælstofoptagelsen *ikke* er proportional med den tilførte mængde urinkvælstof, men stiger stærkt for den sidste tilførsel, som de følgende tal viser.

g N tilført i urin	g N optaget	
	fundet	beregnet
$h_1$ 0.000	0.024	0.011
$u_1h_1$ 0.250	0.094	0.118
$u_2h_1$ 0.500	0.237	0.225

Forklaringen herpå er sandsynligvis den, at de halmforgærende mikroorganismer kun har haft brug for en bestemt kvælstofmængde. I så fald vil en relativ stor del af den sidst tilførte kvælstofmængde komme afgrøden tilgode. Beregnes under disse forhold en optagelseskoefficient på samme måde som ovenfor, vil denne koefficient være for stor for den lille kvælstofmængde og omvendt for lille ved den store kvælstofmængde.

Trods dette forhold kan beregningen af en sådan »optagelseskoefficient« dog give visse interessante oplysninger, og der er derfor udført en beregning af følgende serier:

h	j	k	l	m	n
$h_1$	$h_2$	$h_1$	$h_2$	$k_1$	$k_2$
$u_1h_1$	$u_1h_2$	$k_1h_1$	$k_1h_2$	$u_1k_1$	$u_1k_2$
$u_2h_1$	$u_2h_2$	$k_2h_1$	$k_2h_2$	$u_2k_1$	$u_2k_2$
$r = 0.420$	0.296	0.147	0.130	0.532	$0.672 = r$

Sammenstilles disse »optagelseskoefficienter« med koefficienterne fra tabel 2, kommer man til følgende koefficienter:

Tabel 3. Optagelseskoefficienter for kvælstof.

urin		urin		køgødning	
Uden tilsætn.	0.506	Uden tilsætn.	0.506	Uden tilsætn.	0.161
Tilsat 1 halm	0.426	Tilsat 1 køgødn.	0.532	Tilsat 1 halm	0.147
Tilsat 2 halm	0.296	Tilsat 2 køgødn.	0.572	Tilsat 2 halm	0.120

Vi ser atter her halmens skadelige virkning på kvælstofoptagelsen, ligesom vi genfinder den fremmede virkning af køgødningen på urinkvælstoffets optagelse (eller urinen på ekskrementkvælstoffets).

Gødningernes virkning. C:N og pct. N i gødningstørstof.

Som det er nævnt i indledningen, er forholdet mellem kulstof og kvælstof, C:N, af betydelig interesse for vurderingen af en foreliggende staldgødningens kvælstofvirkning i 1. vækstår, og at pct. N i gødningstørstof synes at have en lignende betydning i denne henseende som C:N. I det følgende skal undersøges, hvad der af forsøgene kan udledes med hensyn til den værdi, man vil kunne tillægge disse kriterier. Da udbytte og kvælstofoptagelse ved disse forsøg har vist sig at være lige gode udtryk for gødningernes virkning, er det tilstrækkeligt at se på forholdet mellem de nævnte kriterier og kvælstoffets optagelseskoefficient. Disse værdier er for de foran omtalte 7 serier a—g —, hvor en optagelseskoefficient kan beregnes, idet C:N og pct. N har været konstant indenfor den enkelte serie — sammenstillet i tabel 4.

Tabel 4. C:N, pct. N i gødningstørstof og optagelseskoefficienter.

Serie	C:N	pct. N	Optagelseskoefficienter		
			fundet	beregnet efter	
				C:N	pct. N
a u	0	—	0.506	0.509	—
d uk	10.8	3.300	0.243	0.244	0.231
e uh	11.5	4.123	0.244	0.227	0.230
g ukh	13.1	2.882	0.195	0.188	0.187
b k	13.5	2.640	0.161	0.178	0.160
f kh	16.2	2.301	0.110	0.112	0.108
c h	(126.4)	(0.375)	(÷ 0.280)	—	—

Det er tydeligt, at optagelseskoefficienten for kvælstof daler med stigende kulstof - kvælstofforhold og aftagende pct. kvælstof

i gødningstørstof. En nærmere undersøgelse af tallene viser, at regressionskurven for optagelseskoefficienten og kulstof-kvælstof-forholdet tilnærmelsesvis er en ret linie, medens den for optagelseskoefficient og pct. kvælstof er udpræget krum og nærmest svarer til hyperblen (se fig. 2), hvad der er en følge af, at de to udtryk er af forskellig natur; medens kulstof-kvæstofforholdet er C:N, er kvælstofprocenten  $100N:(N + \text{ikke-N})$ . I førstnævnte tilfælde finder sammenhængen sit udtryk i regressionsligningen  $r = 0,5089 - 0,0245 x$ , hvor  $x = C:N$ . De efter ligningen beregnede optagelseskoefficienter er anført i tabel 4, næstsidste kolonne.

Beregningen af de i tabel 4, sidste kolonne, anførte optagelseskoefficienter er sket efter en hyperbellingning, der har formen:

$$y = \frac{0.54 (x \div 1.80)}{2.00 + (x \div 1.80)}$$

For de forsøgsled, der ikke indgår i serien a—g, har man i forholdet mellem kvælstofmeroptagelsen (i forhold til ugødet) og kvælstoftilførselen et udtryk for optagelseskoefficienten, der ganske vist kun er baseret på en enkelt bestemmelse. Denne fremgår af tabel 1, sidste kolonne, og er i tabel 5 anført efter stigende optagelseskoefficienter for alle forsøgsled, hvor sammenhængen mellem optagelseskoefficient og C:N, respektive pct. N, kan beregnes.

I sammenstillingerne i tabellerne 4 og 5 udgår forsøgsleddene med halm, hvor optagelseskoefficienten er negativ, og ved beregningen af sammenhængen mellem kvælstoffets optagelseskoefficient og pct. N i gødningstørstof ligeledes forsøgsleddene med urin, hvor pct. N i tørstof ikke foreligger.

For de i tabel 5 anførte forsøgsled kommer sammenhængen mellem optagelseskoefficienterne og kulstof-kvæstofforholdet til udtryk i den retlinede regressionsligning:

$$r = 0.482 \div 0.222 x$$

hvor  $x$  er lig med C:N, og med pct. N i gødningstørstof i hyperbellingningen:

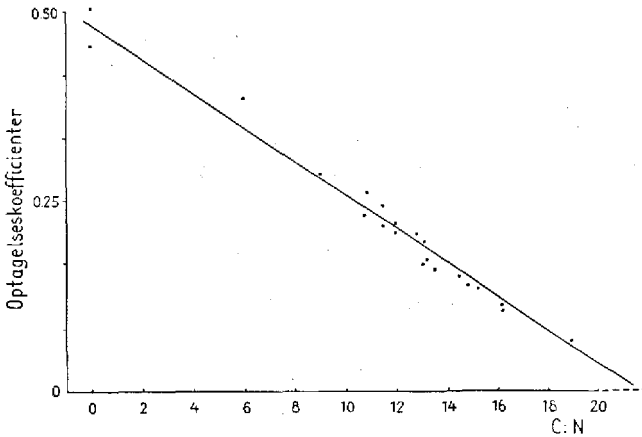
$$y = \frac{0.52 (x \div 1.80)}{1.82 + (x \div 1.80)}$$

hvor  $x$  er lig med pct. N.

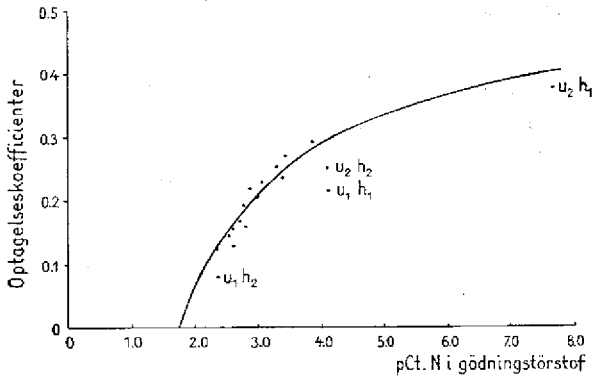
I figurerne 2 og 3 er disse forhold fremstillet grafisk.

Tabel 5. C:N, pct. N i gødningstørstof og optagelseskoefficienter.

Led	C:N	pct. N	Optagelseskoefficienter		
			fundet	beregnet efter	
				C:N	pct. N
$u_1h_2$	21.1	2.249	0.060	(0.014)	(0.103)
$k_1h_2$	18.9	2.050	0.068	0.062	0.063
$k_2h_2$	16.2	2.301	0.110	0.122	0.112
$k_1h_1$	16.2	2.301	0.114	0.127	0.112
$k_1u_1h_2$	15.2	2.533	0.136	0.145	0.150
$k_2h_1$	14.8	2.457	0.140	0.153	0.138
$k_2u_1h_2$	14.5	2.581	0.153	0.160	0.156
$k_1$	13.5	2.640	0.161	0.182	0.164
$k_2$	13.5	2.640	0.161	0.182	0.164
$k_1u_1h_1$	13.1	2.862	0.169	0.191	0.191
$k_2u_1h_1$	13.2	2.760	0.175	0.189	0.180
$k_2u_2h_2$	13.1	2.862	0.195	0.191	0.191
$k_1u_2h_2$	12.8	3.026	0.206	0.198	0.209
$k_2u_1$	12.0	1.970	0.210	0.216	0.203
$u_1h_1$	11.5	4.123	0.218	0.227	(0.292)
$k_2u_2h_1$	11.9	3.063	0.219	0.218	0.213
$k_1u_1$	10.8	3.300	0.230	0.242	0.235
$k_2u_2$	10.8	3.300	0.243	0.242	0.235
$u_2h_2$	11.5	4.123	0.244	0.227	(0.292)
$k_1u_2h_1$	10.9	3.423	0.261	0.240	0.245
$k_1u_2$	9.0	3.060	0.285	0.282	0.252
$u_2h_1$	6.0	7.871	0.387	0.349	(0.460)
$u_1$	0	—	0.456	0.482	—
$u_2$	0	—	0.504	0.482	—



Figur 2. Optagelseskoefficienter og gødningernes C:N.



Figur 3. Optagelseskoefficienter og pct. N i gødningstørstof.

Ved beregningen af hyperbelligningens konstanter, der ikke afviger meget fra den først omtalte, på andet grundlag beregnede hyperbelligning, er forsøgsleddene med urin,  $u_1h_2$ ,  $u_1h_1$ ,  $u_2h_2$  og  $u_2h_1$  ikke medtagne. De fundne optagelseskoefficienter for disse forsøgsled afviger noget fra rækkefølgen, hvad også giver sig udslag i indbyrdes uoverensstemmelse mellem optagelseskoefficienterne, beregnet på de to forskellige måder. Afvigelserne skyldes for en væsentlig del vekselvirkningen mellem urin- og halmkvælstof. Som omtalt side 567, giver stigende urinmængder til en grundgødning med halm forholdsvis lave optagelseskoefficienter for den først tilsatte urinmængde.

Som det i øvrigt fremgår af figurerne 2 og 3, er der et udpræget afhængighedsforhold mellem kvælstoffets optagelseskoefficient og C:N, respektive pct. N i gødningstørstof. Forsøgenes resultater viser, hvad der som omtalt i indledningen er fundet fra anden side, at man ud fra det ene eller det andet kriterium kan få værdifulde oplysninger om en foreliggende staldgødningens kvælstofvirkning i 1. vækstår. Jo lavere C:N, henholdsvis højere procentisk indhold af kvælstof i gødningstørstof, desto bedre virkning.

Som omtalt i indledningen, er det af betydning for udbyttets størrelse, at en udbragt staldgødning har kvælstofvirkning straks fra vækstens begyndelse. De foretagne beregninger af sammenhængen mellem optagelseskoefficienterne og C:N, henholdsvis pct. N, giver ikke holdepunkter for, om dette har været tilfældet, fordi

kriterierne er bestemt før væksttiden, medens optagelseskoefficienterne er bestemt efter væksttiden. Hvor hurtigt en gødning, f. eks. med C:N på 24, omsættes i jorden og når det stadium i omsætningsprocessen, hvor en negativ eller ingen kvælstofvirkning afløses af en positiv kvælstofvirkning, vil være afhængig af, hvor gunstigt alle faktorer, temperatur, fugtighed (i karforsøg, hvor karrene ikke er beskyttet mod regn, kan jorden blive for fugtig) m. m. indvirker på omsætningsprocesserne det pågældende vækstår. Med andre ord, det kan for gødning af samme beskaffenhed i et år forekomme ret tidligt i vækstperioden, i et andet år ret sent, ligesom det kan tænkes, at gødningen ikke opnår kvælstofvirkning i 1. vækstår.

Den værdi for C:N og pct. N i gødningstørstof man får frem ved at lade den rette linie i figur 2 og den krumme linie i figur 3 skære abscisseeaksen, har i henhold til foranstående mindre praktisk betydning, da den tilmed ikke kan gives som en forhåndsoplysning.

#### Værdiforholdet mellem gødningerne.

Værdiforholdet mellem to gødninger må baseres på udbytte-tallene, men kan naturligvis også i forsøg som dette, hvor stofproduktionen er eentydig bestemt ved den optagne kvælstofmængde, udtrykkes ved forholdet mellem kvælstoffets optagelseskoefficienter.

Der er ved beregningen af udbytte-tallene valgt en hyperbellingning som udbytteligning, og urin er valgt som standardgødning med værdien 1.00. De øvrige gødningers værdital skal altså angives i forhold hertil.

Udbytte-tallene for de med urin gødede afgrøder viser nu, at udbyttekurven krummer »forkert«. Dette forhold er dog ganske normalt ved karforsøg med små gødningsmængder, idet den virkelige udbyttekurve har et S-formet forløb og ved små næringsstofmængder har tiltagende udbytte-tilvækster. Der er derfor beregnet en tilsvarende hyperbellingning:

$$y = \frac{476.21 \cdot t}{5.974 + t}$$

og ved hjælp af denne ligning er værditallet for de andre gødninger beregnet på sædvanlig måde.



Ved beregningen af værditalene på grundlag af optagelses-koefficienterne er der benyttet følgende muligheder:

1) Man kan beregne forholdet mellem de i tabel 1 i sidste rubrik anførte optagelseskoefficienter, idet optagelseskoefficienten for urinens kvælstof sættes til den gennemsnitlige værdi 0.481.

2) Man kan beregne forholdet på de tilsvarende, efter kulstof-kvælstofforholdet udjævnede tal, hvorved optagelseskoefficienten for urinens kvælstof sættes til 0.482.

3) Man kan beregne forholdet mellem optagelseskoefficienterne, udjævnede efter pct. N i gødningstørstof, idet optagelseskoefficienten for kvælstof i rent ammoniumkarbonat sættes til 0.488 (pct. N i ammoniumkarbonat 29.161, som indsat i den side 569 anførte hyperbellingning giver optagelseskoefficienten 0.488).

Tabel 6. Værdital.

Forsøg		Værdital					
Nr.	gødning	efter 1	efter 2	efter 3	efter udbytte	efter udbytte udjævnet efter:	
						C:N	pct. N
1	1	—	—	—	—	—	—
2	h <sub>1</sub>	—	—	—	—	—	—
3	h <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—
4	u <sub>1</sub>	0.95	1.00	—	1.00	1.00	—
5	u <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	0.45	0.47	0.60	0.46	0.43	0.55
6	u <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	0.12	0.03	0.21	0.13	÷ (÷)	0.18
7	u <sub>2</sub>	1.05	1.00	—	1.00	1.00	—
8	u <sub>2</sub> h <sup>1</sup>	0.80	0.72	0.82	0.78	0.70	0.80
9	u <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	0.51	0.47	0.60	0.54	0.43	0.55
10	k <sub>1</sub>	0.33	0.38	0.34	0.30	0.33	0.29
11	k <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	0.24	0.25	0.23	0.19	0.19	0.19
12	k <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	0.14	0.13	0.13	0.09	0.06	0.11
13	u <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	0.48	0.50	0.43	0.42	0.46	0.43
14	u <sub>1</sub> k <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	0.35	0.40	0.39	0.32	0.35	0.34
15	u <sub>1</sub> k <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	0.28	0.30	0.31	0.23	0.24	0.26
16	u <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	0.59	0.59	0.58	0.51	0.55	0.53
17	u <sub>2</sub> k <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	0.54	0.50	0.50	0.44	0.46	0.45
18	u <sub>2</sub> k <sub>1</sub> h <sub>2</sub>	0.43	0.41	0.43	0.37	0.36	0.38
19	k <sub>2</sub>	0.33	0.38	0.34	0.29	0.33	0.29
20	k <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	0.29	0.32	0.28	0.24	0.26	0.24
21	k <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	0.23	0.25	0.23	0.16	0.19	0.19
22	u <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	0.44	0.45	0.42	0.35	0.40	0.37
23	u <sub>1</sub> k <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	0.36	0.39	0.37	0.30	0.34	0.34
24	u <sub>1</sub> k <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	0.32	0.33	0.32	0.25	0.28	0.27
25	u <sub>2</sub> k <sub>2</sub>	0.51	0.50	0.48	0.39	0.46	0.43
26	u <sub>2</sub> k <sub>2</sub> h <sub>1</sub>	0.46	0.45	0.44	0.36	0.41	0.38
27	u <sub>2</sub> k <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	0.41	0.40	0.39	0.33	0.35	0.34

I tabel 6 er anført værditallene for de enkelte gødninger, dels beregnet på grundlag af merudbyttetallene og dels beregnet efter det foran under 1—3 anførte.

En beregning af sammenhængen mellem værditallene efter udbytte og C:N fører til ligningen:

$$v = 1,00 \div 0,05 x$$

og for samme værditals afhængighed af kvælstof i gødningstørstof til:

$$v = \frac{1,11 (z \div 1,80)}{2,38 + (z \div 1,80)}$$

De efter disse ligninger beregnede værdital er anført i næstsidste og sidste rubrik i tabellen.

Det fremgår umiddelbart af tabel 6, hvorledes den til urin og ekskrementer tilsatte halm har formindsket virkningen af disse gødningsstoffer.

Det ses også, at gødningernes indbyrdes værdiforhold har kunnet beregnes foruden af udbyttet også ud fra forholdet mellem optagelseskoefficienterne for kvælstof, og at der mellem de således beregnede værdital og gødningernes C:N, henholdsvis pct. N i gødningstørstof, er et stærkt udtalt afhængighedsforhold.

## II. Karforsøg med staldgødning, gæret i forskellig tid.

Formålet med disse forsøg var at undersøge, hvorledes staldgødning gæret i forskellig tid og derved med forskelligt C:N, henholdsvis pct. N i gødningstørstof, virkede. For at kunne variere den ene faktor, gæringstiden, gik man frem på den måde, at een og samme portion oprindelig gødning deltes i forskellige portioner. Efter udløbet af den ønskede gæringstid blev den pågældende portion hensat i kølerum, hvorved gæringen standsedes. Man blev derved i stand til samtidig at starte forsøg med samme gødning, men af forskellig omsætningsgrad.

Denne fremgangsmåde blev mulig ved, at Carlsberglaboratoriet velvilligst stillede et fryserum til rådighed.

Fremstillingen af de i forsøgene anvendte gødninger skete således: Den 22. og 23. januar 1939 opsamledes på Virumgaard ekskrementer og urin direkte fra kørerne. Ekskrementerne blandedes med rughalm, skåret i hakkelse, i forholdet 100:6.

Af denne blanding udtoges en portion, som blandedes med urin, således at der med urinen tilførtes 25 pct. af den i ekskrementerne værende kvælstofmængde.

De to slags gødning, med og uden urin, som på denne måde var fremstillet, fordeltes derpå i 25 liters mælkejunger. Nogle anbragtes straks i fryserummet for ved forsøgets anlæg at repræsentere frisk, ugæret gødning. De øvrige henstilledes ved stuetemperatur, og efter henholdsvis 3 og 6 ugers forløb anbragtes atter nogle junger i fryserummet. De sidste hensattes yderligere 3 uger i et termostatrum for at befordre gæringen og havde således en samlet gæringstid på 9 uger.

Ved forsøgenes anlæg fremstilledes yderligere to slags gødninger, idet der til en del af den »friske«, ugærede gødning tilsattes en opløsning af svovlsur ammoniak, i een portion således, at forholdet kulstof:totalkvælstof, blev som ved den i 6 og 9 uger gærede, urinfri gødning, i en anden portion således, at forholdet, kulstof:ammoniakkvælstof, blev som i 6 og 9 ugers gødningen. Formålet hermed var at undersøge, om det for gødningernes virkning var ligegyldigt, hvorvidt en formindskelse af C:N skete ved gæring, altså ved bortgang af kulstof, eller ved tilsætning af kvælstof. Man rådede således over 12 »forskellige« gødninger ved forsøgenes anlægelse. Gødningernes forhold vil fremgå af tabel 7.

Tabel 7. De ved forsøgene anvendte gødninger.

Betegnelse	Art	Gæret i uger	Reaktionstal	Tørstof pct.	N pct.	NH <sub>3</sub> -N pct.	C pct.	C:N	C
									NH <sub>3</sub> -N
0 a	Ekskrementer + halm	0	6.5	18.9	0.341	0.031	8.36	24.5	270
3 a	do.	3	6.0	19.7	0.350	0.060	8.78	25.1	146
6 a	do.	6	7.0	19.2	0.353	0.074	8.23	23.3	111
9 a	do.	9	8.5	18.2	0.353	0.092	7.86	22.2	85
0 b	do. + urin	0	7.7	17.8	0.376	0.077	7.78	20.7	101
3 b	do.	3	6.9	17.9	0.383	0.124	7.97	20.8	64
6 b	do.	6	7.2	17.3	0.385	0.129	7.46	19.4	58
9 b	do.	9	8.6	16.4	0.384	0.143	7.08	18.4	50
6 an	Ekskrementer + halm + sv. ammoniak	0	—	—	0.359	0.049	—	23.3	171
9 an	do.	0	—	—	0.375	0.065	—	22.3	129
6 aa	do.	0	—	—	0.385	0.075	—	21.7	111
9 aa	do.	0	—	—	0.408	0.098	—	20.5	85

Jorden til karrene bestod ligesom ved forsøgene i 1938 af sand + 10 pct. jord fra Landbohøjskolens undervisningsmark.

Reaktionstallet for blandingen var 6.1. Der blev grundgødet med kalium og fosfor i form af primært og sekundært kaliumfosfat.

Gødningerne tilførtes i forskellige mængder svarende fra 0,5 til 2,0 g N/kar.

Forsøgene anlagdes den 4. og 5. april 1939. Forsøgsafgrøden var ørnhave ligesom året før. Der anvendtes 5 fælleskar. Havren var sygdomsfri gennem hele vækstperioden, men lys, formentlig som følge af de relativt små kvælstofmængder, der var anvendt. Skridningen foregik sidst i juni. Høsten sidst i juli.

Tabel 8. Karforsøg 1939. Tilført gødning og høstet afgrøde.  
Gram pr. kar.

Beteg- nelse	Gæret i uger	Tilf. N g	Afgøde, g tørstof			N, pct. i tørstof		Optaget N, g		Optaget N: tilført N
			kærne	halm	alt	kærne	halm	fundet	beregnet	
1	—	0	2.8	4.9	7.7	1.349	0.316	0.053	0.051	—
0 a <sub>1</sub>	0	1.0	3.9	5.9	9.8	1.854	0.477	0.100	0.101	0.047
3 a <sub>1</sub>	3	»	4.6	7.2	11.7	1.621	0.417	0.103	0.098	0.050
6 a <sub>1</sub>	6	»	4.1	6.2	10.3	1.673	0.419	0.095	0.096	0.042
9 a <sub>1</sub>	9	»	4.8	8.1	12.9	1.520	0.356	0.102	0.102	0.049
0 a <sub>2</sub>	0	2.0	4.7	6.3	11.6	2.160	0.713	0.151	0.150	0.049
3 a <sub>2</sub>	3	»	5.6	8.4	14.0	1.842	0.426	0.139	0.141	0.043
6 a <sub>2</sub>	6	»	5.4	8.0	13.4	1.845	0.497	0.140	0.140	0.044
9 a <sub>2</sub>	9	»	7.3	10.6	17.9	1.625	0.395	0.153	0.153	0.050
9 a <sup>1/2</sup>	9	0.5	3.6	6.0	9.6	1.463	0.318	0.072	0.077	0.038
9 a <sup>1/2</sup>	9	1.5	6.2	9.7	15.9	1.539	0.352	0.129	0.128	0.051
0 b <sub>1</sub>	0	1.0	8.3	12.7	21.5	1.420	0.312	0.165	0.169	0.112
3 b <sub>1</sub>	3	»	8.9	13.6	22.5	1.308	0.294	0.156	0.162	0.103
6 b <sub>1</sub>	6	»	9.7	14.9	24.6	1.272	0.269	0.163	0.173	0.110
9 b <sub>1</sub>	9	»	11.5	17.1	28.6	1.241	0.270	0.189	0.187	0.136
0 b <sub>2</sub>	0	2.0	16.7	21.7	38.4	1.340	0.284	0.286	0.288	0.117
3 b <sub>2</sub>	3	»	17.4	23.7	41.1	1.247	0.247	0.276	0.274	0.112
6 b <sub>2</sub>	6	»	18.3	25.3	43.6	1.268	0.270	0.300	0.297	0.124
9 b <sub>2</sub>	9	»	21.6	29.1	50.7	1.212	0.253	0.336	0.330	0.142
9 b <sup>1/2</sup>	9	0.5	6.0	9.6	15.6	1.289	0.281	0.104	0.116	0.107
9 b <sup>1/2</sup>	9	1.5	15.8	22.8	38.6	1.211	0.267	0.252	0.259	0.133
6 an <sub>1</sub>	(6)	1.0	4.6	6.9	11.5	1.749	0.431	0.110	0.113	0.057
6 an <sub>2</sub>	»	2.0	7.2	9.8	17.0	1.946	0.405	0.189	0.186	0.068
9 an <sub>1</sub>	(9)	1.0	5.9	9.1	15.0	1.586	0.376	0.128	0.128	0.075
9 an <sub>2</sub>	»	2.0	9.6	13.2	22.9	1.598	0.376	0.203	0.203	0.075
6aa <sub>1</sub>	(6)	1.0	6.7	10.0	16.7	1.534	0.365	0.140	0.138	0.087
6aa <sub>2</sub>	»	2.0	10.9	14.9	25.8	1.570	0.313	0.218	0.221	0.083
9aa <sub>1</sub>	(9)	1.0	8.6	12.8	21.6	1.400	0.303	0.162	0.159	0.109
9aa <sub>2</sub>	»	2.0	13.8	19.1	32.9	1.473	0.314	0.263	0.264	0.105

Udbyttetallene og resultatet af de kemiske undersøgelser af afgrøden er anført i tabel 8.

Som det fremgår af tabel 8, er der gennemgående en ret betydelig stigning i udbyttet, som resultat af den forlængede gærings-tid, der jo også, som det ses af tabel 7, har medført en fortsat stigning i gødningernes ammoniakindhold.

Det ses endvidere, at en tilsætning af svovlsur ammoniak til frisk gødning, som anvendt i leddene 6 an og 9 an, således at C:N blev det samme, som opnået ved gæring af samme slags gødning i henholdsvis 6 og 9 uger, har givet en lidt bedre virkning end virkningen af de gærede gødninger.

Frisk gødning får ud fra disse resultater således fuldt ud samme virkning som gæret gødning af samme oprindelse, når man ved tilskud af mineralkvælstof til den friske gødning indstiller dennes kulstof-kvæstofforhold på samme niveau, som opnået ved gæring.

Eksempelvis skal anføres, hvor meget mineralkvælstof, der må sættes til den i tabel 7 under o a anførte friske gødning for at få C:N ændret fra 24.5 til 20.0.

Kulstofprocenten udgør 8.36 og totalkvælstofindholdet 0.341 pct., altså  $\frac{8.36}{x} = 20.0$ ;  $x = 0.418$ . Gødningen skal da indeholde

0.418 pct. N, men da den indeholder 0.341 pct., må der pr. 100 kg gødning tilsættes  $0.418 \div 0.341 = 0.077$  kg N, hvad der pr. t. svarer til 0.77 kg N, som vil kunne tilsættes i form af ca. 4.8 kg natronsalpeter.

Vil man dernæst tilføre samme kvælstofmængde pr. ha, f. eks. 100 kg N, med de to slags gødninger, skal der tilføres henholdsvis 29.33 t og 23.92 t gødning.

De beregnede optagne kvælstofmængder i tabel 8 er udregnet efter følgende ligninger:

Gødning	Ligning
0 a ekskrementer + halm	$\sigma = 0.052 + 0.049 t$
3 a do.	$\sigma = 0.055 + 0.043 t$
6 a do.	$\sigma = 0.052 + 0.044 t$
9 a do.	$\sigma = 0.051 + 0.051 t$
0 b do. + urin	$\sigma = 0.052 + 0.117 t$
3 b do.	$\sigma = 0.050 + 0.112 t$
6 b do.	$\sigma = 0.049 + 0.124 t$
9 b do.	$\sigma = 0.044 + 0.143 t$
6 an ekskrementer + halm + sv. ammoniak	$\sigma = 0.050 + 0.068 t$
9 an do.	$\sigma = 0.053 + 0.076 t$
6 an do.	$\sigma = 0.053 + 0.083 t$
9 aa do.	$\sigma = 0.054 + 0.106 t$

Optagelseskoefficienten for kvælstof i foranstående ligninger er udtrykt ved koefficienten til  $t$  (se side 565). Det er iøjnefaldende, at optagelseskoefficienterne, taget som en helhed, er betydelig mindre end ved det foregående års forsøg, hvad der hænger sammen med gennemgående større kulstof- kvælstofforhold og mindre indhold af kvælstof i gødningstørstof i de i nærværende forsøgsrække anvendte gødninger.

Der er i dette forsøg, modsat hvad der var tilfældet ved forsøget året før, en betydelig variation — fraregnet afgrøderne, tilført b-gødningerne — i afgrødernes procentiske indhold af kvælstof. I 1938 varierede C:N i de anvendte gødninger fra ca. 20 og nedefter. Det samme er tilfældet med de i dette forsøg anvendte b-gødninger, idet dog den nedre grænse for C:N ikke er under 18.4. Det er da ganske interessant, at den omtalte variation ikke gør sig synderlig gældende for denne series afgrøder, og at det relative kvælstofindhold er af omtrent samme størrelsesorden som for afgrøderne i 1938.

I de øvrige serier, tilført a-gødningerne, hvis C:N ligger over 20 (se tabel 7), er afgrødernes relative kvælstofindhold afvigende fra b-seriens, dels ved en betydelig variation, og dels ved et gennemgående betydeligt højere indhold.

Det kan da straks siges, at stofproduktionen ved dette forsøg som helhed ikke er eentydig bestemt af den optagne kvælstofmængde, som det var tilfældet ved forsøget i 1938. Om dette skyldes beskaffenheden af de anvendte gødninger, som den her er udtrykt ved C:N og pct. N i gødningstørstof, eller for året 1939 særlige vækstkår, vil blive nærmere undersøgt i de følgende års forsøg og omtalt i forbindelse hermed.

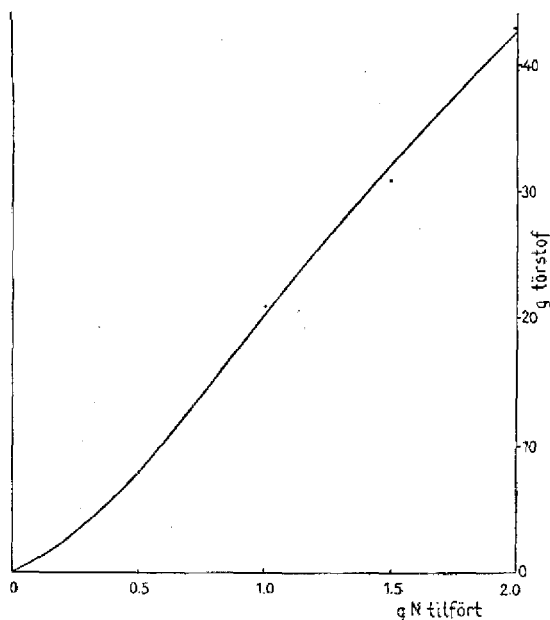
Konstateringen af, at udbytte og kvælstofoptagelse i dette forsøg ikke kan være lige gode udtryk for gødningernes værdi, idet de dårligt virkende gødninger har givet en i forhold til den optagne kvælstofmængde ringe stofproduktion, må naturligvis medføre, at en beregning af værdiforholdet ud fra forholdet mellem kvælstoffets optagelseskoefficienter vil favorisere de dårligt virkende gødninger og derved give et misvisende billede af det indbyrdes værdiforhold mellem gødningerne.

Gødningernes indbyrdes værdiforhold er derfor alene beregnet på grundlag af udbyttetallene, men dernæst er det, som var for-

søgets hovedformål — at undersøge om C:N og (eller) pct. N i gødningstørstof afgav et kriterium for gødningernes værdi i første vækstår — søgt belyst ved en beregning af sammenhængen mellem værditalene, beregnet af udbyttet, og C:N, henholdsvis pct. N i tørstof.

#### Værdiforholdet mellem gødningerne.

Ved beregningen af gødningernes indbyrdes værdiforhold er gødningen 9 b, den i 9 uger gærede, urinholdige gødning, valgt som standardgødning. Gødningen er i forsøget anvendt i 4 forskellige mængder, svarende til  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$  og 2 g N pr. kar. Merudbyttekurven for denne gødning er tegnet, som det vil fremgå af figur 4, og herudfra er de andre gødningers værdiforhold aflæst.



Figur 4. Merudbyttekurve.

De fundne værdital er anført i tabel 9.

I figurerne 5 og 6 ses værditalene i relation til de to kriterier illustreret.

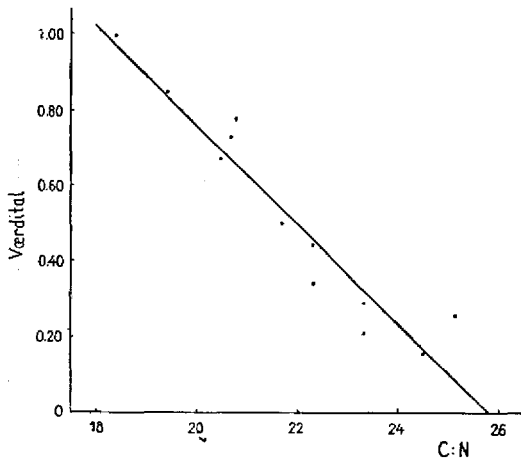
Det vil ses, at sammenhængen mellem værdital og C:N, respektive pct. N i tørstof, kan gengives ved rette linier svarende til ligningerne:

$$\text{Værdital} = 3.413 \div 0.1324 \cdot (\text{C:N})$$

$$\text{Værdital} = 1.5228 \cdot (\text{pct. N i tørstof}) \div 2.5591$$

Tabel 9. Værdiforhold for de forskellige gødninger.

Gødning	Værdiforhold efter udbytte	Værdiforhold, udjævnet efter:	
		C:N	pct. N i tørstof
0 a	0.16	0.17	0.19
3 a	0.36	0.09	0.14
6 a	0.21	0.33	0.24
9 a	0.34	0.46	0.39
0 b	0.73	0.67	0.66
3 b	0.78	0.66	0.70
6 b	0.85	0.64	0.83
9 b	1.00	0.98	1.01
6 an	0.29	0.33	0.33
9 an	0.44	0.46	0.46
6 aa	0.50	0.54	0.54
9 aa	0.67	0.70	0.73

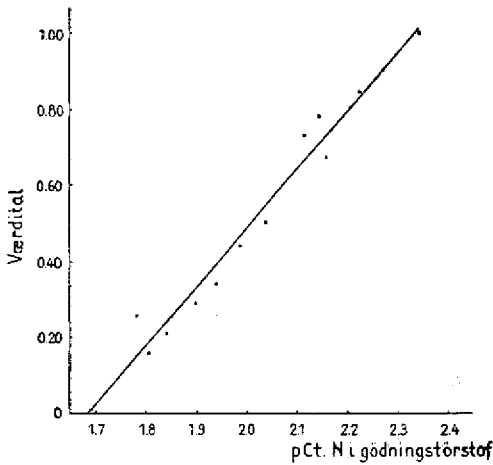


Figur 5. Værdiforhold efter udbytte og C:N.

Værditalene er øjensynligt stærkere korreleret med pct. N i gødningstørstof end med C:N.

De efter ligningerne udjævnede værdital, der ret tilfredsstillende korresponderer med værditalene, beregnet af udbyttet, er anført i de to sidste rubrikker af tabel 9.





Figur 6. Værdiforhold efter udbytte og pct. N i gødningstørstof.

Om de betragtninger, der kan gøres ved at se på de i figurerne 5 og 6 indtegnede liniers skæringspunkt med abscisseaksen, henvises til side 572.

#### Om betydningen af gødningens gæring.

Det var et af formålene med dette forsøg at undersøge betydningen af gødningens gæring. Som det fremgår af tabel 10, har

Tabel 10. Ammoniakindhold i gødningerne.

Gødning	Am. - N, pct.	$\frac{\text{Am. - N}}{\text{Total - N}}$
0 a	0.031	0.091
3 a	0.060	0.171
6 a	0.074	0.210
9 a	0.092	0.261
0 b	0.077	0.206
3 b	0.134	0.324
6 b	0.129	0.335
9 b	0.143	0.372
6 an	0.049	0.136
9 an	0.065	0.173
6 aa	0.075	0.195
9 aa	0.098	0.260

gæringens mest iøjnefaldende virkning været en stigning af ammoniakindholdet, både absolut og i forhold til det totale kvælstofindhold.

Der er fra forskellig side og vel navnlig af *Chr. Barthel* (6) fremsat den teori, at staldgødningens virkning det første år gik parallelt med dens ammoniakindhold, idet kun det som ammoniak tilstedeværende kvælstof kunne udnyttes af planterne.

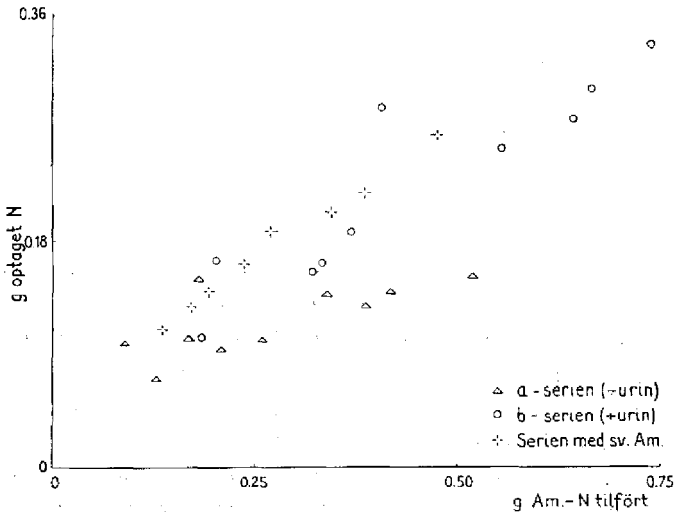
Undersøger man i nærværende forsøg forholdet mellem tilført ammoniakkvælstof og optaget kvælstof, finder man, at den optagne kvælstofmængde er endog væsentlig mindre, end det med gødningen tilførte ammoniakkvælstof. »Optagelseskoefficienten« for ammoniakkvælstof er anført i tabel 11.

Tabel 11. Optaget kvælstof i forhold til tilført ammoniakkvælstof.

Gødning	Optaget N tilført am.-N.
0 a <sub>1</sub>	0.518
0 a <sub>2</sub>	0.539
3 a <sub>1</sub>	0.292
3 a <sub>2</sub>	0.251
6 a <sub>1</sub>	0.200
6 a <sub>2</sub>	0.208
9 a <sup>1</sup> / <sub>3</sub>	0.146
9 a <sub>1</sub>	0.186
9 a <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.194
9 a <sub>2</sub>	0.192
0 b <sub>1</sub>	0.546
0 b <sub>2</sub>	0.569
3 b <sub>1</sub>	0.318
3 b <sub>2</sub>	0.344
6 b <sub>1</sub>	0.328
6 b <sub>2</sub>	0.369
9 b <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.274
9 b <sub>1</sub>	0.365
9 b <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.356
9 b <sub>2</sub>	0.380
6 an <sub>1</sub>	0.418
6 an <sub>2</sub>	0.498
9 an <sub>1</sub>	0.433
9 an <sub>2</sub>	0.433
6 aa <sub>1</sub>	0.450
6 aa <sub>2</sub>	0.424
9 aa <sub>1</sub>	0.464
9 aa <sub>2</sub>	0.447

Jo længere gæringstiden er, eller jo mere ammoniak gødningen indeholder, desto dårligere er gennemgående kvælstofoptagelsen i forhold til mængden af tilført ammoniakkvælstof, hvad der må forklares ved, at kvælstofoptagelsen, som det fremgår af sidste rubrik i tabel 8, gennemgående er steget langt mindre, end hvad der svarer til stigningen i gødningernes ammoniakindhold (se tabel 7).

Men i øvrigt ligger kvælstofoptagelsen i forhold til tilført ammoniakkvælstof ret uregelmæssigt, som det fremgår af figur 7.

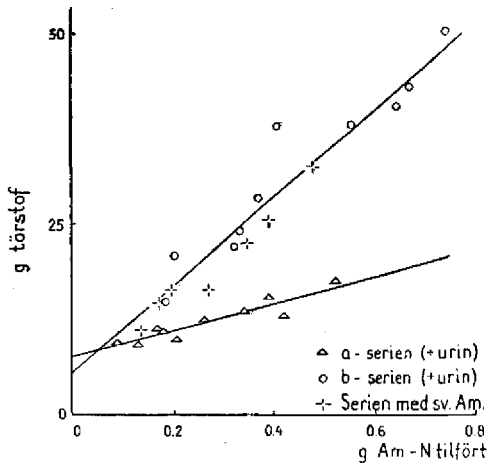


Figur 7. Forholdet mellem tilført am.-N og optaget N.

Det ses, at den optagne kvælstofmængde gennemgående er særlig lav for a-serien, ekskrementer + halm, højere for b-serien, ekskrementer + halm + urin, og gennemgående højest for serien med svovlsur ammoniak. Kvælstofoptagelsen synes stærkere påvirket af gødningens natur, end af de med gødningerne tilførte mængder af ammoniakkvælstof.

I figur 8 er forholdet mellem udbytte og tilført ammoniakkvælstof illustreret.

Det fremgår heraf, at udbyttet meget nær kan betragtes som en retliniet funktion af det tilførte ammoniakkvælstof, men at der må tillægges ammoniakkvælstoffet i den urinfri a-gødning en betydelig



Figur 8. Forholdet mellem udbytte og tilført am.-N.

lavere værdi end ammoniakkvælstoffet i den urinholdige b-gødning og i gødningen med svovlsur ammoniak.

Konkurrencen om ammoniakkvælstoffet mellem mikrober og afgrøden er naturligvis stærkere udtalt i gødningen med det høje C:N eller i gødningen, der er mindre omsat, end i den bedre omsatte gødning.

Ammoniakkvælstoffet i serien med svovlsur ammoniak har en forholdsvis god virkning, trods et C:N, der korresponderer med nogle af gødningerne i a-serien (tabel 7). Dette skyldes formentlig en positiv vekselvirkning mellem kvælstoffet i den svovlsure ammoniak og ekskrementkvælstoffet, således som det også er konstateret for urinkvælstof, tilsat ekskrementer (side 566).

Sammenhængen mellem udbytte og tilført ammoniakkvælstof kan gengives ved rette linier for a-serien, svarende til ligningen:

$$y = 18.01 x + 7.80$$

og for b-serien og serien med svovlsur ammoniak til ligningen:

$$y = 57.95 x + 5.72$$

hvor  $y$  er udbyttet og  $x$  tilført ammoniakkvælstof.

Det ses af ligningerne, at ammoniakkvælstoffets værdi for planteproduktionen i første vækstår har været ca. 3 gange større i b-gødningen og i gødningen med svovlsur ammoniak end i a-gødningen.

Som omtalt side 578, er stofproduktionen ved dette forsøg ikke eentydigt bestemt af den optagne kvælstofmængde, hvad der betyder, at samme mængde optaget kvælstof fra de forskellige gødninger er udnyttet i forskellig grad i stofproduktionen, et forhold, der vil blive nærmere omtalt i forbindelse med karforsøget i 1941.

Af det her udviklede om betydningen af gødningernes gæring, kan det siges, at gødningsværdien af det i en staldgødning forekommende ammoniakkvælstof, når der er tale om første vækstår, er betinget af beskaffenheden, der mere eksakt kan udtrykkes ved gødningens C:N, eller ved dens procentiske indhold af kvælstof i tørstof.

I en halmrig, uomsat staldgødning kan planterne ikke i samme grad, som ved den mere omsatte gødning, konkurrere med jordens mikroflora om det i gødningen forhåndenværende ammoniakkvælstof.

### III. Karforsøg med staldgødning, tilsat cellulose og (eller) mineralkvælstof.

Med disse forsøg, der er en fortsættelse af forsøgene i 1939 (afsnit II), tilstræbtes en yderligere udredning af sammenhængen mellem staldgødningens virkning og dens omsætningsgrad, denne målt gennem kulstof-kvælstofforholdet (C:N) og (eller) gennem pct. kvælstof (N) i gødningstørstof.

For at få en større forskel frem mellem de enkelte gødningsportioners omsætningsgrad end der var opnået i 1939, blev antallet af gæringsperioder sat ned fra 3 til 2, medens de enkelte gæringsperioder blev forlænget fra 3 til 7 uger og den samlede gæringstid fra 9 til 14 uger. En forskellig »omsætningsgrad« tilvejebragtes desuden ved at blande ugæret og gæret gødning, dels med ren cellulose eller halm, dels med uorganiske kvælstofforbindelser, hvorved C:N, henholdsvis pct. N i tørstof, blev enten større eller mindre.

På samme måde som i 1939 opsamledes den 16. december 1940 på Virumgaard faste ekskrementer direkte fra køerne. Ekskrementerne blandedes med rughalm, skåret i hakkelse, i forholdet 100:6. Blandingen deltes i 3 portioner, så man ved forsøgets begyndelse kunne råde over en 0 ugers — frisk gødning — en 7 ugers og en 14 ugers gæret gødning.

Gødningsportionerne fordeltes på mælkejunger. Den 1. portion blev straks henstillet i et fryserum, der velvilligst var stillet til rådighed af Tuborg Bryggeri.

Den 2. og 3. portion henstilledes i et termostatrum ved 25° C for at befordre gæringen. Efter udløbet af de nævnte gæringstider, henholdsvis 7 og 14 uger, blev gæringen afbrudt ved henstilling af portionerne i fryserummet.

Ved forsøgenes anlæg fremstilledes yderligere 9 slags gødning, nemlig 2 portioner af »frisk«, ugæret gødning, hvortil sattes henholdsvis cellulose og halm, så C:N blev lige så meget større end oprindeligt, som det var blevet mindre ved gæring af samme slags gødning i 14 uger. Til 3 andre portioner af den ugærede gødning blev tilsat opløsninger af henholdsvis svovlsur ammoniak, ammoniumbikarbonat og calciumnitrat således, at C:N blev som ved den i 14 uger gærede gødning. Til samme forhold blev en prøve af den i 7 uger gærede gødning indstillet med svovlsur ammoniak, medens der til en anden prøve af samme gødning blev tilsat cellulose, hvorved C:N førtes tilbage til det oprindelige i den ugærede gødning. På samme måde tilsattes cellulose til en prøve af den i 14 uger gærede gødning, og endelig blev en prøve af ugæret gødning tilsat svovlsur ammoniak, så C:N blev som i den 14 uger gærede gødning, og derpå ved tilsætning af cellulose atter ført tilbage til det oprindelige C:N i den ugærede gødning.

Man rådede således på det tidspunkt, da gødningerne skulle lægges i karrene, over 12 forskellige gødninger. Foruden serierne med staldgødning anvendtes en ugødet (grundgødet) serie og en serie med svovlsur ammoniak i mængder fra 0.5 til 2.0 g N pr. kar.

Gødningernes forhold fremgår af tabel 12, hvor »staldgødning« betyder ekskrementer + halm i forhold 100:6.

Jorden til karrene bestod af sand + 10 pct. jord fra Landbohøjskolens undervisningsmark. Reaktionstallet for blandingen var 7.3. Der blev grundgødet med kalium og fosfor i form af primært og sekundært kaliumfosfat.

Gødningen tilførtes i forskellige mængder svarende fra 0.5 til 2.0 g N pr. kar.

Forsøgene anlagdes 7., 8. og 9. april 1941. Den sidstnævnte dato blev alle karrene tilsået med ørnhavre. Fælleskarrenes antal

Tabel 12. De ved forsøgene anvendte gødninger.

Gødning	Gæret i uger	Tørstof, pct.	N, pct.	Am.-N (Nitrat-N) pct.	C, pct.	C:N	N igødnings- tørstof, pct.	Reaktionstal
Staldgødning	0	19.6	0.425	0.036	8.50	20.0	2.168	6.7
do.	7	17.8	0.448	0.118	7.69	17.2	2.517	7.1
do.	14	16.9	0.441	0.121	7.35	16.7	2.609	8.2
do. + cellulose	0	21.9	0.412	0.035	9.59	23.3	1.881	—
do. + halm	0	22.9	0.329	0.034	10.00	23.3	1.878	—
do. + sv. am.	0	19.4	0.509	0.120	8.50	16.7	2.597	—
do. + am.-bicarbonat	0	19.6	0.509	0.120	8.50	16.7	2.597	—
do. + kalciumnitrat	0	19.6	0.509	0.120	8.50	16.7	2.597	—
do. + cellulose	7	20.0	0.435	0.115	8.71	20.0	2.175	—
do. + sv. am.	7	17.8	0.460	0.130	7.69	16.7	2.584	—
do. + cellulose	14	19.4	0.427	0.117	8.53	20.0	2.201	—
do. + sv. am. + cellulose	0	22.3	0.490	0.116	9.81	20.0	2.198	—
Svovlsur ammoniak	—	—	—	—	—	—	—	—

blev varieret fra 6 til 10 med det største antal for ugødet og for de serier, hvor afgrøderne måtte forventes at blive små.

Skridningen foregik i dagene fra 26. juni til 1. juli, sidst hvor karrene var tilsat små uomsatte gødningsmængder, og hvor gødningerne var iblandet cellulose eller halm. Afgrøderne, der var tilsat disse gødninger, blev høstet senere, nemlig den 13. august mod 2. august for de øvrige afgrøder.

Udbyttetallene og resultaterne af de kemiske analyser er anført i tabel 13.

Ammoniakkvælstoffet i de gærede gødninger har været stigende med gæringstidens længde — tabel 12 —, og denne har ligeledes medført et aftagende C:N i gødningerne og et stigende indhold af kvælstof i gødningstørstof.

Der er da også, som det fremgår af tabel 13, en betydelig stigning i udbyttet, som resultat af den forlængede gæringstid, og man finder også her, ligesom ved forsøget i 1939, at den forøgede virkning, som frisk gødning opnår ved gæring, fuldt ud kan opnås ved til den friske gødning at sætte så meget mineralkvælstof, at C:N bringes på samme niveau, som det har antaget ved gæring.

Hvor meget svovlsur ammoniak, der i dette forsøg er medgået pr.t af den friske gødning for at ændre dens C:N fra 20.0 til 16.7, vil fremgå af følgende beregning:

Det ses af tabel 12, at kulstofprocenten i den i 0 uger gærede gødning udgør 8.50 og totalkvælstofindholdet 0.425 pct., altså  $\frac{8.50}{x} = 16.7$ ;  $x = 0.509$ . Gødningen skal da indeholde 0.509 pct. N, men da den indeholder 0.425 pct, må der pr. 100 kg gødning sættes  $0.509 \div 0.425 = 0.084$  kg N, hvad der pr. t svarer til 0.84 kg N, der indeholdes i 4.2 kg svovlsur ammoniak.

Tabel 13. Tilført gødning og høstet afgrøde. Gram pr. kar.

Betegnelse	Gæret i uger	Tilsat gødningen	C:N	Tilf. N g	Afgrøde, g tørstof			N, pct. i tørstof		Optaget N, g		Optaget N: Tilført N:	
					kærne	halm	ialt	kærne	halm	fundet	be-regnet		
1	—	—	—	0	2.8	3.9	6.7	1.583	0.349	0.058	0.058	—	
0 a <sub>1</sub>	0	—	20.0	1.0	6.9	8.0	14.9	1.611	0.338	0.138	0.147	0.089	
7 a <sub>1</sub>	7	—	17.2	»	8.0	9.9	17.9	1.517	0.286	0.150	0.137	0.092	
14 a <sub>1</sub>	14	—	16.7	»	12.5	16.1	28.6	1.253	0.240	0.195	0.215	0.137	
0 a <sub>2</sub>	0	—	20.0	2.0	10.8	11.6	22.4	1.672	0.336	0.220	0.229	0.081	
7 a <sub>2</sub>	7	—	17.2	»	12.6	14.6	27.2	1.525	0.267	0.221	0.205	0.087	
14 a <sub>2</sub>	14	—	16.7	»	22.6	26.2	48.8	1.205	0.236	0.334	0.362	0.138	
14 a <sup>1/2</sup>	14	—	16.7	0.5	8.3	11.3	19.6	1.319	0.250	0.138	0.150	0.160	
14 a 1 <sup>1/2</sup>	14	—	16.7	1.5	17.3	21.0	38.3	1.223	0.250	0.266	0.287	0.139	
0 a <sub>1</sub>	0	cellul.	23.3	1.0	4.0	5.2	9.2	2.141	0.904	0.133	0.114	0.075	
0 a <sub>2</sub>	0	do.	23.3	2.0	6.5	7.1	13.6	2.145	1.017	0.212	0.207	0.077	
0 a <sub>1</sub>	0	halm.	23.3	1.0	4.1	5.5	9.6	1.911	0.824	0.124	0.122	0.066	
0 a <sub>2</sub>	0	do.	23.3	2.0	6.1	7.1	13.2	2.070	0.873	0.188	0.198	0.065	
0 a <sup>1/2</sup>	0	sv. am.	16.7	0.5	7.2	9.1	16.3	1.468	0.285	0.132	0.128	0.148	
0 a <sub>1</sub>	0	do.	16.7	1.0	12.7	14.5	27.2	1.311	0.268	0.205	0.205	0.147	
0 a <sup>1/2</sup>	0	do.	16.7	1.5	18.2	20.5	38.7	1.275	0.274	0.268	0.289	0.153	
0 a <sub>2</sub>	0	do.	16.7	2.0	22.3	24.4	46.7	1.307	0.252	0.332	0.347	0.147	
0 a <sub>1</sub>	0	am. bk.	16.7	1.0	13.7	16.2	29.9	1.299	0.266	0.221	0.225	0.163	
0 a <sub>2</sub>	0	do.	16.7	2.0	24.1	26.5	50.6	1.335	0.268	0.393	0.365	0.168	
0 a <sub>1</sub>	0	kalcium-nitrat	16.7	1.0	12.5	14.8	27.1	1.361	0.268	0.209	0.204	0.151	
0 a <sub>2</sub>	0	do.	16.7	2.0	20.3	22.0	42.3	1.337	0.251	0.325	0.314	0.134	
7 a <sub>1</sub>	7	cellul.	20.0	1.0	4.7	6.0	10.7	1.891	0.725	0.133	0.146	0.075	
7 a <sub>2</sub>	7	do.	20.0	2.0	6.1	7.3	13.9	2.186	1.029	0.213	0.214	0.078	
7 a <sub>1</sub>	7	sv. am.	16.7	1.0	8.5	10.5	19.0	1.423	0.289	0.151	0.145	0.093	
7 a <sub>2</sub>	7	do.	16.7	2.0	15.4	17.7	33.1	1.312	0.268	0.249	0.248	0.096	
14 a <sub>1</sub>	14	cellul.	20.0	1.0	6.5	8.0	14.5	1.687	0.442	0.145	0.143	0.087	
14 a <sub>2</sub>	14	do.	20.0	2.0	9.4	10.5	19.9	1.706	0.454	0.208	0.202	0.075	
0 a <sub>1</sub>	0	sv. am.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0 a <sub>2</sub>	0	cellul.	20.0	1.0	7.2	8.4	15.6	1.701	0.519	0.166	0.155	0.108	
0 a <sub>2</sub>	0	do.	20.0	2.0	11.5	12.0	23.5	1.641	0.448	0.242	0.241	0.092	
sv. am. 1/2	—	—	—	—	0.5	24.0	29.2	53.2	1.149	0.261	0.352	0.372	0.588
do. 1	—	—	—	—	1.0	40.8	47.8	88.6	1.342	0.281	0.682	0.714	0.824
do. 1 1/2	—	—	—	—	1.5	49.9	58.7	108.6	1.737	0.351	1.073	1.056	0.877
do. 2	—	—	—	—	2.0	53.7	62.8	116.5	2.093	0.449	1.407	1.398	0.875



Vil man dernæst tilføre 100 kg N pr. ha med de to slags gødninger, skal der tilføres henholdsvis 23.5 t og 19.6 t gødning.

Af de tre benyttede mineralkvælstofgødninger har ammoniumbikarbonat, som jo også dannes i gødningerne ved gæring, haft en lidt bedre virkning end svovlsur ammoniak og noget bedre virkning end kalksalpeter.

Det vil i øvrigt fremgå af tabel 13, at uanset på hvilken måde C:N er ændret i gødningerne, ved gæring, ved tilsætning af mineralkvælstof eller kulstof i form af cellulose eller halm, er der et stærkt udtalt afhængighedsforhold mellem gødningernes C:N, henholdsvis pct. N i tørstof, og de opnåede afgrødeudbytter.

Som det var tilfældet ved forsøget i 1939, finder man også i dette forsøg en betydelig variation i afgrødernes procentiske indhold af kvælstof, og den synes også her at være forbundet med beskaffenheden af de anvendte gødninger. Afgrøder, tilført gødningen med C:N 20, har et forholdsvis højt procentisk indhold af kvælstof, og dette er stærkt stigende i afgrøder, tilført gødninger med højere C:N end 20.

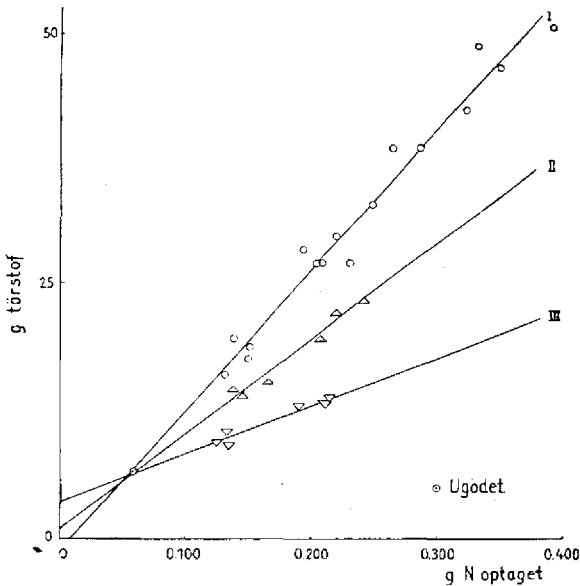
Man vil da ved at se på tabel 13 finde to væsentlige årsager til stigende procentisk indhold af kvælstof i afgrøderne, nemlig for det første, en tilførsel af staldgødning, hvis kvælstofforbindelser er vanskeligere og vanskeligere optagelige, og stigende tilskud af en let optagelig kvælstofgødning, som den her er anvendt i svovlsur ammoniak.

Disse forhold vedrørende afgrødernes procentiske indhold af kvælstof svarer ganske til det, som også *Bondorff* (5) og *Steenbjerg* (7) gør opmærksom på, at en afgrødes relative indhold af et plantenæringsstof først vil falde efter tilførsel af de første små mængder af dette næringsstof til jorden, for dernæst efter en yderligere tilførsel at passere et minimum og igen stige. En sådan faldende og stigende kurve for plantens procentiske indhold af et næringsstof vil man dog næppe kunne iagttage i praksis, med mindre prøver af afgrøden kan udtages på et areal, hvor man med hensyn til det pågældende næringsstof kan bevæge sig fra meget næringsstoffattig over svagt næringsstoffattig til næringsstoffrig jord.

Det er almindeligvis antaget, at udbyttet er afhængig af den optagne næringsstofmængde og ikke tillige af gødningsmidlets art, en antagelse, der dog, så vidt vides, ikke er baseret på forsøg, hvor

der som her er anvendt staldgødning af meget forskellig beskaffenhed, eller med et stærkt varierende C:N.

I figur 9 er forholdet mellem udbytte og optaget kvælstof illustreret af de afgrøder i tabel 13, som har fået tilført forskellig slags staldgødning.



Figur 9. Forholdet mellem udbytte og optaget kvælstof.

Det ses, at udbyttet, frembragt af det optagne kvælstof, er stærkt påvirket af gødningsmidlets art eller natur. Dette fremgik allerede af forsøget i 1939 (afsnit II), men er endnu tydeligere her, hvor vekselvirkninger af såvel positiv som negativ art mellem gødningskvælstoffet og de tilsatte bestanddele synes at have gjort sig stærkt gældende.

Serierne, ugødet og de staldgødede serier, kan henføres til 3 grupper, hvor sammenhængen mellem udbytte og optaget kvælstof for hver gruppe kan gengives ved rette linier. De enkelte forsøgsled grupperer sig i følgende grupper:

1. gruppe. (I)			
Forsøgsled.	C:N	Forsøgsled	C:N
ugødet	—	—	—
7 a <sub>1</sub> .....	17,2	a <sub>1</sub> <sup>1/2</sup> sv. am. ....	16,7
7 a <sub>2</sub> .....	17,2	a <sub>2</sub> sv. am.....	16,7
14 a <sub>1</sub> <sup>1/4</sup> .....	16,7	0 a <sub>1</sub> am. bik. ....	16,7
14 a <sub>1</sub> .....	16,7	0 a <sub>2</sub> » » .....	16,7
14 a <sub>1</sub> <sup>1/2</sup> .....	16,7	0 a <sub>1</sub> calc. nitrat .....	16,7
14 a <sub>2</sub> .....	16,7	0 a <sub>2</sub> » » .....	16,7
0 a <sub>1</sub> <sup>1/2</sup> sv. am. ....	16,7	7 a <sub>1</sub> sv. am. ....	16,7
0 a <sub>1</sub> sv. am. ....	16,7	7 a <sub>2</sub> » » .....	16,7
2. gruppe. (II)		3. gruppe. (III)	
ugødet .....	—	ugødet.....	—
0 a <sub>1</sub> .....	20,0	0 a <sub>1</sub> cellulose .....	23,3
0 a <sub>2</sub> .....	20,0	0 a <sub>2</sub> » .....	23,3
14 a <sub>1</sub> cellulose .....	20,0	0 a <sub>1</sub> halm .....	23,3
14 a <sub>2</sub> » .....	20,0	0 a <sub>2</sub> » .....	23,3
0 a <sub>1</sub> sv. am. } .....	20,0	7 a <sub>1</sub> cellulose.....	20,0
0 a <sub>2</sub> cellulose }		7 a <sub>2</sub> » .....	20,0

Som det fremgår af grupperne, findes i 1. gruppe alle gødninger med C:N under 20. I 2. gruppe gødningerne med C:N 20 med undtagelse af gødning 7 a, der med hensyn til kvælstofoptagelse og udbytte hører hjemme i 3. gruppe, hvor kvælstofforbindelserne er vanskeligst optagelige.

De 3 regressionsligninger for forholdet mellem udbytte og optaget kvælstof bliver:

$$\begin{array}{lll}
 \text{1. gruppe} & \text{2. gruppe} & \text{3. gruppe} \\
 y = 137.3 x + 0.96 & y = 91.6 x + 1.41 & y = 47.2 x + 3.83
 \end{array}$$

hvor  $y$  er udbyttet og  $x$  den optagne kvælstofmængde. At  $y$  ikke er 0 for  $x=0$  skyldes talmaterialet, der er fejlbehæftet ikke mindst for grupperne med de forholdsvis få led og små afgrøder.

Sammenstilles, hvad der kan udledes af ligningerne med hensyn til høstet tørstof af en enhed optaget kvælstof og det procentiske indhold af kvælstof i tørstof fås:

Gruppe	tørstof: g kvælstof	per. N i tørstof
1	137.3	0.73
2	91.6	1.09
3	47.2	2.12

Det optagne kvælstofs udnyttelse i stofproduktionen er således stærkt aftagende fra gruppe 1 til gruppe 3 eller fra gødningerne,

der straks fra vækstens begyndelse har disponibelt kvælstof til brug for planterne, til gødningerne i 3. gruppe, hvor kvælstofkilden flyder yderst langsomt, i hvert fald i begyndelsen.

De beregnede optagne kvælstofmængder, der findes anført i tabel 13, næstsidste rubrik, er udregnet efter ligningerne:

$$\begin{array}{lll} \text{1. gruppe} & \text{2. gruppe} & \text{3. gruppe} \\ \sigma = 0.00728 y + 0.007 & \sigma = 0.0109 y \div 0.015 & \sigma = 0.0212 y \div 0.031 \end{array}$$

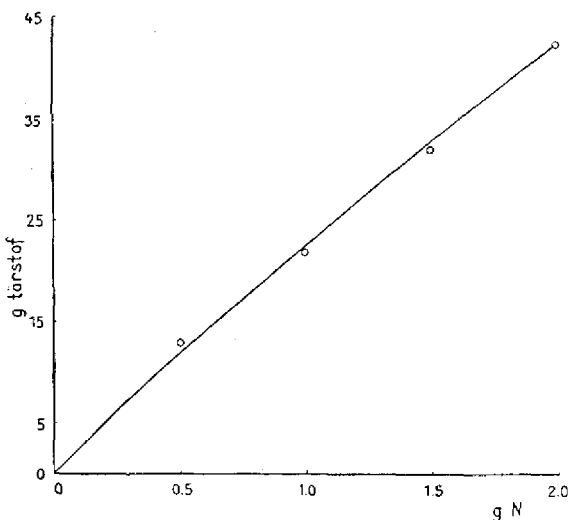
hvor  $\sigma$  er optaget kvælstof og  $y$  = udbytte.

For serien med svovlsur ammoniak er de tilsvarende værdier dog udregnet efter ligningen  $\sigma = 0.684 x + 0.030$ , hvor  $x$  er lig med tilført kvælstof.

#### Værdiforholdet mellem gødningerne.

Som det fremgår af foranstående, er udbyttet og kvælstofoptagelsen heller ikke i dette forsøg lige gode udtryk for gødningernes værdi, idet de dårligt virkende gødninger har givet en i forhold til den optagne kvælstofmængde ringe stofproduktion.

Gødningernes indbyrdes værdiforhold er derfor alene beregnet



Figur 10. Merudbytte for 14 ugers gæret gødning.

på grundlag af udbyttetallene. Serien med svovlsur ammoniak er dog i denne forbindelse udskudt, fordi sammenligningen bliver mere tydelig, når den kun omfatter de organiske gødninger.

Som standardgødning er valgt 14 a, den i 14 uger gærede gødning, der i forsøget er anvendt i 4 forskellige mængder svarende til  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$  og 2 g N pr. kar. Der er for denne gødning tegnet en merudbyttekurve, af hvilken de øvrige gødningers værdiforhold er aflæst.

I nedenstående oversigt er de fundne værdital sammenstillet med de respektive gødningers C:N og pct. N i gødningstørstof.

Gødning	Værdital	C:N	pct. N
0 a cellulose.....	0,12	23,3	1,881
0 a halm.....	0,13	23,3	1,873
0 a.....	0,34	20,0	2,168
7 a cellulose.....	0,15	20,0	2,175
14 a cellulose.....	0,30	20,0	2,201
0 a { sv. ammoniak } { cellulose }	0,37	20,0	2,198
7 a.....	0,47	17,2	2,517
14 a.....	1,00	16,7	2,609
0 a sv. ammoniak.....	0,91	16,7	2,597
0 a am. bikarbonat.....	1,05	16,7	2,697
0 a kalciumnitrat.....	0,90	16,7	2,597
7 a sv. ammoniak.....	0,57	16,7	2,584

Det ses af oversigten, at der er en ganske god overensstemmelse mellem gødningernes virkning, udtrykt ved værditalene, og gødningernes C:N, respektive pct. N i tørstof. Ved en bedømmelse af tallene må der, som det også er omtalt i afsnit II, forsøget i 1939, regnes med vekselvirkninger mellem gødningkvælstoffet og de tilsatte bestanddele. I dette forsøg træder sådanne virkninger tydeligt frem ved den halvgærede gødning 7 a, tilsat henholdsvis cellulose og svovlsur ammoniak.

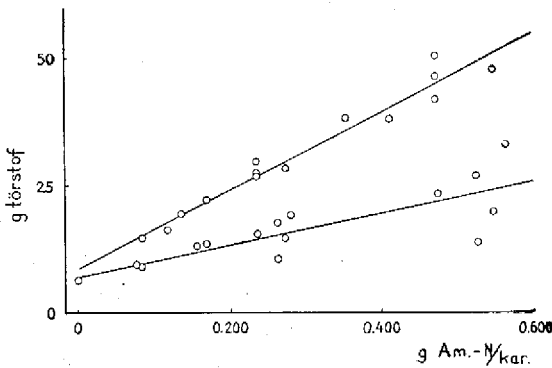
#### Om betydningen af gødningernes gæring.

Som det fremgår af tabel 12, er der under gæringen sket et fald i tørstofprocenten og en stigning i gødningernes procentiske indhold af ammoniak. Samtidig er C:N dalet fra 20,0 til 16,7 og det procentiske indhold af kvælstof i gødningstørstof steget fra 2,17 til 2,61. Disse værdier for gæret gødning gælder også i hovedsagen for frisk gødning tilsat mineralkvælstof. Samme størrelsesorden for det procentiske indhold af ammoniak i foreliggende tilstand findes

i gødningerne 7 a og 14 a, tilsat cellulose, og i gødning 0 a, tilsat cellulose og svovlsur ammoniak, medens kvælstof i gødningstøstof i disse gødninger er lavere end i de førstnævnte. Det vil naturligvis kun sige, at kvælstofprocenterne i foreliggende tilstand ikke i samme grad, som omregnet på tørstof, kan tages som kriterium for forskelligheder i gødningernes virkning.

Der er også ved dette forsøg foretaget en undersøgelse over forholdet mellem tilført ammoniakkvælstof og optaget kvælstof. Beregningerne er af pladshensyn ikke anført, men de viser, som det var tilfældet ved forsøget i 1939, at den optagne kvælstofmængde i alle tilfælde var mindre end den med gødningerne tilførte mængde af ammoniakkvælstof.

Resultaterne af en undersøgelse over forholdet mellem udbytte og tilført ammoniakkvælstof pr. kar er illustreret i den følgende figur.



Figur 11. Forholdet mellem udbytte og g am.-N/kar.

Udbytteværdierne, som funktion af tilført ammoniakkvælstof, synes at gruppere sig om to rette linier, der kan beregnes af ligningerne:

$$y = 77.78 x + 8.6$$

$$y = 31.12 x + 7.2$$

for henholdsvis øverste og nederste gruppe, og hvor  $y$  er lig med udbyttet og  $x$  den tilførte ammoniakmængde.

Undersøgelsen viser, som den tilsvarende undersøgelse af forsøget i 1939, at udbyttet, som funktion af det med staldgødningen tilførte ammoniakkvælstof, i høj grad er afhængig af gødningens

beskaffenhed, eller, som den her benævnes, ved dens kulstof-kvælstofforhold. Jo videre forholdet er mellem kulstof og kvælstof i gødningen (mere eller mindre halm i gødningen, mere eller mindre omsat) desto større part af det forhåndenværende ammoniak-kvælstof unddrages planterne og indgår som mikrobsubstans ved den mikrobielle nedbrydning af gødningen.

#### IV. Karforsøg over planternes optagelse og udnyttelse af kvælstof fra staldgødning af forskellig beskaffenhed.

Af forsøgene med staldgødning, udførte i 1938, 1939 og 1941, var det kun muligt ved det første års forsøg at benytte optagelseskoefficienterne for kvælstof som lige så gode udtryk for gødningernes virkning i første vækstår som udbyttet. Udbyttet var der eentydigt bestemt af den optagne kvælstofmængde, hvad ingenlunde var tilfældet ved de følgende forsøg.

I 1938 anvendtes gødninger, hvor C:N var varieret fra ca. 20 og nedefter, medens der i de to følgende forsøg også var medtaget gødninger med højere C:N end 20. I afgrøderne, der var tilført disse gødninger, fandtes et særligt højt procentisk indhold af kvælstof, og det blev konstateret, at efter sådanne dårligt virkende gødninger var stofproduktionen i forhold til den optagne kvælstofmængde langt ringere end efter de bedre virkende gødninger.

Da næringsstofoptagelsen i begyndelsen af vækstperioden normalt er stor i sammenligning med tørstofproduktionen i samme tidsrum, kunne det tænkes, at årsagen til den forskellige udnyttelse af det optagne kvælstof, der gav sig udslag i en forskellig udnyttelseskoefficient, måtte søges i den tidsmæssige optagelse, der ganske naturligt kan være påvirket af, hvor let eller hvor vanskeligt kvælstofforbindelserne i forskellig anvendt staldgødning kan optages af planterne.

Der foreligger, så vidt vides, ikke forsøg af denne art, som viser, at udnyttelsen i stofproduktionen af det optagne kvælstof kan være afhængig af, om det har været tilført i den ene eller anden gødning, altså af en tidsfaktor for optagelsen, men som det må formodes at fremgå af de tre første på anden måde udførte forsøg, kan man heller ikke vente af få et klart billede heraf, med mindre forsøgene udføres under forhold, hvor forskellen mellem optagelseskurverne for kvælstof bliver så udpræget som muligt.

Forsøgenes egentlige formål, en konstatering af om kulstofkvælstofforholdet og (eller) pct. kvælstof i gødningstørstof afgav et kriterium for staldgødningens 1. års virkning med hensyn til kvælstof, har hidtil i forsøgenes gang ført til, at der er et udpræget afhængighedsforhold mellem disse kriterier og gødningernes virkning. Foruden dette er det imidlertid også af interesse at kunne påvise den »kritiske« værdi, det vil sige den værdi, kriteriet må antage i gødningen, før den står på overgangen til at virke som kvælstofgødning.

Den kritiske værdi antages at ligge omkring 20 for C:N og omkring 2 for pct. N i gødningstørstof, men om disse værdier vil være gældende for staldgødning, som den anvendes her i landet, og under de forhold, karforsøg m. m., hvorunder disse forsøg må udføres, er ikke hidtil konstateret og kan ifølge sagens natur heller ikke konstateres på grundlag af de foregående års udførte forsøg, der nok har vist et stærkt afhængighedsforhold mellem kriterierne og udbyttet, eller, som i 1. års forsøg, optagelseskoefficienterne for kvælstof, som udtryk for gødningernes virkning. Kriterierne er imidlertid bestemt i gødningen, før den nedlægges, altså før væksten begynder, medens udbyttet er bestemt efter endt vækst. Disse udbytteværdier vil, for samme slags gødning, være forskellige fra det ene år til det andet, fordi temperatur og fugtighed m. fl. forhold, som er af væsentlig betydning for den hastighed, hvormed den til jorden tilførte gødning nedbrydes, vil være mere eller mindre gunstige i de forskellige år.

Den værdi man herved får frem, når sammenhængen mellem gødningernes kriterier og det opnåede udbytte beregnes, vil ikke være nogen konstant værdi, men en værdi, der kun er udtryk for, at gødninger, indtil en vis størrelse af kriterier, har opnået kvælstofvirkning inden udløbet af vækstperioden, medens det, der har størst interesse, hvornår i vækstperioden, eller hvilken værdi kriteriet må antage, før gødningen virker som kvælstofgødning, ikke kan udledes ved en beregning af nævnte sammenhæng.

Der er ved vækstforsøg af denne art kun een mulighed for at få oplysning om den »kritiske« værdi, defineret som ovenfor anført, nemlig ved i forsøgene at anvende staldgødninger med C:N, der varierer omkring 20, og dernæst høste afgrøderne på forskellige tidspunkter i vækstperioden, med hyppig høst i begyndelsen,



hvorefter man ved en analyse af afgrøderne kan bestemme det optagne kvælstof.

Ved forsøg af denne art opnås tillige at få udtryk for, om virkningen af staldgødning af forskellig beskaffenhed også kan tænkes at bero på en forskellig tidsmæssig optagelse af kvælstoffet.

Den følgende del af beretningen omfatter afsnittene:

1. Almindelige oplysninger om forsøgene.
2. Karforsøgene 1942 og 1948.
  - a. Optagelseskurver for kvælstof.
  - b. Kvælstofmeroptagelse og merudbytte.
  - c. »Kritiske« værdier for C:N og pct. N i gødningstørstof.
  - d. Kvælstoffets udnyttelse i stofproduktionen.

### 1. Almindelige oplysninger om forsøgene.

Voksemediet var af samme beskaffenhed som ved de tidligere forsøg med undtagelse af forsøget i 1948, hvor sandet blev blandet med 10 pct. jord fra Farum mod tidligere fra Landbohøjskolens undervisningsmark.

Der anvendtes som gødning til karrene friske, faste ekskrementer, opsamlet direkte fra køerne uden at komme i berøring med grebningen, rughalm, skåret i hakkelse, og i 1942 en opløsning af svovlsur ammoniak. Af disse bestanddele blev i 1942 fremstillet 3 slags gødninger. Den samlede portion ekskrementer blev iblandet 6 pct. halm og delt i 3 portioner. En portion anvendtes uden yderligere tilsætning, en portion tilsattes ekstra halm og en portion svovlsur ammoniak. — I 1948 var de faste ekskrementer betydeligt rigere på kvælstofforbindelser end i 1942. Det var derfor muligt alene ved indblanding af forskellige mængder halm at fremstille gødninger med den ønskede variation af C:N og pct. N i gødningstørstof.

Gødningernes forhold fremgår af tabel 14, hvor S betyder ekskrementer + halm, medens de forskellige værdier for C:N, der er udtryk for mere eller mindre halm i ekskrementerne, er vedføjet som indeks.

Som det fremgår af tabel 14, er gødningen rigere på indhold af kvælstof i 1948 end i 1942, hvad der antagelig skyldes knaphed på proteinrigt foder i sidstnævnte år. Med et fald i C:N følger en stigning i pct. N i gødningstørstof, men medens C:N-værdierne ind-

Tabel 14. De til forsøgene anvendte gødninger.

Art	År	Reaktions- tal	Tørstof pct.	N, pct.	Am.-N pct.	C, pct.	C:N	N i gødnings- tørstof, pct.
S 24,4.....	1942		24,27	0,345	0,024	8,41	24,4	1,422
S 21,3.....	1942	6,8	21,92	0,342	0,025	7,30	21,3	1,560
S 18,3 + sv. ammoniak	1942		21,92	0,399	0,082	7,30	18,3	1,820
S 24,0.....	1948		26,18	0,444	0,031	10,05	24,0	1,696
S 21,0.....	1948	6,9	23,43	0,442	0,033	9,27	21,0	1,886
S 18,0.....	1948		20,72	0,440	0,034	7,91	18,0	2,124

byrdes er af omtrent samme størrelsesorden i 1942 og 1948, ligger de tilsvarende procenttal for kvælstof i gødningstørstof i et noget højere plan i 1948 end i 1942. Årsagen hertil er formentlig den, at gødningerne i de to år har haft et forskelligt indhold af sand, som imidlertid ikke er bestemt. Senere, i 1949, har vi i faste ekskrementer, taget fra forskellige køer, fundet et ikke uvæsentligt indhold af sand, der kan variere temmeligt meget fra ko til ko. Sandindholdet påvirker dog ikke gødningernes C:N, derimod vil naturligvis pct. N i gødningstørstof være afhængig af sandmængden. Dette forhold vil blive omtalt senere.

Foruden serierne med staldgødning var der i hvert af årene en serie med grundgødning alene. Denne bestod, som for de øvrige serier, af primært og sekundært kaliumfosfat.

Der blev høstet 5 gange i løbet af vækstperioden. Antal kar pr. høst fremgår af den følgende plan for 1942, hvor gødningerne tilførtes i 2 mængder, svarende til 2 og 4 g N pr. kar.

Forsøgsled	1. høst	2. høst	3. høst	4. høst	5. høst	kar ialt
Grundgødet.....	10	10	9	8	8	45
S <sub>1</sub> C:N 24,4.....	9	9	8	8	7	41
S <sub>2</sub> » ».....	8	8	7	7	7	37
S <sub>1</sub> » 21,3.....	8	8	7	7	7	37
S <sub>2</sub> » ».....	7	7	7	6	6	33
S <sub>1</sub> » 18,3.....	7	7	7	6	6	33
S <sub>2</sub> » ».....	6	6	6	5	5	28

254

I 1948, hvor kun et begrænset antal kar stod til rådighed, var planen følgende:

Forsøgsled	1. høst	2. høst	3. høst	4. høst	5. høst	kar ialt
Grundgødet	15	12	9	9	7	52
S <sub>1</sub> C:N 24,0	15	12	9	8	7	51
S <sub>2</sub> » »	—	—	—	—	5	5
S <sub>1</sub> » 21,0	13	10	7	6	5	41
S <sub>2</sub> » »	—	—	—	—	5	5
S <sub>1</sub> » 18,0	—	—	—	—	6	6
S <sub>2</sub> » »	—	—	—	—	6	6

166

Enkelt og dobbelt kvælstofmængde svarede i 1948 til 2.5 og 5.0 g pr. kar.

Ved forsøget i 1948 er det kun muligt at konstruere optagelseskurverne for kvælstof for de gødninger, hvis kvælstofforbindelser er vanskeligst optagelige, medens man for alle 3 gødninger kan få udtryk for, hvorledes det optagne kvælstof er udnyttet i stofproduktionen på modningsstadiet.

Nedlægningen af gødningen i karrene samt tilsåning med keniabyg skete i 1942 den 19. og 20. april og i 1948 den 4. og 5. april. Høsten foregik på den måde, at planterne blev klippet over ved jordoverfladen, samlet og vejjet for hvert kar og umiddelbart herefter foretoges en tørstofbestemmelse. I en repræsentativ prøve af afgrøden fra fælleskarrene udførtes en kvælstofbestemmelse på almindelig måde, idet en sammenligning med denne fremgangsmåde og en bestemmelse efter Ulsch, hvor eventuelt tilstedeværende nitratforbindelser i de unge planter blev reduceret med jern, ikke gav afvigende resultater.

## 2. Karforsøgene 1942 og 1948.

Høstresultaterne m. m. er for hver høsttid anført i tabellerne 15 a og 15 b samt 16 a og 16 b for henholdsvis 1942 og 1948.

Tabel 15a. Tilført gødning og høstet afgrøde. Gram pr. kar.

Gødning	C:N	Tilført N g	Afgrøde, tørstof g	N i tørstof, pct.	Optaget N g	Optaget N: tilført N	g tør- stof: g N optaget
1. høsttid <sup>28/5</sup> .							
Grundgødet	—	0	0,544 ± 0,01	3,198	0,0174	—	31
S <sub>1</sub> —24,4	24,4	2,0	0,564 ± 0,02	2,701	0,0152	÷ 0,0011	37
S <sub>2</sub> —24,4	»	4,0	0,824 ± 0,01	2,497	0,0156	÷ 0,0004	40
S <sub>1</sub> —21,3	21,3	2,0	0,746 ± 0,03	2,910	0,0217	0,0022	34
S <sub>2</sub> —21,3	»	4,0	0,860 ± 0,02	2,809	0,0249	0,0019	35
S <sub>1</sub> —18,3	18,3	2,0	1,772 ± 0,05	4,412	0,0782	0,0304	23
S <sub>2</sub> —18,3	»	4,0	2,638 ± 0,04	5,152	0,1359	0,0296	19

Tabel 15 a fortsat.  
Tilført gødning og høstet afgrøde.  
Gram pr. kar.

Gødning	C:N	Tilført N g	Afgrøde, tørstof g	N i tørstof, pct.	Optaget N g	Optaget N: tilført N	g tør- stof: g N optaget
2. høsttid <sup>8</sup> / <sub>6</sub> .							
Grundgødet	—	0	1,178 ± 0,02	1,552	0,0183	—	64
S <sub>1</sub> -24,4	24,4	2,0	1,074 ± 0,01	1,481	0,0159	÷ 0,0012	67
S <sub>2</sub> -24,4	»	4,0	1,152 ± 0,03	1,625	0,0187	0,0001	62
S <sub>1</sub> -21,3	21,3	2,0	1,408 ± 0,04	1,526	0,0215	0,0016	66
S <sub>2</sub> -21,3	»	4,0	1,810 ± 0,04	1,735	0,0314	0,0023	58
S <sub>1</sub> -18,3	18,3	2,0	4,814 ± 0,05	1,727	0,0631	0,0324	58
S <sub>2</sub> -18,3	»	4,0	7,517 ± 0,14	1,958	0,1472	0,0522	51
3. høsttid <sup>23</sup> / <sub>6</sub> .							
Grundgødet	—	0	1,947 ± 0,05	1,038	0,0202	—	96
S <sub>1</sub> -24,4	24,4	2,0	1,878 ± 0,06	1,076	0,0202	0,0000	93
S <sub>2</sub> -24,4	»	4,0	1,826 ± 0,05	1,298	0,0237	0,0009	77
S <sub>1</sub> -21,3	21,3	2,0	2,465 ± 0,08	1,187	0,0293	0,0046	84
S <sub>2</sub> -21,3	»	4,0	2,982 ± 0,10	1,309	0,0390	0,0047	76
S <sub>1</sub> -18,3	18,3	2,0	8,168 ± 0,33	1,134	0,0926	0,0323	88
S <sub>2</sub> -18,3	»	4,0	14,473 ± 0,48	1,113	0,1611	0,0358	90
4. høsttid <sup>10</sup> / <sub>7</sub> .							
Grundgødet	—	0	3,600 ± 0,15	0,812	0,0292	—	123
S <sub>1</sub> -24,4	24,4	2,0	3,235 ± 0,12	1,192	0,0386	0,0047	84
S <sub>2</sub> -24,4	»	4,0	3,531 ± 0,15	1,697	0,0599	0,0077	59
S <sub>1</sub> -21,3	21,3	2,0	4,530 ± 0,28	1,294	0,0586	0,0147	77
S <sub>2</sub> -21,3	»	4,0	4,966 ± 0,20	1,312	0,0652	0,0090	76
S <sub>1</sub> -18,3	18,3	2,0	14,92 ± 0,51	0,891	0,1329	0,0513	112
S <sub>2</sub> -18,3	»	4,0	26,70 ± 1,55	0,822	0,2195	0,0476	122

Tabel 15 b. Tilført gødning og høstet afgrøde.  
Gram pr. kar.

Gødning	C:N	Tilført N	Afgøde, g tørstof			N, pct. i tørstof		Optaget N g	Optaget N: tilført N	g tørstof: g N op- taget
			kærne	halm	ialt	kærne	halm			
Grundgødet	—	0	1.35 ± 0.07	2.4 ± 0.13	3.8	1.618	0.537	0.0347	—	109
S <sub>1</sub> -24.4	24.4	2.0	2.98 ± 0.22	5.2 ± 0.29	8.2	2.402	1.353	0.1422	0.054	58
S <sub>2</sub> -24.4	»	4.0	8.24 ± 0.50	9.2 ± 0.35	17.4	2.222	1.155	0.2894	0.064	60
S <sub>1</sub> -21.3	21.3	2.0	5.44 ± 0.58	7.0 ± 0.42	12.4	2.311	1.094	0.2023	0.064	61
S <sub>2</sub> -21.3	»	4.0	10.51 ± 0.87	12.3 ± 0.56	22.8	2.281	1.155	0.3818	0.087	60
S <sub>1</sub> -18.3	18.3	2.0	10.41 ± 0.75	12.8 ± 0.56	23.2	1.946	0.541	0.2718	0.119	85
S <sub>2</sub> -18.3	»	4.0	21.17 ± 0.59	25.0 ± 0.49	46.2	1.901	0.616	0.5564	0.130	83

Tabel 16a. Tilført gødning og høstet afgrøde.  
 Gram pr. kar.

Gødning	C:N	Tilf. N g	Afgrøde, tørstof g	N i tørstof. pct.	Optaget N g	Optaget N: tilført N	g tør- stof: g N optaget
1. høsttid <sup>10</sup> / <sub>5</sub> .							
Grundgødet	—	—	0,441	3,500	0,0224	—	29
S <sub>1</sub> -24,0	24,0	2,5	0,571	3,237	0,0185	÷ 0,0016	31
S <sub>1</sub> -21,0	21,0	2,5	0,881	4,231	0,0372	0,0059	24
2. høsttid <sup>24</sup> / <sub>6</sub> .							
Grundgødet	—	—	1,27	1,771	0,0225	—	56
S <sub>1</sub> -24,0	24,0	2,5	1,36	2,322	0,0325	0,0040	45
S <sub>1</sub> -21,0	21,0	2,5	2,98	2,139	0,0637	0,0165	47
3. høsttid <sup>14</sup> / <sub>6</sub> .							
Grundgødet	—	—	3,88	0,937	0,0362	—	107
S <sub>1</sub> -24,0	24,0	2,5	5,45	1,174	0,0640	0,0111	85
S <sub>1</sub> -21,0	21,0	2,5	15,79	0,995	0,1571	0,0484	101
4. høsttid <sup>2</sup> / <sub>7</sub> .							
Grundgødet	—	—	5,51	0,724	0,0899	—	138
S <sub>1</sub> -24,0	24,0	2,5	7,54	1,192	0,0899	0,0200	84
S <sub>1</sub> -21,0	21,0	2,5	24,29	0,765	0,1858	0,0584	131

 Tabel 16 b. Tilført gødning og høstet afgrøde.  
 Gram pr. kar.

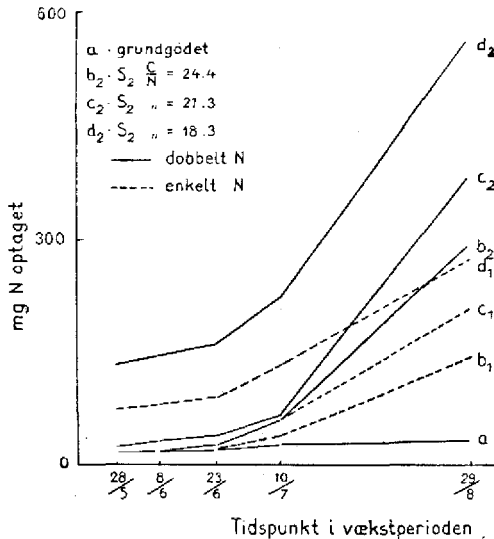
Gødning	C:N	Tilført N g	Høstetid	Afgøde, g tørstof			N, pct. i tørstof		Optaget N	Optaget N: tilført N	g tørstof: g N, optaget
				kærne	halm	ialt	kærne	halm			
Grundgødet	—	—	<sup>3</sup> / <sub>8</sub>	2.89	3.71	6.60	1.464	0.453	0.0691	—	113
S <sub>1</sub> -24.0	24.0	2.5	<sup>6</sup> / <sub>8</sub>	7.25	7.18	14.43	2.253	1.139	0.2451	0.0744	59
S <sub>2</sub> -24.0	»	5.0	»	13.70	12.54	26.24	2.139	1.020	0.4199	0.0722	62
S <sub>1</sub> -21.0	21.0	2.5	<sup>3</sup> / <sub>8</sub>	12.50	10.42	22.92	1.840	0.503	0.2824	0.0893	81
S <sub>2</sub> -21.0	»	5.0	»	21.92	18.36	40.28	1.840	0.450	0.4859	0.0854	83
S <sub>1</sub> -18.0	18.0	2.5	<sup>2</sup> / <sub>8</sub>	18.33	17.46	35.79	1.430	0.356	0.3243	0.1061	110
S <sub>2</sub> -18.0	»	5.0	<sup>30</sup> / <sub>7</sub>	33.76	33.22	66.98	1.443	0.355	0.6050	0.1092	111

Det fremgår umiddelbart af udbyttetallene og tallene for optaget kvælstof, at den anvendte jord-sandblanding var stærkt kvælstofmanglende, hvad jo også kommer til udtryk i de forskellige staldgødningers indbyrdes virkning. Denne forskel i virkning var overraskende tydelig allerede ved første høsttid, men var iøvrigt fremtrædende hele vækstperioden igennem. Det ses også, af tabellerne 15 a og 15 b, at der med hensyn til gødningsvirkningen er en udpræget forskel mellem gødninger, hvis C:N er henholdsvis un-

der og over 20, hvad der rent umiddelbart peger hen på, at den kritiske værdi for C:N ligger omkring 20. En nærmere indkredsning af den kritiske værdi kan opnås gennem kvælstoffets optagelseskurver fra de forskellige gødninger samt ved en beregning af kvælstofmeroptagelse (i forhold til grundgødet) og merudbytte.

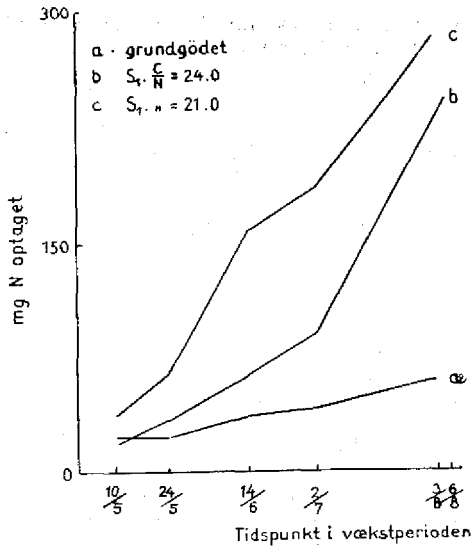
#### a. Optagelseskurver for kvælstof.

Som det fremgår af figur 12, har kvælstofoptagelsen fra gødningen, hvis C:N er 18.3, nået et ret betydeligt omfang i den første del af vækstperioden, medens den for de øvrige gødninger, med C:N henholdsvis 21.3 og 24.4, er ret minimal i dette tidsrum. Det er først ved skridningsstadiet, kvælstofoptagelsen fra disse gødninger bliver af væsentlig betydning, og den stiger derefter stærkt



Figur 12. Optagelseskurver for kvælstof.  
Karforsøget 1942.

i resten af vækstperioden. Der er også mellem gødningen med C:N 18.3 og gødningerne med C:N 24.4 og 21.3 en påfaldende forskel i kvælstofoptagelsen fra enkelt og dobbelt kvælstofmængde. De sidstnævnte gødninger, hvis kvælstofforbindelser er vanskeligt optagelige i begyndelsen, må først opnå en vis omsætning i jorden, før mængden af tilført gødningskvælstof afspejler sig i optagelsen.



Figur 13. Optagelseskurver for kvælstof.  
Karforsøget 1948.

I 1948 forekommer, som det ses af figur 13, allerede i begyndelsen af vækstperioden en større spredning mellem optagelseskurverne for grundgødet og leddene med de to gødninger,  $S_1-24.0$  og  $S_1-21.0$ , end det var tilfældet ved de omtrent tilsvarende led i 1942. Ved første høsttid er dog optagelsen fra  $S_1-24.0$  mindre end fra grundgødet.

#### b. Kvælstofmeroptagelse og merudbytte.

Hvor meget af det optagne kvælstof, der på de valgte forskellige tidspunkter i vækstperioden stammer fra de tilførte staldgødninger, kan talmæssigt udtrykkes i meroptagelsen af kvælstof. Disse værdier er sammen med de tilsvarende merudbytter anførte i tabel 17.

Det mest iøjnefaldende ved en betragtning af tabel 17, karforsøget 1942, er den betydelige forskel i såvel merudbytte som kvælstofmeroptagelse mellem gødningerne med C:N over 20 på den ene side og gødningen med C:N under 20 på den anden side, en forskel, der gør sig gældende straks fra 1. høsttid. Næringsstofoptagelsen og stofproduktionen af gødning, S-18.3, viser det sædvanlige karakteristiske billede for normalt voksende afgrøder, at

Tabel 17. Merudbytte og kvælstofmeroptagelse på forskellige tidspunkter i vækstperioden.

Karforsøgene 1942 og 1948.

Gødning	Sådato og -år	Tørstof, g pr. kar	N, mg pr. kar	Tørstof, g pr. kar	N, mg pr. kar	Tørstof, g pr. kar	N, mg pr. kar	Tørstof, g pr. kar	N, mg pr. kar	Tørstof, g pr. kar	N, mg pr. kar	Høstdato
	1942	<sup>28</sup> / <sub>5</sub>		<sup>8</sup> / <sub>6</sub>		<sup>23</sup> / <sub>6</sub>		<sup>10</sup> / <sub>7</sub>		ved modning		
S <sub>1</sub> —24.4	<sup>20</sup> / <sub>4</sub>	0.02	÷2.2	÷0.10	÷2.4	÷0.07	0.0	÷0.37	9.4	4.4	107.5	<sup>29</sup> / <sub>8</sub>
S <sub>2</sub> —24.4	—	0.08	÷1.8	÷0.03	0.4	÷0.13	3.5	÷0.07	30.7	13.6	254.7	—
S <sub>1</sub> —21.3	—	0.20	4.3	0.23	3.2	0.52	9.1	0.93	29.4	8.6	167.6	—
S <sub>2</sub> —21.3	—	0.32	7.5	0.63	13.1	1.04	18.8	1.37	36.0	19.0	347.1	—
S <sub>1</sub> —18.3	—	1.23	60.3	3.64	64.8	6.22	72.4	11.32	103.7	19.4	237.1	—
S <sub>2</sub> —18.3	—	2.09	118.5	6.34	128.9	12.5	140.9	23.10	190.3	42.4	521.7	—
	1948	<sup>10</sup> / <sub>5</sub>		<sup>24</sup> / <sub>5</sub>		<sup>14</sup> / <sub>6</sub>		<sup>2</sup> / <sub>7</sub>		ved modning		
S <sub>1</sub> —24.0	<sup>5</sup> / <sub>4</sub>	÷0.07	÷3.9	0.19	9.9	1.59	27.8	2.03	50.0	7.8	186.0	<sup>6</sup> / <sub>8</sub>
S <sub>2</sub> —24.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19.7	360.3	—
S <sub>1</sub> —21.0	—	0.24	14.3	1.71	41.2	11.9	120.9	18.8	145.9	16.3	223.3	<sup>3</sup> / <sub>8</sub>
S <sub>2</sub> —21.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33.7	426.3	—
S <sub>1</sub> —18.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.2	265.2	<sup>2</sup> / <sub>8</sub>
S <sub>2</sub> —18.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.4	545.9	<sup>30</sup> / <sub>7</sub>

næringsstofoptagelsen i den første del af vækstperioden foregår hurtigere end stofproduktionen. Der optages tilsyneladende mere i denne periode end til dækning af det øjeblikkelige behov, men »overskudsoptagelsen« synes nødvendig for den efterfølgende stærke vækst. Ved en betragtning af dette led og de øvrige led i forsøget 1942 ses det tydeligt, at næringsstofoptagelsen og stofproduktionen i høj grad har relation til forårstidens næringsstofoptagelse og stofproduktion.

Ser man på meroptagelsen af kvælstof pr. 23. juni, altså umiddelbart før skridningen er begyndt, og sammenholder den med ialt meroptaget kvælstof, vil de i pct. heraf udgøre for S<sub>2</sub>—18.3 ca. 27, for S<sub>2</sub>—21.3 ca. 5 og for S<sub>2</sub>—24.4 ca. 1. Optagelsen af kvælstof fra de to sidstnævnte gødninger er således i særlig grad forskubbet mod den sidste del af vækstperioden.

Ved forsøget i 1948 er både meroptagelsen af kvælstof og merudbytte ved skridningsstadiet større end fra de med dette forsøg korresponderende led i forsøget i 1942. Dette kan skyldes, at omsætningen i jorden af de respektive gødninger, hvis kvælstofforbindelser at begynde med var vanskeligt optagelige, er foregået hur-



tigere i 1948 end i 1942. Er der tilpas fugtighed i jorden, hvad der har været tilfældet i begge år, idet karrene vandes, om fornødent dagligt, vil navnlig forskel i temperatur og vel også antal solskinstimer i de to år være af betydning for den hastighed, hvormed gødningen nedbrydes. Til en nærmere karakterisering af vækstmånederne i de to år er i tabel 18 anført nogle meteorologiske data.

Tabel 18. Vejrforhold i vækstmånederne 1942 og 1948.

Måned og år	Middeltemperatur C°		Nedbør mm.		Solskinstimer	
	for hele måneden	normal	for hele måneden	normal	for hele måneden	normal
April 1942	5,4	5,8	30	40	239	182
Maj »	10,3	10,9	43	41	215	269
Juni »	12,8	14,3	103	57	220	271
Juli »	15,4	16,7	51	66	218	258
August »	16,9	15,9	85	83	226	225
April 1948	8,5	5,8	32	40	211	182
Maj »	11,6	10,9	82	41	265	269
Juni »	15,4	14,3	19	57	293	271
Juli »	16,9	16,7	47	66	254	258
August »	16,9	15,9	80	83	198	225

Det ses, at middeltemperaturen for alle måneder med undtagelse af august var under den normale i 1942, medens den for alle vækstmåneders i 1948 var væsentligt over den normale. Også med hensyn til solskinstimer var 1948 gunstigere end 1942.

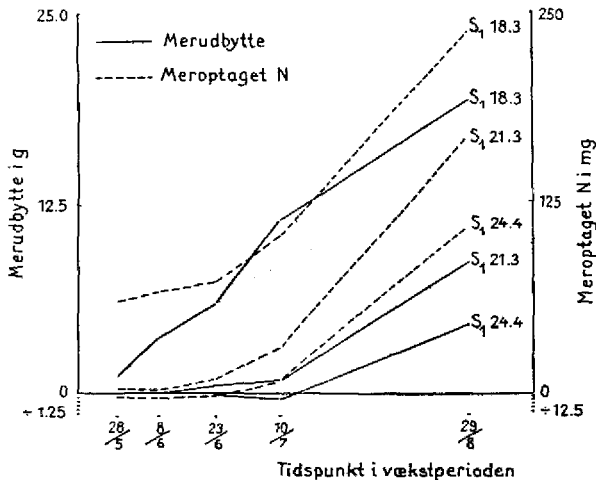
c. »Kritiske« værdier for C:N og pct. N i gødnings-tørstof.

Forsøgenes egentlige formål, en konstatering af, om kulstof-kvælstofforholdet og (eller) pct. N i gødningstørstof afgav et kriterium for staldgødningens 1. års virkning med hensyn til kvælstof, har, som tidligere nævnt, hidtil i forsøgenes gang ført til, at der er et udpræget afhængighedsforhold mellem disse kriterier og gødningernes virkning, men det er også konstateret, at en beregning af denne sammenhæng mellem kriterierne og det af gødningerne opnåede udbytte, ikke kan give oplysning om kriteriernes »kritiske« værdi, når man herved forstår den værdi, kriteriet må antage i gødningen, før den står på overgangen til at virke som kvælstof-gødning. Det er imidlertid denne værdi, kriteriets »kritiske« værdi, det er af betydning for praksis at få fastslået gennem forsøg, ikke

mindst fordi de hidtidige resultater af forsøgene har vist en så afgjort forskel mellem 1. års virkning af staldgødninger med C:N henholdsvis under og over 20.

I de følgende figurer, 14 og 15, er indtegnet de på de forskellige høsttider fundne merudbytter og meroptaget kvælstof af de på figurerne anførte gødninger. Det skulde være muligt her ud fra ret nøje at indkredse den kritiske værdi for henholdsvis C:N og pct. N i gødningstørstof i de to år, 1942 og 1948, der, som tabel 18 viser, var ret forskellige med hensyn til vejrforhold.

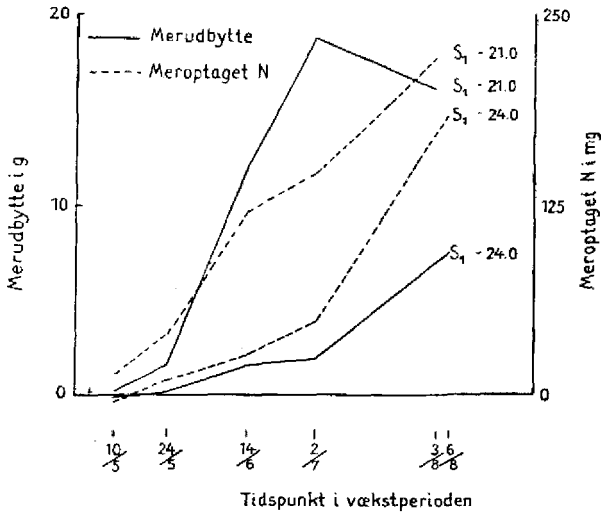
Som det fremgår af figur 14, er optagelsen af kvælstof fra gødning  $S_1$ —18.3 allerede betydelig ved 1. høsttid 28. maj, medens optagelsen på dette tidspunkt fra gødningen  $S_1$ —21.3 er ret ubetydelig. For gødning  $S_1$ —24.4 er optagelsen negativ, og en positiv optagelse



Figur 14. Merudbytter og meroptaget kvælstof. Karforsøget 1942.

fra denne gødning kan først konstateres efter 23. juni. Også merudbyttet af denne gødning er negativt, det vil sige mindre end af grundgødet, og bliver først positivt efter 10. juli eller efter skridningsstadiet.

Forsøget i 1948, figur 15, viser ligeledes ved 1. høsttid 10. maj et udbytte og en kvælstofoptagelse af gødning  $S_1$ —24.0, som er mindre end fra grundgødet. Udbytte og kvælstofoptagelse af gødning



Figur 15. Merudbytter og meroptaget kvælstof. Karforsøget 1948.

$S_1-21.0$  er på dette tidspunkt i vækstperioden ret minimalt, men som det fremgår af figurerne, bliver gødningsvirkningen af disse gødninger tidligere fremtrædende i vækstperioden, end det var tilfældet med de korresponderende gødninger i forsøget i 1942, et forhold, der må tilskrives de gunstigere kår for omsætningen af gødningerne i jorden i 1948. (Tabel 18).

Sammenholder man nu gødningernes C:N og pct. N i gødnings-tørstof med de fra gødningerne optagne kvælstofmængder (meroptagelsen), de tre første høsttider i vækstperioden, fås følgende resultater, anførte i tabel 19.

Tabel 19. Gødningernes C:N og pct. N i gødningstørstof sammenholdt med kvælstofmeroptagelsen i den første del af vækstperioden.

Gødning	Sådato og år	C:N		pct. N i gødningstørstof		Meroptagelsen af N i mg ved høsten		
		fundet	beregnet	sandholdigt stof	sandfrit stof, anslået			
	1942							
$S_1-24.4$	20/4	24.4	25.0	1.42	1.78	÷ 2.2	÷ 2.4	0.0
$S_1-21.3$	»	21.3	22.8	1.56	1.95	4.3	3.2	9.1
$S_1-18.3$	»	18.3	19.5	1.82	2.28	60.8	64.8	72.4
	1948							
$S_1-24.0$	5/4	24.0	23.6	1.70	1.89	÷ 3.9	9.9	27.6
$S_1-21.0$	»	21.0	21.2	1.89	2.10	14.8	41.2	120.9

Disse resultater, der er fundet i to forskellige vækstår, viser et udpræget afhængighedsforhold mellem gødningernes kvælstofvirkning i 1. vækstår og de to kriterier, gødningernes C:N og pct. N i gødningstørstof, hvad der iøvrigt jo falder godt nok sammen med tilsvarende resultater af de tidligere års udførte karforsøg med staldgødning.

Det fremgår endvidere af tabel 19, at der med hensyn til gødningernes kvælstofvirkning i begyndelsen af vækstperioden er en afgjort forskel mellem gødninger med C:N henholdsvis over og under 20, respektive under og over ca. 2 pct. N i tørstof, et resultat, som også andre, *Waksman* (8), *Lemmermann* (9) m. fl. er kommet til.

Det må ud fra kvælstofoptagelsen i begyndelsen af vækstperioden fra de forskellige gødninger, anførte i tabel 19, være berettiget at drage den slutning, som i alt fald med henblik på praksis er forsvarlig, at den »kritiske« værdi for C:N i staldgødning er ca. 20 og for pct. N i gødningstørstof ca. 2. Det vil sige, at gødninger, der i forhold til kulstofforbindelserne, er fattige på kvælstofholdige forbindelser, eller er halmrige og uomsatte, ikke kan antages at have nogen som helst positiv kvælstofvirkning over for afgrøden, før nedbrydningsprocesserne i sådanne gødninger, enten i møddingstedet eller i jorden er ført så vidt, at C:N er blevet 20 og derunder, og pct. N i gødningstørstof er steget til 2 og derover.

Der skal endnu gøres et par bemærkninger til tabel 19. Medens det fundne C:N i de to korresponderende gødninger, anvendte i 1942 og 1948, er af samme størrelsesorden, er procenttallene for kvælstof i gødningstørstof, som dette forelå, af en noget forskellig størrelsesorden. Dette skyldes formentlig et noget forskelligt sandindhold i de to års gødninger. Da det drejede sig om ekskrementer taget direkte fra kørerne uden at være kommet i berøring med grebningen, blev der ikke bestemt sand i disse gødninger, men det er senere konstateret, at sandindholdet i lignende ekskrementer kan variere meget og endog udgøre mere end 20 pct., beregnet på tørstof.

Sandindhold i gødninger er dog uden indflydelse på C:N, derimod vil naturligvis pct. N i gødningstørstof være afhængigt af sandmængden.

I de efterhånden mange staldgødningprøver, der er modtaget

til undersøgelse fra Virumgaard, varierer sandmængden hyppigt omkring 20 pct., beregnet på tørstof.

Det er som nævnt sandsynligt, at sandindholdet i de to års gødninger har været forskelligt og særligt højt i gødningen anvendt i 1942. Også en sammenligning af procenttallene med C:N tyder herpå. Pct. N i sandfrit gødningstørstof er derfor forsøgt beregnet ud fra et sandindhold på 20 pct. (i tørstof) i gødningen fra 1942 og på 10 pct. i gødningen fra 1948. Det er altså i virkeligheden disse værdier, der må sammenholdes med og må tillægges samme betydning med hensyn til kriterium, som de fundne værdier for C:N.

Tænker man sig nu disse kriterier hyppigt anvendt for at få en forhåndsoplysning om en af de faktorer, der er ret afgørende for staldgødningens kvælstofvirkning i 1. vækstår, vil det være af betydning, om man alene kunne nøjes med en bestemmelse af pct. N i gødningstørstof, der dog må ledsages af en sandbestemmelse, fordi en kulstofbestemmelse af gødningen er den mest omstændelige. En bestemmelse af et af disse kriterier i gødning, der udbringes i december måned, må almindeligvis anses for lige så betimeligt som i gødning, der udbringes nærmere vækstperiodens begyndelse, fordi proteinspaltningsprocesserne i gødningen, når den er udbragt på jorden eller nedpløjet i denne, er stærkt afhængig af temperaturen. Den optimale temperatur for disse processer ligger omkring 30—35° C, *S. Tovborg Jensen* (10), og der sker næppe omsætninger af betydning ved temperaturer under 5°.

Da der uden undtagelse i dette og de tidligere års udførte forsøg er konstateret en udpræget sammenhæng mellem gødningernes virkning og de to kriterier således, at virkningen tiltager med aftagende C:N og stigende indhold af kvælstof i gødningstørstof, må der også indbyrdes mellem de to kriterier være en stærk sammenhæng.

*N. H. Parbery* og *R. J. Swaby* (11) har bestemt kulstof og kvælstof i ca. 60 forskellige organiske stoffer, der blev benyttet som kvælstofgødning til karforsøg med rajgræs som afgrøde. Ved en nærmere behandling af disse værdier for de to kriterier fandt *K. A. Bondorff* en overordentlig stærk korrelation,  $\div 0.9986$ , mellem C:N og den reciprokke værdi af kvælstofprocenten.

Ud fra den antagelse, at sammenhængen mellem C:N =  $y$  og kvælstofprocenten =  $x$  kunne gengives ved en ligning af formen

$y = \frac{a + b}{x}$ , har K. A. Bondorff — efter de mindste kvadraters metode — beregnet konstanterne  $a$  og  $b$  og fundet  $b$  til 0 og  $a$  til 44.507, således at ligningen blev  $y = \frac{44,507}{x}$ . Beregnes efter denne ligning

C:N ud fra kvælstofprocenten, bliver den *gennemsnitlige* forskel mellem det fundne og det beregnede kulstof-kvælstofforhold 0.5 og middelfvigelsen på et beregnet kulstof-kvælstofforhold  $\pm 0.7$ , det vil sige,  $\frac{2}{3}$  af de beregnede værdier afviger højest 0.7 fra de fundne. I betragtning af det store område, tallene spænder over, C:N fra 4.3 til 93.3, må formelen siges at være særdeles god. — Det er de efter denne formel beregnede C:N, der er anført i tabel 19, idet  $x$ -værdierne, der er benyttet, er de i samme tabel anførte værdier under sandfrit stof (anslået). Disse procenttal kan ikke være helt nøjagtige, så det er forklarligt, at forskellen mellem fundet og beregnet C:N i et par tilfælde er større end ovennævnte middelfvigelse.

Til et C:N på 20 svarer efter formelen et procentisk indhold af kvælstof i gødningstørstof (sandfrit) på ca. 2.22, en værdi, der for praksis bør regnes med som »kritisk« værdi for pct. N i gødningstørstof. Man vil da sikkert alene ud fra dette kriterium kunne afgøre, om en foreliggende staldgødning har virkning som kvælstofgødning straks fra vækstens begyndelse. Dette er dog kun under forudsætning af, at der intet kvælstoftab sker ved gødningens ud- og nedbringning. Må der her regnes med et tab på f. eks. ca. 10 pct., skal den ovennævnte kritiske værdi forhøjes til ca. 2.5 eller, der kan gives et til ammoniaktabet pr. ha svarende tilskud af kvælstof i mineralgødning.

Der vil med tiden komme til at foreligge et større antal staldgødningsprøver, hvor kulstof og kvælstof er bestemt i sandfrit gødningstørstof. Resultaterne af denne undersøgelse skal tjene til en yderligere underbygning af sammenhængen mellem de to kriterier, C:N og pct. N i gødningstørstof, som foreløbigt har fundet sit udtryk i ovennævnte formel.

#### d. Staldgødningskvælstoffets udnyttelse i stofproduktionen.

I de to foregående forsøg, forsøgene i 1939 og 1941, er det påvist, at stofproduktionen ikke kan være eentydig bestemt af den

optagne kvælstofmængde, når denne, som det også er tilfældet ved disse forsøg, stammer fra gødning af meget forskellig beskaffenhed. Samme mængde optaget kvælstof fra sådanne gødninger udnyttes forskelligt i stofproduktionen, så denne ikke alene bliver afhængig af det optagne kvælstof, men også af beskaffenheden af den gødning, hvorfra det stammer. Det er da også konstateret (se side 591), at forholdet mellem udbytte og optaget kvælstof i disse tilfælde ikke følger samme, men forskellige regressionsligninger.

Mellem staldgødninger, hvis kvælstofforbindelser vanskeligt optages af afgrøden, og gødninger med lettere optagelige kvælstofforbindelser, er der, som det ses af figurerne 12, 13, 14 og 15, en betydelig forskel i såvel den tidsmæssige optagelse af kvæstoffet som i merudbytteproduktionen i løbet af vækstperioden. Det må derfor formodes, at der er et ret nøje sammenhæng mellem den tidsmæssige optagelse af kvæstoffet og dets udnyttelse i stofproduktionen ikke alene ved høsten på modningsstadiet, men også på tidligere tidspunkter i vækstperioden.

Udnyttelsen af det optagne kvælstof i stofproduktionen kan angives ved udnyttelseskoefficienten, hvorved forstås den af en enhed optaget kvælstof producerede tørstofmængde. Udnyttelseskoefficient og afgrødens procentiske eller relative indhold af kvælstof er således forbundne størrelser, idet det relative indhold kan udtrykkes ved udnyttelseskoefficientens reciprokke værdi.

Der skal dog gøres opmærksom på, at den fundne, optagne kvælstofmængde kan være mindre, end den af afgrøden virkelig optagne mængde, idet formindskelsen kan være sket, dels ved udvaskning fra afgrøden og dels ved bladspild m. m. Høsten af afgrøderne fra de forskellige forsøgsled gennem vækstperioden er imidlertid foretaget på samme dato med undtagelse af en ringe forskel mellem høsttidspunkterne på modningsstadiet for nogle af leddene i forsøget 1948. Man kan formentlig derfor uden større fejl regne med, at en eventuel formindskelse af den optagne kvælstofmængde ikke er uforholdsmæssig større for det ene led end for det andet inden for samme forsøg.

Udnyttelseskoefficienterne for kvælstof såvel ved sidste som ved de forudgående høsttider er anførte i tabel 20.

Som det fremgår af tabel 20, grupperer udnyttelseskoefficienterne sig indbyrdes principielt på samme måde i begge forsøgsår.

Tabel 20. Udnyttelseskoeficienterne for kvælstof.

Gødning	År	$\frac{28}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{23}{6}$	$\frac{10}{7}$	Modning	Høstdato
Grundgødet	1942	31	64	96	123	109	$\frac{29}{8}$
S <sub>1</sub> -24,4	»	37	67	93	84	58	»
S <sub>2</sub> -24,4	»	40	62	77	59	60	»
S <sub>1</sub> -21,3	»	34	66	84	77	61	»
S <sub>2</sub> -21,3	»	35	58	76	76	60	»
S <sub>1</sub> -18,3	»	23	58	88	112	85	»
S <sub>2</sub> -18,3	»	19	51	90	122	83	»
Gødning	År	$\frac{10}{6}$	$\frac{24}{6}$	$\frac{14}{6}$	$\frac{2}{7}$	Modning	Høstdato
Grundgødet	1948	29	56	107	138	113	$\frac{3}{8}$
S <sub>1</sub> -24,0	»	31	45	85	84	59	$\frac{6}{8}$
S <sub>2</sub> -24,0	»	—	—	—	—	62	»
S <sub>1</sub> -21,0	»	24	47	101	131	81	$\frac{3}{8}$
S <sub>2</sub> -21,0	»	—	—	—	—	83	»
S <sub>1</sub> -18,0	»	—	—	—	—	110	$\frac{2}{8}$
S <sub>2</sub> -18,0	»	—	—	—	—	111	$\frac{30}{7}$

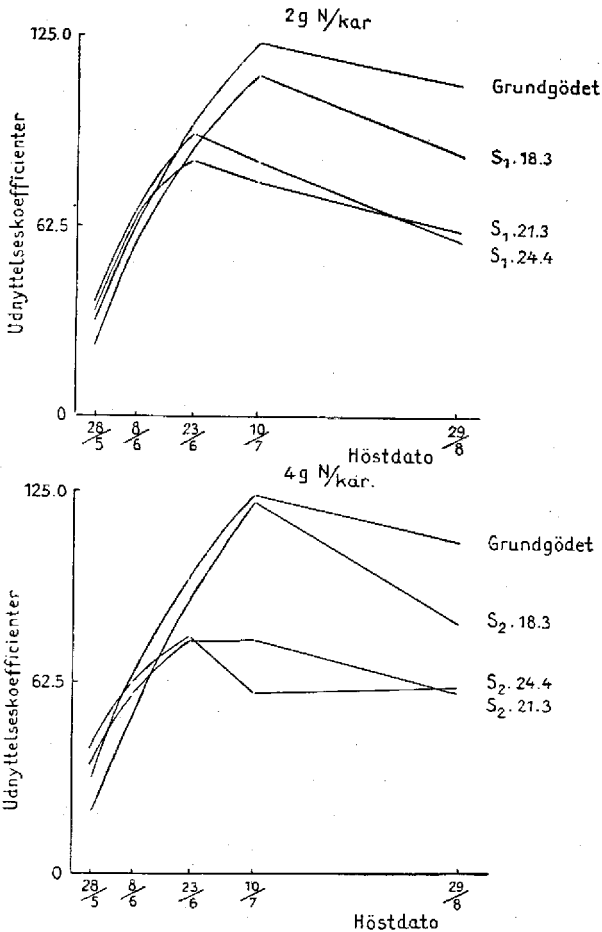
En grafisk fremstilling, der bedre end tabellen giver et indtryk af, hvorledes det optagne kvælstof er udnyttet i stofproduktionen gennem vækstperioden, omfatter derfor kun forsøget i 1942, hvor høst er foretaget af alle forsøgsled gennem hele væksttiden.

Om udnyttelseskoeficienterne, bestemt ved høst på modningsstadiet, ved man i almindelighed, at de aftager, når optagelsen af det pågældende næringsstof overskrider en vis grænse. Dette er også tilfældet her, når man sammenligner grundgødet, med staldgødningsserierne. I overensstemmelse hermed måtte man vente, at udnyttelseskoeficienten for kvælstof, optaget fra gødning med lavt C:N, vilde være mindre end fra gødning med højere C:N, idet kvælstoffet i førstnævnte tilfælde er lettest optagelig, men det modsatte er tilfældet.

Betragtes udnyttelseskoeficienterne ved den afsluttede høst, ses af figur 16, at optaget kvælstof fra grundgødet, hvor det har været i minimum under hele vækstperioden, er udnyttet bedst i stofproduktionen. Den maksimale udnyttelse indtræder dog tidligere i vækstperioden, i forsøget konstateret 10. juli, noget efter gennemskridningsstadiet.

Den maksimale udnyttelse af optaget kvælstof fra gødning S<sub>1</sub>-18,3 er fundet på samme tidspunkt i vækstperioden, men allerede 23. juni, noget før gennemskridningen begynder, for gødnin-gerne med C:N over 20. Den maksimale udnyttelse af optaget





Figur 16. Udnyttelseskoeficienter for kvælstof.  
Karforsøget 1942.

kvælstof fra grundgödet og de øvrige forsøgsled aftager i den her nævnte rækkefølge.

Den opnåede, forholdsvis ringe, maksimale udnyttelse af optaget kvælstof fra gödningerne med C:N over 20, må for gödning S<sub>1</sub>-24.4 ses i belysning af, at såvel meroptaget kvælstof som merudbyttet, som det fremgår af tabel 17, var negativt i begyndelsen af vækstperioden. For gödning S<sub>1</sub>-21.3 var meroptagelsen af kvælstof ikke negativt ved høsten 28. maj, hvad der dog ikke byder

nogen garanti for, at den ikke har været negativ før dette tidspunkt i vækstperioden.

Når faldet i den maksimale udnyttelse af optaget kvælstof fra gødningerne med C:N over 20 er indtrådt tidligt i vækstperioden i sammenligning med gødningen, hvis C:N er under 20, har det formentlig sin grund i den tidsmæssige optagelse af kvælstoffet fra disse gødninger. Efter 10. juli, straks efter gennemskridningsstadiet, udgør optaget kvælstof af ialt optaget for

Gødning S <sub>1</sub> —24.4	ca. 91 pct.
— S <sub>1</sub> —21.3	— 82 —
— S <sub>1</sub> —18.3	— 56 —

Fra det grundgødede forsøgsled udgjorde optagelsen af kvælstof efter 10. juli ca. 16 pct. af ialt optaget.

Der kan således næppe være tvivl om, at udbyttet, foruden af det optagne kvælstof, der har været den prøvede faktor i disse forsøg, også kan være afhængig af den tidsmæssige optagelse, eller, som det også kan udtrykkes, af gødningens art.

### Oversigt.

Hovedgødningen her i landet er staldgødningen, hvis organisk bundne kvælstofforbindelser, der almindeligvis udgør 75—80 pct. af det totale kvælstofindhold, først må mineraliseres, før de foreligger i en optagelig form for planterne. Mineraliseringsprocesserne er fortrinsvis af biologisk natur, og der forekommer da, sideløbende med nedbrydningsprocesserne, en opbygning eller en nydannelse af organisk stof, som mikroorganismene producerer ved deres vækst og formering. Ved denne nydannelse medgår foruden kulstof m. m. også kvælstof, som mikroberne tager fra det stof, der er under nedbrydning, eller fra det omgivende substrat, fra jordvædsken. Det mikrobielle forbrug af kvælstof ved omsætningsprocesserne i staldgødning, der er tilført jorden, kan experimentelt eftervises og er fundet afhængig i særdeleshed af forholdet mellem kulstof- og kvælstofforbindelserne i gødningen, det såkaldte kulstof-kvælstofforhold (C:N), og (eller) størrelsen af det procentiske indhold af kvælstof (N) i gødningstørstof, således at hvis disse værdier er henholdsvis over 20 og under ca. 2, kan det ikke antages, at gødningen har kvælstofvirkning over for afgrøden i begyndelsen af vækstperioden.

For en normal udvikling af afgrøden er det imidlertid af stor betydning, at de næringsstoffer, der optages fra jorden, forefindes i en optagelig form og i et omfang, så de til enhver tid i vækstperioden, og ikke mindst i begyndelsen — hvor kravet til letoptagelige næringsstoffer er forholdsvis stort — dækker afgrødens behov.

Staldgødning, der indeholder megen halm og ikke er tilstrækkelig omsat, kan i denne henseende i bedste fald i den første del af vækstperioden kun yde et bidrag til afgrødens kvælstofforsyning, som er mindre end tilsigtet, og i værste fald endog berøve jorden en del af de letoptagelige kvælstofforbindelser, der ellers kunne være udnyttet af afgrøden.

Disse betragtninger danner grundlaget for de undersøgelser, der her er udført med staldgødning. Hovedformålet har været at erstatte det subjektive skøn over staldgødningens beskaffenhed og den heraf afhængige kvælstofvirkning i 1. vækstår med de mere sikre talmæssige værdier, der grunder sig på en analytisk undersøgelse af gødningen. Her har opmærksomheden været rettet mod gødningens C:N og pct. N i gødningstørstof som kriterier, der kunne erstatte det subjektive skøn, og det er gennem alle forsøg, der er udført som karforsøg for at komme de naturlige forhold så nær som muligt, undersøgt, hvorledes afhængighedsforholdet er mellem disse kriterier og gødningens kvælstofvirkning i 1. vækstår.

Karforsøget 1938: Formålet med denne serie karforsøg var at undersøge halmens skadevirkning nærmere. Der anvendtes som gødning til karrene frisk kogødning og frisk urin, begge opsamlet direkte fra køerne uden at komme i berøring med grebningen, og halm, skåret i kort hakkelse. De forskellige kombinationer af disse stoffer fremgår af tabel 1.

I halmen, der var anvendt alene i to forsøgsled, var C:N ca. 126. I de forskellige kombinationer af de tre nævnte bestanddele varierede C:N fra ca. 21 til 0. Halmtilsætningen til ekskrementer og urin, eller blandinger heraf, bevirkede overalt en udbyttenedgang, der — når man betragter tallene for optaget kvælstof — må forklares ved, at de halmforgærende mikroorganismer har beslaglagt en del af det tilgængelige kvælstof. Forsøgenes resultater er opgjort på grundlag af såvel kvælstofoptagelsen som udbyttet, idet

stofproduktionen i dette forsøg kunne betragtes som en eentydig funktion af det optagne kvælstof.

Kvælstoffets optagelseskoefficienter for de forskellige gødninger er udregnet, og sammenhængen mellem disse koefficienter og gødningernes C:N og pct. N i gødningstørstof er beregnet. Det fremgår af disse resultater, der er anført i tabellerne 4 og 5, at der er et udpræget afhængighedsforhold mellem disse koefficienter og de to kriterier, C:N og pct. N i gødningstørstof. Jo lavere C:N, henholdsvis højere indhold af kvælstof i gødningstørstof, desto bedre virkning af gødningen.

Karforsøget 1939: Det var formålet med disse forsøg at undersøge, hvorledes staldgødning, gæret i forskellig tid og derved med forskelligt C:N, henholdsvis pct. N i gødningstørstof, virkede. Der er gjort rede for fremstillingen af gødningerne, der bestod dels af ekskrementer, urin og halm, dels af ekskrementer og halm og endelig en tredie gødning af ekskrementer og halm, tilsat svovlsur ammoniak. Tilsætningen heraf skete til frisk, ugæret gødning umiddelbart før nedlægningen i karrene, i en portion således, at C:N blev som den ved i 6 og 9 uger gærede, urinfri gødning, i en anden portion således, at forholdet kulstof:ammoniakkvælstof, blev som i 6 og 9 ugers gødningen. Formålet hermed var at undersøge, om det for gødningernes virkning var ligegyldigt, hvorvidt en formindskelse af C:N skete ved gæring, altså ved bortgang af kulstof, eller ved tilsætning af kvælstof.

Der fandtes, som det fremgår af tabel 8, gennemgående en ret betydelig stigning i udbyttet, som resultat af den forlængede gæringstid, der jo også, som det ses af tabel 7, havde medført en fortsat stigning i gødningernes ammoniakindhold. Frisk gødning, der ved tilsætning af svovlsur ammoniak blev indstillet på samme C:N, som gæret gødning af samme oprindelse, havde en lidt bedre virkning end den gærede gødning.

Der har åbenbart været en positiv vekselvirkning mellem gødningskvælstoffet og kvælstoffet i svovlsur ammoniak. En lignende vekselvirkning fandtes i forsøget i 1938 mellem ekskrementkvælstof og urinkvælstof.

Medens gødningernes C:N i 1938 var varieret fra ca. 20 og nedefter, var de i dette forsøg varieret omkring 20, nemlig fra ca.

18 til ca. 25. Den betydelige variation i afgrødernes kvælstofindhold, som var påfaldende i dette forsøg, var navnlig fremtrædende i afgrøder, tilført gødninger med højere C:N end 20. Om man i gødningernes beskaffenhed eller i særlige vækstkår, karakteristisk for året 1939, måtte søge årsagen til, at stofproduktionen ikke kunne siges alene at være bestemt af den optagne kvælstofmængde, som det var tilfældet ved forsøget året før, forblev et uløst spørgsmål, der blev genstand for undersøgelser ved de følgende års forsøg.

Værdiforholdet mellem gødningerne blev af forannævnte grunde alene beregnet af udbyttet, og de herved fundne værdiforhold udjævnet efter gødningernes C:N og pct. N i gødningstørstof. Som det fremgår af tabel 9, var der et ganske godt sammenhæng mellem disse kriterier og gødningernes værdiforhold.

Ved en undersøgelse af forholdet mellem tilført ammoniakkvælstof med gødningerne og optaget kvælstof af afgrøderne fandtes, at den optagne kvælstofmængde var endog væsentlig mindre, end det med gødningerne tilførte ammoniakkvælstof. Gødningsværdien af det i en staldgødning forekommende ammoniakkvælstof var betinget af gødningens beskaffenhed, der her er udtrykt ved dens C:N eller dens indhold af kvælstof i gødningstørstof.

I en halnrig, uomsat staldgødning med højt C:N kan planterne ikke i samme grad, som ved den omsatte gødning med lavere C:N, konkurrere med jordens mikroflora om det i gødningen forhåndenværende ammoniakkvælstof.

Karforsøget 1941: De i 1941 udførte forsøg var en fortsættelse af forsøgene i 1939, idet der tilstræbtes en yderligere udredning af sammenhængen mellem gødningernes virkning og omsætningsgraden, denne målt gennem C:N og pct. N i gødningstørstof, samt andre forhold af betydning, som var konstateret ved forsøget i 1939.

Gødningernes C:N og pct. N i tørstof, der varierede henholdsvis mellem 16.7 og 23.3 og 1.88 og 2.60, fremkaldtes dels ved gæring og dels ved tilsætning af cellulose og (eller) mineralkvælstof.

Der fandtes også ved dette forsøg en betydelig stigning i udbyttet, som resultat af den forlængede gæringstid, og det blev atter konstateret, at den forøgede virkning, som frisk gødning opnår ved gæring, fuldt ud kan opnås ved til den friske gødning at sætte så

meget mineralkvælstof, at C:N bringes på samme niveau, som det har opnået ved gæring af samme slags gødning.

Som det var tilfældet i 1939, fandtes også i dette forsøg en betydelig variation i afgrødernes procentiske indhold af kvælstof, en variation, der måtte tydes at stå i forbindelse med beskaffenheden af de anvendte gødninger. Afgrøder, tilført gødninger med C:N ca. 20, havde et forholdsvis højt procentisk indhold af kvælstof, men dette steg stærkt i afgrøder, der var tilført gødninger med højere C:N end 20.

Den almindelige antagelse, at udbyttet er afhængigt af den optagne næringsstofmængde og ikke tillige af gødningsmidlets art, har ikke kunnet bekræftes ved dette forsøg og forsøget i 1939. Hvis antagelsen var rigtig, måtte udnyttelseskoefficienterne, der er defineret ved forholdet, g tørstof: g N, for samme mængde optaget kvælstof være af samme størrelsesorden, uanset hvorfra kvælstoffet stammer.

De er imidlertid, som det f. eks. er fremhævet side 591, meget forskellige, hvad der må antages at stå i forbindelse med forløbet af kvælstofoptagelsen fra de forskellige gødninger gennem vækstopperioden. Dette spørgsmål blev nærmere undersøgt ved forsøgene i 1942 og 1948.

Side 593 er de af udbyttet beregnede værdital sammenstillet med de respektive gødningers C:N og pct. N i gødningstørstof. Når det tages i betragtning, at der forekommer vekselvirkninger mellem gødningskvælstoffet og de til gødningerne tilsatte bestanddele, må overensstemmelsen mellem gødningernes virkning, udtrykt ved værditalle, og de nævnte kriterier, betegnes som god.

En tilsvarende undersøgelse, som ved forsøget i 1939, af forholdet mellem tilført ammoniakkvælstof og optaget kvælstof viste, at udbyttet, som funktion af det med staldgødningen tilførte ammoniakkvælstof, i særdeleshed var afhængig af gødningens beskaffenhed, dens C:N. Jo videre dette forhold mellem kulstof og kvælstof i gødningen var (mere eller mindre halm i gødningen, mere eller mindre omsat), desto større part af det forhåndenværende ammoniakkvælstof blev unddraget planterne og indgik som mikrobiel substans ved den mikrobielle nedbrydning af gødningen.

### Karforsøgene 1942 og 1948:

Af forsøgene med staldgødning, udførte i 1938, 1939 og 1941, var det kun muligt ved det første års forsøg at benytte optagelses-koefficienterne for kvælstof som lige så gode udtryk for gødningernes virkning i første vækstår som udbyttet. Udbyttet var her een-tydigt bestemt af den optagne kvælstofmængde, hvad ingenlunde var tilfældet ved de følgende forsøg. Denne forskel mellem forsøgenes resultater beroede på, at der i forsøgene, udførte i 1939 og 1941, også var anvendt gødninger med højere C:N end i 1938, idet det fremgik af forsøgene, at efter sådanne dårligt virkende gødninger var stofproduktionen i forhold til den optagne kvælstofmængde langt ringere end efter de bedre virkende gødninger.

Forsøgenes egentlige formål, en konstatering af om kulstofkvælstofforholdet og (eller) pct. kvælstof i gødningstørstof afgav et kriterium for staldgødningens kvælstofvirkning i 1. vækstår, havde hidtil i forsøgene vist, at der var et udpræget afhængighedsforhold mellem disse kriterier og gødningernes virkning, medens den »kritiske« værdi, det vil sige den værdi, kriteriet må antage i gødningen, før denne står på overgangen til at virke som kvælstofgødning (side 596) ikke har kunnet eftervises ved forsøgene, som de hidtil har været udført.

Der er ved vækstforsøg af denne art kun een mulighed åben for at få oplysning om den kritiske værdi, defineret som anført, nemlig ved i forsøgene at anvende staldgødninger med C:N, der varierer omkring 20, og dernæst høste afgrøderne på forskellige tidspunkter i vækstperioden med hyppig høst i begyndelsen, hvorefter man ved en analyse af afgrøderne kan sammenligne kvælstofoptagelsen fra de staldgødede forsøgsled med optagelsen fra grundgødet.

Ved denne fremgangsmåde, der var anvendt ved forsøgene i 1942 og 1948, var det også muligt at efterspore årsagen til, at det optagne kvælstof fra staldgødning af forskellig beskaffenhed var blevet udnyttet så forskelligt i stofproduktionen, som det var tilfældet med forsøgene i 1939 og 1941.

De anvendte gødningers data fremgår af tabel 14, og i figurerne 12 og 13, side 602 og 603, er optagelseskurverne for kvælstof fra de forskellige forsøgsled demonstreret.

Meroptagelsen af kvælstof, det vil sige, det fra gødningerne optagne kvælstof, er anført i tabel 17 sammen med merudbyttet, og i figurerne 14 og 15, side 606 og 607, er disse forhold grafisk fremstillet.

I tabel 19 er de anvendte kriterier, C:N og pct. N i gødningstørstof, sammenholdt med kvælstofmeroptagelsen i den første del af vækstperioden. Pct. N er udregnet på såvel det foreliggende gødningstørstof som på det sandfri stof.

Det fremgik af disse undersøgelser, at der med hensyn til gødningernes kvælstofvirkning i begyndelsen af vækstperioden var en afgjort forskel mellem gødninger med C:N henholdsvis under og over 20, respektive over og under 2 pct. N beregnet på sandfrit gødningstørstof. De fundne værdier for meroptaget kvælstof i denne periode tyder stærkt på, at gødninger, der i forhold til kulstofforbindelserne er fattige på kvælstofholdige forbindelser, det vil sige halmrige og ikke meget omsatte gødninger, ikke kan antages at have nogen som helst positiv kvælstofvirkning over for afgrøden, før nedbrydningsprocesserne i sådanne gødninger, enten i møddingstedet eller i jorden, er ført så vidt, at C:N er blevet 20 og derunder, og pct. N i det sandfri gødningstørstof er steget til 2 og derover.

Medens C:N er uforandret enten det udregnes på sandfrit eller ikke sandfrit gødningstørstof, vil pct. N være afhængig af sandmængden. Dette forhold er omtalt, ligeledes hvor meget kriterierne ændres, når der regnes med et vist kvælstoftab ved udbringning af gødningen.

Det vil være fremgået af beregningerne, at de to kriterier erstatter hinanden. Man vil da foretrække pct. N i gødningstørstof, fordi en bestemmelse heraf er mest nøjagtig og lettest gennemførlig, selv om der samtidig må udføres en sandbestemmelse. Der er forøvrigt side 610 anført en formel, udregnet af K. A. Bondorff, hvorefter man ud fra kvælstofprocenten ret sikkert kan regne sig til kulstoff-kvælstof-forholdet i en foreliggende staldgødning.

Udnyttelseskoefficienterne for kvælstof er anført i tabel 20. I figur 16 findes en grafisk fremstilling af udnyttelseskoefficienterne, som de er fundne i løbet af vækstperioden for de gødninger, der var anvendte ved forsøget i 1942.



Det fremgår af denne del af undersøgelsen, at udbyttet, foruden af det optagne kvælstof, der har været den prøvede faktor, også kan være afhængig af den tidsmæssige optagelse eller, hvad der betinger en forskel i denne optagelse, af gødningens art.

#### Litteraturfortegnelse.

1. *Liebscher, G.*: Verlauf der Nährstoffaufnahme der Pflanzen und seine Bedeutung für die Düngerlehre. Journ. f. Landwirtsch. 35, 1887.
2. *Neubauer, H. und Schneider, W.*: Die Nährstoffaufnahme der Keimpflanzen und ihre Anwendung auf die Bestimmung des Nährstoffgehalts der Böden. Zeitschrift für Pflanzenern. und Düngung, A. 2., 1923.
3. *Blanck, E., Giesecke, F. und Heukeshoven, W.*: Ein vorläufiger Beitrag zur Frage nach dem Verlauf der Nährstoffaufnahme des Hafers während seiner Vegetationszeit. Journ. für Landwirtschaft 1933, und E. Blanck und F. Giesecke: Zweiter Beitrag zur Frage nach dem zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme des Hafers. Journ. für Landwirtschaft, 1934.
4. *Jensen, H. L.*: The microbiology of farmyard manure decomposition in soil. Journal of Agricultural Science, Vol. XXI. 1931. Side 77.
5. *Bondorff, K. A.*: Landbrugets Jorddyrkning. II, 244-47 og 261-65.
6. *Barthel, Chr. och Bengtsson, N.*: Bidrag till Frågen om Stallgödselkvävets Nitrifikation i Åkerjorden. Meddelande Nr. 400 m. fl. från Centralanstalten för Försöksväsendet på Jordbruksområdet.
7. *Steenbjerg, F.*: Om kemiske Planteanalyser og deres Anvendelse. Tidsskrift for Planteavl, 48. Bd. 1944.
8. *Waksman, A. S.*: Humus. (Origin, chemical composition, and importance in nature) 1936.
9. *Lemmermann, O.*: Die Bedeutung des C:N. Verhältnisses und einiger anderen Eigenschaften der organischen Stoffe für ihre Wirkung auf die Pflanzen und ihre Nitrifikation. Zeitschrift. Pflanzenern. Düng. und Bodenkunde. A. 17. 1930.
10. *Jensen, S. Tovborg*: Forelæsninger over Jordbundslære. 1946.
11. *Parbery, N. H. and Swaby, R. J.*: Extent and rate of release of nitrogen from various materials in forms available to plants. Agricultural gazette of N. S. Wales. 1942.