

Undersøgelser over Kvælstofindholdet i Rodfrugter og Havebrugsafgrøder ved forskellig Gødskning.

Af Frode Hansen.

I 1928 meddelte *Axel Pedersen* (*Axel Pedersen*: Undersøgelser over Kvælstofindholdet i Runkelroer ved forskellig Kvælstofgødskning, samt Arveligheden af Kvælstofindholdet. Nordisk Jordbrugsforskning 1928, Side 68—101) Resultaterne af en Række Undersøgelser over Indholdet af Kvælstof, Protein og Salpetersyre i Runkelroer fra Karforsøg og fra Forsøgslaboratoriets dyrefysiologiske Afdeling.

Disse Undersøgelser foranledigede, at man paa det kemiske Laboratorium paa Forsøgsstationen ved Askov paabegyndte en Række Analyser af Rodfrugtafgrøder fra Gødningsforsøg, dels for at forsøge at klare Spørgsmaalet om en vel defineret Gødsknings Indflydelse paa Runkelroernes Kvælstofindhold og dettes Sammensætning under naturlige Vækstbetingelser og dels for at sammenligne andre Rodfrugtafgrøder med Runkelroer.

Ved Undersøgelser over Kartofflers Mørkfarvning efter Kogning, som samtidig udførtes paa Forsøgsmøllens kemiske Laboratorium (*Frode Hansen*: Aarsagerne til Kartofflers Mørkfarvning ved Henstand efter Kogning. Det kgl. danske Landhusholdningsselskab, København 1935) i Askov, syntes lignende Analyser af Kartoffler at være af betydelig Interesse, idet der paavistes en Sammenhæng mellem Kvælstofforbindelsernes Sammensætning i Kartofflerne og deres Tilbøjelighed til Mørkfarvning. Disse Undersøgelser fortsattes derfor i 1934, og ved Hjælp af en Bevilling fra Tuborgfondet fortsattes Undersøgelserne i 1935 med nogle Havebrugsafgrøder fra Forsøgsstationen ved Blangsted, Hornum og Spangsbjerg. Det saaledes frem-

skaffede Materiale fra saavel Askov Forsøgsstation som fra Forsøgsmøllens kemiske Laboratorium skal forelægges i nærværende Afhandling.

For Understøttelsen fra Tuborgfondet til Arbejdet paa Forsøgsmøllens kemiske Laboratorium bringes herved en Tak.

I. Undersøgelser i Forbindelse med den anvendte Metodik.

Som Materiale til alle de udførte Analyser er anvendt den til Tørstofbestemmelse fremstillede Pulp, og der er benyttet følgende Fremgangsmaader ved Analysen:

Kvælstof bestemtes efter Kjeldahl-A. C. Andersen efter Reduktion af Salpetersyre med reduceret Jærn og Svovlsyre og Protein efter Stutzer-Barnstein. Salpetersyre bestemtes i 1930 med »Nitron«. Senere udførtes Bestemmelse af Ammoniak og Salpetersyre i Filtratet fra Proteinbestemmelsen, idet der fyldtes op med destilleret Vand til ca. 300 cm³, tilsattes Magniumilte, destilleredes, til Destillatet var fri for Ammoniak, hvorefter der tilsattes Devardalegering, og Destillationen fortsattes til Bestemmelse af Salpetersyre.

I 1930 og 1932 afvejedes Pulprøver à ca. 10 g til Bestemmelse af Totalindholdet af Kvælstof og af Protein.

Ved de senere udførte Analyser af Runkelroer og Kaalroer afvejedes 50 g af hver Pulprøve, disse bragtes over i Bægerglas, tilsattes ca. 50 cm³ Vand, opvarmedes i kogende Vandbad 1 Time, filtreredes og vaskedes til et Rumfang paa 250 cm³. I denne Ekstrakt udførtes Bestemmelse af Kvælstof og Protein, og i Filtratet fra den sidstnævnte Bestemmelse bestemtes Ammoniak og Salpetersyre. Totalindholdet af Kvælstoffet bestemtes i en tørret og malet Pulprøve ved Anvendelse af Fenolsvovlsyre til Destruktion.

Af Kartoffler afvejedes ligeledes 50 g, som paa samme Maade bragtes i Bægerglas med 50 cm³ Vand. Glasset tilsattes Kloroform og sattes paa Vandbad ved ca. 50° i ca. 4 Timer. Derved undgik man Forkløjstring af Stivelse og muliggjorde Filtrering og Udvaskning. I Ekstrakten udførtes Bestemmelse af Kvælstof og Protein. Totalkvælstof i Kartoffler bestemtes i tørret Pulp.

Ved Havebrugsafgrøderne udførtes Ekstraktionen paa samme Maade som ved Runkelroer og Kaalroer. Før Filtrering blev Filtret tørret og vejat, efter Udvaskning tørredes Filtret med det uopløste Stof, vejedes, og af det uopløste blev udtaget Prøve til Bestemmelse af Kvælstof. Summen af denne Bestemmelse og Totalkvælstof i Ekstrakten gav Totalkvælstof i Planten. I Ekstraten udførtes Bestemmelse af Totalkvælstof, Protein, Ammoniak og Salpetersyre som ved Runkelroer og Kaalroer.

Til Belysning af den anvendte Metodiks Paalidelighed er der efterhaanden udført en Række Undersøgelser, hvis Resultater skal omtales nærmere.

I Prøver af Runkelroepulp og Kaalroepulp udførtes først Bestemmelse af Totalindholdet af Kvælstof, idet afvejede Prøver af Pulpen fyldtes i Kjeldahlkolber samtidig med Udtagelse af Prøver til Tørstofbestemmelse. 6 Fællesprøver blev tilsat destilleret Vand, lidt Svovlsyre og reduceret Jærn for at

reducere Salpetersyren, ved 6 andre Fællesprøver blev Tilsætning af Jærn udeladt, og endelig blev i 6 Fællesprøver udført Tørstofbestemmelse ved Tørring ved 80°, hvorefter den tørrede Pulp bragtes i Kjeldahlkolber og behandlede som de førstnævnte 6 Prøver. Samtidig blev afvejet 2 Fællesprøver à 100 g, som tilsattes 100 cm³ Vand, opvarmedes paa kogende Vandbad, filtreredes og udvaskedes til et Rumfang paa 500 cm³. I den saaledes fremstillede Ekstrakt udførtes Bestemmelse af Totalindholdet af Kvælstof efter Reduktion med Jærn og af Protein. Baade Ekstrakten og Filtratet fra Proteinbestemmelsen destilleredes med Magniumilte med og uden Devardalegering, og i Destillaterne titreredes Mængderne af Ammoniak. Alle disse Undersøgelser gav de i Tabel 1 anførte Resultater.

Tabel 1. Analyser af Runkelroepulp og Kaalroepulp.

Analysens Art	Stoffet bestemt i	pCt. N i	
		Runkelroepulp	Kaalroepulp
Total N	Frisk Pulp reduceret med Jærn	0.147	0.152
do.	» » ikke reduceret med Jærn	0.139	0.151
do.	Tørret Pulp reduceret med Jærn	0.144	0.151
Total N	Ekstrakt	0.083	0.076
Protein N	»	0.036	0.029
NH ₃ -N+NO ₃ -N	»	0.034	0.010
NH ₃ -H	»	0.008	0.001
NO ₃ -N	» efter Best. af NH ₃	0.023	0.007
NH ₃ -N	Filtrat fra Protein	0.008	0.004
NO ₃ -N	» » » efter Best. af NH ₃	0.021	0.006

Beregnes Middelfvigelsen af de 3 × 6 Fællesbestemmelser i de to Rodfrugtarter af: $m = \sqrt{\frac{(v^2)}{p(n-1)}}$, hvor v er Afvigelsen fra Gennemsnit af Fællesprøver, n Antal Fællesprøver og p Antal Hold, og deraf Middelfvigelsen paa Gennemsnit af Fællesprøver af: $M = m : \sqrt{n}$, faar man for Runkelroer $M = 0.002$ og for Kaalroer $M = 0.001$. Der er altsaa ikke Tvivl om, at man ved at unldade Reduktion af Salpetersyre i Runkelroepulpen har faaet et Tab af Kvælstof, medens det mindre Indhold i den tørrede Pulp kan skyldes Usikkerhed ved Prøveudtagning af Pulpen. Forskellen i Runkelroepulpen udgjorde imidlertid kun 0.008 pCt., men der fandtes 0.023 pCt. Salpetersyrekvælstof, og i Kaalroepulpen fandtes 0.007 pCt. Salpetersyrekvælstof. Det maa da antages, at der er reduceret Salpetersyre til Ammoniak under Destruktionen med Svovlsyre.

En lignende Undersøgelse blev udført med to Prøver af Runkelroer, udtaget i en Roekule, hvoraf den ene var smaa Roer (I), 580 g pr. Roe, og den anden store Roer (II), 1720 g pr. Roe. I Pulpen af de to Prøver udførtes Bestemmelse af Kvælstof efter Reduktion med Jærn, og Bestemmelse af Ammoniak og Salpetersyre ved Destillation med Magnesia og Magnesia + Devardalegering. De sidstnævnte Bestemmelser var meget vanskelige at gennemføre, fordi den med Vand fortyndede Pulp skummede meget stærkt, og Benyttelse af Parafinolie for Skumdæmpning hjalp ikke væsentlig. Til Ekstraktion afvejedes 2 Prøver à 100 g, og efter Udvaskning til 500 cm³ Ekstrakt, tørredes Resten paa Filtret. I denne tørre Rest udførtes Bestemmelse af Kvælstof, og i Ekstrakten udførtes Bestemmelser som ved foregaaende Undersøgelse. Resultaterne fremgaar af Tabel 2.

Tabel 2. Analyser af 2 Prøver af Runkelroepulp.

Analysens Art	Stoffet bestemt i	pCt. N i	
		Prøve I	Prøve II
Total N NH ₃ -N+NO ₃ -N NH ₃ -N	Pulp efter Reduktion med Jærn.....	0.105	0.107
	Pulp	0.011	0.012
	»	0.004	0.003
Total N do.	Resten efter Ekstraktion.....	0.048	0.036
	Ekstrakt	0.056	0.070
Protein-N NH ₃ -N+NO ₃ -N NH ₃ -N NO ₃ -N	Ekstrakt	0.028	0.038
	»	0.010	0.013
	»	0.010	0.003
	» efter Best. af NH ₃	0.002	0.012
NH ₃ -N NO ₃ -N	Filtrat fra Protein	0.008	0.008
	» » » efter Best. af NH ₃ ...	0.002	0.010

Ved Bestemmelse af Kvælstof i Pulp og i Ekstrakt+Rest fandt man overensstemmende Resultater. Ogsaa i disse Prøver var der god Overensstemmelse mellem Salpetersyrebestemmelserne, medens Ammoniakindholdet syntes at stige ved Ekstraktionen.

Tabel 3. Bestemmelse af Protein, Ammoniak og Salpetersyre i Selleripulp med og uden Ammoniumnitrat.

Analysens Art	Frisk Pulp		Tørret Pulp	
	uden	med	uden	med
	Ammoniumnitrat			
pCt. N som Protein	0.170	0.185	0.178	0.183
» » » Ammoniak	0.007	0.071	0.017	0.066
» » » Salpetersyre.....	0.005	0.069	0.003	0.066

Af en Pulp af Selleri blev afvejet 4 Prøver à ca. 10 g til Bestemmelse af Tørstof og 4 Prøver til Bestemmelse af Protein. De to af hver af disse Prøvehold tilsattes Ammoniumnitrat straks efter Afvejning i en Mængde, der for tørret Pulp svarede til 0.124 pCt. N, og i den friske Pulp til 0.130 pCt. N, hvoraf Halvdelen som Salpetersyre og Halvdelen som Ammoniak. Efter Tørring bestemtes ogsaa Protein i den tørrede Pulp, og i alle Filtrater bestemtes Ammoniak og Salpetersyre.

Proteinbestemmelserne gav meget svingende Resultater. Ved Beregning af Middelafrvigelsen af de 4×2 Fællesbestemmelser ved Hjælp af Ligningen: $m = \pm \sqrt{\frac{(d^2)}{2n}}$, hvor d er Afvigelser mellem to Fællesbestemmelser og n Antallet af Fællesbestemmelser, fandt man $m = 0.0075$. Ved at betragte alle de 8 Bestemmelser som Fællesbestemmelse og beregne Middelafrvigelsen af: $m = \pm \sqrt{\frac{(v^2)}{n-1}}$, hvor v er Afvigelsen fra Gennemsnit og n Antal af Analyser, fandt man ligeledes $m = 0.0075$. Usikkerheden ved Prøveudtagningen til Proteinbestemmelse var altsaa meget stor, og man kunde ikke af disse Analyser afgøre, om noget af den tilsatte Ammoniak var tilbageholdt i Bundfaldet.

Ved Bestemmelse af Ammoniak og Salpetersyre genfandtes efter Subtraktion af Indholdet i Pulpen uden Tilsætning følgende Mængder:

	Frisk Pulp	Tørret Pulp
Ammoniak.....	0.064	0.049
Salpetersyre.....	0.064	0.063
Sum.....	0.128	0.112
Tilsat N.....	0.130	0.124

Salpetersyren genfandtes altsaa fuldstændig i begge Tilfælde. Ammoniakindholdet i Pulpen uden Tilsætning steg ved Tørring, og der synes under denne at være foregaaet en Nedbrydning af organiske Kvælstofforbindelser til Ammoniak, samtidig med at en Del af den tilsatte Ammoniak er fordampet.

Det kunde være et Spørgsmaal, om den fundne Ammoniakmængde var til Stede i Pulpen som saadan, eller om den var dannet under Destillationen ved Spaltning af organiske Kvælstofforbindelser. For at belyse dette Spørgsmaal udførtes nogle brudte Destillationer af Ekstrakter, hvis Resultater findes i Tabel 4. Til Sammenligning udførtes samme Undersøgelse med en Opløsning af Ammoniumnitrat.

Tabel 4. Brudt Destillation af Planteekstrakter.

Opløsning af	Ammoniumnitrat		Skorzonerrod				Salat				Tomat			
			I		II		I		II		I		II	
Tils. før Dest.	NH ₃	NO ₃	NH ₃	NO ₃	NH ₃	NO ₃	NH ₃	NO ₃	NH ₃	NO ₃	NH ₃	NO ₃	NH ₃	NO ₃
	Titreret cm 0.1 n Svovlsyre													
1. Dest.	4.65	4.45 ¹⁾	7.4	0.4	7.3	0.4 ¹⁾	1.95	10.7	1.30	10.6 ¹⁾	2.4	0.25	2.45	0.20 ¹⁾
2. »	0.25	0.35	1.1	0.1	1.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.05	0.25	0.02
3. »	0.00	0.05	—	0.1 ¹⁾	0.15	0.1	—	0.25 ¹⁾	0.15	0.05	—	0.03 ¹⁾	0.1	—
4. »	0.00	0.00	—	0.1	0.1	0.1	—	0.1	0.1	0.05	—	0.02	0.05	—
5. »	—	—	—	0.1	—	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—
6. »	—	—	—	0.1	—	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—
Sum...	4.90	4.85	8.5	0.9	8.75	0.7	1.55	11.35	1.75	11.00	2.7	0.85	2.85	0.22

¹⁾ Tilsat 200 cm³ dest. Vand.

Opløsningerne fyldtes i Destillationskolbe, fortyndedes til 250 cm³ og tilsattes Magnesia. Kogningen indstilledes saaledes, at der i ca. 5 Min. overdestilleredes 50 cm³, og der udførtes Titration for hver 50 cm³ Destillat. Prøve I tilsattes Devardalegering, efter at der var taget 2 Destillater og 200 cm³ Vand efter 4 Destillater, og Prøve II tilsattes baade Devardalegering og Vand efter 4 Destillater.

Det vil ses, at der i alle Ekstrakter foregik en Dannelse af Ammoniak under Destillationen, men at den største Mængde destillerede over med de første 100 cm³ Destillat, ligesom ved Destillation af Ammoniumnitrat. De smaa Mængder, som derefter destilleredes over, maa antages at være Nydannelse ved Afspaltning fra andre Forbindelser, og der maa under Overdestilleringen af de første 100 cm³ være foregaaet Nydannelse af tilsvarende eller lidt større Mængder som ved de næste 100, altsaa en Mængde, svarende til omkring 0.3 cm³ 0.1 n Svovlsyre. Der blev ved alle Analyser benyttet en Ekstraktmængde, svarende til 20 g Pulp, og Fejlen vil da komme til at ligge i Nærheden af + 0.002 pCt. Kvælstof.

Indholdet af Ammoniak varierede meget stærkt. Det var meget højt i Skorzonerrod og lavt i Salat. En Række Eksempler paa fundne Ammoniakindhold anføres i Tabel 5, idet der for de anførte Forsøg er taget henholdsvis det laveste og det højeste Indhold.

Disse Tal er stærkt varierende baade fra Art til Art og inden for samme Art. Som oftest har et stigende Indhold af Kvælstof givet stigende Indhold af Ammoniak, men der er dog Afvigelser fra denne Regel. Skorzonerrod og Pastinak, som

Tabel 5.
Eksempler paa Indhold af Ammoniak i Planteekstrakter.

Plantens Art, Oprindelse og Gødskning	pCt. NH ₃ -N
Sukkerroe, Forsøg med Kvælstofgødning, Stokkemark 1934:	
Grundgødet	0.002
1 ¹ / ₂ Chiles.....	0.003
» Artsforsøg, Lermarken, Askov 1935	0.006
Runkelroe, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Lermark 1935:	
1—1 ¹ / ₂ Staldg.	0.002
1 ¹ / ₂ Kunstg.....	0.004
» » » Kvælstofg., Askov Lermark: Grundgødet .	0.002
1 ¹ / ₂ Chiles...	0.004
» Artsforsøg, Askov Lermark 1935:	
Barres Tystofte og Barres Taarøje.....	0.006
Rødbede, Artsforsøg, Askov Lermark 1935	0.039
Kaalroe, Forsøg m. Staldg. og Kunstg., Lundgaard 1935: 1 Staldg..	0.004
1 »	0.006
» » » » » Askov Sandm. 1935: ugødet ..	0.004
1 Kvælst.	0.013
» Artsforsøg, Askov Lermark 1935	0.002
Kartofler, Forsøg m. Udbringning af Kaligødning, Lundgaard 1934:	
Grundgødet	0.009
1 Kali, Efteraar	0.005
Skorzonnerrod, Forsøg m. Staldg. og Kunstg., Blangsted 1935:	
1 Kvælstof + 1 Kali.....	0.024
1 Fosfors. + 1 Kali	0.098
Pastinak, Forsøg m. Staldg. og Kunstg., Blangsted 1935:	
1 Fosfors. + 1 Kali	0.007
1 Kvælst. + 1 Kali	0.027
Salat, Forsøg m. Staldg. og Kunstg., Hornum 1935: ugødet	0.006
1 ¹ / ₂ Staldg...	0.014
Tomat, Kalkforsøg, Væksthusforsøgene, Lyngby 1935: alle 3 Prøver	0.011

har givet det største Indhold, filtrerede meget langsomt, og trods det, at der blev tilsat Kloroform paa Filtret og dette holdt dækket under Filtreringen, er det muligt, at man finder Forklaringen til det store Indhold deri, at der trods al Paapasselighed for at forhindre Udvikling af Mikroorganismer i Pulpen er foregaaet en Ammoniakdannelse i denne under Filtreringen. Undersøgelsen af Selleri i Tabel 3 viste, at der under Tørring kunde foregaa en betydelig Ammoniakdannelse, og Undersøgelserne af Runkelroer i Tabel 2 tydede paa lignende Forhold under Ekstraktionen. Dette Forhold belystes yderligere ved den i Tabel 6 anførte Undersøgelse.

Straks efter Malingen afvejedes Portioner à 20 g, og to af disse blev straks fortyndet til ca. 100 cm³ og tilsat CuSO₄-Opløsning til Fældning efter Stutzer-Barnstein. De følgende fire Led fortyndedes ligeledes

til ca. 100 cm³, 2. og 3. blev straks sat i ca. 50° varmt Vandbad, hvor de stod i 3 Timer, medens 4. og 5. blev dækket med en Glasplade og sat i et ca. 30° varmt Skab sammen med 6. og 7., for hvilke Pulpen var fordelt i et tyndt Lag i en Glasskaal og blev luftørret i Løbet af de 2 Døgn. Disse fire sidstnævnte varmedes til ca. 50° før Fældning og Filtrering. Alle Filtrater blev fortyndet til ca. 250 cm³, destilleret med Magniumilte og efter Afdestillering af 100 cm³ tilsat Devardalegering, hvorefter Destillationen fortsattes til Bestemmelse af Salpetersyre.

Tabel 6. Fundet Ammoniak og Salpetersyre i Kartoffelpulp efter forskellig Behandling.

Behandling	pCt. N som	
	NH ₃	NO ₃
1. Tilsat CuSO ₄ straks efter Maling	0.0049	0.0048
2. Opvarmet til 50° i 3 Timer, tilsat Kloroform	0.0058	0.0035
3. do. do. uden Tilsætning	0.0070	0.0042
4. Henstand ved ca. 30° i 2 Døgn, tilsat Kloroform	0.0210	0.0028
5. do. do. uden Tilsætning	0.0315	0.0049
6. Tørret ved ca. 30° i 2 Døgn, tilsat Kloroform	0.0091	0.0028
7. do. do. uden Tilsætning	0.0133	0.0056

Indholdet af Ammoniak afhang af Pulpens Behandling, og den levende Plante har kun indeholdt ganske minimale Mængder. De fundne Mængder af Ammoniak, saavel som den Kvælstofmængde, der er opført som Salpetersyre, blev for den væsentligste Del dannet ved Afspaltning af Ammoniak fra andre Kvælstofforbindelser under Forbehandling og Destillation.

Selv om der ikke kan være Tvivl om, at en væsentlig Del af Ammoniakken har været til Stede som saadan i Pulpen eller Ekstrakten paa det Tidspunkt, da Fældningen blev foretaget, vil den ikke have nogen Interesse som selvstændig Gruppe, men der kan, naar den forekommer i større Mængder, være Tvivl om, til hvilken anden Gruppe den skal henregnes. Rime­ligst vil det vel være at antage, at den er dannet af Stoffer under Gruppen »andre organiske Kvælstofforbindelser«, og den er derfor henregnet til denne Gruppe. Det er dog sandsynligt, at de stedfundne Omsætninger har foraarsaget en Forskydning fra Protein til denne Gruppe. I de fleste Tilfælde har Indholdet imidlertid været saa ringe, at Forskydninger svarende dertil er uden Betydning for Analysens Resultat, og det er kun for Skorzonerrod, Pastinak og Rødbede, Forskydningen har spillet nogen Rolle. For disse Arter maa man imidlertid regne med,

at Indholdet af »andre organiske Kvælstofforbindelser« er angivet for højt og Protein for lavt.

Det fremgaar af Tabel 4, at Reduktionen af Salpetersyre til Ammoniak og Overdestilleringen af Ammoniakken foregik med de første 100 cm³ Destillat efter Tilsætningen af Devardalering, og at der ved fortsat Destillation foregik en Afspaltning af Ammoniak fra organiske Kvælstofforbindelser. Den fundne Mængde af Salpetersyre er altsaa lidt for stor.

I Tomat kunde ikke med Sikkerhed paavises Salpetersyre med Difenylaminsvovlsyre, og de fundne Mængder svarede i I til 0.0033 pCt. og i II til 0.0021 pCt. Salpetersyrekvælstof. Ved et stort Antal kvalitative Undersøgelser af Kartofler, som udførtes i Løbet af Sommeren og Efteraaret 1933, kunde ikke i noget Tilfælde med Sikkerhed paavises Salpetersyre i Knoldene med Difenylaminsvovlsyre, medens man derimod i Stængler og Blade altid fik en kraftig Reaktion, selv efter ensidig eller kraftig Gødskning med Fosforsyre og Kali. Kvantitative Bestemmelser blev forsøgt med en Række Prøver fra 1934, som maatte antages, hvis de indeholdt Salpetersyre, at have et stærkt varierende Indhold. Resultaterne findes i Tabel 7.

Tabel 7. Salpetersyrebestemmelse i Kartofler.

Prøvens Oprindelse	pCt. NO ₃ -N
Forsøg med Udbringning af Kaligødning, Lundgaard 1934:	
600 kg svovlsur Amm. + 500 kg Supf.	0.0020
do. do. + 100 kg Kalig., Efteraar	0.0010
do. do. + 200 » » »	0.0011
do. do. + 100 » » Foraar	0.0005
do. do. + 200 » » »	0.0011
Forsøg med Staldgød. og Kunstgød., Askov Sandm. 1934:	
800 kg svovlsur Ammoniak.	0.0026
do. do. + 300 kg Superfosfat	0.0027
300 kg Superfosfat + 300 kg Kaligødning	0.0006

Sammenlignes Prøverne fra Forsøget med Udbringning af Kaligødning paa Lundgaard med de i Tabel 19 opførte Analyser af de samme Prøver, vil det ses, at her med et stigende Indhold af Kvælstof og af »andre organiske Kvælstofforbindelser« fandtes et stigende Indhold af Salpetersyre. De fundne Mængder var imidlertid endnu mindre end Indholdet i To-

mater, hvori man heller ikke med Sikkerhed kunde paavise Salpetersyresyre.

Hvis den efter Reduktion fundne Mængde Ammoniak skulde stamme fra Spaltning af andre Kvælstofforbindelser under Reduktion og Destillation, er det sandsynligt, at Mængden vilde have været omtrent lige stor i alle Prøver. De 0.0005—0.001 pCt. Salpetersyrekvælstof, som fandtes i Prøverne med det mindste Indhold, kan naturligvis være af denne Oprindelse, men Afspaltningen kan ikke have været væsentligt større i de andre Prøver, og det er derfor sandsynligt, at der i Prøverne med det største Indhold fandtes en Mængde Salpetersyre af Størrelsesordenen 0.001—0.002 pCt. Kvælstof. Disse Mængder er saa smaa — de kan kun udgøre omkring $\frac{1}{2}$ pCt. af den samlede Kvælstofmængde —, at der i nærværende Forbindelse ikke begaas nogen væsentlig Fejl ved at undlade Bestemmelsen og dermed inkludere Salpetersyren i Gruppen »andre organiske Kvælstofforbindelser«.

II. Kort Oversigt over Planer for de benyttede Forsøg.

Forsøgene paa Askov Lermark, Askov Sandmark og Lundgaard har afgivet det største Materiale til Undersøgelserne. Askov Lermark er en sandblandet Lermuld med Underlag af sandblandet Ler, Askov Sandmark en meget let, lys Sandjord med lyst og stenfrit Sandunderlag og Lundgaard har ret mørk Sandjord med brunt, stenrigt Sandunderlag. Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning blev anlagt paa Lermarken og Sandmarken i 1893 og paa Lundgaard i 1927. Sædskiftet er paa alle tre Arealer:

1. Vintersæd, 2. Rodfrugt, 3. Vaarsæd og 4. Kløver-Græs.

Paa Lermarken er Vintersæden Hvede og Vaarsæden Byg, paa Sandmarken og Lundgaard Rug og Havre. Paa Lermarken dyrkes Runkelroer i Rodfrugtmarken, paa Sandmarken Kaalroer i den ene Halvdel af Parcellen, Kartoffler paa den anden, og paa Lundgaard Kaalroer i første Rotation, Kartoffler i den anden.

Paa alle tre Arealer findes Forsøgsleddene: Ugødet, 1 Staldgødning og 1 Kunstgødning. Med 1 Staldgødning tilføres 125 kg Kvælstof pr. ha i Staldgødning og 80 kg Kvælstof pr. ha i Ajle — i alt 205 kg Kvælstof — til Rodfrugtmarken og 75 kg Kvælstof pr. ha i Staldgødning til

Vaarsæd. Dette svarer i Gennemsnit til ca. 10 Tons Staldgødning og 4 Tons Aje, eller til 70 kg Kvælstof pr. ha pr. Aar.

Med 1 Kunstgødning gives i kg pr. ha:

	Kvælstof	Fosforsyre	Kali
Til Vintersæd	70	36	75
» Rodfrugt	160	52	115
» Vaarsæd	50	36	75
» Kløvergræs	0	36	75
Gennemsnit pr. Aar pr. ha	70	40	85

Mængderne af Fosforsyre og Kali er afstemt af Gennemsnitsanalyser af Staldgødning, saaledes at 1 Staldgødning og 1 Kunstgødning faar tilført tilnærmelsesvis lige meget af saavel Kvælstof som Fosforsyre og Kali. Fosforsyre tilføres altid i Superfosfat og Kali i 40 pCt. Kaligødning. Til Kartoffler og Kaalroer anvendes som Kvælstofgødning svovlsur Ammoniak og til Runkelroer Chilesalpeter.

Mængderne af Staldgødning og Kunstgødning varieres paa lidt forskellig Maade paa de 3 Arealer. Paa Sandmarken findes kun 1 Staldgødning, paa Lundgaard $\frac{1}{2}$ og 1, paa Lermarken 1, $1\frac{1}{2}$ i alle Marker og i nogle Marker desuden $\frac{1}{2}$ og 2.

Ensidige Kunstgødninger, tilført i samme Mængde som 1 Kunstgødning, findes paa alle 3 Arealer, paa Sandmarken og Lermarken findes desuden Kombinationerne 1 Kvælstofgødning + 1 Fosforsyregødning og 1 Fosforsyre + 1 Kali, paa Lundgaard desuden 1 Kvælstof + 1 Kali.

Paa Sandmarken gives desuden Tilskud af ensidige Kunstgødninger til 1 Staldgødning, og disse gives da altid med Halvdelen af Mængden i 1 Kunstgødning.

Forsøg med Kvælstofgødninger anlagdes paa Askov Lermark i 1929 og ved Lundgaard i 1930. Paa Lermarken indgaar baade Runkelroer, Kaalroer og Kartoffler i Sædskiftet og ved Lundgaard Kaalroer og Kartoffler. Til alle Afgrøder gives som Grundgødning 200 kg Superfosfat og 200 kg 40 pCt. Kaligødning pr. ha og til Rodfrugtmarkerne desuden en Mængde Staldgødning, svarende til 100 kg Kvælstof. I Forsøgsgødningen er 1 Kvælstof til Rodfrugter 60 kg Kvælstof pr. ha.

Forsøget med Kvælstofgødninger ved Stokkemarke anlagdes 1930 paa svær Lerjord. I dette Forsøg anvendes ikke Staldgødning som Grundgødning til Rodfrugter, hvorfor alle Afgrøder tilføres 400 kg Superfosfat og 400 kg 40 pCt. Kaligødning. 1 Kvælstof er 80 kg Kvælstof pr. ha til Sukkerroer.

Forsøget med Eftervirkning paa Lermarken anlægges hvert Aar i Rodfrugter paa nyt Areal. 1 Staldgødning er 150 kg Kvælstof i Staldgødning pr. ha (ca. 30 Tons), 1 Kunstgødning 150 kg Kvælstof pr. ha og samme Mængde Fosforsyre og Kali som i 2 Staldgødning. I 1930 blev dog kun givet Fosforsyre og Kali, svarende til 30 Tons Staldgødning.

Forsøget med Kaligødning blev anlagt paa Askov Lermark, Askov Sandmark og Lundgaard 1927 med samme Sædskilde som Forsøgene med Staldgødning og Kunstgødning. Som Grundgødning gives til Rodfrugter Staldgødning, svarende til 150 kg Kvælstof, Ajle, svarende til 60 kg Kvælstof, 300 kg Chilesalpeter og 200 kg Superfosfat.

I Forsøget med forskellig Udbringningstid for Kaligødning paa Lundgaard anvendes som Grundgødning 200 kg Superfosfat og 500 kg svovlsur Ammoniak pr. ha. 1 Kaligødning er 200 kg 40 pCt. Kaligødning pr. ha. Forsøget er anlagt 1930.

Forsøgene med Staldgødning og Kunstgødning til Køkkenurter ved Blangsted anlagdes i 1922 og ved Hornum i 1924. Jorden ved Blangsted er en ret svær Lerjord med Lerunderlag og ved Hornum en god, muldrig Sandjord.

1 Staldgødning er i disse Forsøg 24 Tons Staldgødning pr. ha og Mængden af Kvælstof, Fosforsyre og Kali i 1 Kunstgødning afstemmes aarlig derefter ved Hjælp af Analyser af Staldgødningen og Kunstgødningen. I 1933 og 1935, da der er analyseret Afgrøder fra disse Forsøg fra Blangsted, tilførtes henholdsvis 159 kg og 112 kg Kvælstof, og i 1935 ved Hornum 127 kg Kvælstof.

III. Undersøgelsernes Resultater.

Resultaterne af alle de udførte Analyser findes i Tabel 19, Side 136—41. I det følgende skal foretages nogle Sammenstillinger af disse Resultater. Med Hensyn til de i Forsøgene anvendte Kvælstofmængder henvises til foregaaende Afsnit.

Der blev udført Analyser af Runkelrøer fra Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning paa Askov Lermark 1930, 1932, 1933 og 1934. I Tabel 9 er Resultaterne af Undersøgelser i disse 4 Aar af Røer fra Forsøgsleddene 1 Staldgødning og 1 Kunstgødning sammenstillet.

Tørstofprocenten faldt med stigende Afgrøde i de tre Aar, men 1933 havde en meget høj Tørstofprocent i en meget stor Afgrøde. Kvælstofprocenten faldt ligeledes med stigende Afgrøde i de tre Aar, men 1934 havde meget højere Kvælstofprocent end 1930, trods lidt større Afgrøde. Nogen Sammenhæng mellem Aarenes Tørstofprocent og Kvælstofprocent fremgik ikke af Tallene. Af den tilførte Kvælstofmængde fandtes efter Gødskning med 1 Staldgødning mellem Halvdelen og en Tredjedel i Afgrøden, og efter Gødskning med 1 Kunstgødning fandtes de tre Aar mellem 77 og 79 pCt., medens der i 1930 kun fandtes knap 60 pCt.

Tabel 8. Analyse af Runkelroer efter ensartet Gødskning i forskellige Aar.

Aar	hkg Roer pr. ha	pCt. Tørstof	pCt. N i		kg N pr. ha	pCt. af N-Mængden som			
			Roer	Tørstof		Protein	andre org. N-Forb.	NO ₃	
1 Staldgødning									
1930	457	11.4	0.139	1.22	65	42	34	24	
1932	641	11.3	0.127	1.12	81	58	25	17	
1933	853	12.3	0.117	0.95	100	67	30	3	
1934	482	11.4	0.178	1.56	86	64	17	19	
1 Kunstgødning									
1930	720	10.2	0.151	1.28	94	44	38	18	
1932	1037	9.5	0.121	1.27	125	55	26	20	
1933	1025	11.2	0.121	1.08	124	59	28	13	
1934	821	10.1	0.154	1.52	126	59	19	22	

Forholdet mellem Grupperne af Kvælstofforbindelserne varierede stærkt, men dog saaledes, at Protein altid udgjorde den største Mængde og Salpetersyre den mindste. I grove Træk kunde man sige, at Protein udgjorde omkring 50 pCt., andre organiske Kvælstofforbindelser omkring 30 pCt. og Salpetersyre omkring 20 pCt. af den samlede Kvælstofmængde. Nogen Regel for Variationernes Forhold til Afgrødestørrelse, Tørstofprocent eller Kvælstofprocent kunde ikke udtrykkes af Undersøgelserne.

Gødskningens Indflydelse paa Kvælstofindholdet og Kvælstofforbindelsernes Sammensætning i Runkelroer fremgik af Undersøgelser i Forbindelse med en Række Forsøg i de samme Aar. I Forsøgene med Staldgødning og Kunstgødning blev analyseret Prøver fra 1 og 1½ Staldgødning og ½, 1 og 1½ Kunstgødning i Aarene 1930, 1932 og 1934. ½ Staldgødning fandtes ikke i alle de paagældende Marker, og Ugødet gav jævnlig saa smaa Afgrøder, at der ikke var tilstrækkelig til Prøver til Tørstofbestemmelse. I Forsøget med Kvælstofgødninger blev udført Undersøgelser i 1932 og 1934. Gennemsnit af disse Undersøgelser findes i Tabel 9.

Kvælstofindholdet i Tørstoffet steg regelmæssigt med stigende Gødningsmængder, medens der i de friske Roers Kvælstofindhold var nogle Afvigelser fra denne regelmæssige Stigning, fordi Kvælstofgødningen nedsatte Tørstofprocenten for-

Tabel 9. Kvælstofindhold i forskelligt gødede Runkelroer.

Gødskning	hkg Roer pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		kg N pr. ha	pCt. af N-Mængde som		
			Roer	Tør- stof		Pro- tein	andre org. N- Forb.	NO ₃
Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning, 1930—32 og 1934								
1 Staldgødning ...	527	11.4	0.148	1.30	78	55	25	20
1 ¹ / ₂ » ...	805	10.9	0.156	1.43	123	50	31	20
¹ / ₂ Kunstgødning.	464	11.3	0.141	1.28	67	56	26	18
1 »	857	9.9	0.135	1.36	116	53	28	20
1 ¹ / ₂ »	1032	9.0	0.151	1.68	156	46	24	30

Forsøg med Kvælstofgødninger, 1932 og 1934

Grundgødet	595	11.8	0.121	1.02	72	70	22	8
do. + ¹ / ₂ Chiles...	761	10.4	0.115	1.12	88	67	23	10
do. + 1 » ..	907	10.0	0.117	1.25	107	64	24	13
do. + 1 ¹ / ₂ » ..	922	9.2	0.122	1.38	113	63	23	15
do. + ¹ / ₂ sv. Amm. .	694	10.0	0.106	1.10	74	68	21	11
do. + 1 »	717	9.8	0.115	1.22	82	62	25	13
do. + 1 Kalks.	818	10.3	0.119	1.19	97	67	22	11

holdsviis stærkere end Forhøjelsen af Kvælstofprocenten. I Roer af samme Størrelse var Tørstofindholdet større efter Staldgødning end efter Kunstgødning, og da Kvælstofindholdet i Tørstoffet var omtrent lige stort eller maaske snarest lidt mindre efter Kunstgødning, blev Kvælstofindholdet i Roerne større efter Staldgødning end efter Kunstgødning. Stigningen i de høstede Kvælstofmængder med stigende Kvælstoftilførsel var noget uregelmæssig, men synes snarest at være aftagende ved de største Mængder. Proteinindholdet var større i Forsøget med Kvælstofgødninger end i Forsøget med Staldgødning og Kunstgødning, men i begge Forsøg aftog det relativt med stærkere Gødskning, og samtidig var der en Stigning i Salpetersyreprocenten. Svovlsur Ammoniak gav meget mindre og Kalksalpeter noget mindre Afgrøder end Chilesalpeter, men væsentlig Forskel paa Kvælstofindholdet eller paa Kvælstofforbindelsernes Sammensætning fremgik ikke af Analyserne.

Sukkerroer, Fabrikssukkerroer, fra Stokkemærke 1934 afveg med Hensyn til Sammensætning af Kvælstofforbindelserne meget væsentligt fra Runkelroerne. Kun ved Gødskning med 1 og 1¹/₂ Chilesalpeter lod det sig gøre kvantitativt at bestemme

et Indhold af Salpetersyre. Indholdet af Protein laa mellem 84 og 89 pCt. af den samlede Kvælstofmængde, og Indholdet af andre organiske Kvælstofforbindelser mellem 10 og 16 pCt. De forskellige Kvælstofgødningers Indflydelse paa S sammensætningen gik i samme Retning for Sukkerroerne som for Runkelroerne, men Udslagene var mindre til Trods for, at der blev anvendt større Mængder af Kvælstofgødninger, idet der ikke anvendtes Staldgødning som Grundgødning.

I 1935 udførtes Undersøgelser af Roer fra Artsforsøg paa Askov Lermark, og nogle Resultater af disse Undersøgelser anføres i Tabel 10 sammen med Gennemsnit af Sukkerroerne fra Stokkemark og Runkelroerne fra Tabel 9.

Tabel 10. Sammenligning af forskellige Bedearter.

Sort og Oprindelse	pCt. Tørstof	pCt. N i		pCt. af N-Mængden som		
		Roer	Tørstof	Protein	andre org. Forb.	NO ₃
Fabrikssukkerroer fra Stokkemark, Gens. 1934	22.5	0.229	1.00	86	14	0
Tystofte Barres, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov 1930, 1932, 1934....	10.5	0.147	1.41	52	27	21
Tystofte Barres, Forsøg med Kvælstofg., Askov 1932—34.....	10.2	0.116	1.18	66	23	12
Artsforsøg, Askov 1935:						
Sukkerroe, Tystofte	22.0	0.197	0.90	63	34	4
Tystofte Barres	12.8	0.155	1.21	49	39	12
Taareje »	11.4	0.151	1.32	43	43	14
Rødbede »	16.3	0.231	1.42	45	47	8
Kaalroe, Bangholm	12.5	0.182	1.46	71	25	4

Forholdet mellem Kvælstofforbindelserne variereds saaledes meget stærkt inden for samme Art (*Beta vulgaris*) baade for Underart og Stamme.

Af Kaalroer er der analyseret Prøver fra Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning paa Askov Sandmark i 1932 og 1935 og paa Lundgaard i 1935. Resultaterne for ensartet Gødskning, forskellige Aar og Avlssteder er sammerstillet i Tabel 11.

Kvælstofmængderne var lige saa store og lige saa stærkt varierende som for Runkelroer paa Lermarken, og ogsaa S sammensætningen varierede overmaade stærkt. Den store Afrøde

paa Sandmarken i 1932 nærmede sig med Hensyn til Indhold af Protein og Salpetersyre til Sukkerroer fra Stokkemarke, medens den lille Afgrøde i 1935 havde omtrent lige saa stort Salpetersyreindhold som de mest salpetersyreholdige Runkelroer. Denne sidstnævnte Afgrøde synes dog nærmest at være Undtagelsen, et større Proteinindhold og mindre Salpetersyreindhold at være Reglen, idet baade den middelstore Afgrøde paa Lundgaard i 1935 og Kaalroerne fra Artsforsøget viser bedre Overensstemmelse med Afgrøden fra Sandmarken 1932 end med Afgrøden fra 1935.

Tabel 11. Analyser af Kaalroer efter ensartet Gødskning forskellige Aar og Avlssteder.

Avlssted og Aar	hkg Roer pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		kg N pr. ha	pCt. af N-Mængden som		
			Roer	Tør- stof		Pro- tein	andre org. N- Forb.	NO ₃
1 Staldgødning								
Sandmarken 1932 ..	766	12.1	0.139	1.11	103	80	18	2
» 1935 ..	291	11.3	0.178	1.58	52	59	29	12
Lundgaard 1935 ...	423	13.4	0.180	1.34	76	73	26	1
1 Kunstgødning								
Sandmarken 1932 ..	777	11.9	0.148	1.24	115	76	21	3
» 1935 ..	305	10.2	0.133	1.89	59	49	32	18
Lundgaard 1935 ...	465	11.8	0.281	2.38	111	57	42	2

Forskellig Gødsknings Indflydelse paa S sammensætningen fremgaar af Tabel 12, hvori er beregnet Gennemsnit af fælles Forsøgsled paa de to Forsøgssteder.

I det sidste Forsøgsled, Staldgødning + $\frac{1}{2}$ Kvælstof, gives Kvælstofgødningen paa Sandmarken som Tilskud til 1 Staldgødning, paa Lundgaard til $\frac{1}{2}$ Staldgødning.

Kunstgødning har givet mindre Protein og mere »andre organiske Kvælstofforbindelser« end Staldgødning. Et Tilskud af Kvælstofgødning til Staldgødning har imidlertid virket paa samme Maade som Ombytning af Staldgødning med Kunstgødning, og Forholdet mellem disse Gødninger synes da at være et Udslag af, at Kunstgødningen giver en større Mængde tilgængeligt Kvælstof i Forhold til de andre Plantenæringsstoffer end Staldgødning.

Tabel 12. Kvæstofindhold i forskellig gødede Kaalrøer.
Gennemsnit af Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning,
Sandmarken og Lundgaard.

Gødskning	hkg Roer pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		kg N pr. ha	pCt. af N-Mængden som		
			Roer	Tør- stof		Pro- tein	andre org. N- Forb.	NO ₃
Ugødet	185	13.5	0.142	1.05	26	71	25	4
Staldgødning	493	12.3	0.164	1.34	81	71	24	5
1/2 Kunstgødning ...	421	11.8	0.184	1.52	77	66	31	4
1 »	512	11.3	0.207	1.84	106	61	32	8
Staldg. + 1/2 Kvælst.	511	11.3	0.310	1.85	102	62	30	8

Virksomheden af ensidig Kunstgødning alene eller som Tilskud til Staldgødning paa Sandmarken i 1935 fremgaar af Tabel 13.

Tabel 13. Enkelte Kunstgødninger alene og som Tilskud
til Staldgødning.

Gødskning	kg N pr. ha	pCt. N	pCt. af N-Mængden som		
			Protein	andre org. N-Forb.	NO ₃
Kunstgødning alene					
Ugødet	17	0.135	62	30	8
1 Kvælstofgødning	26	0.269	39	39	21
1 Fosforsyregødning	18	0.135	61	21	18
1 Kaligødning	20	0.125	66	29	6
1 Kvælstof + 1 Fosforsyre	30	0.264	42	38	20
1 Fosforsyre + 1 Kali	34	0.134	66	28	5
Tilskud til Staldgødning					
Staldgødning	52	0.178	59	29	12
do. + 1/2 Kvælstofgødning	61	0.203	45	36	19
do. + 1/2 Fosforsyregødning	60	0.167	58	31	11
do. + 1/2 Kaligødning	52	0.188	56	33	12
do. + 1/2 Fosforsyre + 1/2 Kali ...	61	0.171	55	34	11

Ved Betragtning af disse Resultater maa det erindres, at Undersøgelserne blev udført i 1935, da Proteinindholdet var usædvanlig lavt og Salpetersyreindholdet usædvanlig stort.

Kvælstofgødning alene har nedsat det i Forvejen meget lave Proteinindhold og forøget Salpetersyreindholdet, Kaligødning alene har virket i modsat Retning, og Fosforsyregødning

alene synes at have givet større Indhold af Salpetersyre og mindre Indhold af andre organiske Kvælstofforbindelser, men sammen med Kvælstofgødning ingen Virkning at have haft. Som Tilskud til Staldgødning har kun Kvælstofgødning virket i samme Retning, medens Kaligødningen ikke har været i Stand til at udøve nogen Virkning ved Siden af Staldgødningens Kaliindhold.

For Kartofflernes Vedkommende giver de i Tabel 14 sammenstillede Resultater Oplysning om Variationen med Aar og Voksested.

Tabel 14. Analyse af Kartoffler efter ensartet Gødskning, forskellige Aar og Voksesteder.

	hkg Knol- de pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		kg N pr. ha	pCt. af N- Mængden som	
			Knol- de	Tør- stof		Pro- tein	andre org. N- Forb.
1 Staldgødning, Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning							
Lundgaard 1933	338	26.1	0.227	0.87	87	79	20
Sandmark 1933	376	25.6	0.246	0.96	92	75	26
» 1934	379	26.1	0.268	1.03	102	70	29
1 Kunstgødning, Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning							
Lundgaard 1933	323	25.9	0.242	0.93	78	73	28
Sandmark 1933	343	25.1	0.291	1.16	100	58	42
» 1934	347	24.1	0.323	1.34	112	66	33
1 Chilesalpeter, Forsøg med Kvælstofgødning							
Lundgaard 1933	337	26.9	0.273	1.01	92	79	21
Lermarken 1934	418	26.6	0.195	0.73	82	67	32
1 Kaligødning, Forsøg med Kaligødning							
Lundgaard 1933	446	22.2	0.242	1.08	107	75	25
Lermarken 1933	403	25.2	0.258	1.03	104	61	38

Ogsaa for Kartoffler var der ret store Variationer for Aar og Avlssted, om end knap saa store som for Runkelroer og Kaalroer, men man kan heller ikke som for Kaalroerne antage, at man er naaet Ydergrænserne for Variationerne. Omkring ved to Tredjedele af Kvælstofmængden var Protein.

For alle de Forsøgsled, som er fælles for flere Aar eller Avlssteder, er der beregnet Gennemsnit, og disse findes i Tabel 15.

Tabel 15. Analyse af forskelligt gødede Kartoffler.

	hkg Knol- de pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		kg N pr. ha	pCt. af N som	
			Knol- de	Tør- stof		Pro- tein	andre org. N- Forb.
Forsøg med Staldg. og Kunstg., Sandm. 1933—34 og Lundg. 1933							
Ugødet	83	26.1	0.301	1.16	34	65	35
1 Staldgødning	363	25.9	0.247	0.95	82	74	25
1/2 Kunstgødning	250	25.4	0.226	1.07	57	68	32
1 " "	331	25.0	0.285	1.14	94	66	34
Forsøg med Staldg. og Kunstg., Sandm. 1933—34							
1 Staldgødning	376	25.9	0.257	1.00	97	72	28
do. + 1/2 Kvælst.	379	24.5	0.316	1.30	118	66	34
do. + 1/2 Fosfors.	386	25.7	0.252	0.98	97	67	34
do. + 1/2 Kalig.	380	24.5	0.236	0.97	90	70	30
do. + 1/2 Fosfors. + 1/2 Kalig.	399	25.0	0.249	1.00	99	71	29
Forsøg med Kvælstofgødninger, Lerm. og Lundg., 1934							
Grundgødet	268	26.5	0.182	0.69	49	73	27
do. + 1/2 Chiles.	326	27.1	0.186	0.69	61	76	24
do. + 1 " "	378	26.8	0.234	0.87	91	73	27
do. + 1 1/2 " "	382	26.4	0.258	0.99	99	71	30
do. + 1/2 sv. Amm.	327	27.1	0.186	0.68	61	73	28
do. + 1 " "	368	26.2	0.222	0.85	82	76	25
do. + 1 Kalksalp.	360	27.2	0.234	0.86	84	74	27
Forsøg med Kaligødninger, Sandm. og Lundg., 1934							
Grundgødet	416	25.1	0.267	1.07	111	66	35
do. + 1/4 Kalig.	407	24.6	0.270	1.10	110	67	33
do. + 1/2 " "	416	24.5	0.244	1.00	102	67	33
do. + 1 " "	425	23.7	0.249	1.06	106	68	32

Kunstgødning har givet højere Kvælstofindhold i Tørstoffet, men relativt lavere Proteinindhold. Det samme var Tilfældet i Forsøget ved Blangsted med tidlige Kartoffler (se Tabel 19), idet Gennemsnit af 3 staldgødede og 3 kunstgødede Forsøgsled gav henholdsvis 1.38 og 1.73 pCt. Kvælstof i Tørstoffet, 74 og 67 pCt. af Kvælstofmængden som Protein. I Forsøget med Eftervirkning paa Askov Lermark gav Kunstgødning ligeledes større Kvælstofindhold end Staldgødning, men Proteinbestemmelserne var meget vanskelige at tyde.

Ved Tilskud af Kvælstof til Staldgødningen steg Kvælstofindholdet meget stærkt, og det relative Proteinindhold faldt, ligesom ogsaa Fosforsytillskud gav lavere Proteinindhold. Tilskud af Kaligødning til Staldgødning har ikke væsentlig ændret

Proteinindholdet, medens Tilskud af Kaligødning til Staldgødning + Fosforsyregødning har forøget Proteinindholdet.

Om enkelte Kunstgødningers Virkning, naar de gives alene, har man de i Tabel 16 anførte Oplysninger.

Tabel 16. Indhold af Kvælstof og Protein i Kartoffler, gødet med 1 eller 2 Kunstgødninger.

	pCt. N i Tørstof			kg N pr. ha			pCt. af N- Mængden som Protein		
	Blang- sted	Sand- mark	Lund- gaard	Blang- sted	Sand- mark	Lund- gaard	Blang- sted	Sand- mark	Lund- gaard
Ugødet	1.55	1.42	1.07	43	18	33	76	63	74
Kvælstofgødning	—	2.15	1.48	—	29	59	—	60	75
Fosforsyregødning	—	1.38	0.93	—	23	32	—	66	72
Kaligødning	—	0.73	0.71	—	33	28	—	67	86
Kvælstof + Fosforsyreg.	1.87	2.26	1.62	111	30	57	69	68	74
Kvælstof + Kalig.	1.65	—	1.01	120	—	73	69	—	79
Fosforsyreg. + Kalig.	1.11	0.74	0.62	36	80	28	76	68	82

Kvælstofgødning alene har kun forøget Kvælstofmængden lidt og givet et lavt Proteinindhold, og noget lignende gjaldt Fosforsyregødning, om end denne paa Sandmarken gav et større Proteinindhold. Kaligødning gav et forholdsvis stort Proteinindhold baade paa Sandmarken og Lundgaard. Kvælstofgødning + Fosforsyregødning svarede her nærmest til Fosforsyregødning alene, men ved Blangsted gav de i Forhold til Ugødet større Forøgelse af Kvælstofmængden og et lavere Proteinindhold. Kvælstof + Kali gav større Forøgelse af Kvælstofmængden og paa Lundgaard desuden en Forøgelse i Proteinindholdet, medens Fosforsyre + Kali ved Blangsted og Lundgaard gav en lille, men paa Sandmarken en stor Kvælstofmængde og alle tre Steder et stort Proteinindhold.

Resultaterne er altsaa meget uregelmæssige og i høj Grad prægede af de ekstreme Jordbundsforhold, den ensidige Gødskning giver, sandsynligvis ogsaa af Gødningernes Bivirkninger. Der er dog gennemgaaende sikre Udtryk for, at Kvælstofgødningen har formindsket og Kaligødningen forøget det relative Proteinindhold, medens Fosforsyregødningen har spillet en underordnet Rolle.

I Forsøget med stigende Kvælstofmængder paa Sandmarken, se Tabel 19, hvor der er grundgødet med 300 kg Superfosfat og 300 kg Kaligødning, var Proteinindholdet i grundgødede Kartoffler

kun 60 pCt. af Kvælstofmængden, og dette lave Proteinindhold kunde Tilskud af Kvælstofgødning ikke ændre. Et lignende lavt Proteinindhold var der i Kartofler efter Grundgødning i Forsøget med Udbringningstid for Kaligødning, hvor Grundgødningen bestod af 600 kg svovlsur Ammoniak og 400 kg Superfosfat. For henholdsvis 100 og 200 kg Kaligødning, udbragt i Efteraaret, steg Proteinindholdet til 70 og 73 pCt., medens de samme Kalimængder ved Udbringning i Foraaret begge gav 68 pCt. Forskellen maa her bero paa Udvasning af Klorid. Med stigende Mængde af Kaligødning har man ved Foraarsudbringningen ogsaa faaet stigende Skadevirkning af Klorid og dermed ophævet den Virkning af stigende Mængde Kali, som viste sig ved Efteraarsudbringningen. Dette Forsøg kan antagelig give Nøglen til Forstaelse af de afvigende Forhold, der findes med Hensyn til Kaligødningens Virkning.

I Forsøgene med Kvælstofgødninger og Kaligødning, som er grundgødet med Staldgødning og henholdsvis Fosforsyre + Kali og Fosforsyre + Kvælstof, er der ret tydelige Udslag for disse Gødningers Virkning paa det relative Proteinindhold i de Retninger, som man i Henhold til det foregaaende maatte vente.

De undersøgte Havebrugsafgrøder varierede overmaade stærkt med Hensyn til Sammensætningen. Tørstofindholdet i de tidlige Kartofler var omkring 22—25 pCt., eller noget lavere end i Richters Imperator, i Skorzonerrød var det omtrent af samme Størrelse, lidt lavere i Pastinak — omkring 20 pCt. — medens det i Salat og Tomater var helt nede omkring 6 pCt.

Tabel 16 giver en Oversigt over Kvælstofindholdet.

Tabel 16. pCt. Kvælstof i Havebrugsafgrøder.

Afgødens Art:	Tidl. Kartofler		Skorzonerod		Pastinak		Salat	
	Tørstof	frisk Afgr.	Tørstof	frisk Afgr.	Tørstof	frisk Afgr.	Tørstof	frisk Afgr.
	pCt. Kvælstof i							
Gødskning	Tørstof	frisk Afgr.	Tørstof	frisk Afgr.	Tørstof	frisk Afgr.	Tørstof	frisk Afgr.
1 Staldgødning	1.35	0.315	2.18	0.530	1.24	0.242	3.80	0.213
1 ^{1/2} »	1.39	0.301	2.50	0.590	1.27	0.252	4.22	0.228
1 Kunstg., Chiles.	1.80	0.408	2.35	0.558	1.31	0.265	4.27	0.252
1 » sv. Amm.	1.74	0.404	2.55	0.588	1.37	0.265	4.06	0.256
Fosfors. + Kvælst.	1.87	0.475	3.15	0.696	1.62	0.330	4.31	0.293
Kali + Kvælst.	1.65	0.380	2.54	0.584	1.29	0.257	3.96	0.289
Fosfors. + Kali	1.11	0.257	1.82	0.458	0.97	0.208	2.40	0.180

I tre Prøver af Tomat varierede Kvælstofindholdet i Tørstof mellem 2.46 og 2.98 pCt. og mellem 0.155 og 0.179 pCt. i de friske Tomater.

Efter Fosforsyre + Kvælstof og Fosforsyre + Kali fandtes henholdsvis højeste og laveste Indhold, og det maa antages, at man her har omtrent Ydergrænserne for Variation i Kvælstofindholdet under de givne Vejr- og Jordbundsforhold. Indholdet efter Kali + Kvælstof svarede omtrent til Indholdet efter alsidig Kunstgødning, og kun i tidlige Kartofler fandt man højere Kvælstofindhold efter Kunstgødning end efter Staldgødning.

Kun i Salat fandtes et væsentligt Indhold af Salpetersyre. Det udgjorde mellem 0.015 og 0.063 pCt. Salpetersyrekvælstof eller mellem 8 og 22 pCt. af den samlede Kvælstofmængde.

Proteinindholdet i pCt. af Kvælstofmængden er opført i Tabel 17.

Tabel 17. Proteinkvælstof i pCt. af Kvælstofmængden i Havebrugsafgrøder.

Gødskning	Tidlige Kartofler	Skorzonerod	Pastinak	Salat
1 Staldgødning	76	35	71	63
1 ^{1/2} »	68	41	67	64
1 Kunstgødning, Chilesalpeter ...	67	37	75	66
1 » svovls. Amm. ...	71	31	81	66
Fosforsyre + Kvælstof	69	27	64	64
Kali + Kvælstof	69	31	72	67
Fosforsyre + Kali	76	40	82	69

De tre Prøver af Tomat havde mellem 57 og 62 pCt. og svarede altsaa nærmest til Salat, medens Pastinak og tidlige Kartofler varierede omkring 70 pCt. og Skorzonerod omkring 35. Det vil erindres, at der i Ekstrakten af Skorzonerod fandtes et meget stort Indhold af Ammoniak. Fosforsyre + Kali gav det største relative Indhold af Protein og Fosforsyre + Kvælstof det laveste eller i Nærheden deraf. Dette svarer til et stort relativt Proteinindhold med en lav Kvælstofprocent i Afgrøden og et lille relativt Proteinindhold med en høj Kvælstofprocent, men denne Regel bekræftes i øvrigt ikke i alle Tilfælde for de mere normalt gødede Afgrøder.

III. Oversigt over Resultaterne.

I Tabel 18 er opført Gennemsnit af alle de udførte Analyser og ved Siden deraf det højeste og det laveste Indhold, der er fundet.

Blandt Landbrugsafgrøderne havde baade Runkelroer og Kaalroer et betydeligt Salpetersyreindhold. Kaalroerne paa Sandmarken i 1935 syntes dog at have et abnormt stort Indhold, og da de indgik med et stort Antal Prøver, har de forhøjet Gennemsnittet væsentligt. Alle de øvrige undersøgte Prøver indeholdt i Gennemsnit 0.004 pCt. Salpetersyrekvælstof — højeste 0.008 og laveste 0.002, eller mellem 1 og 4 pCt. af Kvælstofmængden.

Da Salpetersyren er værdiløs og der, i Overensstemmelse med A. Pedersens Analyser, fandtes omkring 20 pCt. af Kvælstofmængden i denne Forbindelse, som ved almindelig Kjeldahl-analyse delvis reduceres til Ammoniak, burde der ved Foderanalyser af Runkelroer altid udføres Bestemmelse af Salpetersyre.

Omregnet i pCt. af Kvælstofmængden gav disse Afgrøder følgende Mængder organiske Kvælstofforbindelser:

	I pCt.			
	I pCt. af Kvælstof:		af org. Kvælstof:	
	Pro- tein	andre org. N-Forb.	Pro- tein	andre org. N-Forb.
Runkelroer	56	25	69	31
Sukkerroer	86	14	86	14
Kaalroer	63	30	67	33
Kartofler	70	30	70	30

I pCt. af den totale Kvælstofmængde havde Runkelroerne et meget lavt Indhold af Protein, men omregnet i Procent af organisk Kvælstof laa Proteinindholdet paa samme Højde som i Kaalroer og Kartofler, medens Sukkerroerne i begge Tilfælde havde forholdsvis meget mere Protein end de øvrige Afgrøder.

Blandt de undersøgte Havebrugsafgrøder var Salat den eneste, der havde et nævneværdigt Indhold af Salpetersyre. For denne Afgrøde fandt man af den totale Kvælstofmængde:

66 pCt. som Protein
18 " " andre organiske Kvælstofforbindelser
16 " " Salpetersyre

I alle Afgrøder fandt man i pCt. af organiske Kvælstof følgende:

	Andre org.	
	Protein	N-Forb.
Tidlige Kartoffler	71	29
Skorzonerrod	33	67
Pastinak	75	25
Salat	78	22
Tomat	58	42

Forholdet mellem Protein og andre organiske Kvælstof-forbindelser varierede her langt stærkere end i Landbrugs-afgrøderne, og det er værd at bemærke, at Skorzonerrod kom saa langt ned i Proteinindhold som til 33 pCt. af Kvælstof-mængden. Ogsaa Tomat havde et meget lavt Indhold af Protein.

Tabel 18. Oversigt over de udførte Analyser.

Afgrødens Art	Antal Analyser	pCt. Tørstof			pCt. Kvælstof			pCt. som								
		Gennemsnit	højeste	laveste	Gennemsnit	højeste	laveste	Protein			andre org. N-Forb.			Salpetersyre		
								Gennemsn.	højeste	laveste	Gennemsn.	højeste	laveste	Gennemsn.	højeste	laveste
Runkelroe, Tyst Barres	43	10.8	13.7	7.9	0.137	0.195	0.090	0.077	0.125	0.019	0.034	0.062	0.013	0.026	0.059	0.004
Runkelroe, Bangholm	28	12.0	15.3	9.1	0.179	0.281	0.124	0.110	0.160	0.082	0.053	0.117	0.021	0.013	0.057	0.002
Kaalkrøer	8	22.5	23.0	21.2	0.227	0.283	0.185	0.195	0.241	0.164	0.032	0.041	0.021	0.000	0.001	0.000
Kartoffel, Richters Imp.	74	25.6	29.5	21.4	0.261	0.444	0.157	0.182	0.325	0.101	0.079	0.186	0.026	0.0015	0.0027	0.0005
» Goldperle	12	23.7	25.4	21.7	0.373	0.475	0.257	0.263	0.341	0.196	0.110	0.154	0.061	—	—	—
Skorzonerrod	7	23.6	25.2	22.1	0.572	0.696	0.458	0.187	0.206	0.182	0.377	0.495	0.273	0.008	0.011	0.003
Pastinak	7	20.1	21.4	19.5	0.260	0.330	0.208	0.194	0.213	0.170	0.065	0.117	0.037	0.001	0.002	0.001
Salat	12	6.3	7.8	5.2	0.243	0.293	0.180	0.169	0.195	0.125	0.044	0.059	0.032	0.039	0.053	0.015
Tomat	3	6.1	—	—	0.170	—	—	0.098	—	—	0.070	—	—	0.002	—	—

Det største Indhold af Kvælstof og Proteinkvælstof, der blev fundet i Runkelroer og Kaalkrøer, var omkring dobbelt saa stor som det laveste og i Kartoffler omkring 3 Gange saa stort. For »andre organiske Kvæstofforbindelser« og Salpetersyre var Variationerne relativt endnu større. I Sukkerroer og Havebrugsafgrøder var Variationerne relativt mindre, fordi der kun blev udført Analyser af disse Afgrøder et enkelt Aar og fra et enkelt Forsøg med hver af dem. Vejrlig og Jordbund betinger en Variation baade i Totalindhold af Kvælstof og i Forholdet mellem Kvælstoffets Forbindelser, og denne Variation har man ikke faaet Udtryk for ved Havebrugsafgrøderne.

Tabel 19. Oversigt over de enkelte Analyser.

Forsøgsled	hkg Roer pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		pCt. N som			
			Tør- stof	Roer	uop- løse- ligt Protein	op- løse- ligt Protein	andre org. N- Forb.	Sal- pe- ter- syre
Runkelroer, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Lerm. 1930								
Ugødet	24	13.7	1.26	0.173	0.094	0.062	0.017	
1 Staldg.	457	11.4	1.22	0.189	0.069	0.047	0.033	
1 1/2 »	730	10.6	1.45	0.154	0.055	0.066	0.033	
1/2 Kunstg.	382	11.9	1.19	0.142	0.063	0.057	0.022	
1 »	720	10.2	1.28	0.181	0.057	0.050	0.024	
1 1/2 »	855	9.8	1.40	0.137	0.054	0.045	0.038	
Runkelroer, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Lerm. 1932								
1 Staldg.	641	11.3	1.12	0.127	0.074	0.032	0.021	
1 1/2 »	889	10.4	1.22	0.137	0.069	0.038	0.030	
1/2 Kunstg.	566	10.6	1.11	0.118	0.069	0.025	0.024	
1 »	1031	9.5	1.27	0.121	0.066	0.031	0.024	
1 1/2 »	1240	8.2	1.80	0.148	0.066	0.043	0.039	
1 Kvælst. + i Fosfors.	476	7.9	2.11	0.167	0.076	0.040	0.051	
1 Fosforsyre	320	13.2	0.82	0.108	0.073	0.027	0.008	
Runkelroer, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Lerm. 1933								
1 Staldg.	853	12.3	0.95	0.117	0.038	0.040	0.035	0.044
2 »	1130	10.7	1.39	0.149	0.041	0.054	0.041	0.013
1 Kunstg.	1025	11.2	1.08	0.121	0.028	0.043	0.034	0.016
2 »	1333	8.4	1.94	0.163	0.054	0.044	0.021	0.044
Runkelroer, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Lerm. 1934								
1/2 Staldg.	229	11.7	1.67	0.195	0.090	0.035	0.025	0.045
1 »	482	11.4	1.56	0.178	0.056	0.058	0.030	0.034
1 1/2 »	796	11.6	1.52	0.176	0.054	0.056	0.038	0.028
1/2 Kunstg.	443	11.3	1.53	0.173	0.065	0.043	0.029	0.031
1 »	821	10.1	1.52	0.154	0.043	0.048	0.029	0.034
1 1/2 »	1002	9.1	1.83	0.167	0.045	0.046	0.017	0.059
1 1/2 Kvælst. + 3 Fosf. og Kali.	1036	9.4	1.79	0.168	0.039	0.063	0.013	0.053
Runkelroer, Forsøg med Eftervirkning, Askov Lermark 1930								
Ugødet	510	11.8	1.00	0.118	0.054	0.043	0.021	
1 Staldg.	603	11.7	1.15	0.134	0.061	0.043	0.030	
2 »	713	11.3	1.18	0.133	0.063	0.046	0.024	
1 Kunstg., Chiles	837	9.8	1.41	0.138	0.049	0.049	0.040	
1 » svovls. Amm.	774	11.0	1.43	0.157	0.060	0.061	0.046	
Runkelroer, Forsøg med Kvælstofgødninger, Askov Lerm. 1930								
Grundgødet	680	11.7	0.77	0.090	0.058	0.022	0.010	
+ 1/2 Chiles.	842	11.0	0.89	0.098	0.059	0.028	0.011	
+ 1 »	960	11.1	0.93	0.103	0.060	0.029	0.014	
+ 1 1/2 »	1013	10.4	1.16	0.116	0.065	0.032	0.019	
+ 1/2 svovls. Amm.	754	11.4	0.84	0.096	0.059	0.026	0.011	
+ 1 »	830	11.0	0.95	0.104	0.063	0.027	0.014	
+ 1 Kalksalp.	884	11.3	0.94	0.106	0.065	0.028	0.013	

(fortsættes)

Tabel 19 (fortsat).

Forsøgsled	hkg Roer pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N		pCt. N som			
			i		uop- løse- ligt Protein	op- løse- ligt	andre org. N- Forb.	Sal- pe- ter- syre
			Tør- stof	Roer				
Runkelroer, Forsøg med Kvælstofgødninger, Askov Lermærk 1934								
Grundgødet	509	11.9	1.27	0.151	0.077	0.037	0.029	0.008
+ 1/2 Chiles.	679	9.8	1.35	0.132	0.058	0.040	0.023	0.011
+ 1 »	853	8.9	1.46	0.130	0.049	0.040	0.026	0.015
+ 1 1/2 »	831	8.0	1.60	0.128	0.045	0.043	0.023	0.017
+ 1/2 svovls. Amm.	634	8.5	1.36	0.116	0.047	0.039	0.019	0.011
+ 1 »	604	8.5	1.48	0.126	0.039	0.041	0.031	0.015
+ 1 Kalksalp.	752	9.2	1.42	0.131	0.053	0.043	0.022	0.013
Sukkerroer, Forsøg med Kvælstofgødninger, Stokkemærke 1934								
Grundgødet	235	23.0	0.81	0.185	0.125	0.039	0.021	0.000
+ 1/2 Chiles.	261	22.9	0.92	0.210	0.122	0.061	0.027	0.000
+ 1 »	271	22.2	1.13	0.250	0.148	0.062	0.039	0.001
+ 1 1/2 »	279	21.2	1.33	0.283	0.172	0.067	0.043	0.001
+ 1/2 svovls. Amm.	249	23.0	0.90	0.207	0.122	0.051	0.034	0.000
+ 1 »	245	22.9	0.93	0.224	0.134	0.060	0.030	0.000
+ 1 Kalksalp.	273	22.2	1.09	0.242	0.155	0.062	0.025	0.000
+ 1 Kalkamon	252	22.5	0.94	0.212	0.120	0.058	0.034	0.000
Roer fra Artsforsøg, Askov Lermærk 1935								
Sukkerroer	400	22.0	0.90	0.197	0.057	0.067	0.066	0.007
Barres Tystofte	755	12.8	1.21	0.155	0.040	0.036	0.061	0.018
» Taaroje	859	11.4	1.32	0.151	0.035	0.030	0.065	0.021
Rødbede		16.3	1.42	0.231	0.074	0.031	0.108	0.018
Kaalroer	500	12.5	1.46	0.132	0.030	0.033	0.045	0.008
Kaalroer, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Sandmærk 1932								
Ugødet	277	14.7	0.87	0.124	0.099		0.022	0.003
1 Staldg.	766	12.1	1.11	0.134	0.107		0.024	0.003
do. + Kvælstofg.	835	11.3	1.47	0.166	0.115		0.046	0.005
1/2 Kunstg.	622	12.7	1.08	0.137	0.107		0.027	0.003
1 »	777	11.9	1.24	0.148	0.112		0.031	0.005
1 Kvælstofg. + 1 Fosforsyreg.	376	12.0	1.58	0.189	0.135		0.047	0.007
1 Kalig. + 1 Fosforsyreg.	398	13.5	0.95	0.128	0.103		0.022	0.003
1 Fosforsyreg.	290	15.3	0.84	0.123	0.104		0.021	0.003
Kaalroer, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Sandmærk 1935								
Ugødet	123	12.0	1.13	0.135	0.068	0.016	0.040	0.011
1 Staldg.	291	11.3	1.58	0.178	0.080	0.024	0.052	0.022
do. + Kvælstofg.	265	9.9	2.32	0.230	0.076	0.028	0.094	0.042
do. + Fosforsyreg.	366	10.1	1.65	0.167	0.072	0.025	0.051	0.019
do. + Kalig.	276	11.5	1.63	0.188	0.082	0.022	0.062	0.022
do. + Fosfors. + Kali	356	10.6	1.61	0.171	0.076	0.019	0.058	0.018
1/2 Kunstg.	282	10.3	1.86	0.192	0.086	0.019	0.074	0.018
1 »	305	10.2	1.39	0.193	0.076	0.020	0.062	0.035
1 Fosforsyreg. + 1 Kvælstofg.	114	9.5	2.78	0.264	0.085	0.026	0.100	0.053
1 » + 1 Kalig.	254	10.9	1.23	0.134	0.071	0.018	0.038	0.007
1 Kvælstofg.	97	9.1	2.96	0.269	0.081	0.025	0.106	0.057
1 Fosforsyreg.	137	10.9	1.24	0.135	0.065	0.018	0.028	0.024
2 Kalig.	162	12.5	1.00	0.125	0.061	0.021	0.036	0.007

(fortsættes)

Tabel 19 (fortsat).

Forsøgsled	hkg Roer, Knol- de pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		pCt. N som			
			Tør- stof	Roer Knol- de	uop- løse- ligt Protein	op- løse- ligt	andre org. N- Forb.	Sal- pe- ter- syre
Kaalroer, Forsøg med Staldg. og Kunstg. Lundgaard 1935								
Ugødet	151	14.4	1.16	0.187	0.094	0.027	0.044	0.002
1/2 Staldg.	348	13.8	1.08	0.149	0.085	0.025	0.037	0.002
1 »	423	13.4	1.34	0.180	0.104	0.027	0.047	0.002
1/2 Kunstg.	360	12.4	1.63	0.202	0.091	0.040	0.038	0.003
1 »	465	11.8	2.38	0.281	0.113	0.036	0.128	0.004
1/2 Staldg. + 1/2 Kvælstofg. . .	432	12.6	1.77	0.223	0.103	0.037	0.077	0.005
1/2 » + 1/2 Kunstg.	466	12.4	1.73	0.215	0.097	0.032	0.080	0.005
Kartofler, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Sandmark 1933								
Ugødet	53	24.1	1.42	0.341	0.126	0.087	0.128	
1 Staldg.	373	25.6	0.96	0.246	0.095	0.088	0.053	
do. + Kvælstofg.	363	24.9	1.21	0.302	0.088	0.109	0.105	
do. + Fosforsyreg.	388	26.1	0.93	0.244	0.086	0.070	0.088	
do. + Kalig.	374	24.8	0.89	0.221	0.057	0.091	0.073	
do. + Fosforsyreg. + Kalig. . .	406	25.8	0.97	0.249	0.115	0.057	0.077	
1/2 Kunstg.	231	24.1	1.14	0.274	0.075	0.104	0.095	
1 »	343	25.1	1.16	0.291	0.071	0.099	0.121	
1 Kvælstofg. + Fosforsyreg. . .	62	21.4	2.26	0.483	0.179	0.143	0.161	
1 Kalig. + 1 Fosforsyreg.	428	25.4	0.74	0.188	0.086	0.041	0.061	
1 Kvælstofg.	62	21.6	2.15	0.465	0.177	0.102	0.186	
1 Fosforsyreg.	64	26.0	1.38	0.360	0.144	0.083	0.133	
1 Kalig.	174	26.0	0.73	0.190	0.076	0.052	0.062	
Kartofler, Forsøg med Staldg. og Kunstg. Lundgaard 1933								
Ugødet	115	27.9	1.00	0.280	0.105	0.073	0.102	
1/2 Staldg.	255	28.0	0.88	0.246	0.116	0.078	0.052	
1 »	338	26.1	0.87	0.227	0.094	0.087	0.046	
1/2 Kunstg.	265	25.5	0.81	0.214	0.087	0.059	0.068	
1 »	323	25.9	0.93	0.242	0.113	0.062	0.067	
1/2 Staldg. + 1/2 Kvælstofg. . .	303	28.3	0.99	0.279	0.125	0.088	0.066	
1/2 » + 1/2 Kunstg.	336	26.0	0.89	0.232	0.102	0.081	0.049	
Ugødet	105	29.4	1.07	0.316	0.145	0.087	0.084	
1 Kvælstofg. + 1 Fosforsyreg. . .	128	27.4	1.62	0.444	0.220	0.105	0.119	
1 Kvælstofg. + 1 Kalig.	281	25.6	1.01	0.259	0.118	0.085	0.056	
1 Fosforsyreg. + 1 Kalig.	173	25.7	0.62	0.160	0.072	0.059	0.029	
1 Kvælstofg. + 1 Kalig.	139	28.1	1.43	0.417	0.182	0.129	0.106	
1 Fosforsyreg.	116	29.5	0.93	0.274	0.134	0.063	0.077	
1 Kalig.	153	25.5	0.71	0.182	0.092	0.064	0.026	
Kartofler, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Blangsted 1933								
Ugødet	110	25.2	1.55	0.390	0.141	0.155	0.094	
1/2 Staldg.	233	24.3	1.39	0.338	0.139	0.125	0.074	
1 »	293	23.3	1.35	0.315	0.115	0.123	0.077	
1 1/2 »	338	21.7	1.39	0.301	0.091	0.113	0.097	
1/2 » + 1/2 Kunstg.	334	22.7	1.59	0.360	0.116	0.133	0.111	
1/4 Kunstg.	207	24.9	1.69	0.420	0.139	0.147	0.134	
1/2 »	256	24.9	1.71	0.425	0.162	0.116	0.147	

(fortsættes)

Tabel 19 (fortsat).

Forsøgsled	hkg Knol- de pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		pCt. N som			
			Tør- stof	Knol- de	uop- løse- ligt Protein	op- løse- ligt Protein	andre org. N- Forb.	Sal- pe- ter- syre
1 Kunstg.	338	22.7	1.80	0.408	0.156	0.118	0.134	
1 » + svovls. Amm. . .	341	23.2	1.74	0.404	0.141	0.146	0.117	
1 Kvælstofg. + 1 Fosforsyreg.	231	25.4	1.87	0.475	0.159	0.162	0.154	
1 Kvælstofg. + 1 Kalig.	317	23.1	1.65	0.380	0.134	0.130	0.116	
1 Fosforsyreg. + 1 Kalig.	139	23.2	1.11	0.257	0.091	0.105	0.061	
Kartofler, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Askov Sandmark 1934								
Ugødet	82	26.4	1.07	0.282	0.086	0.105	0.090	
1 Staldg.	379	26.1	1.03	0.268	0.095	0.094	0.079	
do. + 1 Kvælstofg.	395	24.0	1.33	0.330	0.110	0.111	0.109	
do. + 1 Fosforsyreg.	384	25.2	1.03	0.259	0.083	0.095	0.081	
do. + 1 Kalig.	386	24.1	1.04	0.230	0.096	0.084	0.070	
do. + 1 Fosfors. + 1 Kalig.	391	24.1	1.03	0.249	0.105	0.076	0.068	
1/2 Kunstg.	253	25.6	1.21	0.309	0.124	0.093	0.090	
1 »	347	24.1	1.34	0.323	0.091	0.124	0.108	
Kartofler, Forsøg med Eftervirkning, Askov Lermark 1933								
Ugødet	287	27.7	0.79	0.219	0.120	0.039	0.060	
1 Staldg.	336	26.9	0.86	0.230	0.112	0.043	0.075	
2 »	329	25.4	1.05	0.267	0.149	0.053	0.065	
1/2 Kunstg.	348	25.9	0.94	0.244	0.118	0.052	0.074	
1 »	302	24.1	1.31	0.315	0.147	0.060	0.108	
Kartofler, Forsøg med Kvælstofgødninger, Askov Lermark 1933								
Grundgødet	299	26.6	0.62	0.165	0.084	0.036	0.045	
+ 1/2 Chiles.	365	27.0	0.59	0.159	0.075	0.038	0.046	
+ 1 »	418	26.6	0.73	0.195	0.098	0.034	0.063	
+ 1 1/2 »	418	26.5	0.87	0.231	0.112	0.041	0.078	
+ 1/2 svovls. Amm.	359	26.6	0.59	0.157	0.063	0.038	0.056	
+ 1 »	404	26.0	0.78	0.204	0.099	0.042	0.063	
+ 1 Kalksalp.	388	27.1	0.72	0.196	0.090	0.041	0.065	
Kartofler, Forsøg med Kvælstofgødninger, Lundgaard 1933								
Grundgødet	236	26.3	0.75	0.198	0.102	0.046	0.050	
+ 1/2 Chiles.	287	27.2	0.78	0.213	0.104	0.069	0.040	
+ 1 »	337	26.9	1.01	0.272	0.160	0.055	0.058	
+ 1 1/2 »	345	26.3	1.12	0.295	0.140	0.084	0.071	
+ 1/2 svovls. Amm.	294	27.5	0.77	0.212	0.118	0.032	0.042	
+ 1 »	331	26.3	0.91	0.239	0.126	0.069	0.044	
+ 1 Kalksalp.	331	27.3	1.00	0.272	0.147	0.070	0.055	
Kartofler, Forsøg med stigende Kvælstofmængder, Lundg. 1933								
Grundgødet	339	23.3	0.79	0.183	0.046	0.063	0.074	
+ 100 kg Chiles.	363	23.7	0.93	0.221	0.060	0.076	0.085	
+ 200 »	372	23.0	1.03	0.238	0.066	0.080	0.092	
+ 300 »	374	22.8	1.18	0.268	0.078	0.085	0.105	
+ 400 »	388	22.3	1.21	0.270	0.066	0.090	0.114	
+ 500 »	386	22.0	1.45	0.319	0.109	0.091	0.119	

(fortsættes)

Tabel 19 (fortsat).

Forsøgsled	hkg Knol- de pr. ha	pCt. Tør- stof	pCt. N i		pCt. N som			Sal- pe- ter- syre
			Tør- stof	Knol- de, Rod	uop- løse- ligt Protein	op- løse- ligt	andre org. N- Forb.	
Kartofler, Forsøg med stigende Kalimængder, Askov Sandm. 1934								
Grundgødet	397	26.2	1.03	0.269	0.062	0.095	0.112	
+ 25 kg Kalig.	387	25.6	1.10	0.282	0.080	0.093	0.109	
+ 50 » »	395	25.8	0.91	0.234	0.048	0.090	0.096	
+ 100 » »	403	25.2	1.03	0.258	0.083	0.076	0.099	
Kartofler, Forsøg med stigende Kalimængder, Lundgaard 1934								
Grundgødet	434	24.0	1.11	0.265	0.101	0.093	0.071	
+ 25 kg Kalig.	426	23.6	1.09	0.258	0.100	0.088	0.070	
+ 50 » »	436	23.2	1.09	0.254	0.100	0.091	0.063	
+ 100 » »	446	22.2	1.08	0.240	0.095	0.084	0.061	
+ Kainit = 100 kg Kali. . .	456	22.7	1.08	0.246	0.101	0.084	0.061	
Kartofler, Udbringningstid for Kaligødning, Lundgaard 1934								
Grundgødet	244	27.5	1.24	0.342	0.124	0.095	0.123	
+ 1/2 Kalig., Efteraar . . .	317	27.0	1.13	0.306	0.152	0.060	0.094	
+ 1 » »	356	26.3	1.01	0.266	0.132	0.060	0.074	
+ 1/2 » » Foraar	316	26.5	0.97	0.258	0.114	0.062	0.082	
+ 1 » »	339	25.0	0.96	0.239	0.091	0.071	0.077	
Salat, Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning, Hornum 1935								
Ugødet	—	7.8	3.46	0.270	0.160	0.035	0.044	0.031
1/2 Staldg.	—	5.9	3.69	0.217	0.110	0.029	0.049	0.029
1 »	—	5.6	3.80	0.213	0.107	0.028	0.043	0.035
1 1/2 »	—	5.4	4.22	0.228	0.116	0.029	0.048	0.035
1/2 Staldg. + 1/2 Kunstg. . .	—	5.2	4.69	0.244	0.115	0.031	0.053	0.045
1/4 Kunstg.	—	6.3	3.51	0.221	0.114	0.033	0.040	0.034
1/8 Kunstg.	—	6.2	4.03	0.250	0.137	0.026	0.051	0.036
1 »	—	5.9	4.27	0.252	0.137	0.029	0.036	0.050
1 » , svovls. Amm.	—	6.3	4.06	0.256	0.137	0.031	0.035	0.053
1 Fosforsyreg. + 1 Kvælstofg. .	—	6.8	4.31	0.293	0.150	0.039	0.059	0.045
1 Kalig. + 1 Kvælstofg.	—	7.3	3.96	0.289	0.171	0.033	0.022	0.063
1 Fosforsyreg. + 1 Kalig.	—	5.3	3.40	0.180	0.105	0.020	0.040	0.015
Skorzonerrod, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Blangsted 1935								
1 Staldg.	—	24.3	2.18	0.530	0.135	0.047	0.342	0.006
1 1/2 »	—	23.6	2.50	0.590	0.139	0.043	0.400	0.008
1 Kunstg., Chiles.	—	23.7	2.35	0.558	0.160	0.046	0.344	0.008
1 » , svovls. Amm.	—	23.1	2.55	0.588	0.143	0.039	0.398	0.008
1 Fosforsyreg. + 1 Kvælstofg. .	—	22.1	3.15	0.696	0.153	0.036	0.495	0.012
1 Kalig. + 1 Kvælstofg.	—	23.0	2.54	0.584	0.154	0.028	0.391	0.011
1 Fosforsyreg. + 1 Kalig.	—	25.2	1.82	0.458	0.133	0.049	0.273	0.003
Pastinak, Forsøg med Staldg. og Kunstg., Blangsted 1935								
1 Staldg.	—	19.5	1.24	0.242	0.136	0.036	0.069	0.001
1 1/2 »	—	19.9	1.27	0.252	0.151	0.041	0.059	0.001
1 Kunstg., Chiles.	—	20.2	1.31	0.265	0.165	0.035	0.064	0.001

(fortsættes)

Tabel 19 (fortsat).

Forsøgsled	pCt. Tørstof	pCt. N i		pCt. N som			
		Tørstof	Rod, Frugt	uopløseligt Protein	opløseligt Protein	andre org. N-Forb.	Salpetersyre
1 Kunstgødning, svovls. Ammoniak	19.4	1.87	0.265	0.177	0.086	0.051	0.001
1 Fosforsyreg. + 1 Kvælstofg.	20.4	1.62	0.330	0.173	0.038	0.117	0.002
1 Kalig. + 1 Kvælstofg.	19.9	1.29	0.257	0.170	0.030	0.055	0.002
1 Fosforsyreg. + 1 Kalig.	21.4	0.97	0.208	0.146	0.024	0.037	0.001
Tomater, Kalkforsøg, Væksthusforsøgene ved Lyngby 1935							
Største Kalkmængde	6.0	2.98	0.179	0.077	0.025	0.075	0.002
Mellemste »	6.1	2.74	0.167	0.072	0.025	0.068	0.002
Mindste »	6.3	2.66	0.165	0.071	0.024	0.058	0.002

Det mindste Kvælstofindhold og det største relative Indhold af Protein fandt man efter Gødskning med rigelig Fosforsyre og Kali, og navnlig syntes rigelig Gødskning med Kali at udøve en Indflydelse i Retning af forøget Proteindannelse i Kaalroer og Kartoffler. Tilstedeværelse af Klorid modvirkede denne Opbygning af Kvælstofforbindelser i Kartoffler. Forøget Tilskud af Kvælstofgødning gav et forøget Indhold af Kvælstof, men nedsatte den relative Mængde af Protein, samtidig med at Indholdet af Salpetersyre blev større. I Almindelighed gav Staldgødning et mindre Kvælstofindhold og et større relativt Indhold af Protein end Kunstgødning.

Summary.

Investigations on Nitrogen Content in Various Fertilizer Roots and Horticultural Crops.

During the years 1930 to 1935 determinations of the total amount of nitrogen (nitrogen as protein, other organic compounds, and as nitric acid) in several vegetables were effected on the basis of agricultural and horticultural crops produced in the course of various fertilizing experiments on the Danish Experimental Stations.

The total nitrogen content was determined by the Kjeldahl method, and protein content by the Stutzer-Barnstein-method. Whilst the first determinations of nitric acid were carried out by the »Nitron« method, the following procedure was subsequently adopted: 50 g. of a pulp, produced for the determination of dry matter, was as to potatoes extracted with warm water of not more than 50° C., because filtering

at higher temperatures proved impossible, and as to other crops with a boiling water bath and subsequent filtering and washing with water to a volume of 250 cm³. Of this extract 100 cm³ were used for the determination of protein, and of the residue filtrate — washed out with water to 250 cm³ — ammonia was determined by distillation with magnesium oxide, whereafter Devarda alloy was added and boiling carried on for the reduction of nitric acid and the distillation of ammonia.

In the course of this boiling some ammonia was formed through decomposing organic nitrogen compounds, the determinations of ammonia and nitric acid therefore giving a little too high value, about 0.001—0.002 % nitrogen too much.

In the fresh vegetables the ammonia content was very small, but some ammonia was formed in the course of extraction and filtering. This ammonia formation was diminished by the addition of chloroform, but not completely prevented. The greater the content of other organic nitrogen compounds, the greater the formation of ammonia. It is therefore possible that the ammonia arises from these compounds and is already contained in this group of nitrogen compounds.

The nitrogen total was determined from dried pulp and the insoluble protein calculated as a difference between the content there of and the total amount of extracted nitrogen; otherwise, the nitrogen in the insoluble residue after extraction and washing may be determined as insoluble protein, and the nitrogen total calculated as the sum of soluble and insoluble nitrogen.

By the Kjeldahl-analysis of vegetable-matter with a nitric-acid content, some of this was reduced to ammonia and some was lost. It therefore was necessary before the destruction by means of sulphuric acid to reduce all the nitric acid to ammonia with iron powder if the matter were diluted in water, and to secure this reduction by the use of sulphuric acid, containing phenolic acid, if the analysis were to be carried out on dry matter.

Other organic nitrogen compounds are calculated as: total nitrogen ÷ (protein nitrogen + nitric acid nitrogen). All the results are to be found in Table 19.

The total nitrogen content as well as the relative content of different nitrogen compounds varied greatly. As an average the following contents are found in agricultural crops: % of N. as

	Dry matter	% N. total	% of N. as other			% of org. N. as other	
			protein	com- pounds	nitro- gen acid	protein	org. com- pounds
Mangolds (Barres Tystofte)	10.8	0.137	56	25	19	69	31
Sugar Beets (Factory beets)	22.5	0.227	86	14	0	86	14
Cabbage (Bangholm Lyngby)	12.0	0.176	63	30	7	67	33
Potatoes (Richter's Imperat.)	25.6	0.261	70	30	0	70	30

Only the mangolds had a considerable nitric-acid content, an average of 0.026 % and a maximum of 0.059 %. In potatoes the highest content was 0.003 % and in factory sugar beets 0.001 %, in another strain of sugar beets, »Tystofte«, 0.007 % was found. In cabbage the average nitric-acid nitrogen content was 0.013 % with a maximum of 0.057 %, but any considerable content was only found in one out of the four experiments; in the other analysed samples the highest content was 0.008 %. It is therefore possible that cabbage generally has a very low nitric acid content. Calculating the average protein content of sugar beets on the basis of organic nitrogen 86 % of nitrogen was found in one crop and only some 70 % in the other three.

In the analysed horticultural crops the salad was the only one, which had a considerable nitrogen acid content, reaching 0.063 % N. 22 % of the total amount of nitrogen, as an average 0.039 % N. or 16 % of nitrogen.

All the other crops were practically free from nitric-acid. As an average the content of nitrogen and the ration of protein nitrogen and nitrogen in other organic compounds were as follows:

	% dry	% N.	% of organic N. as	
	mat-	to-	pro-	other org.
	ter	tal	tein	compounds
Early potatoes	23.7	0.373	71	29
Vipers grass	23.6	0.572	33	67
Parsnip	20.1	0.260	75	25
Lettuce	6.2	0.243	78	22
Tomatoes	6.1	0.170	58	42

The ratio (protein divided by the total amount of nitrogen) varied considerably, and it is remarkable that in Vipers grass it is as low as 33 %.

The highest content of total nitrogen and protein nitrogen found was in mangolds and cabbage nearly twice and in potatoes nearly three times their lowest content; in »other organic nitrogen compounds« and nitric-acid nitrogen the relative variations were even greater. In horticultural crops and in sugar beets the variations were less marked than in other agricultural crops, because the analysis of these crops was carried out on samples from only one fertilizing experiment.

The variations were determined by the conditions of climate, soil and fertilizers. The analysis were conducted over a period of too few years and with samples from too few types of soil to ascertain the influence of the conditions of climate and soil. Heavy fertilization with phosphoric acid and potash gave a low nitrogen content and a relatively great protein content. Potash especially seems to have an effect in the formation of protein from the lower nitrogen compounds, which effect in potatoes, however, was contrasted by chloride, and heavy amounts of 40 % potash fertilizer would therefore give a low protein

in such crops, if the fertilization were carried out in the late spring. The use of large amounts of nitrogen fertilizer always gave a great nitrogen content in the crop and a relatively small protein content. The different nitrogen fertilizers thus had the same effect, and ammonia salts also gave a great nitric-acid content in crops with a tendency to show such content.
