LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T.N.O.
GRONINGEN

ONDERZOEKINGEN OVER DE STIKSTOFVOEDING VAN LANDBOUWGEWASSEN

I

PROEVEN MET KALKAMMONSALPETER OP GRASLAND

INVESTIGATIONS ON THE NITROGEN NUTRITION OF AGRICULTURAL CROPS

I

EXPERIMENTS WITH AMMONIUM NITRATE LIMESTONE ON GRASSLAND

E. G. MULDER

STAATSDRUKKERIJ UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 55.7 - 'S-GRAVENHAGE-1949

452781

INHOUD

Blz.

I. INLEIDING 5

II. DE INVLOED VAN STIJGENDE HOEVEELHEDEN STIKSTOF OP DE GROEI, DE PRODUCTIE VAN DROGE STOF EN DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GRAS, IN HET BIJZONDER IN VERBAND MET HET TIJDSTIP VAN MAAIEN 7

1. Opzet der proeven 7

2 Opbrengstresultaten. 9
a. Verloop van de grasgroei gedurende het seizoen 10
b. De totale opbrengst aan luchtdroog gras per seizoen . . . 17
c. De invloed van de stikstofbemesting op de grasopbrengst 18
d. Verhoging van de grasopbrengst per kg per ha toegediende stikstof. 22

3. De chemische samenstelling van het gras van de proefvelden Pr 640 en 641 24
a. Wijze van nemen en voorbehandeling der grasmonsters. . 25
b. Bepaling van de verschillende stikstof-fracties. 25
c. De betekenis van de bepaalde stikstof-fracties voor plant en dier. 26
d. Resultaten van het chemische onderzoek 27
e. De mate van opneming van de toegediende stikstof door het gras 34

4. De botanische samenstelling van het grasdek der proefvelden Pr 640 en 641 onder invloed van de stikstofbemesting en de wijze van maaien 36

III. GROEIKROMMEN VAN HET GRAS OP DE PROEFVELDEN PR 640 EN 641 39

IV. DE INVLOED VAN DE PHOSPHAAT- EN KALIVOORZIENING VAN HET GRASLAND OP DE WERKING VAN OPKLIMMENDE HOEVEELHEDEN STIKSTOF 42

1. Inleiding. 42

2. Opzet van de proeven 43

3. Opbrengstresultaten. 44
a. Algemeen overzicht 44
b. Groei van het gras van de 2e snede 44
c. Vergelijking van de phosphaat- en kaliwerking in verschillende tijden van het seizoen 48

4. De chemische samenstelling van het gras der proefvelden Pr 583, 584 en 585 49
a. Uitvoering der bepalingen van phosphorzuur en kalium. . 49
b. Resultaten van het chemische onderzoek 50
c. De opneming van stikstof door de vegetatie van grasland bij een verschillende P- en K-voorziening 53

V. INVLOED VAN DE TIJD VAN MAAIEN OP DE GRASOPBRENGST EN DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GRAS BIJ EEN VERSCHILLENDE N-, P- EN K-BEMESTING VAN HET GRASLAND. 54

1. Inleiding 54

2. Opzet van de proeven 55

3. Opbrengstresultaten. 55

4. De invloed van de N-, P- en K-bemesting en het tijdstip van maaien op de chemische samenstelling van het gras. 62

a. Gehaltecijfers 63

b. De totale hoeveelheid in het gras aanwezige stikstof, phosphaat en kali 68

c. De opneming van de toegediende stikstof door het gras . . 70

SAMENVATTING 70

SUMMARY 74

Investigations on the nitrogen nutrition of agricultural crops.

I. Experiments with ammonium nitrate limestone on grassland.

LITERATUUR 77

WOORD VOORAF

Dr Ir E. G. MULDER werd met ingang van 1 December 1939 door de Staatsmijnen in Limburg aan het Rijkslandbouwproefstation te Groningen gedetacheerd om daar een onderzoek over de stikstofvoorziening der gewassen te verrichten. Het werd door de opdrachtgever van belang geacht, dat de onderzoeker zou werken in een milieu van landbouwkundig onderzoek, waar men bij de bestudering van problemen betreffende bodem en bodemvruchtbaarheid over een jarenlange ervaring beschikte. De toenmalige Hoofddirecteur van het Rijkslandbouwproefstation, Prof Dr O. DE VRIES, juichte het zeer toe, dat door deze tewerkstelling aan het onderzoek een grotere armslag werd gegeven. De Directeur Generaal van de Landbouw kon zich volkomen met de voorwaarden der overeenkomst verenigen; van 1945 af zette het Bestuur van de Landbouworganisatie T.N.O. deze verhouding gaarne voort.

Met waardering moet worden vermeld, dat de Staatsmijnen en later het Landbouwkundig Bureau der Nederlandse Stikstofmeststoffenindustrie de onderzoeker een grote mate van vrijheid lieten bij de volbrenging van zijn studieopdracht in het vertrouwen, dat geregeld en ruim opgezet onderzoek tenslotte aan landbouw en industrie beide ten goede moet komen.

Dr MULDER heeft zich onder vaak moeilijke omstandigheden met veel toewijding aan zijn taak gegeven en beschikt thans over een omvangrijk feitenmateriaal, dat in een serie achtereenvolgende mededelingen gepubliceerd zal worden. Zijn onderzoekingen hebben niet alleen betrekking op de samenhang tussen stikstofbemesting, in verschillende vormen toegepast, en de groei der gewassen van akker en weide onder uiteenlopende omstandigheden van bodemvruchtbaarheid, maar hebben zich ook in meer biochemische richting ontwikkeld, wat voor de bestudering van problemen betreffende de kwaliteit der gewassen van groot belang geacht kan worden.

Het is mij een genoegen door dit voorwoord bij de eerste der voorgenomen publicaties van Dr MULDER te gewagen van het nuttige contact tussen de Nederlandse Stikstofmeststoffenindustrie en het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O.

De wnd Hoofddirecteur van het Landbouwproefstation
en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen,

P. BRUIN

I. INLEIDING

De vegetatie van grasland bestaat als regel uit een mengsel van verschillende grassen, klavers en onkruiden. Hoewel deze planten niet op dezelfde wijze op een stikstofbemesting reageren, is bij het hier te bespreken onderzoek steeds met het grasland als zodanig gewerkt en niet met een op bouwland gezaaid gras of mengsel van grassen. Het is nl. zeer waarschijnlijk, dat de voeding van de op grasland voorkomende planten afwijkt van die van een op bouwland gezaaid gras. Doordat het grasland vrijwel niet wordt bewerkt en jaar in jaar uit op dezelfde wijze doorgroeit, ontstaat in de bovenste lagen van de grond een ophoping van afgestorven plantenresten, doorweven met een dicht net van wortels en onderaardse stengeldelen. Deze toeneming van het humusgehalte blijkt uit onderstaande tabel 1, ontleend aan FRANKENA en GOEDEWAAGEN (7).

Tabel 1. Humusgehalte van de grond van grasland (in %).

Laag	Klei	Zand
0—5 cm	16.—	14.9
5—10 „	4.9	11.5
10—20 „	3.3	8.5
20—40 „	1.2	2.2
40—60 „	0.6	0.9
60—80 „	0.6	0.7
80—100 „	0.6	—

Table 1. *Humus content of grassland soil (in %).*

Het is te verwachten, dat de intensieve beworteling, gepaard gaande met een zeer dichte stand van de planten boven de grond, een intensiever contact tussen toegediende voedingszouten en planten mogelijk maakt, dan dit als regel op bouwland het geval is. Als gevolg hiervan zal de grond bij de vastlegging, (P, K, Cu), en de omzetting, (N), van de toegediende meststoffen waarschijnlijk van geringere betekenis zijn, dan dit bij bouwland het geval is.

Bij het hier te bespreken onderzoek, dat in de jaren 1940—'43, hoofdzakelijk met behulp van proefvelden werd uitgevoerd, werden in het bijzonder de volgende onderwerpen onderzocht:

a. De invloed van stijgende hoeveelheden stikstof in de vorm van kalkammonsalpeter op de groei van het gras en de geproduceerde hoeveelheid droge stof. Daar de door stikstof verkregen opbrengstverhoging in zeer belangrijke mate wordt bepaald door het tijdstip, waarop het gras wordt gemaaid, werd de werking van de stikstof steeds vergeleken bij verschillende wijzen van maaien van het gras.

Proeven op dit gebied zijn zowel in ons land als in Engeland, de U.S.A., Zweden, Duitsland en andere landen in vrij groten getale genomen. In ons land heeft vooral FRANKENA (4, 5, 6) zich met stikstofbemestingsproeven op grasland bezig gehouden. In Engeland zijn het WOODMAN en medewerkers (23, 24, 25, 26), die een uitvoerig onderzoek hebben ingesteld naar de invloed

van de tijd van maaien van het gras en de stikstofbemesting op de opbrengst aan droge stof en de chemische samenstelling van het gras. Ook WATSON, PROCTER en FERGUSON (22) en GARDNER en medwerkers (8, 9) hebben soortgelijke proeven genomen. In Canada hebben SHUTT en medewerkers (17, 18, 19) nagegaan, op welke manier de opbrengst aan droge stof en aan eiwit van blijvend grasland door wijziging van het aantal keren maaien en door een bemesting met stikstof kan worden beinvloed. In de U.S.A. hebben ROBINSON en PIERRE (16) dergelijke proeven genomen. Zweedse proefnemingen worden vermeld door GIÖBEL (10), terwijl DEICHMANN (3) en SPERBER (20) de resultaten van langjarige bemestingsproeven met stikstof in Duitsland bespreken.

Bij de meeste dezer proeven, in het bijzonder bij de Engelse, Canadese en Amerikaanse, is slechts een lichte stikstofbemesting toegepast. WOODMAN en medewerkers bijv. gaven slechts 15 kg N aan het gras van iedere snede. Berekend over het gehele seizoen was dit 105 kg per ha en bij een ander onderzoek 60 kg. WATSON e.a. gaven in twee keer 50 kg N per ha, GARDNER e.a. in drie keer 75 kg. FRANKENA diende soms aanzienlijk hogere hoeveelheden toe, nl. 20, 40, 60 en 80 kg N per ha aan iedere snede (5). Bij vijf keer maaien werden dus vijf keer deze hoeveelheden gegeven. Toch was ook in dat onderzoek bij lange na de maximale opbrengst niet bereikt.

Daar het de bedoeling was het volledige verloop van de stikstofopbrengstkrommen op grasland te leren kennen, zijn in het hier te bespreken onderzoek de stikstofseries vaak tot een zeer grote hoogte opgevoerd. Hoeveelheden van 300 kg N per ha per snede bijv. zijn geen zeldzaamheid.

b. Van een groot aantal monsters werd de chemische samenstelling bepaald. Zowel uit landbouwkundig als uit biochemisch oogpunt is het van grote betekenis de invloed van de stikstofbemesting en van het tijdstip, waarop het gras is gemaaid, op de chemische samenstelling van het gras te leren kennen. Deze samenstelling bepaalt immers in hoge mate de voedingswaarde van het gras.

Ook de botanische samenstelling van het gras werd in een groot aantal gevallen bepaald.

c. Op een aantal proefvelden, gelegen op phosphaat- en kaliarme grond, werd de invloed van phosphaat en kali op de werking van de stikstof onderzocht.

II. DE INVLOED VAN STIJGENDE HOEVEELHEDEN STIKSTOF OP DE GROEI, DE PRODUCTIE VAN DROGE STOF EN DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GRAS, IN HET BIJZONDER IN VERBAND MET HET TIJDSTIP VAN MAAIEN

1. Opzet der proeven

Voor dit onderzoek werden proefvelden aangelegd op oud grasland op twee geheel verschillende grondsoorten nl. op bezand laagveen te Paterswolde [1], Pr 640, en op zware klei te Slaperstil (Gr.) [2], Pr 641. Enkele bijzonderheden van de grond dezer proefvelden volgen hieronder (laag 0—5 cm).

	Pr 640	Pr 641
organische stof, %	25.2	18.—
klei, %	—	52.1
pH	5.8	5.8
P-getal.	3	17.—
P-citr.	27.—	50.—
K-getal resp. K-HCl.	12	0.053

Phosphaat en kali werden in 1941 in de volgende hoeveelheden toegediend: Pr 640: 250 kg P_2O_5 per ha als superphosphaat en 300 kg K_2O per ha als K-zout-40. Pr 641: 80 kg P_2O_5 per ha als superphosphaat en 150 kg K_2O per ha als K-zout-40. In 1942 ontvingen de proefvelden in het voorjaar 250 kg P_2O_5 per ha als dubbelkalkphosphaat (dicalciumphosphaat) en 300 kg K_2O per ha als K-zout-40. Bovendien werd half Juli nog weer bemest met 100 kg K_2O per ha als kaliumsulfaat.

Veldjes van 25 m² werden in 1941 bemest met stikstof in de vorm van kalkammonsalpeter in hoeveelheden als aangegeven in tabel 2. Om een beschadiging van de zode door de hoge stikstofgiften te voorkomen, werden de grote hoeveelheden in twee of drie keer toegediend. Ieder object was in twee- of drievoud aanwezig.

Tabel 2. Stikstofbemesting en maaidata op Pr 640 in 1941.

A, gemaaid op 14—6 en 3—9		B, gemaaid op 4—6, 14—7, 19—8 en 6—10		C, gemaaid op 26-5, 14-6, 14-7, 7-8, 3-9 en 30-10	
kg N per ha		kg N per ha		kg N per ha	
per snede	per seizoen	per snede	per seizoen	per snede	per seizoen
0	0	0	0	0	0
60	120	30	120	20	120
120	240	60	240	40	240
180	360	90	360	60	360
240	480	120	480	80	480
300	600	150	600	100	600
360	720	180	720	120	720
420	840	210	840	140	840
		240	960	180	1080
		300	1200	240	1440
		360	1440	300	1800
		420	1680	360	2160
				420	2520

Table 2. *Nitrogen fertilizing and cutting dates for Pr 640 in 1941.*

[1] bij de Heer H. W. Keizer. [2] bij de Heer H. Idsingh.

Zoals uit deze cijfers blijkt, werden zeer hoge stikstofgiften bij het onderzoek betrokken. De veldjes van de A-serie werden twee maal gedurende het gehele groeiseizoen gemaaid, die van de B-serie vier maal en die van de C-serie zes maal. De opzet van Pr 641 was vrijwel dezelfde als die van Pr 640, de A-veldjes werden hier driemaal gemaaid.

In 1942 werden beide proefvelden op nagenoeg dezelfde wijze voortgezet. Bovendien werden naast de oude proefvelden twee nieuwe van vrijwel

FIG. I. Invloed van een stikstofbemesting en het aantal keren maaien van het gras op de opbrengst aan luchtdroge stof (1941). 1 q = 100 kg.

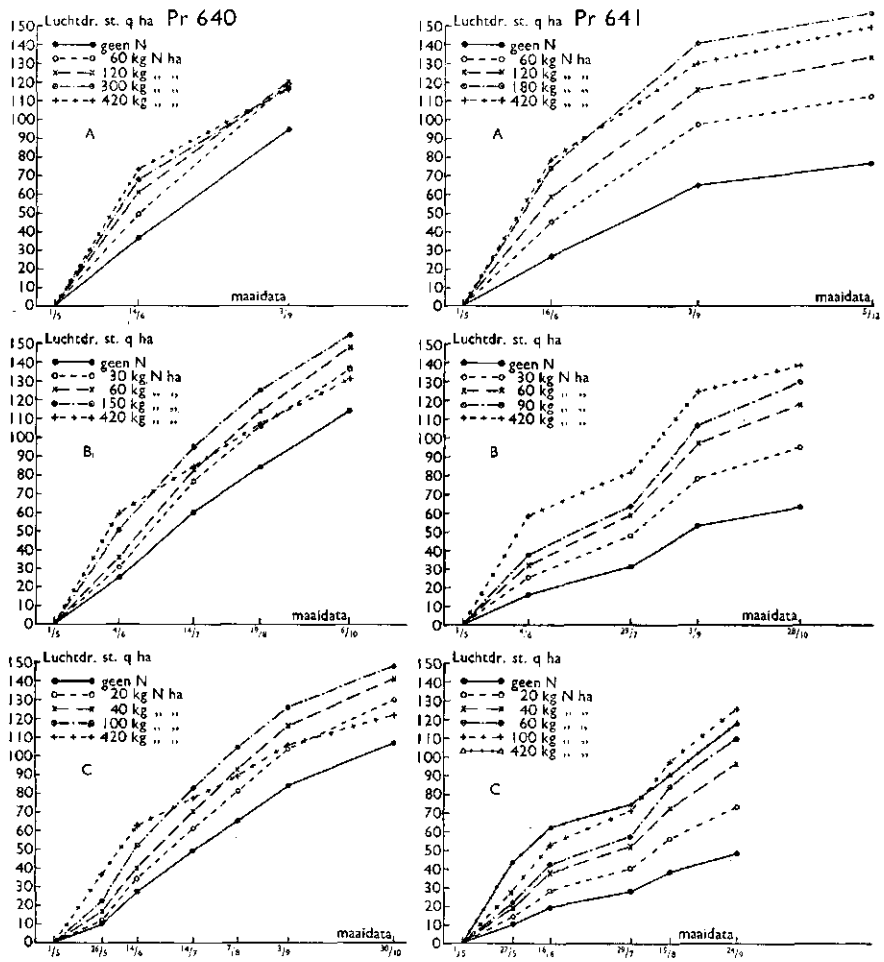


FIG. 1. *Effect of nitrogen fertilization and number of cuts of the grass on the yield of air-dried matter (1941). 1 q = 100 kg.*

gelijke opzet aangelegd (Pr 640a en Pr 641a). De veldjes van de A-serie, (driemaal gemaaid), kregen de stikstof nu in hoeveelheden van 0, 60, 120, 180, 240, 300, 360 en 420 kg N per ha per snede, die van de B-serie (vier maal gemaaid). 0, 30, 60, 90, 150, 210, 300 en 420 kg N per ha per snede en die van de C-serie, (zes maal gemaaid): 0, 20, 40, 60, 100, 140, 210, 300 en 420 kg N per ha per snede.

2. Opbrengstresultaten

De opbrengstcijfers van de verschillende series, berekend als kg luchtdroog gras [1] per ha, zijn graphisch voorgesteld in fig. 1 (1941) en 2 (1942). Deze grafieken geven het verloop weer van de totale grasproductie gedurende het gehele groeiseizoen [2]. Om voor een bepaalde periode de grasproductie per dag te berekenen, moet men de in deze periode gegroeide hoeveelheid gras delen door het aantal dagen, dat deze periode heeft geduurd, d.w.z. men moet de tangens van de hellingshoek berekenen. De resultaten van deze berekeningen zijn vermeld in de tabellen 3, 3a, b en c, terwijl van een aantal stikstoftrappen de productiecijfers in grafiek zijn gebracht (fig. 3 en 4).

Uit deze gegevens blijkt het volgende:

Tabel 3 [3]. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op de productie van luchtdroge stof (kg per ha per dag). Pr 640, 1941.

Maaiwijze A			Maaiwijze B				
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-14/6	2e snede 14/6-3/9	kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-4/6	2e snede 4/6-14/7	3e snede 14/7-19/8	4e snede 19/8-6/10
0	81	72	0	71	87	69	62
60	108	87	30	87	115	81	64
120	134	74	60	101	117	88	71
180	139	70	90	123	111	91	63
240	157	61	120	127	105	91	63
300	150	61	150	144	111	84	61
360	150	48	180	145	100	83	62
420	162	54	210	149	99	83	53
			240	170	71	93	71
			300	155	61	75	59
			360	185	57	72	51
			420	170	62	63	64

[1] Als gemiddelde van een groot aantal bepalingen werd voor her watergehalte van luchtdroog gras een waarde van 13% gevonden. Bij sommige berekeningen werd een vochtgehalte van 15% aangenomen.

[2] Overzichtelijkheidshalve zijn slechts van een aantal stikstofgiften de opbrengstlijnen getekend. Het volledige cijfermateriaal is aanwezig in de bibliotheken van resp. het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen, het Centraal Laboratorium der „Staatsmijnen in Limburg" te Geleen, de Landbouwhogeschool te Wageningen, het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen, het Departement van Landbouw, Visserij en Voedselvoorziening te 's Gravenhage en de Centrale Organisatie T. N. O. te 's-Gravenhage.

[3] Tab. 3a, 3b en 3c op pag. 79—81.

Maaiwijze C						
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-26/5	2e snede 26/5-14/6	3e snede 14/6-14/7	4e snede 14/7-7/8	5e snede 7/8-3/9	6e snede 3/9-30/10
0	39	90	73	66	68	41
20	46	116	91	83	83	47
40	66	122	100	93	86	45
60	70	153	90	98	86	38
80	72	154	95	96	90	33
100	87	153	100	95	79	39
120	92	166	68	92	80	40
140	90	158	94	82	80	36
180	110	140	79	90	84	41
240	118	203	53	75	73	46
300	131	144	39	78	66	33
360	153	115	96	51	62	38
420	142	134	49	49	63	28

Table 3. *Effect of nitrogenous fertilizers and cutting method on the production of air-dry matter (kg per hectare per day). Pr 640, 1941.*

a. Verloop van de grasgroei gedurende het seizoen.

In 1941 kwam op Pr 640 de meest intensieve grasgroei voor in het begin van de zomer (Mei en half Juni). Daarna daalde de productie tot een aanzienlijk lagere waarde, die gedurende het overige deel van de zomer ongeveer op dezelfde hoogte bleef. Dit geldt vooral voor de veldjes met een behoorlijke stikstofbemesting; met een kleine N-gift resp. zonder stikstofbemesting waren de beginwaarden veel minder hoog, waardoor gedurende de gehele zomer een meer gelijkmatige opbrengst werd verkregen.

Op Pr 641, gelegen op zware klei, was het verloop van de opbrengstlijnen in 1941 nogal verschillend van die van Pr 640. Ook hier was de groei in Mei en het eerste deel van Juni zeer intensief. Vanaf half Juni tot eind Juli daarentegen vond er nauwelijks enige grasgroei plaats (zie fig. 1 en tabel 3b, 4e kolom van maaiwijze C). Van 29 Juli—19 Augustus werden weer zeer hoge productiecijfers bereikt, terwijl ook het tweede deel van Augustus en September goede grasmaanden waren.

In 1942 was het resultaat in grote trekken gelijk aan dat van 1941 [1]. Op het laagveenproefveld was de grasgroei in de verschillende perioden van het seizoen aanzienlijk gelijkmatiger dan in 1941. Dit blijkt vooral ook uit fig. 2: de opbrengstlijnen stijgen met een bijna constante snelheid vanaf half April tot begin September.

Op de zware kleigrond, (Pr 641a), was de groei van het gras van de derde snede van de C-serie weer aanzienlijk geringer dan die van de voorafgaande en volgende sneden. De B-serie daarentegen vertoonde in deze periode geen inzinking. Op dit punt van verschil kom ik straks nader terug.

Wanneer men het verloop van de opbrengstkrommen vergelijkt met de krommen voor temperatuur en neerslag (fig. 5 en 6) dan blijkt, dat de zeer

[1] Van de in 1942 verkregen opbrengstgegevens zijn als regel die der éénjarige proefvelden Pr 640a en 641a vermeld. In enkele gevallen, waarin de resultaten dezer proeven afweken van die der één jaar langer aangehouden proefvelden Pr 640 en 641, is hiervan melding gemaakt.

FIG. 2. Invloed van een stikstofbemesting en het aantal keren maaien van het gras op de opbrengst aan luchtdroge stof (1942). 1 q = 100 kg.

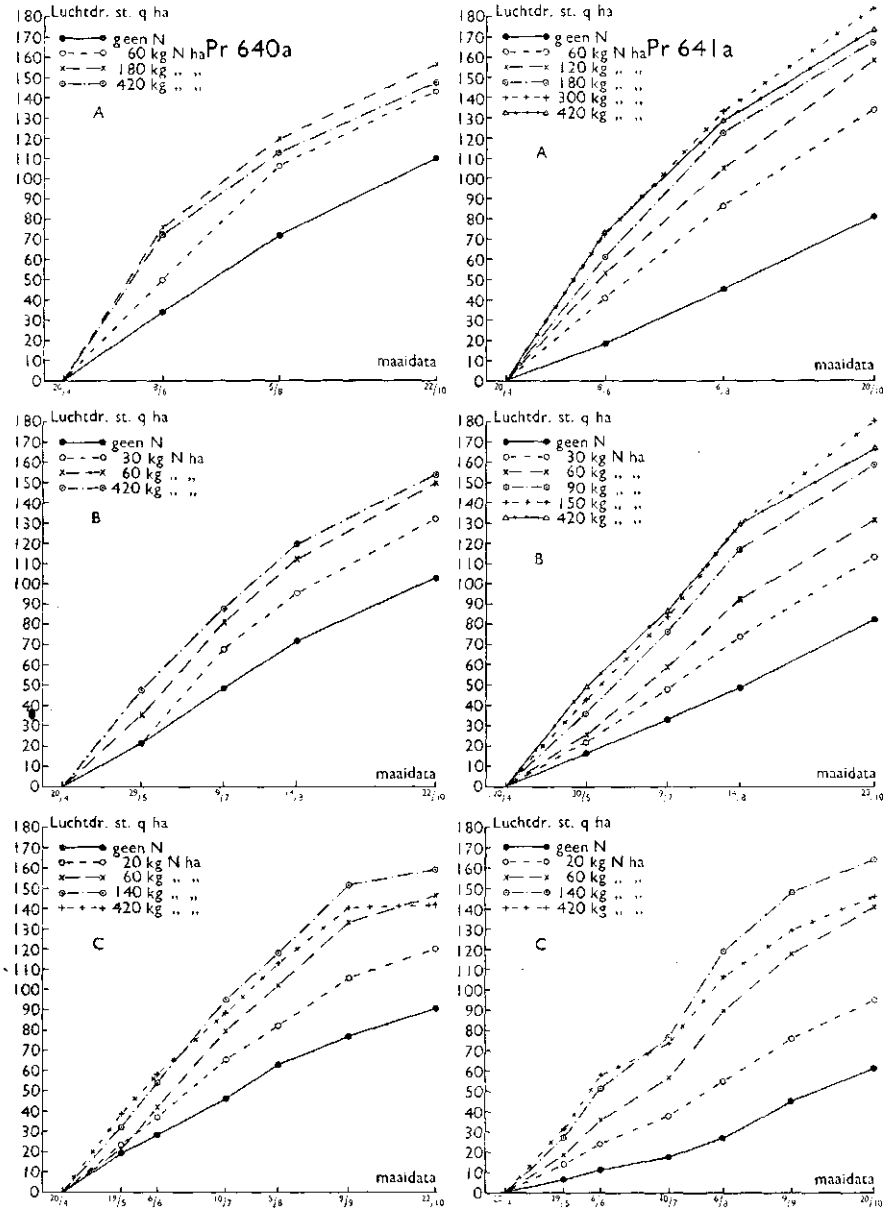


FIG. 2. *Effect of nitrogen fertilization and number of cuts of the grass on the yield of air-dried matter (1942). 1 q = 100 kg.*

slechte grasgroei op Pr 641 in de zomer van 1941 samenvalt met een zeer droge en hete periode. Wel is er in de tweede helft van Juli enkele keren een behoorlijke hoeveelheid neerslag gevallen, doch hiervan heeft het op 29 Juli gemaaide gras nauwelijks meer kunnen profiteren. De zeer hoge opbrengsten van de volgende sneden (4e snede van de C-serie, 3e van de B-serie) zijn voor

FIG. 3. Grasproductie per dag per ha in verschillende perioden van het seizoen op Pr 640 (1941) en Pr 640a (1942).

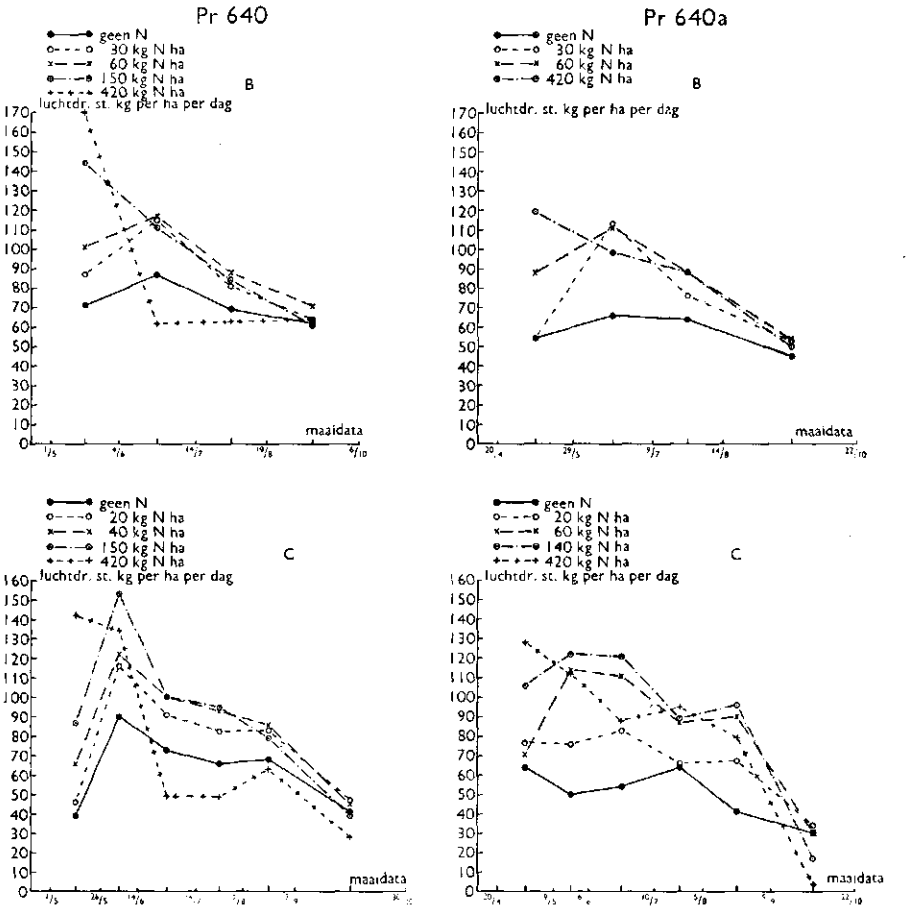


FIG. 3. *Production of air-dried herbage per day per ha in different periods of the season on fields Pr 640 (1941) and Pr 640a (1942).*

een belangrijk deel een gevolg geweest van de grote hoeveelheden neerslag, die in Augustus 1941 zijn gevallen.

Op het laagveenproefveld Pr 640, waar de vochtvoorziening vrijwel nooit

te wensen overlaat, heeft de onvoldoende regenval in de bovengenoemde periode nauwelijks enige groeistagnatie veroorzaakt. Dit blijkt uit het feit, dat de opbrengstcijfers van de 4e snede van de C-serie, waarvan het gras in

FIG. 4. Grasproductie per dag per ha in verschillende perioden van het seizoen op Pr 641 (1941) en Pr 641a (1942).

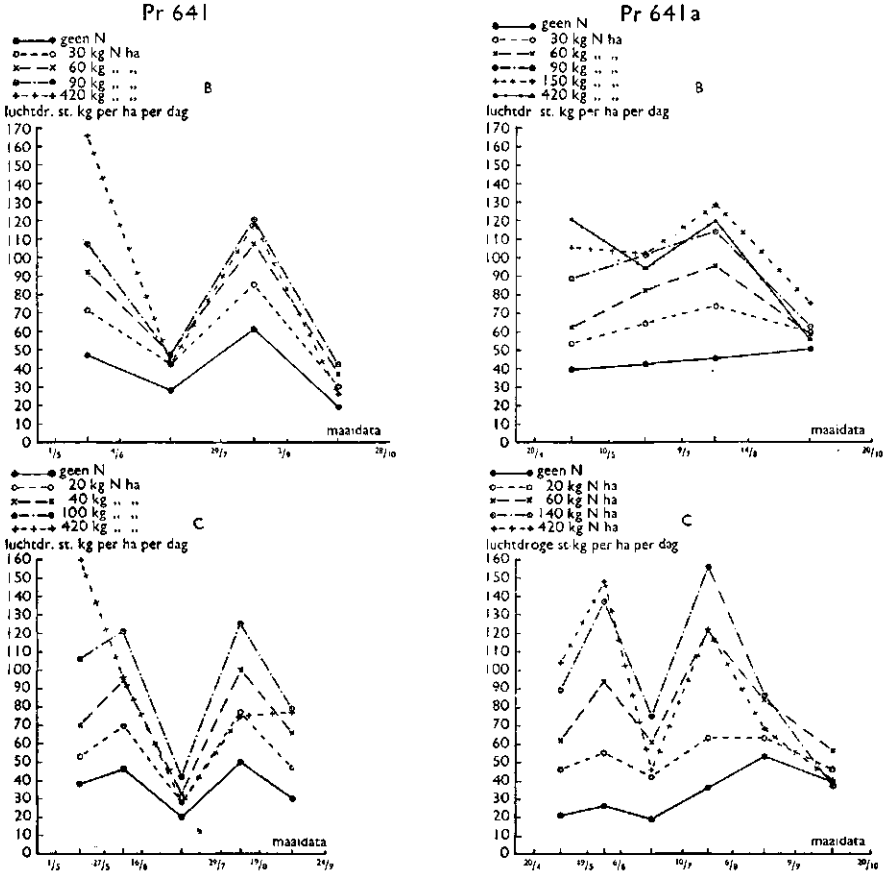


FIG. 4. *Production of air-dried herbage per day per ha in different periods of the season on fields Pr 641 (1941) and Pr 641a (1942).*

een vochtige periode was gegroeid, niet hoger waren dan die van de derde snede, waarvan het gras in een vrijwel regenloze tijd was gegroeid. Toch zien we, dat de grasproductie na 15 Juni aanzienlijk geringer is geweest dan in de periode 26 Mei—14 Juni.

Eerder is er op gewezen, dat de grasproductie in 1942 in de verschillende delen van het seizoen gelijkmatiger was dan die in 1941. Dit geldt vooral voor Pr 640a en voor Pr 641a voor zover het de B-serie betreft. De C-serie van het laatstgenoemde proefveld vertoont echter een zeer belangrijke inzin-

FIG. 5. Gemiddelde dagtemperatuur (8, 14 en 19 uur) en neerslag per etmaal te Groningen in 1941.

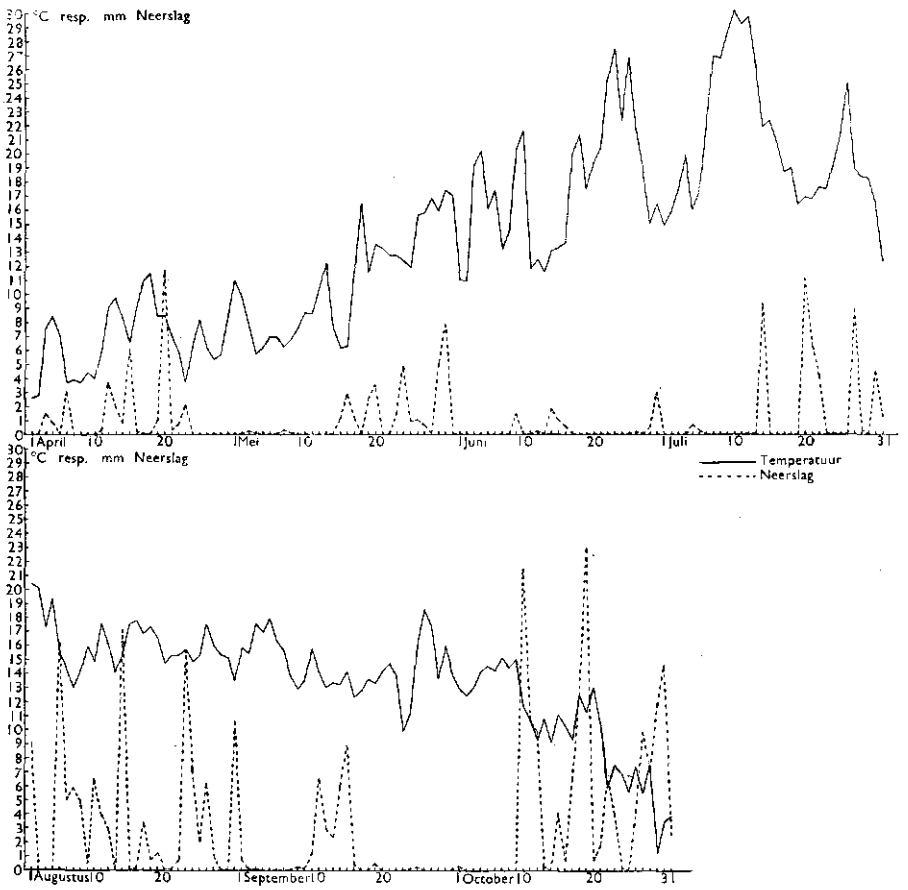


FIG. 5. *Mean daily temperature (8 a.m., 2 and 7 p. m.) and rainfall per 24 hours at Groningen in 1941.*

king in de periode van 6 Juni—10 Juli. Deze periode is droog en vrij warm geweest (zie fig. 6). Alleen op 18 Juni viel er enige regen van betekenis. De B-serie van ditzelfde proefveld echter heeft over vrijwel dezelfde periode (30 Mei—9 Juli) een zeer goede grasgroei gegeven. Het enige verschil tussen

beide series was, dat de voorafgaande snede van de B-veldjes gemaaid was aan het eind van een vrij vochtige en koele periode, terwijl van de C-serie de voorafgaande snede in een droge en hete periode was gemaaid. Hieruit blijkt, dat de onvoldoende grasgroei op de C-veldjes van Pr 641a van 6 Juni

FIG. 6. Gemiddelde dagtemperatuur (8, 14 en 19 uur) en neerslag per etmaal te Groningen in 1942.

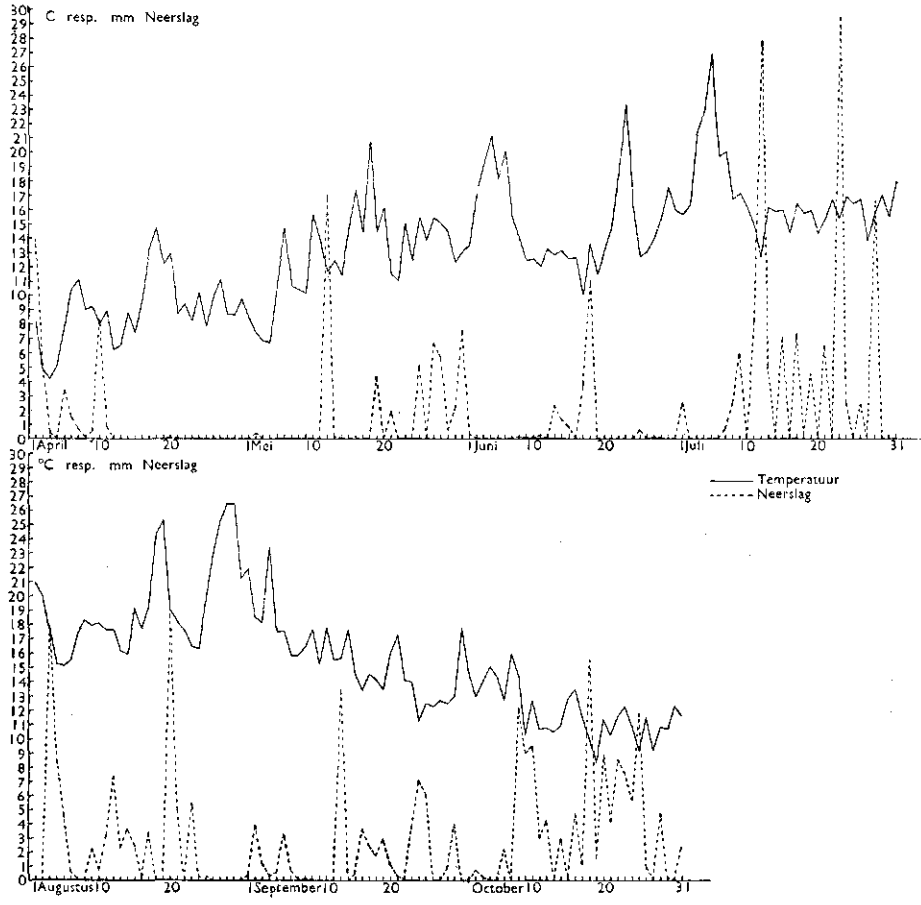


FIG. 6. *Mean daily temperature (7 a.m., 2 and 7 p.m.) and rain-fall per 24 hours at Groningen in 1942.*

tot 10 Juli niet een gevolg is geweest van een gebrek aan water, maar hoogstwaarschijnlijk van het maaien van de voorafgaande snede in een droge en warme periode. Als gevolg hiervan zijn verschillende jonge spruiten niet of

langzaam tot ontwikkeling gekomen, hetgeen op de gehele grasproductie een ongunstige invloed heeft gehad.

Dat de zeer intensieve grasgroei, die men in het begin van de zomer bijna steeds kan waarnemen, uitsluitend een gevolg zou zijn van een goede vochtvoorziening en een gunstige temperatuur, is niet waarschijnlijk. Immers ook op die proefvelden, waar van een verdroging nauwelijks sprake is, resp. in jaren met een goede vochtvoorziening gedurende het gehele seizoen, ziet men na deze periode van hoge opbrengsten een daling van de grasproductie optreden, (fig. 3 en 3a), zij het ook in veel geringere mate dan in de jaren met een droge zomer. Men krijgt de indruk, dat de groei-intensiteit van het gras in zeer sterke mate wordt bepaald door de groei van de voorafgaande snede. Na perioden van zeer geringe groei, zoals dat steeds na de wintermaanden het geval is en zoals dit op Pr 641 in 1941 ook na de droogteperiode in Juni en Juli werd waargenomen, zien we de grasproductie steeds zeer sterk toenemen. Na een periode van goede groei volgt veelal een tijd van matige grasproductie. Hierbij geldt als regel, dat de groei des te slechter is, naarmate de voorafgaande snede in een later stadium is gemaaid (vergel. de A- en C-maaiwijzen). De voorziening met stikstof, phosphaat en kalium speelt hierbij geen rol.

In hoeverre deze fluctuatie in de grasproductie samenhangt met physiologische factoren (uitputting van bepaalde organische voedingsstoffen, misschien ook van groeistoffen, na een periode van intense groei), of meer in morphologische richting moet worden gezocht, (ontwikkelingsmogelijkheden van zijknoppen e.d.), zal door verder onderzoek moeten worden uitgemaakt.

Aan de periodiciteit van de grasgroei op blijvend grasland is ook in de literatuur, speciaal de Engelse, vrij veel aandacht besteed. Veelal constateert men in Mei en de eerste helft van Juni een periode van zeer goede grasgroei, de zgn. „zenith period", gevolgd door een zeer sterke inzinking in Juli, waarna in het 2e deel van de zomer weer een tweede optimum valt waar te nemen. Dit beeld komt dus enigszins overeen met de toestand op Pr 641 in 1941. Hoewel alle onderzoekers de betekenis van een goede vochtvoorziening voor een goede grasgroei erkennen, wordt in een aantal gevallen toch ook aan andere oorzaken gedacht. Zo schrijven bijv. WOODMAN en medewerkers (23) de zeer intensieve groei in het begin van de zomer toe aan een hoge potentiële groeicapaciteit van bepaalde grassen. De sterke daling in grasopbrengst na de „zenith period" is volgens hen voor een deel het gevolg van een onvoldoende vochtvoorziening, maar zou ten dele ook een natuurlijk gevolg zijn van een tijdelijke uitputting van de voornaamste weidegrassen.

In een kortgeleden verschenen artikel heeft 'T HART (12) het verschijnsel der seizoenschommelingen bij Nederlandse graslanden uitvoerig besproken. Hij komt daarbij tot de conclusie, dat de weersomstandigheden (temperatuur en vochtvoorziening), bij het ontstaan van deze schommelingen wel een zeer belangrijke rol spelen, doch dat daarnaast nog aan andere oorzaken moet worden gedacht. 'T HART neemt aan, dat het groeirythme van de planten van veel belang is. De sterke neiging tot vorming van bloeistengels in het voorjaar zou de productiviteit van het grasland in dit gedeelte van het seizoen zeer bevorderen. De overgang tot de periode van meer vegetatieve groei in

het 2e deel van de zomer zou samengaan met een laag productievermogen.

Om een beter inzicht te verkrijgen in het verloop van de grasgroei gedurende het jaar, hebben wij in 1948 een uitvoerige potproef met graszoden aangezet. Evenals op de proefvelden werd ook hier stikstof in opklimmende hoeveelheden toegediend, terwijl het gras in verschillende stadia van ontwikkeling werd gemaaid. De resultaten dezer proeven zullen te zijner tijd worden gepubliceerd.

b. De totale opbrengst aan luchtdroog gras per seizoen.

De invloed van het aantal keren maaien van het gras op de totale productie aan droge stof bleek in 1941 betrekkelijk gering te zijn. De hoogste opbrengsten werden verkregen bij de A- en B-series nl. ± 15000 kg luchtdroog gras, overeenkomende met 13000 kg droge stof. Op de kleigrond werden deze waarden verkregen bij een belangrijk zwaardere stikstofbemesting dan op de laagveengrond (zie tabel 4).

Tabel 4. Totale productie van luchtdroge stof in quintalen [1] per ha (1941).

Maaiwijze A			Maaiwijze B			Maaiwijze C		
kg N/ha aan iedere snede	Pr 640 2 × gemaaid	Pr 641 3 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640 4 × gemaaid	Pr 641 4 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640 6 × gemaaid	Pr 641 6 × gemaaid
0	94.6	76.7	0	114.—	63.4	0	106.8	49.3
60	118.9	112.6	30	136.3	95.—	20	130.1	73.1
120	119.9	133.2	60	147.9	117.5	40	141.5	96.2
180	119.3	157.3	90	150.2	129.7	60	142.6	109.6
240	120.2	155.—	120	149.5	141.5	80	142.6	121.4
300	116.7	153.4	150	153.9	146.3	100	148.1	125.4
360	106.5	154.1	180	150.4	145.4	120	142.3	130.1
420	116.2	149.7	210	147.2	140.8	140	143.6	133.9
			240	155.3	136.—	180	147.1	141.2
			300	134.—	147.4	240	149.—	131.7
			360	137.7	138.3	300	128.2	131.6
			420	137.6	138.6	360	140.7	126.9
						420	121.9	117.8

Table 4. *Total yield of air dry matter as quintals per hectare (1941).*

In 1942 was de totale opbrengst aan gras aanzienlijk hoger dan in het daaraan voorafgaande jaar (zie tabel 5). Op Pr 641a werden maximale opbrengsten aan luchtdroge stof bereikt van ± 18000 kg, d.i. bijna 16000 kg droge stof. Op het laagveenproefveld waren de opbrengstcijfers iets lager.

Zonder een stikstofbemesting waren de opbrengsten bij 6 maal maaien aanzienlijk lager dan bij 2—3 maal maaien. Bij een toenemende stikstofvoorziening verdwenen deze verschillen voor een deel.

Vergeleken met de opbrengstcijfers van andere gewassen zijn die van grasland zeer hoog. Een goed gewas rogge of haver bijv. brengt meestal niet meer op dan 4000 kg zaad + 6000 kg stro. Ook een opbrengst aan aardappelen van 10000 kg droge stof wordt slechts zelden bereikt. Alleen bij voederbieten oogst men soms 12—14000 kg aan droge stof.

[1] 1 quintaal is 100 kg.

Tabel 5. Totale productie van luchtdroge stof in quintalen [1] per ha (1942).

Maaiwijze A			Maaiwijze B			Maaiwijze C		
kg N/ha aan iedere snede	Pr 640a 3 × gemaaid	Pr 641a 3 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640a 4 × gemaaid	Pr 641a 4 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640a 6 × gemaaid	Pr 641a 6 × gemaaid
0	109.9	81.3	0	102.8	82.1	0	90.6	61.4
60	143.3	133.6	30	131.9	113.2	20	120.3	95.1
120	142.9	158.—	60	149.4	131.2	40	133.5	121.—
180	156.2	167.4	90	150.1	158.4	60	146.7	140.8
240	136.8	179.6	150	160.1	180.—	100	157.4	158.7
300	149.7	183.3	210	159.7	177.9	140	158.9	163.8
360	131.6	175.5	300	161.6	175.1	210	152.4	166.9
420	147.3	172.8	420	153.8	166.9	300	149.3	149.1
						420	142.1	145.9

Table 5. *Total yield of air-dry matter as quintals per hectare (1942).*

Wanneer men de bovenvermelde opbrengstcijfers en die van FRANKENA (5) vergelijkt met de uitkomsten, welke in andere landen bij soortgelijke proeven werden verkregen, dan valt deze vergelijking bijna zonder uitzondering ten gunste van de Nederlandse graslanden uit. Zo vermelden WOODMAN en medewerkers (24, 25) jaaropbrengsten aan droge stof van 4500 kg per ha (lichte grond, geen N-bemesting), 6500 kg (als de vorige, iedere snede bemest met 15 kg N), 4500 kg (zware kleigrond, iedere snede bemest met 15 kg N, ongunstig seizoen), 7600 kg (als vorige, doch in een gunstig seizoen). In al deze gevallen werd bemest met phosphaat en kali, terwijl het gras iedere vier weken werd gemaaid. GARDNER en medewerkers (8) kregen als jaaropbrengsten aan droge stof van blijvend weiland, goed voorzien van phosphaat, kalium en kalk, zonder N-bemesting, in verschillende jaren 2800, 2800 en 4400 kg per ha en bemest met 3 × 25 kg N per ha: 3300, 3700 en 6300 kg per ha (3 resp. 4 keer in een weidestadium gemaaid). SHUTT en medewerkers (18) in Canada vermelden jaaropbrengsten van 4300 kg per ha van blijvend grasland op kleigrond, bemest met phosphaat, kali en 50 kg stikstof per ha, 5 maal per seizoen gemaaid. Gemaaid in het hooistadium + nagras werd onder dezelfde omstandigheden een opbrengst van ruim 5000 kg per ha verkregen. Verschillende andere Engelse en Amerikaanse graslandonderzoekers vermelden soortgelijke resultaten.

Alleen DEICHMANN (3) (Duitsland) geeft opbrengstcijfers, die meer in overeenstemming zijn met de Nederlandse. Voor een aantal opeenvolgende jaren luiden deze (zonder stikstof): 6800, 8350, 6600, 4400 en 8000 en bemest met 90—100 kg stikstof: 9200, 10000, 8900, 6900 en 9700 kg droge stof. Het aantal keren, dat het gras per jaar werd gemaaid, was niet gelijk. In de verschillende jaren was dit resp. 5, 4, 4, 2 en 3 maal.

c. De invloed van de stikstofbemesting op de grasopbrengst.

De invloed van de stikstofbemesting blijkt vooral uit de fig. 7 en 8, waar

[1] 1 quintaal is 100 kg.

FIG. 7. Invloed van een stikstofbemesting op de opbrengst aan luchtdroog gras (1941). 1 q = 100 kg.

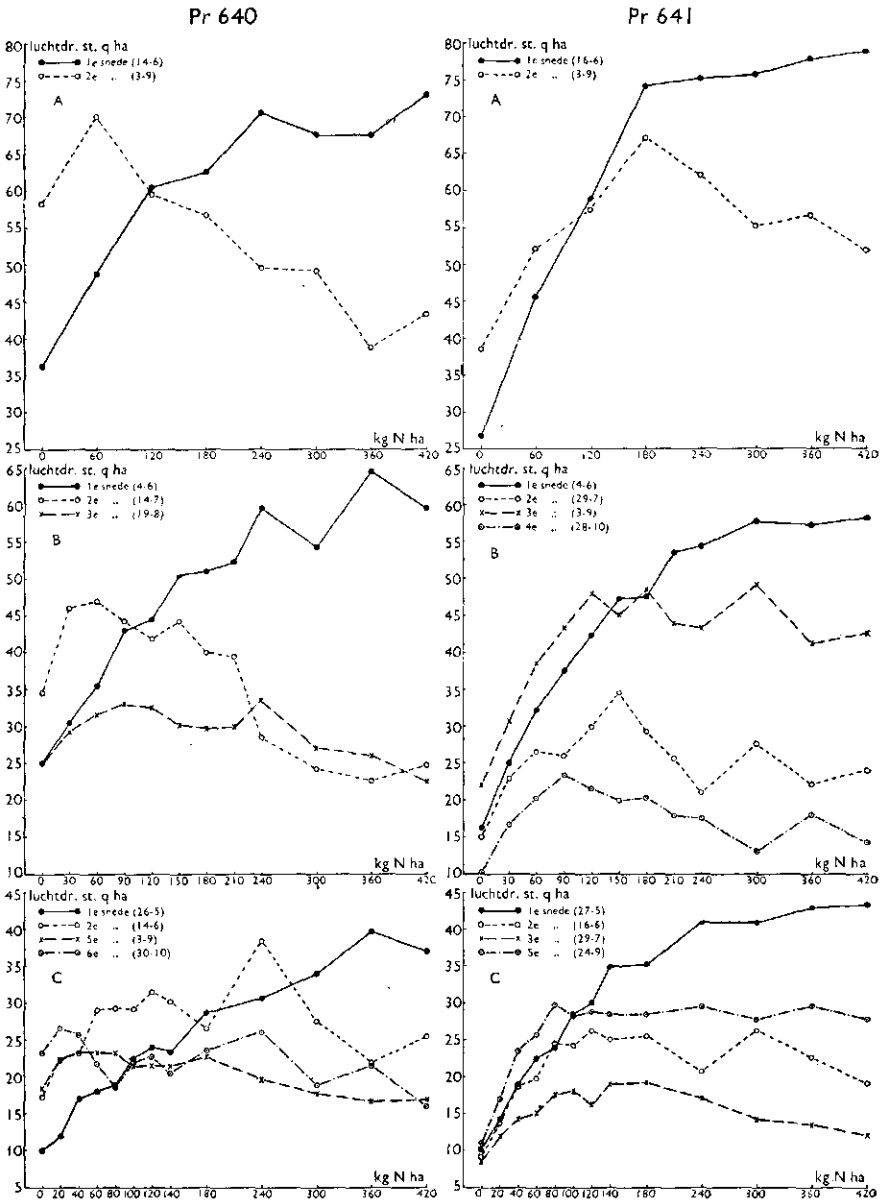


FIG. 7. *Effect of nitrogen on the yield of air-dried herbage (1941). 1 q = 100 kg.*

van de verschillende sneden de stikstof-opbrengst-krommen zijn getekend [1]. We zien, dat de grasopbrengst van de eerste snede door een toediening van stikstof meestal veel meer kon worden verhoogd dan die van de latere sneden (vergel. ook de dagproductiecijfers in de tabellen 3—3a b c). In de vroege zomer van 1941 bijv. steeg op Pr 640 de grasproductie van de C-serie door een stikstofbemesting met meer dan 300%, in Juli—Augustus daarentegen maximaal slechts met 40%. Op het klei-proefveld waren de resp. cijfers 300 en 150—200%. Dit grote verschil in reactie tussen het gras van de eerste en volgende sneden was enerzijds een gevolg van de toenemende grasgroei op de veldjes zonder stikstofbemesting bij voortschrijdend seizoen, terwijl anderzijds de opbrengsten, die in de zomer met een stikstofbemesting werden verkregen, meestal aanzienlijk lager waren dan in het voorjaar het geval was.

De verbetering van de grasgroei op de niet met stikstof bemeste veldjes in de loop van de zomer was gedeeltelijk een gevolg van de ontwikkeling van klavers, die ook de stikstofvoorziening van de grassen ten goede kwam. In hoeverre hierbij gedacht moet worden aan het uitscheiden van stikstofverbindingen door de wortelknolletjes van de klavers, zoals door VIRTANEN en medewerkers (21) is beschreven, zij hier in het midden gelaten.

In de tweede plaats zal men rekening moeten houden met het vrijkomen van stikstof door microbiologische afbraak van organische bodembestanddelen. Daar het microbenleven in sterke mate samenhangt met de temperatuur van de grond, is het duidelijk, dat het gehalte aan assimileerbare stikstof vooral in de zomer zal stijgen.

De betekenis van de laatstgenoemde factor blijkt bij vergelijking van de uitkomsten van het op laagveen gelegen proefveld Pr 640 met die van Pr 641, gelegen op zware klei. Hoewel de ontwikkeling van klavers op laatstgenoemd proefveld zeker niet slechter was dan op Pr 640, kwam op de laagveengrond in de loop van de zomer aanzienlijk meer stikstof ter beschikking van de planten dan op de klei.

Bij vergelijking van de krommen in fig. 7 en 8 met die van fig. 3 en 4 blijkt, dat de reactie op stikstof vooral dan sterk is, wanneer de groei-intensiteit van het gras hoog is. Zo zien we, dat in het begin van de zomer, wanneer de cijfers voor de dagproductie meestal het hoogst zijn, (de zgn. „zenith period" van de Engelse onderzoekers) de stikstof-opbrengst-krommen tot een buitengewone hoogte stijgen, terwijl een daling van deze krommen zelfs bij een gift van 420 kg stikstof per ha niet voorkomt. Het zelfde geldt voor de vochtige perioden in Juli—Augustus, die volgen op een zeer droge tijd in Juni—Juli.

Na een periode van intense groei, die vaak gevolgd wordt door een periode van lagere opbrengsten, zien we dat ook de reactie op stikstof zeer is gedaald. De maximale opbrengsten worden dan bij een veel lagere gift bereikt, terwijl bij grotere hoeveelheden veelal een daling van de opbrengst optreedt. De ver-

[1] De opbrengst is hierbij uitgezet tegen de hoeveelheid stikstof, die aan het gras van iedere snede werd gegeven. Met de nawerking van de aan de voorafgaande sneden gegeven stikstofbemesting is geen rekening gehouden. In tegenstelling tot de nawerking van een phosphaat- en kalibemesting is die van een stikstofbemesting meestal onbetekenend. Alleen bij hoge N-giften en bij vroeg maaien resp. slechte groei van het gras van de voorafgaande snede kan een aanzienlijke nawerking worden verwacht.

FIG. 8. Invloed van een stikstofbemesting op de opbrengst aan luchtdroog gras (1942). 1 q = 100 kg.

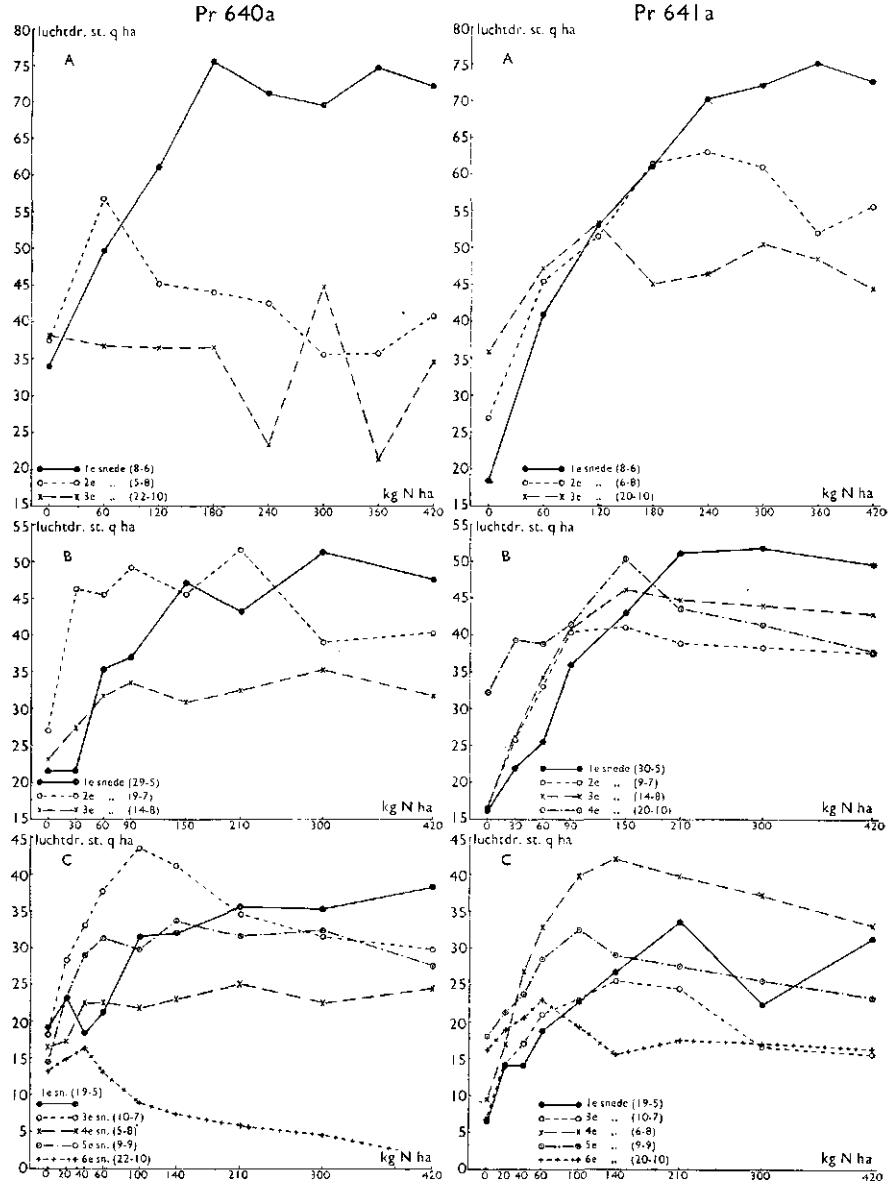


FIG. 8. *Effect of nitrogen on the yield of air-dried herbage (1942). 1 q = 100 kg.*

3. De chemische samenstelling van het gras van de proefvelden Pr 640 en 641

De voedingswaarde van gras wordt in hoge mate bepaald door het gehalte aan stikstofhoudende verbindingen en wel in het bijzonder door dat aan eiwit. Bij het boven besproken onderzoek is daarom veel aandacht besteed aan de bepaling van verschillende stikstofhoudende fracties. Bepaald werden: eiwit-, totale oplosbare niet-eiwit-, amide-, ammoniak- en nitraatstikstof. Hoewel het aanvankelijk de bedoeling was, deze verschillende fracties in de meeste monsters te bepalen, bleek al spoedig, dat dit niet uitvoerbaar was. Voor een bepaling van de bovengenoemde bestanddelen is het nl. nodig, het gras in verse toestand te analyseren. Ook zeer snel drogen met behulp van een luchtstroom is onder bepaalde omstandigheden toelaatbaar. Bij langzame droging, zoals die veelal wordt uitgevoerd, krijgt men tengevolge van enzymwerkingen een dusdanige omzetting van de verschillende stikstofhoudende bestanddelen, dat de uitkomsten van de bepalingen een onjuist beeld geven

Tabel 8. Invloed van de behandeling van grasmonsters na het maaien op het gehalte aan verschillende N-verbindingen.

Behandeling	Totale stikstof [1]	Eiwit-N [1]	Oplosbare-N [1]	NH_4-N + amide-N [1]	NO_3-N [1]	α-Aminozuur-N [1]
Vers gras [2]	3.41	2.80	0.57	0.07	0.05	0.07
Gedroogd bij 100°	3.20	2.65	0.51	0.06	0.05	0.05
1 dag bij 28°, daarna afgewerkt	3.43	2.35	1.05	0.28	0.04	0.28
3 dagen bij 28° daarna afgewerkt	3.35	1.86	1.45	0.73	0.04	0.24
1 dag in de zon, daarna afgewerkt	3.63	2.52	1.06	0.21	0.05	0.32
1 dag in de zon, daarna gedroogd bij 100°	3.37	2.58	0.72	0.13	0.05	0.13
3 dagen in de zon, daarna afgewerkt	3.60	2.08	1.50	0.48	0.03	0.57
3 dagen in de zon, daarna gedroogd	3.35	2.15	1.17	0.32	0.02	0.39

Table 8. *Effect of treatment of grass samples after cutting on the content of various N-compounds.*

van de samenstelling van het verse gras. Tabel 8 geeft een indruk van de veranderingen in het gehalte aan een aantal N-fracties, die tengevolge van verschillende behandelingen kunnen optreden. Reeds een bewaring van de vochtige grasmonsters van 1 dag bij 28° doet het gehalte aan amide- + ammoniak-N evenals dat aan α-aminozuren vervierdubbelen. Deze verbindingen zijn uit het eiwit ontstaan. Door de grasmonsters gedurende drie dagen in een jutezak in de zon te leggen met het doel ze te drogen, veroorzaakt met een stijging van het gehalte aan amide + ammoniak en aan α-aminozuren tot 7 a 8 maal de beginwaarde, terwijl het eiwitgehalte met 25% is gedaald.

Aanvankelijk werden de stikstof- en eiwitbepalingen in op onjuiste manier gedroogde monsters uitgevoerd. Bij vergelijking van de verkregen eiwitcijfers

[1] in % van de droge stof.
[2] De meeste monsters waren in drievoud aanwezig, enkele in tweevoud.

met die verkregen bij analyse van het verse gras bleek reeds spoedig de slechte overeenstemming van het eiwitgehalte. In de onderstaande tabellen zijn ten dele de in verse monsters verrichte analyses vermeld. Voor zover alleen gedroogde monsters waren onderzocht, zijn uit de cijfers voor totale stikstof van de gedroogde monsters aan de hand van gegevens ontleend aan verse monsters de gehalten aan eiwit berekend.

Alvorens wordt overgegaan tot een bespreking van de resultaten dezer bepalingen, volgt hier eerst een beschrijving van de toegepaste methodiek en van de betekenis, welke de verschillende N-verbindingen voor de plant zowel als het dier hebben.

a. Wijze van nemen en voorbehandeling der grasmonsters.

Vóór het maaien der veldjes worden van ± 20 plekken, die diagonaalsgewijze over de veldjes verdeeld zijn, kleine hoeveelheden gras gesneden, welke tot één monster worden samengevoegd. De monsters worden zo spoedig mogelijk naar het laboratorium gebracht en daar op een koele plaats gelegd. Analyse moet 2—6 uur na het monsternemen plaats vinden. Wanneer er voor gezorgd wordt, dat de temperatuur gedurende deze periode niet te hoog is, vindt er nog weinig of geen verandering der verschillende N-fracties plaats. Steeds wordt er voor gezorgd de afwerking van een serie monsters in willekeurige volgorde te doen uitvoeren, zodat een eventueel in een bepaalde serie geconstateerd verloop niet aan een verschillende tijd van bewaring kan worden toegeschreven.

b. Bepaling van de verschillende stikstof-fracties.

Eiwit- en oplosbare stikstof. De duplo-monsters van één object, afkomstig van verschillende veldjes, worden op het laboratorium gemengd, waarna uit het mengmonster weer een gemiddeld monster voor de eigenlijke analyse wordt genomen. Dit monster wordt fijn geknipt, waarna een bepaalde hoeveelheid, meestal 10 g, met zand in een mortier wordt fijngemalen. Het fijngemalen materiaal wordt met 50—60 cm³ H_2O in een Erlenmeyerkolf van 100 cm³ gespoeld en in een kokend waterbad geplaatst, zodat de temperatuur gedurende 15 minuten hoger dan 90° is. Nadat de brij is afgekoeld, worden 12½ cm³ van een 20% oplossing van trichloorazijnzuur toegevoegd. Dit zuur is een algemeen gebruikt eiwit-precipiteermiddel. De brij wordt vervolgens op een zuigfilter gebracht en droog gezogen. Het residu wordt met 3 × 8 cm³ 1% trichloorazijnzuuroplossing gewassen. Het filtraat bevat de oplosbare niet-eiwit verbindingen, het residu de geprecipiteerde eiwitten. Door bepaling van de totale stikstof volgens KJELDAHL in het laatstgenoemde materiaal en vermenigvuldiging met de factor 6.25 kan men het eiwitgehalte berekenen.

De bepaling van de totale oplosbare stikstof in het filtraat geeft enige moeilijkheden, indien nitraten aanwezig zijn. Door gebruik te maken van de door DE MAN voorgestelde werkwijze (15), waarbij de nitraatbevattende oplossing met water wordt verdund en daarna met H_2SO_4 wordt gekookt, is het mogelijk alle nitraat uit te drijven.

In het filtraat werd behalve de totale oplosbare stikstof het gehalte aan nitraat- en amide-N bepaald.

Voor de *nitraatbepaling* werd gewerkt volgens de xylenol-methode (ALTEN e.a. (1)): 5 cm³ van het filtraat, waarin 0.05—0.7 mg nitraatstikstof, worden gepipetteerd in Erlenmeyerkolven van 300 cm³, voorzien van gummikurken. Vervolgens worden toegevoegd 2 cm³ van een oplossing van 25 g 1-3-4-xylenol in 1 l 0.2 N NaOH en vervolgens 25 cm³ 82.5% H_2SO_4, de oplossingen worden flink geschud en de kolven gesloten. Een half uur later wordt de inhoud van de kolven verdund met 60 cm³ H_2O en het gevormde 1-3-4-5-nitro-xylenol afgedestilleerd en opgevangen in 10 cm³ 0.2 N NaOH. Eventueel in de koeler nog aanwezig nitro-xylenol kan met een kleine hoeveelheid 0.2 N NaOH in het kolfje gespoeld worden. Het nitro-xylenol geeft in NaOH een gele kleur, waarvan de intensiteit in een colorimeter wordt gemeten (filter 470 m μ).

Voor de bepaling van de als *zuur-amiden* voorkomende stikstof worden aan 10 cm³ van het filtraat, 10 cm³ H_2O en 4 cm³ 30% H_2SO_4 toegevoegd, waarna gedurende 2 uur aan een terugvloeikoeler wordt gekookt. De gevormde ammoniak wordt daarna op de gewone wijze afgedestilleerd en getitreerd. Eventueel aanwezige NH_4-stikstof dient afzonderlijk te worden bepaald en te worden afgetrokken. Aangezien de zuur-amiden

behalve de amide-groep ook een α-amino-groep bevatten, die niet wordt bepaald, dient men de gevonden waarden met 2 te vermenigvuldigen om de in amiden voorkomende stikstof te vinden.

De bepaling van de als *NH_4-zouten voorkomende stikstof* wordt direct in het verse materiaal uitgevoerd. 10 g van het fijngeknipte grasmonster worden met zand in een mortier fijngewreven onder toevoeging van 3 cm³ toluol en vervolgens in een ronde, dikwandige kolf van ± 300 cm³ inhoud gespoeld. Hieraan wordt 20 cm³ van een boraat-buffer toegevoegd (4.0 g NaOH + 8.8 g H_3BO_3 op 1 l water). De pH van de brij wordt hierdoor ± 9. Vervolgens destilleert men de aanwezige ammoniak bij 35—40° C en 3—4 cm kwikdruk af. Om het schuimen van de brij te voorkomen, kan men 2 cm³ paraffine-olie en 1 cm³ octylalcohol toevoegen.

c. De betekenis van de bepaalde stikstof-fracties voor plant en dier.

De voedingswaarde van gras wordt voor een belangrijk deel bepaald door het *eiwitgehalte.* Aangezien de betekenis van het eiwit voor de veevoeding is toe te schrijven aan de in dit materiaal aanwezige aminozuren, is het duidelijk, dat de in de oplosbare fractie voorkomende vrije aminozuren van even grote betekenis zijn als die, welke gebonden in het eiwit voorkomen.

Niet alle aminozuren zijn van even groot belang en een van de doelstellingen van de tegenwoordige voedingschemie is, uit te maken, welke aminozuren voor bepaalde diersoorten nodig zijn en in welke hoeveelheden.

Hoewel het ongetwijfeld van grote betekenis was geweest, indien het eiwit van de verschillende grasmonsters op het gehalte aan bepaalde aminozuren was onderzocht, was dit ten tijde van het onderzoek door het ontbreken van geschikte methoden en reagentia niet mogelijk.

Zuur-amiden. Deze fractie omvat in hoofdzaak de som van asparagine + glutamine. Beide amiden spelen in de stofwisseling van de plant een belangrijke rol. Uit een elders te publiceren onderzoek met haverplanten is gebleken, dat een aanzienlijk deel van de door de wortel opgenomen anorganische stikstof tijdelijk als zuur-amiden wordt opgeslagen, om daarna in aminozuren en eiwitten te worden omgezet.

Nitraat. Onder bepaalde omstandigheden kan zich veel nitraat-stikstof in plantenmateriaal ophopen. Een zeer hoog gehalte werd door ons gevonden in tarweplanten, gegroeid bij een onvoldoende belichting. Ook gras kan soms aanzienlijke hoeveelheden bevatten. Een hoog nitraatgehalte wijst niet alleen op een oneconomisch gebruik van de stikstof door de plant, doch kan ook een schadelijke invloed uitoefenen op de gezondheidstoestand van het vee, dat met het nitraathoudende materiaal wordt gevoerd.

Ammoniak. In tegenstelling met nitraat vindt men in de meeste planten geen ophoping van ammoniumzouten. Voor de meeste planten is een dergelijke ophoping in enigszins belangrijke hoeveelheden zeer schadelijk. Alleen bij voorkomen van een zuur celsap, zoals bijv. bij Rhabarber, is dit niet het geval.

Onder normale omstandigheden wordt in de meeste planten de opgenomen NH_4-stikstof spoedig gesynthetiseerd tot de niet schadelijke zuuramiden. Alleen in bijzondere gevallen treft men een wat hoger gehalte aan ammoniak-stikstof aan.

Voor de voeding van dieren is deze fractie van weinig of geen waarde.

d. Resultaten van het chemisch onderzoek.

Gehalte aan droge stof. Het gehalte aan droge stof van gras staat in verband met de ouderdom en vooral met de stikstofvoorziening van de planten. Dit hangt vermoedelijk samen met het hoge gehalte aan waterbindende stoffen, in het bijzonder eiwitten, van jong plantenmateriaal, vooral bij een goede stikstofvoorziening. Van grote invloed op het gehalte aan droge stof zijn

Tabel 9. Gehalte aan droge stof in vers gras van de C-serie, gemaaid onder verschillende klimatologische omstandigheden.

kg N per ha	Pr 640 1e snede 26-5'41 [1]	Pr 641 1e snede 27-5'41 [1]	Pr 640a 3e snede 10-7'42 [2]	Pr 641a 3e snede 10-7'42 [2]	Pr 640a 4e snede 5-8'42 [3]	Pr 641a 4e snede 6-8'42 [3]
0	21.2	23.9	21.4	31.4	23.7	23.5
20	20.9	23.—	21.1	29.4	17.2	19.5
40	19.1	21.4	19.3	28.2	18.1	18.—
60	18.6	20.5	18.8	26.5	17.5	15.7
80	18.5	19.4	—	—	—	—
100	16.8	18.8	18.8	25.7	17.8	14.4
120	26.7	18.4	—	—	—	—
140	16.6	17.2	19.1	23.2	16.7	13.1
180	16.1	16.4	—	—	—	—
210	—	—	19.6	23.9	16.—	12.8
240	14.6	15.6	—	—	—	—
300	13.5	15.6	20.9	27.6	16.9	13.2
360	13.5	15.4	—	—	—	—
420	13.5	14.7	21.5	27.3	17.4	14.—

Table 9. *Dry matter contents of newly cut grass of the C-series, cut under different climatic conditions.*

ook de weersomstandigheden. In een hete en droge periode is het watergehalte veel geringer dan in een koele, vochtige tijd (zie tabel 9, waar de droge-stof-cijfers van gras, gemaaid onder verschillende omstandigheden, zijn vermeld). Van belang is ook de waarneming, dat het gras gegroeid op de kleigrond bijna steeds rijker aan droge stof is dan dat van de laagveengrond.

Totale stikstof en eiwit (vergel. tabel 10, 10a, b en c). De in deze tabellen vermelde stikstofgehalten zijn bepaald in gedroogde monsters. Vermenigvuldiging van deze waarden met 6.25 geeft het zgn. ruwe eiwit, een waarde, die in de literatuur vrij vaak wordt berekend. Men neemt dan aan, dat de voedingswaarde van de niet-eiwitstikstof ongeveer dezelfde is als die van eiwit. Hoewel dit wel geldt voor de vrije aminozuren en in geringere mate voor de zuur-amiden, is dit zeer zeker niet het geval, wanneer een groot deel van de oplosbare stikstof uit nitraat bestaat.

[1] Periode van vrij lage temperaturen met matige regenval. De grond was echter op beide proefvelden voldoende vochtig.
[2] Warme, droge periode.
[3] Koele, vochtige periode.

Tabel 10 [1]. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op het stikstof- en eiwitgehalte van gras (in % van de droge stof). Pr 640, 1941.

Maaiwijze A					Maaiwijze B								
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 14/6		2e snede 3/9		kg N/ha aan iedere snede	1e snede 4/6		2e snede 14/7		3e snede 19/8		4e snede 6/10	
	N	eiw.	N	eiw.		N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.
0	2.21	11.1	2.03	10.2	0	2.29	11.5	1.80	9.–	3.05	15.3	2.96	14.8
60	2.18	10.9	2.28	11.4	30	2.60	13.–	2.03	10.2	2.96	14.8	3.08	15.4
120	2.16	10.1	2.50	11.7	60	2.50	12.5	2.31	11.6	3.43	17.2	3.12	15.6
180	2.35	11.–	2.76	12.9	90	2.64	13.2	2.74	13.7	3.49	17.5	3.66	18.3
240	2.58	11.3	3.05	13.4	120	2.72	12.8	2.70	12.7	3.62	17.–	3.52	16.5
300	2.69	11.8	3.02	13.2	150	2.96	13.9	2.83	13.3	4.11	19.3	3.76	17.6
360	2.73	12.–	3.14	13.8	180	2.99	14.1	2.86	13.5	3.50	16.4	3.50	16.4
420	3.21	14.1	3.36	14.7	210	3.06	13.4	3.15	14.–	3.85	16.9	3.85	16.9
					240	3.25	14.2	3.38	14.8	4.03	17.7	3.89	17.–
					300	3.61	15.8	3.80	16.6	3.83	16.8	4.09	17.9
					360	3.71	16.3	3.45	15.1	4.38	19.2	4.30	18.8
					420	4.31	18.9	3.86	16.9	4.34	19.–	4.31	18.9

Maaiwijze C												
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 26/5		2e snede 14/6		3e snede 14/7		4e snede 7/8		5e snede 3/9		6e snede 30/10	
	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.
0	3.01	15.1	2.45	12.3	2.43	12.2	3.09	15.5	3.17	15.9	3.25	16.3
20	2.93	14.7	2.77	13.9	2.45	12.3	3.35	16.8	3.42	17.1	3.32	16.6
40	3.08	15.4	3.10	15.5	2.39	12.–	3.55	17.8	4.08	20.4	3.64	18.2
60	3.23	16.2	3.54	17.7	3.03	15.2	3.96	19.8	4.25	21.3	3.64	18.2
80	3.25	16.3	3.33	16.7	3.07	15.4	3.97	20.–	4.11	20.6	3.96	19.8
100	3.33	16.7	3.83	19.2	3.32	16.6	4.03	20.2	4.34	21.7	3.80	19.–
120	3.31	15.5	3.79	17.8	3.32	15.6	4.35	20.3	4.34	20.4	3.80	17.8
140	3.52	16.5	3.96	18.6	3.—	14.1	4.34	20.4	4.19	19.7	3.89	18.2
180	4.02	18.9	4.35	20.4	3.70	17.4	4.75	22.3	4.48	21.–	4.14	19.4
240	4.44	19.4	4.21	18.4	3.79	16.6	4.91	21.5	4.51	19.8	3.96	17.3
300	4.47	19.6	4.64	20.3	3.70	16.2	5.14	22.5	4.96	21.7	3.96	17.3
360	4.72	20.7	5.17	22.6	3.41	14.9	4.86	21.3	5.08	22.3	4.19	18.4
420	4.73	20.7	4.56	20.–	3.87	17.–	4.78	20.9	5.14	22.5	4.22	18.5

Table 10. *Effect of nitrogenous fertilizers and cutting method on the nitrogen and protein contents of grass (as percentage of dry matter). Pr 640, 1941.*

Hoewel in de meeste monsters eiwitbepalingen zijn verricht, zijn de resultaten hiervan niet in de tabellen vermeld. Zoals nl. eerder is meegedeeld, heeft het drogen van de monsters niet steeds op de juiste manier plaatsgevonden, als gevolg waarvan een meer of minder sterke enzymatische afbraak van de eiwitten heeft plaats gevonden. De bepaalde eiwitcijfers wijken als gevolg hiervan af van die in het verse gras. De in de tabellen vermelde eiwitgehalten zijn daarom berekend uit het gehalte aan totale stikstof. De hierbij gebruikte omrekeningsfactoren zijn ontleend aan eiwitbepalingen, die

[1] Tab. 10a, 10b en 10c op pag. 83—85.

FIG. 9. Invloed van een stikstofbemesting en het aantal keren maaien van het gras op de eiwitopbrengst (1941). 1 q = 100 kg.

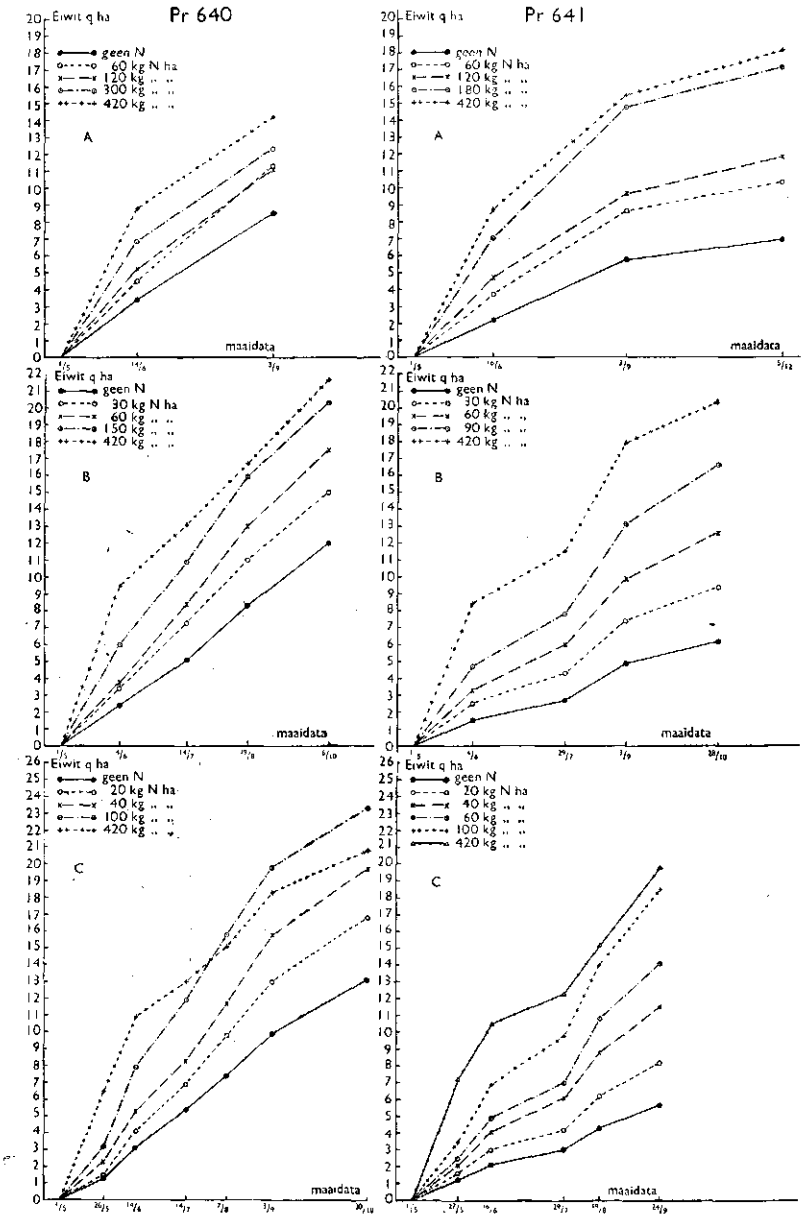


FIG. 9. *Effect of nitrogen fertilization and number of cuts of the herbage on the yield of protein (1941). 1 q = 100 kg.*

in het verse gras waren verricht. Voor stikstofgiften van 100 kg en kleiner werd aangenomen, dat 80% van de totale N in eiwit aanwezig was, voor giften > 100—200 kg N per ha werd deze waarde op 75% gesteld, terwijl > 200 kg een cijfer van 70% werd aangenomen.

Uit de vermelde cijfers blijkt, dat het stikstof- en eiwitgehalte van het gras door een stikstofbemesting zeer veel werd verhoogd, in sommige gevallen zelfs met 100%. Zeer hoge waarden werden verkregen bij de C-serie. Stikstofgehalten groter dan 5%, overeenkomende met een gehalte aan eiwit van 22—23% (ruw eiwit > 30%), zijn herhaaldelijk geconstateerd. Naarmate het gras in een ouder stadium werd gemaaid, zijn de cijfers voor stikstof en eiwit lager.

Afgezien van de droge zomerperiode op Pr 641 in 1941 zien we, dat het in Juli gegroeide gras veelal armer aan stikstof en eiwit is dan dat van de voorgaande en volgende sneden. Dit is in overeenstemming met hetgeen op de niet of licht met stikstof bemeste proefvelden van de Engelse onderzoekers herhaaldelijk werd gevonden. Het feit, dat het ook op onze zwaar met stikstof bemeste veldjes optreedt, wijst erop, dat dit verschijnsel niet samenhangt met een slechtere voorziening van de planten met stikstof in Juli.

Als gevolg van de zeer uiteenlopende eiwitgehalten vertonen de krommen, die de eiwitopbrengsten aangeven (zie fig. 9 en 10) een geheel ander beeld, dan die met de opbrengsten aan droge stof. De C-veldjes hebben steeds de hoogste cijfers gegeven. Waarden van 2500 kg eiwit per ha zijn herhaaldelijk verkregen. Dit correspondeert met $\frac{10}{7} \times 2500 = 3570$ kg ruw eiwit. Hoewel het niet uitgesloten is, dat bij zeer gunstige weersomstandigheden nog iets hogere waarden kunnen worden verkregen, moet men in de hier genoemde cijfers toch wel vrijwel het maximum zien, dat aan eiwitopbrengst op grasland is te bereiken (verg. tabel 11 en 12).

Tabel 11. Totale productie van eiwit in kg per ha (1941).

Maaiwijze A			Maaiwijze B			Maaiwijze C		
kg N/ha aan iedere snede	Pr 640 2 × gemaaid	Pr 641 3 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640 4 × gemaaid	Pr 641 4 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640 6 × gemaaid	Pr 641 6 × gemaaid
0	845	690	0	1200	615	0	1310	620
60	1130	1025	30	1500	935	20	1675	910
120	1115	1175	60	1750	1260	40	1970	1305
180	1210	1710	90	1955	1655	60	2185	1605
240	1245	1710	120	1835	1660	80	2175	1920
300	1205	1840	150	2025	1845	100	2335	2055
360	1145	1965	180	1895	1900	120	2165	2080
420	1415	1815	210	1855	1795	140	2165	2180
			240	2070	1870	180	2480	2485
			300	1895	1990	240	2380	2115
			360	2000	1985	300	2160	2260
			420	2170	2030	360	2355	2305
						420	2080	2150

Table 11. *Total yield of protein as kg per hectare (1941).*

Tabel 12. Totale productie van eiwit in kg per ha (1942).

Maaiwijze A			Maaiwijze B			Maaiwijze C		
kg N/ha aan iedere snede	Pr 640a 3 × gemaaid	Pr 641a 3 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640a 4 × gemaaid	Pr 641a 4 × gemaaid	kg N/ha aan iedere snede	Pr 640a 6 × gemaaid	Pr 641a 6 × gemaaid
0	1100	835	0	1100	1010	0	1080	770
60	1465	1200	30	1430	1190	20	1495	1150
120	1545	1545	60	1720	1410	40	1695	1435
180	1845	1895	90	1835	1790	60	2000	1910
240	1545	2145	150	2050	2205	100	2370	2360
300	1820	2305	210	1945	2270	140	2460	2520
360	1570	2220	300	2255	2380	210	2320	—
420	1870	2125	420	2245	2360	300	2440	2545
						420	2435	2600

Table 12. *Total yield of protein as kg per hectare (1942).*

Tabel 13a [1]. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op de productie van eiwit [2] (kg per ha per dag). Pr 641, 1941.

Maaiwijze A				Maaiwijze B				
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-16/6	2e snede 16/6-3/9	3e snede 3/9-5/12	kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-4/6	2e snede 4/6-29/7	3e snede 29/7-3/9	4e snede 3/9-28/10
0	4.7	4.4	1.3	0	4.4	2.2	6.1	2.3
60	7.9	6.3	1.8	30	7.1	3.4	8.6	3.5
120	10.1	6.2	2.3	60	9.5	4.9	10 9	4.8
180	14.9	9.8	2.6	90	13.4	5.7	14.8	6.3
240	14.9	9.8	2.6	120	11.6	6.—	16.5	6.2
300	17.4	8.9	3.5	150	14.5	7.7	16.5	5.9
360	19.3	9.8	3.1	180	15.7	6.5	18.1	6.2
420	18.4	8.5	3.—	210	17.3	5.8	16.6	5.1
				240	18.9	5.4	17.5	5.2
				300	21.5	6.6	19.1	3.8
				360	22.8	5.3	16.8	5.4
				420	23.9	5.7	17.9	4.4

Maaiwijze C						
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-27/5	2e snede 27/5-16/6	3e snede 16/6-29/7	4e snede 29/7-19/8	5e snede 19/8-24/9	6e snede 24/9-5/12
0	4.3	4.8	2.1	5.9	3.9	0.7
20	5.8	7.2	2.8	9.7	5.6	1.3
40	7.7	10.3	4.5	13.1	7.6	2.1
60	9.4	11.6	4.9	18.1	9.4	2.7
80	10.9	15.3	6.8	19.2	11.9	2.8
100	12.8	17.3	6.7	19.8	12.6	2.9
120	14.1	18.—	5.8	22.2	12.7	2.4
140	16.9	17.6	7.—	20.4	13.1	2.4
180	20.6	20.4	7.9	27.1	12.7	2.2
240	20.2	13.9	6.5	18.7	12.8	2.3
300	24.8	18.5	5.—	17.9	12.6	2.6
360	26.1	17.—	4.9	16.1	14.—	2.9
420	26.5	17.—	4.—	13.9	12.8	2.4

Table 13a. *Effect of nitrogen manuring and cutting method on the production of protein as kg per hectare per day. Pr 640, 1941.*

[1] Tab. 13, 13b en 13c op pag. 86 en 88.

[2] Ruw eiwit, (N × 6.25), kan uit deze cijfers worden berekend door vermenigvuldiging met $\frac{10}{8}$ (N-giften 100 kg per ha en <), $\frac{100}{75}$ (N-giften > 100—200 kg per ha) en $\frac{10}{7}$ (giften > 200 kg per ha).

FIG. 10. Invloed van een stikstofbemesting en het aantal keren maaien van het gras op de eiwitopbrengst (1942). 1 q = 100 kg.

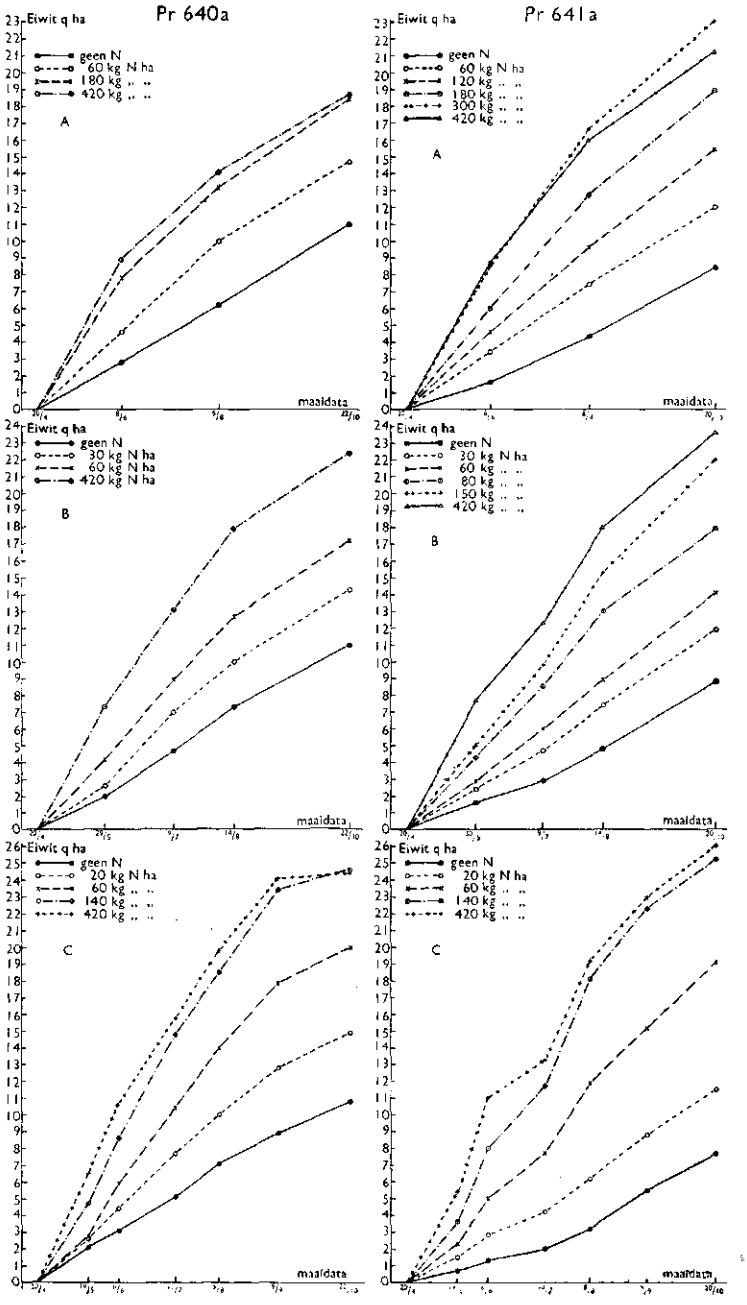


FIG. 10. *Effect of nitrogen fertilization and number of cuts of the herbage on the yield of protein (1942). 1 q = 100 kg.*

Ter vergelijking met de tabellen 3, 3a, b, en c, waar de cijfers voor de productie aan droge stof per dag per ha zijn berekend, zijn in de tabellen 13, 13a, b en c de overeenkomstige cijfers voor eiwit vermeld. Zoals te verwachten was, worden deze cijfers groter met een toenemende stikstofbemesting, in sommige gevallen zelfs in een verhouding 1 : 10 (2e snede van de C-serie, Pr 641a). Wanneer men de overeenkomstige eiwitcijfers van de drie verschillende maaiwijzen vergelijkt, dan blijkt, dat ze des te hoger zijn, naarmate vaker gemaaid is. Hoewel deze cijfers over het algemeen bij de eerste snede hoger zijn dan bij de latere, geldt dit in des te geringere mate, naar gelang vaker is gemaaid. Bij de C-serie van Pr 641 bijv. wordt de belangrijkste eiwitproductie per dag bij de 1e en 4e snede verkregen. In 1942 werden op dit proefveld de hoogste waarden verkregen bij de 2e en 4e snede.

Opvallende verschillen in eiwitproductie tussen Pr 640 en 641 konden niet worden waargenomen. Wel vertoonden bepaalde sneden soms belangrijke verschillen, doch die werden gecompenseerd door de resultaten der volgende sneden.

Het gehalte aan nitraat-stikstof. Nitraatbepalingen werden uitgevoerd in de eerste en laatste sneden van de B- en C-series 1941 van beide proefvelden.

Tabel 14. Nitraatgehalte van het gras der proefvelden Pr 640 en 641 (1941).

Proefveld en maaiwijze	kg N/ha	Nitraat-N			Proefveld en maaiwijze	kg N/ha	Nitraat-N		
		mg/10 g vers gras	in % v.d. dr.stof	in % v.d. tot. N			mg/10 g vers gras	in % v.d. dr.stof	in % v.d. tot. N
Pr 640, C, 1e snede	0	0	0	0	Pr 641, C, 1e snede	0	0	0	0
	40	0	0	0		60	0	0	0
	80	0	0	0		120	0	0	0
	140	0.3	0.02	0.6		180	0	0	0
	300	0.4	0.03	0.7		300	3.1	0.21	4.7
	420	4.8	0.38	8.0		420	6.0	0.40	9.0
Pr 640, B, 1e snede	0	0	0	0	Pr 641, B, 1e snede	0	0	0	0
	60	0	0	0		60	0	0	0
	120	0	0	0		120	0	0	0
	180	0	0	0		180	1.0	0.06	2.1
	300	2.9	0.20	5.5		300	4.4	0.24	7.–
	420	4.2	0.29	6.7		420	6.7	0.41	10.6
Pr 640, C, 6e snede	0	0.5	0.03	0.9	Pr 641, B, 4e snede	0	0	0	0
	40	1.7	0.11	3.–		60	0.6	0.04	1.3
	80	2.6	0.18	4.5		120	4.3	0.29	7.4
	140	4.4	0.29	7.5		180	3.8	0.25	6.–
	300	4.8	0.32	7.6		300	3.8	0.25	5.8
	420	4.8	0.33	7.8		420	3.5	0.22	4.8

Table 14. *Nitrate content of the grass of the experimental fields Pr 640 en 641 (1941).*

De resultaten van deze bepalingen zijn vermeld in tabel 14. Uit deze cijfers volgt, dat in het voorjaarsgras nitraat pas bij zeer hoge giften kalkammonsalpeter in enigszins grotere hoeveelheden voorkomt. Bij de hoogste N-gift kwam 10 % van de totale hoeveelheid in het gras aanwezige stikstof

als nitraat voor, d.w.z. dat het gras van één ha 20 kg nitraat-N bevatte. In het najaarsgras kwam nitraatstikstof ook bij de lagere N-giften in betrekkelijk grote hoeveelheden voor.

Het gehalte aan amide- en ammoniak-stikstof. Deze stikstoffracties zijn alleen bepaald in het gras van de laatste sneden der B- en C-series van 1941. Ook hier is de berekening uitgevoerd zowel in mg per 10 g vers gras en in % van de droge stof als in % van de totale aanwezige stikstof (zie tabel 15).

Tabel 15. Gehalte aan ammoniak- en amide-stikstof van gras (Pr 640 en 641, 1941).

Proefveld en maaiwijze	kg N per ha	NH_3-stikstof			Amide-stikstof [1]		
		mg/10 g vers gras	in % v. d. dr. stof	in % v. tot. N	mg/10 g vers gras	in % v. d. dr. stof	in % v. tot. N
Pr 640, C, 6e snede . .	0	0.46	0.03	0.9	0.47	0.03	0.9
	40	0.84	0.05	1.4	1.28	0.08	2.2
	80	1.27	0.09	2.3	0.44	0.03	0.8
	140	0.79	0.05	1.3	1.—	0.07	1.8
	300	1.03	0.07	1.8	1.82	0.12	3.1
	420	1.14	0.08	1.9	2.—	0.14	3.4
Pr 641, B, 4e snede . .	0	0.41	0.02	0.7	0.53	0.03	1.—
	60	0.41	0.03	1.—	0.57	0.04	1.3
	120	0.31	0.02	0.5	1.02	0.08	2.—
	180	0.41	0.03	0.7	1.33	0.09	2.2
	300	0.48	0.03	0.7	1.97	0.13	2.9
	420	0.45	0.03	0.7	2.11	0.14	3.—

Table 15. *Ammonia nitrogen and amide nitrogen as grass (Pr 640 en 641, 1941).*

Uit deze cijfers blijkt, dat het herfstgras een zeer laag gehalte aan ammoniumzouten heeft. Het amidengehalte is aanzienlijk hoger, het wordt groter met een toenemende stikstofbemesting.

e. De mate van opneming van de toegediende stikstof door het gras.

Om te weten in welke mate toegediende stikstof door het gewas wordt opgenomen, moet men de stikstof, aanwezig in de verkregen grasopbrengst, verminderen met de hoeveelheid aanwezig in het gras van de niet met stikstof bemeste veldjes. Men maakt hierbij een kleine fout, doordat over het algemeen de niet met stikstof bemeste veldjes iets rijker aan klavers zijn dan die, welke stikstof hebben gekregen. Hierdoor zijn de stikstofcijfers van het gras der oN-veldjes iets hoger en als gevolg hiervan die voor de berekende stikstofopneming iets te laag. Voor de hogere N-giften kan men dit bezwaar voorkomen, door niet de stikstof van de oN-veldjes maar die van de veldjes bemest met een hoeveelheid stikstof, die telkens één trap lager ligt, af te trekken. De resultaten van deze berekeningen zijn vermeld in de tabellen 16 en 16a. Alleen van het proefveld Pr 641 is een volledige balans van alle sneden ge-

[1] Aangezien de zuur-amiden op één atoom amide-N één atoom α-amino-N bevatten, is de totale hoeveelheid in deze verbindingen voorkomende stikstof 2 × de hoeveelheid amide-N.

Tabel 16 [1]. Opneming van de stikstof door gras (kg per kg per ha toegediende N). Pr 641, 1941.

Maaiwijze A							Maaiwijze B								
kg N /ha	1e snede (16/6)		2e snede (3/9)		3e snede (5/12)		kg N /ha	1e snede (4/6)		2e snede (29/7)		3e snede (3/9)		4e snede (28/10)	
	I [2]	II [3]	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II	I	II
60	0.49	0.49	0.49	0.49	0.15	0.15	30	0.63	0.63	0.45	0.45	0.61	0.61	0.44	0.44
120	0.48	0.46	0.29	0.09	0.17	0.20	60	0.61	0.58	0.49	0.54	0.58	0.55	0.46	0.48
180	0.59	0.81	0.53	1.—	0.15	0.10	90	0.71	0.91	0.43	0.29	0.70	0.93	0.48	0.53
240	0.48	0.17	0.44	0.20	0.13	0.07	120	0.46	—0.26	0.38	0.23	0.69	0.67	0.39	0.11
300	0.48	0.46	0.30	—0.27	0.17	0.32	150	0.52	0.73	0.43	0.66	0.55	—0.01	0.30	—0.08
360	0.45	0.34	0.30	0.28	0.11	—0.14	180	0.48	0.31	0.29	—0.43	0.53	0.42	0.26	0.09
420	0.37	—0.16	0.20	—0.38	0.09	—0.05	210	0.51	0.69	0.23	—0.14	0.44	—0.09	0.18	—0.31
							240	0.50	0.42	0.18	—0.14	0.42	0.23	0.17	0.06
							300	0.46	0.28	0.19	0.24	0.38	0.23	0.08	0.29
							360	0.42	0.23	0.12	—0.27	0.26	0.32	0.12	0.33
							420	0.38	0.16	0.11	0.08	0.25	0.15	0.07	0.21

Maaiwijze C												
kg N /ha	1e snede (27/5)		2e snede (16/6)		3e snede (29/7)		4e snede (19/8)		5e snede (24/9)		6e snede (5/12)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
20	0.41	0.41	0.47	0.47	0.30	0.30	0.78	0.78	0.61	0.61	0.38	0.38
40	0.46	0.52	0.55	0.64	0.51	0.73	0.75	0.73	0.66	0.72	0.50	0.62
60	0.47	0.48	0.45	0.26	0.40	0.18	0.85	1.06	0.65	0.64	0.46	0.39
80	0.45	0.41	0.52	0.73	0.50	0.80	0.70	0.23	0.72	0.90	0.37	0.11
100	0.46	0.51	0.50	0.42	0.40	—0.01	0.58	0.14	0.62	0.25	0.31	0.06
120	0.49	0.61	0.48	0.36	0.29	—0.24	0.62	0.82	0.58	0.36	0.22	—0.26
140	0.53	0.80	0.40	—0.07	0.32	0.53	0.47	—0.42	0.52	0.15	0.19	0.03
180	0.53	0.54	0.37	0.29	0.30	0.21	0.54	0.76	0.38	—0.08	0.13	—0.08
240	0.42	0.08	0.19	—0.38	0.19	—0.15	0.27	—0.53	0.32	0.13	0.11	0.07
300	0.44	0.49	0.22	0.34	0.09	—0.28	0.20	—0.07	0.25	—0.03	0.11	0.09
360	0.38	0.12	0.16	—0.11	0.09	0.04	0.15	—0.14	0.24	0.19	0.10	0.07
420	0.33	0.47	0.14	—0.01	0.05	—0.15	0.10	—0.17	0.18	—0.17	0.07	—0.13

Table 16. *Nitrogen absorption of grass, as kg per kg per ha of nitrogen applied per ha. Pr 641, 1941.*

[1] Tabel 16a op pag. 81

[2] I geldt voor de gehele hoeveelheid toegediende stikstof. Voor 120 kg N bijv.:

$$\frac{\text{opgenomen N bij een bemesting van 120 kg} - \text{opgenomen N zonder N-bemesting}}{120}$$

[3] II geldt voor de meer toegediende stikstof. Voor 120 kg dus:

$$\frac{\text{opgenomen N bij een bemesting van 120 kg} - \text{opgenomen N bij een bemesting van 60 kg}}{(120-60)}$$

FIG. 11. Invloed van een stikstofbemesting en van het aantal keren maaien van het gras op de ontwikkeling van kweek (*Triticum repens*), (Pr 641, A- en C-series).

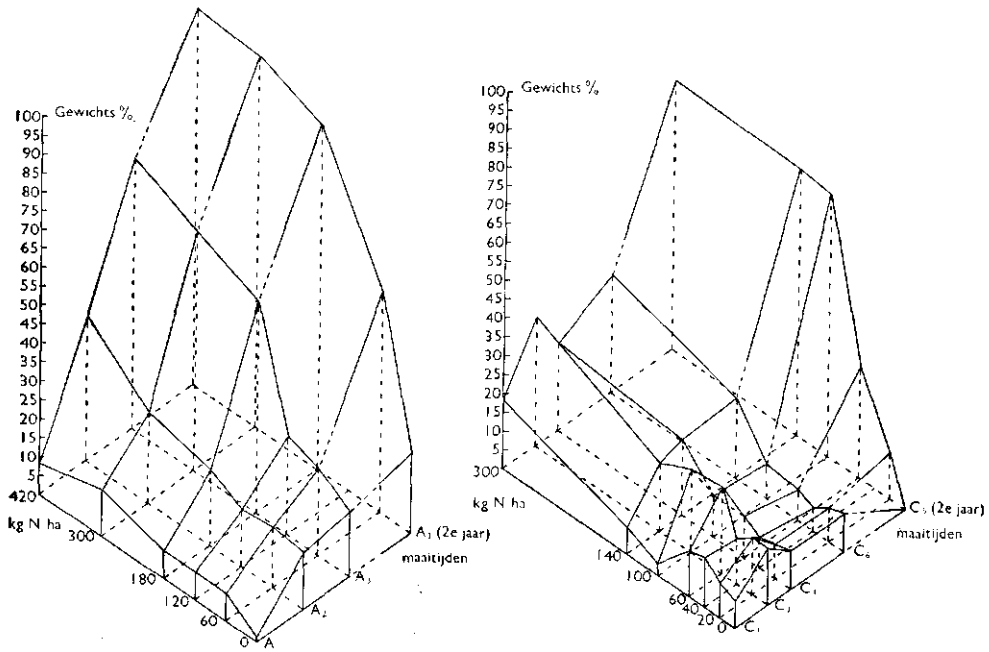


FIG. 11. *Effect of nitrogen fertilization and number of cuts of the herbage on the development of Triticum repens (Pr 641, A- and C-plots).*

wat hiermee gelijk staat, met een intensief gebruik als weiland). Doet men dit niet, dan verdwijnen reeds na betrekkelijk korte tijd de meeste goede grassen.

III. GROEIKROMMEN VAN HET GRAS OP DE PROEFVELDEN PR 640 EN 641

In de in fig. 1 en 2 getekende opbrengstkrommen is het verloop van de grasopbrengst gedurende het gehele seizoen aangegeven. Het betreft hier de opbrengsten van verschillende sneden van dezelfde veldjes. Van het groeiverloop van het gras van iedere snede zegt deze proef niets. Om hiervan een indruk te krijgen, zijn in 1942 groeikrommen bepaald van het gras van Pr 640 en 641 bij verschillende stikstofbemestingen.

FIG. 12. Groeikrommen van het gras op Pr 640 en 641. Gemiddelde opbrengstcijfers van veldjes bemest met kalksalpeter, kalkammonsalpeter en zwavelzure ammoniak.

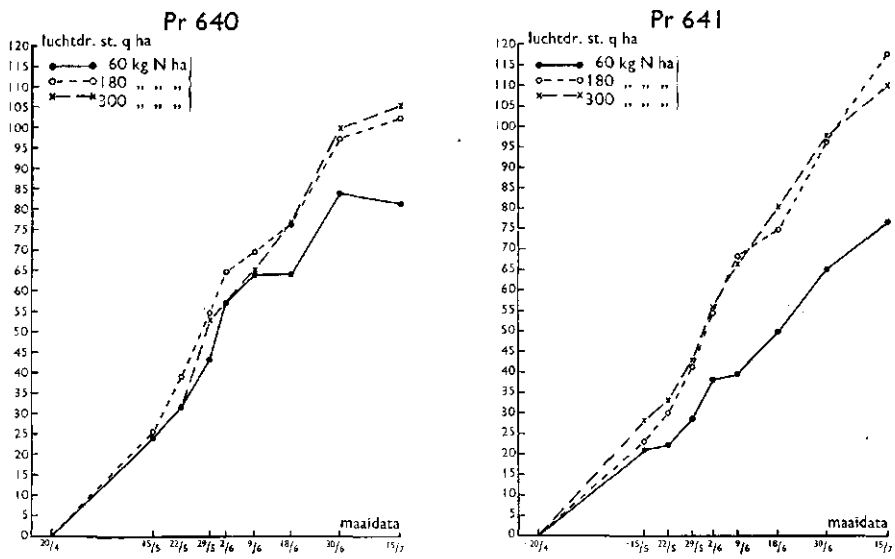


FIG. 12. *Growth curves of grass on Pr 640 and 641. Average yields of plots fertilized with calcium nitrate, nitro-chalk and sulphate of ammonia.*

Voor het verkrijgen van de groeikrommen werden naast beide proefvelden veldjes van 2 m² bemest met stikstofhoeveelheden, berekend naar 60, 180 en 300 kg N per ha in de vorm van respectievelijk kalksalpeter, kalkammonsalpeter en zwavelzure ammoniak. Ieder object was in zestienvoud aanwezig. Begonnen op 16 Mei, werden met tussenpozen van ± 1 week 2 veldjes van ieder object geoogst. Aangezien de percelen zeer regelmatig waren en de objecten willekeurig verspreid, mag worden aangenomen, dat de opbrengst van ieder veldje op een bepaald moment niet veel van die van alle andere veldjes met dezelfde bemesting zal zijn afgeweken.

Behalve de opbrengsten aan droge stof zijn in de verse monsters van één

stikstoftrap eiwit-, oplosbare en nitraatstikstof bepaald (vergel. tabel 18). Door deze analyses is het mogelijk een indruk te krijgen van de opneming van de stikstof in verband met de groei van het gras.

De groeikrommen zijn getekend in fig. 12. Aangezien met de verschillende N-verbindingen vrijwel dezelfde opbrengstcijfers werden verkregen, zijn van iedere stikstoftrap steeds de gemiddelde opbrengstcijfers berekend.

Tabel 18. Gehalte aan eiwit-, oplosbare en nitraat-N in % van de droge stof in verschillende stadia aanwezig in gras, bemest met kas, ks en za in hoeveelheden van 180 kg N/ha.

Pr no.	Gemaaid	Eiwit-N in % van de droge stof			Oplosbare N in % van de droge stof			Nitraat-N in % van de droge stof		
		kas	ks	za	kas	ks	za	kas	ks	za
640	15—5	3.13	3.04	3.43	1.77	1.47	1.61	0.17	0.23	0.09
	29—5	2.69	2.77	2.71	1.44	1.17	1.65	0.21	0.24	0.05
	9—6	2.—	1.97	2.10	0.98	1.19	1.34	0.11	0.16	0.08
	15—7	1.26	1.27	1.27	0.63	0.70	0.71	0.01	0.01	0.00
641	16—5	3.25	3.63	3.26	1.17	1.42	1.15	0.11	0.26	0.02
	28—5	2.71	2.09	2.65	1.08	1.49	1.13	0.05	0.11	0.01
	8—6	1.79	2.11	1.85	0.82	0.94	0.98	0.01	0.05	0.02
	15—7	1.48	1.—	1.06	0.42	0.56	0.50	0.01	0.02	0.01

Table 18. *Content of protein, soluble and nitrate nitrogen in percentages of dry matter as present at different stages in grass fertilized with nitro-chalk (kas), calcium nitrate (ks) and ammonium sulphate (za) in quantities of 180 kg nitrogen per hectare.*

Evenals andere groeikrommen geven ook die van de vegetatie van grasland een S-vormig verloop. Het punt waar de kromme van concaaf overgaat in convex, ligt bij beide proefvelden in het laatst van Mei—begin Juni. Het valt vrijwel samen met het eindpunt van de stikstofopneming (fig. 13). Hoewel op dat moment nog nauwelijks 50% van de uiteindelijke hoeveelheid droge stof was gevormd, heeft de hoeveelheid eiwit reeds een maximum bereikt. Om een zo groot mogelijke jaaropbrengst aan eiwit te oogsten, zal men het gras dus op dat moment moeten maaien.

Op Pr 640 (laagveen) vond na 30 Juni nog slechts een geringe grasgroei plaats, op Pr 641 (kleigrond) daarentegen ging de productie van droge stof met vrijwel onverminderde snelheid verder.

Uit de lijnen voor totale stikstof (fig. 13) blijkt, dat op Pr 640 in het laatste deel van de groeiperiode een daling van de hoeveelheid aanwezige stikstof heeft plaatsgevonden. Of dit een gevolg is geweest van een vervoer van stikstof uit het blad- + stengelmateriaal naar de wortels resp. via de wortels naar de grond of dat op andere manier verliezen zijn ontstaan, is zonder nader onderzoek niet te zeggen. Op Pr 641 deed het verschijnsel zich niet voor.

FIG. 13. Opneming van stikstof door de vegetatie van grasland, bemest met kalksalpeter (ks), kalkammonsalpeter (kas) en zwavelzure ammoniak (za).

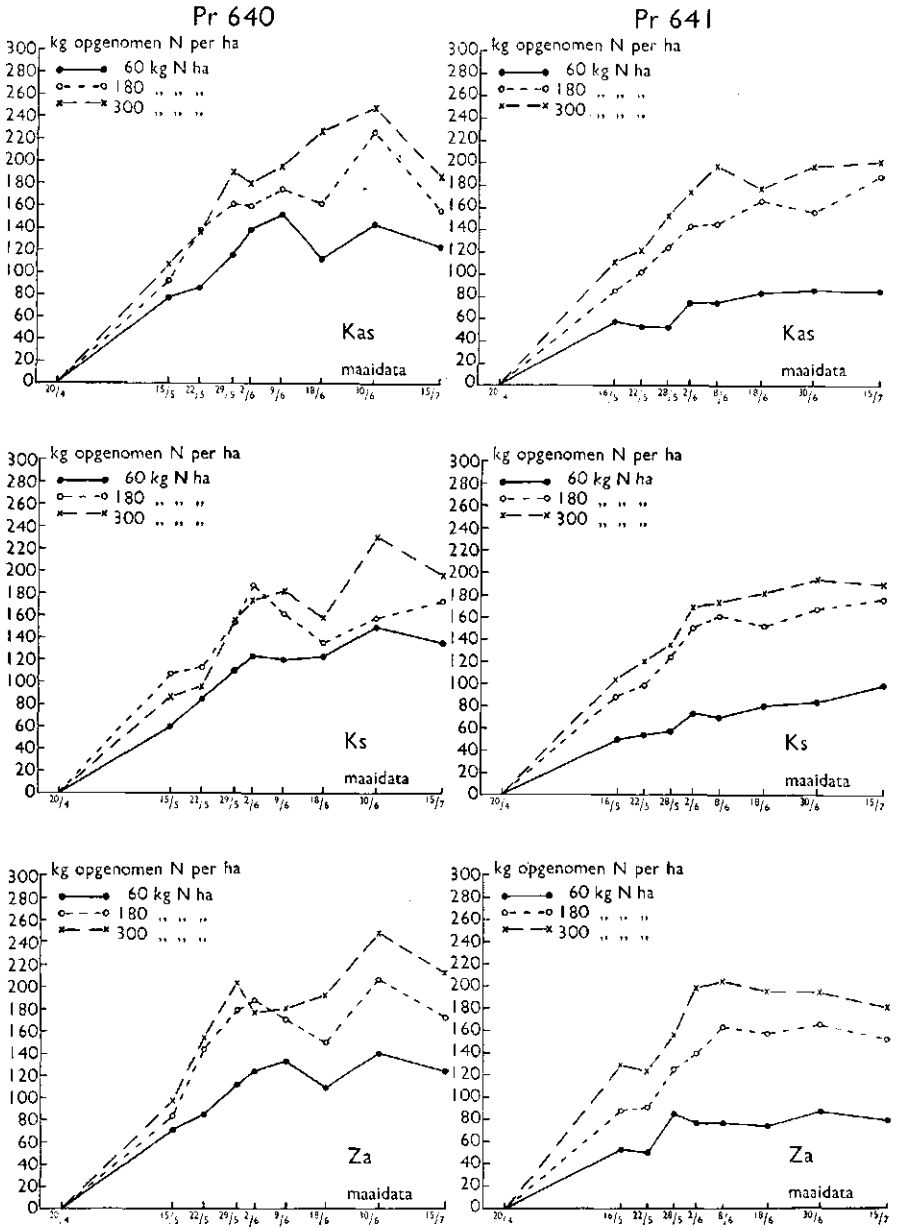


FIG. 13. *Absorption of nitrogen by grass fertilized with calcium nitrate (ks), nitro-chalk (kas) and sulphate of ammonia (za) respectively.*

IV. DE INVLOED VAN DE PHOSPHAAT- EN KALIVOORZIENING VAN HET GRASLAND OP DE WERKING VAN OPKLIMMENDE HOEVEELHEDEN STIKSTOF

1. Inleiding

Bij de bovenbeschreven proeven was het grasland ruim voorzien met phosphaat en kalium, terwijl ook de voorziening met de overige voedingsstoffen niet te wensen overliet. Alleen stikstof werd in opklimmende hoeveelheden toegediend. Bij de nu te bespreken proeven is de invloed van een toenemende phosphaat- en kalivoorziening van het grasland op de werking van de stikstof onderzocht. Voor dit onderzoek werd uitgegaan van proefvelden op oud grasland, dat arm aan phosphaat resp. kali was. Door het toedienen van opklimmende hoeveelheden van deze voedingsstoffen werden veldjes met een verschillend P- en K-niveau verkregen, waarna bij ieder van deze niveau's de invloed van stijgende hoeveelheden stikstof werd nagegaan. Hoewel het misschien van belang zou zijn geweest, indien de N-P-proeven bij verschillende K-niveau's waren aangelegd en de N-K-proeven bij verschillende P-niveau's, werd dit achterwege gelaten, omdat de proefvelden hierdoor zeer groot zouden zijn geworden, te meer omdat in vele gevallen ook de vorm, waarin de stikstof was toegediend en de tijd van maaien nog waren gevarieerd. De N-P-proefvelden werden daarom ruim met kali bemest en de N-K-proefvelden goed met phosphaat.

Voor dit onderzoek werden in 1940 drie grote proefvelden aangelegd resp. op laagveen te Eelde (Pr 583) [1] en in de Peizermade (Pr 584) [2] en op zandgrond te Tinaarlo (Pr 585) [3]. Enkele resultaten van het chemische onderzoek van de grond van deze drie proefvelden, verricht door het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek volgen hieronder:

Tabel 18a.

Proefveld	Onderzochte laag	Grof zand >100 μ	Fijn zand 100—200 μ	Afslibbare delen < 16 μ	Organische stof %	pH	P-getal	P-citr	K-getal resp. K % in 0.1 N HCl
583	0—5 cm	44.9	8.9	15.6	30.5	5.7	3	29	0.031
	5—10 cm	46.4	8.8	15.9	29.1	5.6	1	16	0.019
584	0—5 cm	2.6	3.2	25.6	68.—	5.2	5½	33	0.054
	5—10 cm	4.4	4.4	31.6	59.5	5.1	1	13	0.025
585	0—5 cm	—	—	—	12.6	5.6	7	20	32
	5—10 cm	—	—	—	8.5	5.5	2½	13	25

Table 18a.

Uit deze gegevens blijkt, dat de grond van Pr 583 in vergelijking met die van Pr 584 veel meer zand en minder organische stof en klei bevat. Op het laatstgenoemde proefveld bestaat de grond voor ⅔ uit organische stof (veen) en voor ⅓ uit klei. Het phosphaatgehalte is matig tot laag op Pr 583 en 584 en laag op Pr 585. De K-cijfers zijn vrij laag op Pr 583 en 585 doch vrij goed op Pr 584. Niettegenstaande deze vrij goede K-gehalten reageerde de grond van Pr 584 buitengewoon sterk op een K-bemesting terwijl die van

[1] bij de Heer H. Koning. [2] bij de Heer H. Wilkens. [3] bij de Heer J. Brouwer.

Pr 583 en Pr 585 een vrij sterke K-reactie vertoonden. Zonder een phosphaatbemesting vertoonde het gras van Pr 585 zeer hevige verschijnselen van P-gebrek, op Pr 583 en 584 waren de gebreksverschijnselen minder hevig, hoewel toch een sterke reactie op de phosphaatbemesting viel waar te nemen.

2. Opzet van de proeven

a. 1940

Pr 583. De werking van stikstof in hoeveelheden van 40, 80, 120, 160, 200 en 240 kg N per ha als kalkammonsalpeter werd vergeleken bij:

A: weglaten van de P- en K-bemesting.
B: 100 kg K_2O per ha als K_2SO_4 } zonder phosphaat.
C: 240 „ „ „ „ „ „ }
D: 240 „ „ „ „ „ „ + 120 kg P_2O_5 per ha als dubbel superphosphaat.

Pr 584 en 585. Dezelfde serie stikstoftrappen als op Pr 583 bij:

A: weglaten van de P- en K-bemesting.
B: 80 kg P_2O_5 per ha als dubbel superphosphaat } zonder kalium
C: 200 „ „ „ „ „ „ „ }
D: 200 „ „ „ „ „ „ „ + 240 kg K_2O per ha als K_2SO_4.

Alle objecten waren in viervoud aanwezig. Als regel werd op twee verschillende tijdstippen gemaaid.

Deze opzet had enkele bezwaren: in de eerste plaats was het ontbreken van veldjes zonder stikstof bij de verschillende P- en K-niveau's een bezwaar bij het trekken van de stikstof-opbrengst-lijnen en bij het opstellen van een stikstofbalans. Verder bleek, hetgeen bij het opzetten van de plannen niet bekend was, dat de grond van alle drie de proefvelden zowel op een K- als op een P-bemesting reageerde, zodat de onvoldoende grasgroei op de A-veldjes een gevolg was van phosphaat- zowel als van kaligebrek. Bij de voortzetting van deze proeven in 1941 werd de opzet der proefvelden daarom als volgt gewijzigd:

b. 1941

Pr 583 en 585. Stikstof in de vorm van kalkammonsalpeter werd gegeven in de volgende hoeveelheden: 0, 50, 120, 190, 260, 330 en 400 kg N per ha. Deze serie was aanwezig bij de volgende P- en K-niveau's:

A: geen K, 200 kg P_2O_5 per ha als dubbel superphosphaat.
B: 0 P
C: 80 kg P_2O_5 per ha als dubbel superphosphaat } 240 resp. 300 kg K_2O per ha
D: 200 „ „ „ „ „ „ „ } als K_2SO_4
E: 600 „ „ „ „ „ „ „ }

Op deze manier kon op hetzelfde perceel de invloed van kali- en van phosphaatgebrek op de werking van opklimmende hoeveelheden stikstof worden nagegaan. Om de schadelijke werking van hoge N-giften zoveel mogelijk uit te schakelen, ontvingen veldjes, die in 1940 waren bemest met veel stikstof, in 1941 een matige of een lage N-gift.

Pr 584. De stikstofbemesting werd in dezelfde hoeveelheden gegeven als op de beide bovengenoemde proefvelden. Iedere serie was aanwezig bij de volgende P- en K-niveau's:

A: geen P, 300 kg K_2O per ha als K_2SO_4
B: geen K
C: 50 kg K_2O per ha in de vorm van K_2SO_4 } 180 kg P_2O_5 per ha als dubbel superphosphaat [1].
D: 300 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ }

Het gras van de 2e snede dezer drie proefvelden werd niet bemest met phosphaat en kali. De toegediende hoeveelheden stikstof waren half zo groot als die van de eerste snede.

De meeste objecten waren op deze proefvelden in 1941 in viervoud aanwezig, die van de D-series in zes- en soms in achtvoud.

In 1942 was de opzet van Pr 583 en 585 nog weer aanzienlijk gewijzigd. Een beschrijving van de plannen voor dat jaar wordt gegeven in hoofdstuk V. De opzet van Pr 584 was in 1942 vrijwel gelijk aan die van 1941.

3. Opbrengstresultaten

Reeds in 1940 bleek, dat de werking van de toegediende stikstof in zeer sterke mate wordt bepaald door de voorziening van het grasland met phosphaat en kali. Aangezien de resultaten, verkregen in de jaren 1941 en 1942 een vollediger beeld geven dan die van 1940, zullen alleen de gegevens van deze proefjaren in de vorm van graphieken worden getoond [2].

a. *Algemeen overzicht.*

De resultaten van de proeven in 1941, (alle drie de proefvelden) zijn graphisch voorgesteld in de fig. 14 en 15. Deze proeven hebben alle ongeveer dezelfde opzet en kunnen dus goed met elkaar worden vergeleken.

Uit deze grafieken blijkt, dat de stikstof-opbrengst-lijnen bij een onvoldoende phosphaat- en kalivoorziening een veel vlakker verloop vertonen dan bij een goede voorziening met deze voedingsstoffen. Dat wil dus zeggen, dat de verhoging van de grasproductie per eenheid toegediende stikstof in het eerste geval geringer is (verg. tabel 19, 19a, b, c, d en e).

Terwijl de stijging van de opbrengstlijnen bij een goede voorziening met phosphaat en kali ongeveer doorgaat tot 260—300 kg N per ha, vindt er bij phosphaat- en kaligebrek van het gras bij deze hoge N-giften veelal een daling van de opbrengstlijnen plaats.

b. *Groei van het gras van de 2e snede.*

Evenals dat op het bovenbeschreven laagveenproefveld Pr 640 het geval was, zien we ook op de beide proefvelden Pr 583 en 584, dat bij de 2e snede de stikstof-opbrengst-krommen een geheel ander verloop hebben dan bij de 1e snede (fig. 14 en 15). De hoogste opbrengsten worden nu veelal bij de laagste stikstofgift verkregen, terwijl hogere giften aanzienlijk slechtere resultaten

[1] Aangezien de B-, C- en D-veldjes werden aangelegd op veldjes, die in 1940 verschillend met phosphaat waren bemest, werd de toegediende hoeveelheid phosphaat op de veldjes, die in 1940 reeds een flinke P-bemesting hadden gekregen, lager genomen dan die van de veldjes, die nog geen phosphaat hadden gekregen.

[2] Het volledige cijfermateriaal van deze jaren, zowel als van het proefjaar 1940 is voor belangstellenden ter inzage in de op pag. 9 genoemde bibliotheken.

FIG. 14. Invloed van een phosphaat- en kalibemesting op de werking van opklimmende hoeveelheden stikstof (600 kg P_2O_5 ha gaf vrijwel dezelfde opbrengsten als 200 kg). (De stikstofhoeveelheden van de 2e snede zijn half zo groot als aangegeven.)

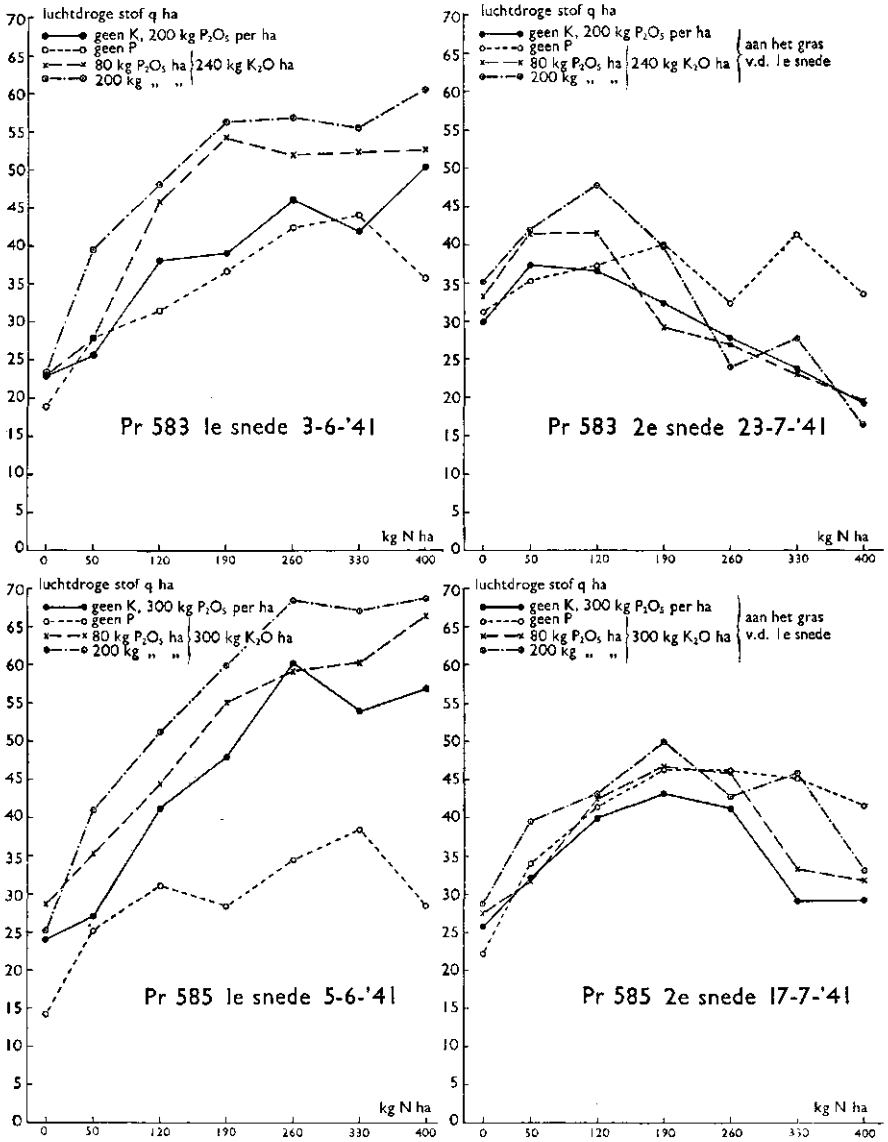


FIG. 14. *Influence of phosphate and potassium dressings on the effect of different amounts of nitrogen (with 600 kg P_2O_5 per ha the yields were very similar to those obtained with 200 kg). (The nitrogen dressings of the second cut are half the amounts mentioned)*

geven. Dit geldt vooral voor de veldjes met een goede P- en K-voorziening, die bij de eerste snede zeer hoge opbrengsten hebben gegeven. Aangezien de eerste snede vrij laat is gemaaid, is de graszode zodanig verzwakt, dat de

Tabel 19b [1]. Opbrengstverhoging in kg luchtdroog gras per kg per ha toegediende stikstof. Pr 584, 1941 (1e snede, gemaaid 19 Juni).

kg N per ha	Geen phosphaat 300 kg K_2O per ha		180 kg P_2O_5 per ha					
			Geen kali		50 kg K_2O per ha		300 kg K_2O per ha	
	I [2]	II [3]	I	II	I	II	I	II
50	18	18	—7	— 7	29	29	35	35
120	11	6	5	13	18	10	26	19
190	11	10	5	5	14	7	19	8
260	10	7	0	—12	11	2	17	10
330	7	— 5	1	3	8	—11	13	— 3
400	8	14	0	— 6	9	10	9	— 6

Table 19b. *Increase of yield as kg air-dry grass per kg nitrogen applied per ha. Pr 584, 1941 (1st cut, June 19).*

Tabel 19c. Als tabel 19b, doch 2e snede gemaaid 28 Augustus.

kg N per ha [4]	Geen phosphaat 300 kg K_2O per ha		140 kg P_2O_5 per ha					
			Geen kali		50 kg K_2O per ha		300 kg K_2O per ha	
	I	II	I	II	I	II	I	II
50	12	12	—20	—20	6	6	8	8
120	30	44	— 2	8	10	14	6	6
190	14	—12	— 6	—10	12	14	8	10
260	8	—10	— 2	8	— 2	—36	2	—16
330	2	—24	— 6	—20	— 4	—18	—2	—18
400	6	26	— 2	14	— 2	10	—4	— 8

Table 19c. *The same as table 19b, 2nd cut, August 28.*

groei na het maaien pas langzaam weer op gang komt. Dat de intensieve grasgroei van de voorafgaande snede de oorzaak van de slechte groei van het gras van de tweede snede is geweest, blijkt bij vergelijking van de veldjes met en zonder phosphaat. De laatste, die bij de eerste snede zeer lage op-

[1] Tab. 19, 19a, 19d en 19e op pag. 91 en 92.

[2] I Geldt voor de gehele hoeveelheid toegediende stikstof. Voor 120 kg N bijv.:

$$\frac{\text{opbrengst bij 120 kg N} - \text{opbrengst zonder N}}{120}$$

[3] II Geldt voor de meer toegediende stikstof. Voor 120 kg N is de berekening dus:

$$\frac{\text{opbrengst bij 120 kg N} - \text{opbrengst bij 50 kg N}}{(120-50)}$$

[4] Deze hoeveelheden gelden voor de 1e snede. De 2e snede kreeg de halve hoeveelheden.

FIG. 15. Invloed van een phosphaat- en kalibemesting op de werking van opklimmende hoeveelheden stikstof. (De stikstofhoeveelheden van de 2e snede zijn half zo groot als aangegeven)

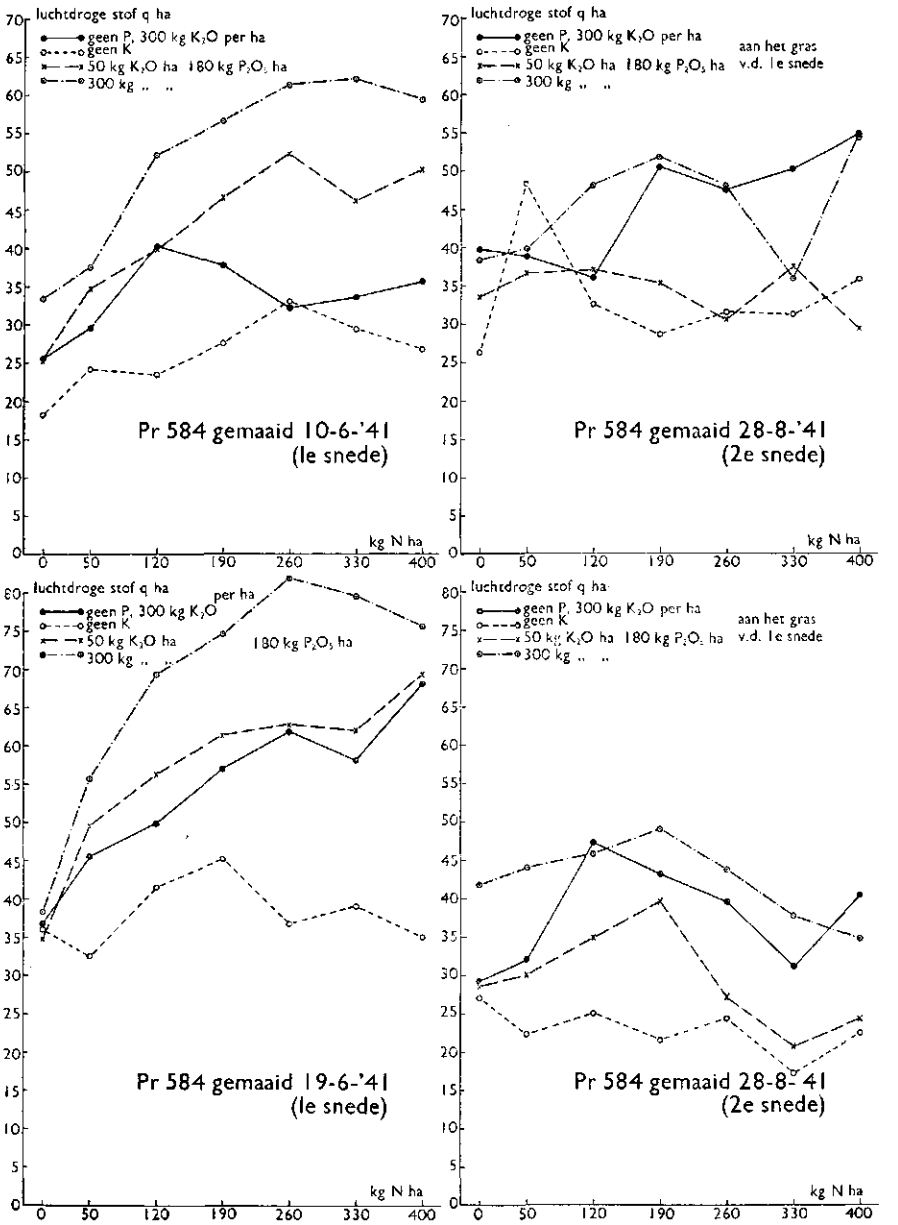


FIG. 15. *Influence of phosphate en potassium dressings on the effect of different amounts of nitrogen. (The nitrogen dressings of the second cut are half the amounts mentioned)*

brengsten hebben gegeven, vertonen bij de 2e, vooral bij de hoge N-giften, opbrengstcijfers, die aanzienlijk hoger liggen dan die van de goed met phosphaat bemeste veldjes.

Dat op deze laagveenproefvelden de hoogste grasopbrengst van de 2e snede reeds bij een lage N-gift wordt verkregen, is ten dele ook een gevolg van het vrijkomen van stikstof uit organische stof van de grond (zie de uitkomsten van Pr 640). Op Pr 585, (zandgrond), waar veel minder stikstof uit de grond beschikbaar kwam, is ook in de 2e snede een belangrijke stikstofwerking waarneembaar.

c. *Vergelijking van de phosphaat- en kaliwerking in verschillende tijden van het seizoen.*

Bij het gras van de 1e snede is op Pr 583 nauwelijks verschil te zien tussen de o P- en o K-lijnen. Geheel anders wordt dit beeld, wanneer we de opbrengstlijnen van de 2e snede van dezelfde veldjes vergelijken. Terwijl bij de eerste snede de o P-lijn iets lager ligt dan die zonder kalium, loopt eerstgenoemde lijn bij de 2e snede aanzienlijk hoger. Op Pr 585 is dit verschil tussen 1e en 2e snede nog zeer veel groter, terwijl het ook op Pr 584 duidelijk aanwezig is. Op dit laatstgenoemde proefveld worden zelfs tussen de beide maaitijden van de eerste snede duidelijke verschillen gevonden. Van de op 10 Juni gemaaide veldjes ligt de o-P-lijn duidelijk beneden de 50 K_2O-lijn, op 19 Juni zijn beide lijnen elkaar genaderd, terwijl bij de 2e snede de o P-lijn belangrijk hoger ligt. *Blijkbaar hebben we hier te maken met een algemeen voorkomend verschijnsel, dat dus hierop neerkomt, dat grasland met phosphaatgebrek in het voorjaar veel slechter reageert op toegediende stikstof dan dat met K-gebrek, terwijl dit in de zomer juist omgekeerd is.*

Hoewel het niet uitgesloten is, dat het gedrag van grasplanten met P- resp. K-gebrek t.o.v. stikstof in de zomer anders is dan in het voorjaar, zullen we hier vermoedelijk in de eerste plaats moeten denken aan een verschil in phosphaat- resp. kalivoorziening van het gras in het vroege voorjaar, wanneer de temperatuur van de grond laag is en in de zomer wanneer aanzienlijk hogere temperaturen voorkomen. Blijkbaar hebben we te maken met een verbeterde phosphaatvoorziening van de planten bij voortschrijdend seizoen.

Deze verbeterde phosphaatvoorziening zou een gevolg kunnen zijn van:

a) het vrijkomen van phosphaat uit de grondbestanddelen bij een hogere temperatuur bijv. als gevolg van een verhoogde microbiologische activiteit.

b) het gemakkelijker kunnen opnemen van het bodemphosphaat door de plantenwortels bij een hogere temperatuur.

c) van een toenemende ontwikkeling van het wortelstelsel bij voortschrijdend seizoen, waardoor een groter deel van de grond voor de phosphaatvoorziening beschikbaar komt.

Geen dezer factoren zou dan moeten gelden voor kalium, aangezien we hiervan in de zomer niet een betere voorziening constateren dan in het voorjaar.

Ook zou men nog kunnen denken aan een verschil in de phosphaat- en kalibehoefte van het gras in voorjaar en zomer.

Met behulp van potproeven is in 1947 een onderzoek naar deze verschillende mogelijkheden ingesteld. Hoewel een meer uitvoerige bespreking van deze proeven elders zal geschieden, kan reeds nu worden medegedeeld, dat van een

verhoogde beschikbaarheid van het bodemphosphaat of van een verhoogde opnemingscapaciteit van de wortels bij een toenemende temperatuur niets is gebleken. Er zijn daarentegen wel enige aanwijzingen verkregen, dat de onder *c*) genoemde factor van belang is. Dit zou in goede overeenstemming zijn met een mededeling van GOEDEWAAGEN, dat de wortelontwikkeling op grasland in het voorjaar aanzienlijk geringer is dan in de zomer. De vraag, waarom het gedrag van de planten t.a.v. kalium anders is dan dat t.a.v. phosphorzuur, is hiermede echter niet opgelost.

4. DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GRAS DER PROEFVELDEN PR 583, 584 EN 585

Evenals het gras van de proefvelden Pr 640 en 641 werd ook het materiaal van de N-P-K-proefvelden op een aantal bestanddelen geanalyseerd. Behalve totale stikstof werden in vele monsters phosphaat en kali bepaald [1].

a) *Uitvoering der bepalingen van phosphorzuur en kalium.*

Phosphorzuur. 4 g van het te onderzoeken materiaal worden met 20 cm³ van een mengsel van gelijke volumina geconcentreerd H_2SO_4 en 65% salpeterzuur in een kolf met platte bodem van 750 cm³ op een kopergaasje verwarmd, eerst op een kleine vlam, later, nadat de heftige ontwikkeling van nitreuze dampen is opgehouden, op een volle vlam. Zodra daarbij de inhoud van de kolf donker wordt gekleurd, voegt men enige druppels 65% HNO_3 toe en men herhaalt dit, totdat na het optreden van witte dampen de vloeistof kleurloos wordt.

Na afkoeling verdunt men met 20 cm³ water, waarna men opkookt ter verdrijving van nitreuze dampen en de vloeistof in een maatkolf van 200 cm³ overspoelt. Men vult aan en filtreert door een droog vouwfilter. Van de gefiltreerde oplossing worden 10 cm³ in een maatkolfje van 100 cm³ gebracht, waarna men achtereenvolgens 35 cm³ H_2O, 10 cm³ van oplossing I en 10 cm³ van oplossing II toevoegt. Na 15 minuten voegt men 20 cm³ van oplossing III toe en vult aan tot 100 cm³. Bij elke serie bepalingen wordt een blanco-proef aangezet evenals een proef met 10 cm³ K-phosphaatoplossing, waarin 0.5 mg P_2O_5.

De extinctie van de gevormde kleur wordt bepaald in een colorimeter onder gebruikmaking van filter 620 mμ.

Oplossingen:

I: 1 g monomethyl-p-amidophenolsulfaat (metol), 5 g natriumsulfiet en 150 g natriumbisulfiet worden opgelost in water, waarna wordt aangevuld tot 1000 cm³. De, zo nodig, gefiltreerde oplossing is in gesloten flessen zeer lang houdbaar.

II: 50 g ammoniummolybdaat p.a. worden opgelost in bijna 500 cm³ water. Deze oplossing wordt geschonken bij 500 cm³ 10 N zwavelzuur (niet andersom). Vervolgens wordt aangevuld tot 1000 cm³ met water en zo nodig gefiltreerd.

III: 1000 cm³ 5N natronloog, gesteld op het voor oplossing II gebruikte zuur, worden met azijnzuur geneutraliseerd. De oplossing wordt aangevuld tot 2000 cm³.

IV: 1.9166 g monokaliumphosphaat (boven zwavelzuur gedroogd), opgelost in H_2O, waarna wordt aangevuld tot 1000 cm³ (1 cm³ = 1 mg P_2O_5). Voor de houdbaarheid worden enkele druppels chloroform toegevoegd. Voor het gebruik worden 50 cm³ verdund tot 1 liter, zodat 10 cm³ van deze oplossing 0.5 mg P_2O_5 bevatten.

Kalium. 4 g materiaal worden in een platinaschaal gebracht en verast in een moffeloven (moffel juist rood). De as wordt opgenomen in zoutzuur, de oplossing overgespoeld in een maatkolfje van 100 cm³ en opgekookt. Vervolgens wordt kalkmelk toegevoegd tot alkalisch op phenolphtaleïne en de oplossing één uur in een kokend waterbad ge-

[1] Een groot aantal stikstofbepalingen werd uitgevoerd door het T.N.O. Laboratorium Poortlandlaan, Delft, terwijl het Centraal Laboratorium der Staatsmijnen te Geleen vele phosphaat- en kalibepalingen verrichtte.

Tabel 21a. Als tabel 21 doch 2e snede, gemaaid op 28 Agustus.

kg N per ha [1]	Geen phosphaat, 300 kg K_2O per ha aan het gras van de 1e snede		180 kg P_2O_5 per ha						
			Geen kali		50 kg K_2O per ha aan het gras van de 1e snede		300 kg K_2O per ha aan het gras van de 1e snede		
	% N	% P_2O_5	% N	% K_2O	% N	% K_2O	% N	% P_2O_5	% K_2O
0	2.85	1.03	2.88	1.43	2.10	2.03	2.18	0.90	2.30
50	2.97	0.78	3.32	0.70	2.44	1.79	2.41	0.88	2.18
120	2.83	0.90	3.34	0.72	2.71	1.75	2.46	0.79	2.46
190	3.49	0.95	2.83	1.92	3.05	0.94	2.98	0.98	1.30
260	3.18	0.86	2.49	0.92	3.81	2.02	2.57	0.75	2.40
330	3.44	0.71	3.78	0.69	3.82	1.17	3.04	0.91	1.96
400	2.46	0.96	2.67	2.04	3.96	1.36	3.68	1.01	1.62

Table 21a. *The same as table 21, 2nd cut, August 28th.*

Aangezien de opbrengst aan droge stof met een toenemende stikstofbemesting zeer sterk stijgt, volgt hieruit, dat de onttrekking van phosphaat en kali aan de grond met een toenemende stikstofbemesting zeer sterk toeneemt. Om een indruk hiervan te krijgen, zijn in de tabellen 22, 22a, b en c de hoeveelheden phosphaat en kali berekend, die bij verschillende stikstofgiften in het gras aanwezig zijn. Uit deze cijfers blijkt, dat op de goed met phosphaat bemeste veldjes van Pr 583 bij een hoge N-gift bijna drie maal zoveel phosphaat aan de grond wordt onttrokken dan zonder een stikstofbemesting. Voor kali gelden overeenkomstige cijfers. Aangezien de gehaltecijfers voor kali veel hoger zijn dan die voor phosphaat, wordt bij de hoge N-giften een groot deel van de toegediende kali reeds met het gras van de eerste snede weggevoerd. (125 van de 240 kg bij de hoogste N-gift, dus iets meer dan 50%). Voor phos-

Tabel 22 [2]. Kg N, P_2O_5 en K_2O aanwezig in de grasopbrengst van 1 ha (Pr 583, 1e snede 1941, gemaaid op 3 Juni).

kg N per ha	Geen K, 200 kg P_2O_5/ha		240 kg K_2O/ha								
			Geen phosphaat		80 kg P_2O_5/ha		200 kg P_2O_5/ha			600 kg P_2O_5/ha	
	kg N	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5
0	50.7	34.2	42.6	12.6	50.7	16.4	51.4	18.5	87.5	60.2	23.8
50	63.6	28.8	68.–	15.7	60.3	19.8	92.4	33.5	145.–	80.4	30.1
120	110.9	51.1	86.3	20.–	120.5	33.4	126.1	36.9	173.8	118.2	42.2
190	135.–	46.1	115.2	22.7	172.2	43.–	161.–	48.6	190.–	172.–	51.7
260	175.2	64.6	137.2	33.2	139.8	39.2	192.2	52.7	197.–	194.8	61.6
330	178.–	57.2	166.–	33.–	189.2	41.4	207.–	58.7	197.6	218.8	65.8
400	218.5	67.9	135.5	23.9	203.3	41.2	241.7	60.5	212.5	242.2	69.8

Table 22. *Kg N, P_2O_5 and K_2O in the grass of 1 hectare (Pr 583, 1st cut 1941, cut June 3rd).*

[1] Deze N-hoeveelheden gelden voor de 1e snede. De 2e snede kreeg de halve hoeveelheden.

[2] Tabel 22b en 22c op pag. 93.

Tabel 22a [1]. Kg N, P_2O_5 en K_2O aanwezig in de grasopbrengst van 1 ha (Pr 583, 2e snede 1941, gemaaid 23 Juli.

kg N per ha [2]	Geen K, 200 kg P_2O_5/ha aan de 1e snede		240 kg K_2O/ha								
			Geen phosphaat		80 kg P_2O_5/ha aan de 1e snede		200 kg P_2O_5/ha aan de 1e snede			600 kg P_2O_5/ha aan de 1e snede	
	kg N	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5
0	63.4	38.6	58.5	15.5	58.9	15.9	80.8	19.5	91.5	72.–	16.6
50	79.9	55.4	62.1	14.7	79.2	19.9	92.–	23.4	105.8	98.2	22.7
120	88.1	44.2	84.5	16.8	108.3	22.–	123.5	27.–	103.7	100.5	25.7
190	91.4	31.3	98.9	16.–	77.9	14.2	112.8	25.2	89.7	113.4	29.–
260	86.5	28.4	86.5	14.3	72.9	14.–	67.8	15.4	52.–	84.8	23.9
330	74.–	28.8	120.5	21.2	70.8	11.8	82.7	17.4	48.2	68.4	17.2
400	61.4	23.5	95.8	14.–	48.7	8.7	54.9	10.3	31.9	93.7	22.2

Table 22a. *The same as table 22, 2nd cut, 1941, cut July 23rd).*

phaat zijn deze cijfers resp. 25 van de 80 kg toegediende phosphaat, dus 30%, 42 van de 200 kg, d.i. 20% en 45 van de 600 kg d.i. 7½%.

De conclusie, die uit deze gegevens kan worden getrokken, is, dat bij een verhoging van de stikstofgift ook meer kali en phosphorzuur moet worden toegediend. Wordt dit achterwege gelaten, dan zal reeds na korte tijd een dusdanige verarming van de grond aan deze voedingsstoffen ontstaan, dat de groei geremd wordt en het effect van de gegeven stikstof sterk vermindert.

Hetgeen hier is aangetoond voor phoshorzuur en kalium, zal vermoedelijk ook opgaan voor andere voedingsstoffen, zoals calcium, magnesium, zwavel enz., zodat bij een toenemend gebruik van stikstof ook aan de voorziening met deze elementen de nodige aandacht zal moeten worden besteed.

c. *De opneming van stikstof door de vegetatie van grasland bij een verschillende P- en K-voorziening.*

De tabellen 22, 22a, b en c stellen ons in staat, na te gaan in welke mate de toegediende stikstof bij een verschillende P- en K-voeding door het gras wordt opgenomen. Zoals bij de bespreking der proefvelden Pr 640 en 641 reeds is beschreven, moet men hiervoor de in het gewas aanwezige stikstof verminderen met de hoeveelheid, aanwezig in het gras van de o N-veldjes. De opneming van de toegediende stikstof, die bij een goede phosphaat- en kalivoeding reeds onvolledig plaats vindt, (zie ook de in de tabellen 16 en 16a vermelde gegevens van de proefvelden Pr 640 en 641), is bij een onvoldoende voorziening met deze elementen nog aanzienlijk ongunstiger. Voor de veldjes met phosphaatgebrek geldt dit in sterkere mate dan voor die met kaligebrek, aangezien in het laatstgenoemde geval het gras zeer rijk aan stikstof is.

[1] Tabel 22b en 22c op pag. 93.

[2] Deze N-hoeveelheden gelden voor de 1e snede; het gras van de 2e snede kreeg de halve hoeveelheden.

V. INVLOED VAN DE TIJD VAN MAAIEN OP DE GRASOPBRENGST EN DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GRAS BIJ EEN VERSCHILLENDE N-, P- EN K-BEMESTING VAN HET GRASLAND

1. Inleiding

Bij de in hoofdstuk II beschreven stikstofhoeveelheden-maaitijdenproeven is gebleken, dat het tijdstip van maaien van grote invloed is op de opbrengst

Fig. 16. Invloed van de tijd van maaien op de werking van stikstof en phosphaat (Pr 583, 1942).

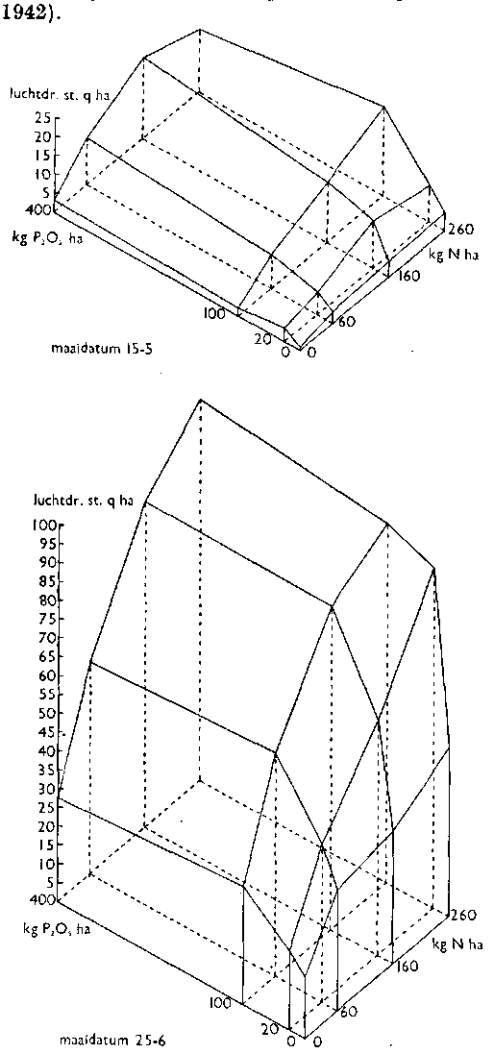


Fig. 16. *Influence of time of cutting of the herbage on the effect of nitrogen and phosphate dressings (Pr 583, 1942).*

en de chemische samenstelling van het gras. Bij de nu te bespreken proeven werd nagegaan, op welke wijze de verschillende N-, P- en K-bemestingen de grasopbrengst en de chemische samenstelling beïnvloeden, wanneer het gras op verschillende tijdstippen wordt gemaaid. Voor dit doel werden de proefvelden Pr 583 en 585 in 1942 als volgt bemest:

2. Opzet van de proeven

Stikstof werd toegediend in hoeveelheden van 0, 60, 160 en 260 kg N per ha als kalkammonsalpeter. Ter vergelijking kreeg één N-trap van ieder P- en K-niveau de stikstof bovendien in de vorm van ammoniumsulfaat resp. kalksalpeter toegediend. Aan de bespreking van de stikstofsoortenproeven zal een afzonderlijke publicatie worden gewijd.

Iedere stikstoftrap was aanwezig:

A: zonder kali, doch met 100 kg P_2O_5 per ha als dubbelkalkphosphaat ($CaHPO_4$).
B: zonder phosphaat
C: met 20 kg P_2O_5 per ha als $CaHPO_4$
D: „ 100 „ P_2O_5 „ „ „ „
E: „ 400 „ P_2O_5 „ „ „ „
} met 300 kg K_2O per ha als K-zout-40.

Ieder object was in achtvoud aanwezig. Bijzondere aandacht werd er aan besteed, dat de nawerking van de bemestingen, in 1941 gegeven, zo weinig mogelijk de proefopzet van 1942 kon beïnvloeden. Om een eventuele nawerking van de verschillende N-hoeveelheden zoveel mogelijk te beperken, werd aan veldjes, die in 1941 met veel stikstof waren bemest, in 1942 niet opnieuw een hoge N-gift toegediend.

Van ieder object werden telkens twee veldjes op verschillende data gemaaid. Van Pr 583, (laagveen), waren de resp. data: 16 Mei, 23 Mei, 4 Juni, 16 Juni, terwijl de op 16 Mei gemaaide veldjes, zonder opnieuw te zijn bemest, op 29 Juni voor de tweede keer werden gemaaid. Het gras van Pr 585 werd gemaaid op 15 Mei, 22 Mei, 10 Juni en 25 Juni. Op laatstgenoemde datum werd ook het gras van de op 15 Mei reeds gemaaide veldjes voor de tweede keer gemaaid.

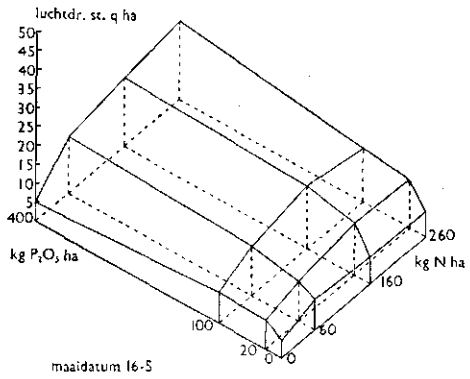
Behalve de opbrengst aan luchtdroge stof werd het gehalte aan stikstof, phosphaat en kalium bepaald.

3. Opbrengstresultaten

Een goed overzicht van de verkregen opbrengsten aan droge stof bij de verschillende bemestingscombinaties vindt men in de grafieken 16 en 19 (Pr 583) en 17, 18 en 20 (Pr 585).

Uit deze grafieken blijkt, dat de hoogste opbrengst aan luchtdroog gras wordt verkregen bij de vierde maaitijd. Dit is in goede overeenstemming met de resultaten verkregen op Pr 640 en 641. De helling van de lijnen, die het verband tussen grasopbrengst en groeitijd aangeven, is echter sterk afhankelijk van de voorziening van het grasland met stikstof, phosphaat en kalium. Dit blijkt ook uit tabel 23, waar de grasproductie per dag per ha, d.w.z. de

FIG. 17. Invloed van de tijd van maaien op de werking van stikstof en phosphaat (Pr 585, 1942).



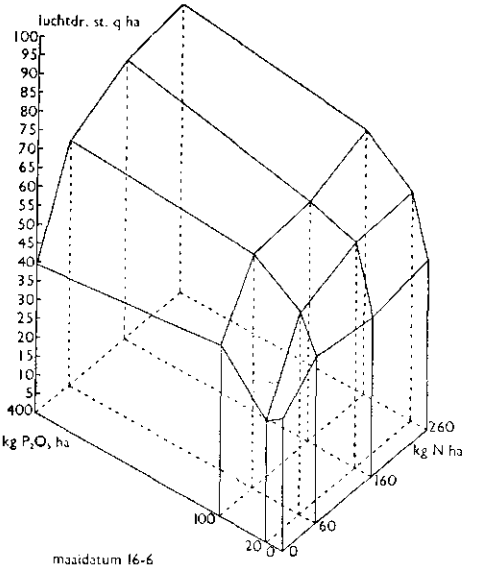
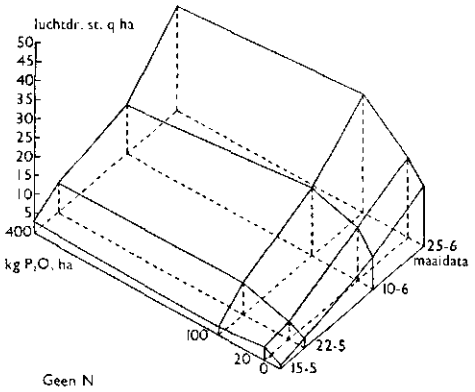


FIG. 17. *Influence of time of cutting of the herbage on the effect of nitrogen and phosphate dressings (Pr 585, 1942).*

FIG. 18. Invloed van een stikstofbemesting op de phosphaatwerking in verschillende tijden van het seizoen (Pr 585, 1942).



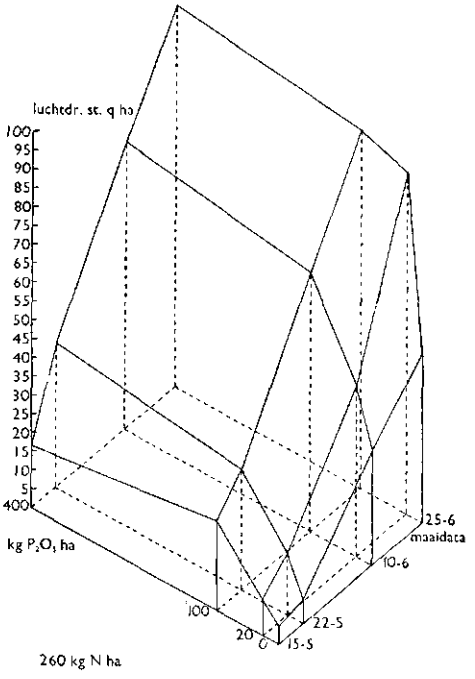


FIG. 18. *Influence of a nitrogen fertilization on the effect of a phosphate dressing at different times of the season (Pr 585, 1942).*

Tabel 23. Invloed van de N-, P- en K-bemesting op de grasproductie (1942) [1].

Pr. no.	Bemesting			Grasproductie in kg luchtdr. gras per dag per ha			
	kg K_2O per ha	kg P_2O_5 per ha	kg N per ha	20/4-16/5	16/5-23/5	23/5-4/6	4/6-16/6
583	0	100	0	9	86	80	32
,,	,,	,,	60	36	82	99	42
,,	,,	,,	160	36	140	104	93
,,	,,	,,	260	32	120	119	136
,,	300	0	0	16	94	104	95
,,	,,	,,	60	29	113	148	88
,,	,,	,,	160	26	153	133	72
,,	,,	,,	260	24	127	109	138
,,	300	20	0	27	99	68	80
,,	,,	,,	60	39	117	141	150
,,	,,	,,	160	51	136	182	124
,,	,,	,,	260	47	117	176	152
,,	300	100	0	30	86	98	160
,,	,,	,,	60	49	171	79	228
,,	,,	,,	160	62	159	202	98
,,	,,	,,	260	52	260	187	130
,,	300	400	0	19	140	117	89
,,	,,	,,	60	55	154	139	190
,,	,,	,,	160	66	230	174	156
,,	,,	,,	260	77	164	242	125
				20/4-15/5	15/5-22/5	22/5-10/6	10/6-25/6
585	0	100	0	11	56	24	107
,,	,,	,,	60	40	46	40	206
,,	,,	,,	160	41	193	83	157
,,	,,	,,	260	36	153	56	227
,,	300	0	0	2	31	30	51
,,	,,	,,	60	12	79	62	79
,,	,,	,,	160	15	20	155	1
,,	,,	,,	260	18	27	127	92
,,	,,	20	0	14	16	49	47
,,	,,	,,	60	24	116	91	71
,,	,,	,,	160	49	129	135	99
,,	,,	,,	260	37	97	152	297
,,	,,	100	0	7	94	51	86
,,	,,	,,	60	35	89	123	137
,,	,,	,,	160	61	227	145	174
,,	,,	,,	260	90	123	193	173
,,	,,	400	0	12	67	25	97
,,	,,	,,	60	49	102	112	100
,,	,,	,,	160	82	178	162	141
,,	,,	,,	260	64	313	197	165

Table 23. *Effect of an application of N-, P- and K-fertilizers on the yield of herbage (1942) (kg air-dry grass per day per ha).*

[1] Deze cijfers gelden voor verschillende perioden van de groeitijd van het gras van de 1e snede.

FIG. 20. Invloed van een phosphaat- en kalibemesting op de stikstofwerking bij gras in verschillende tijden van het seizoen (Pr 585, 1942).

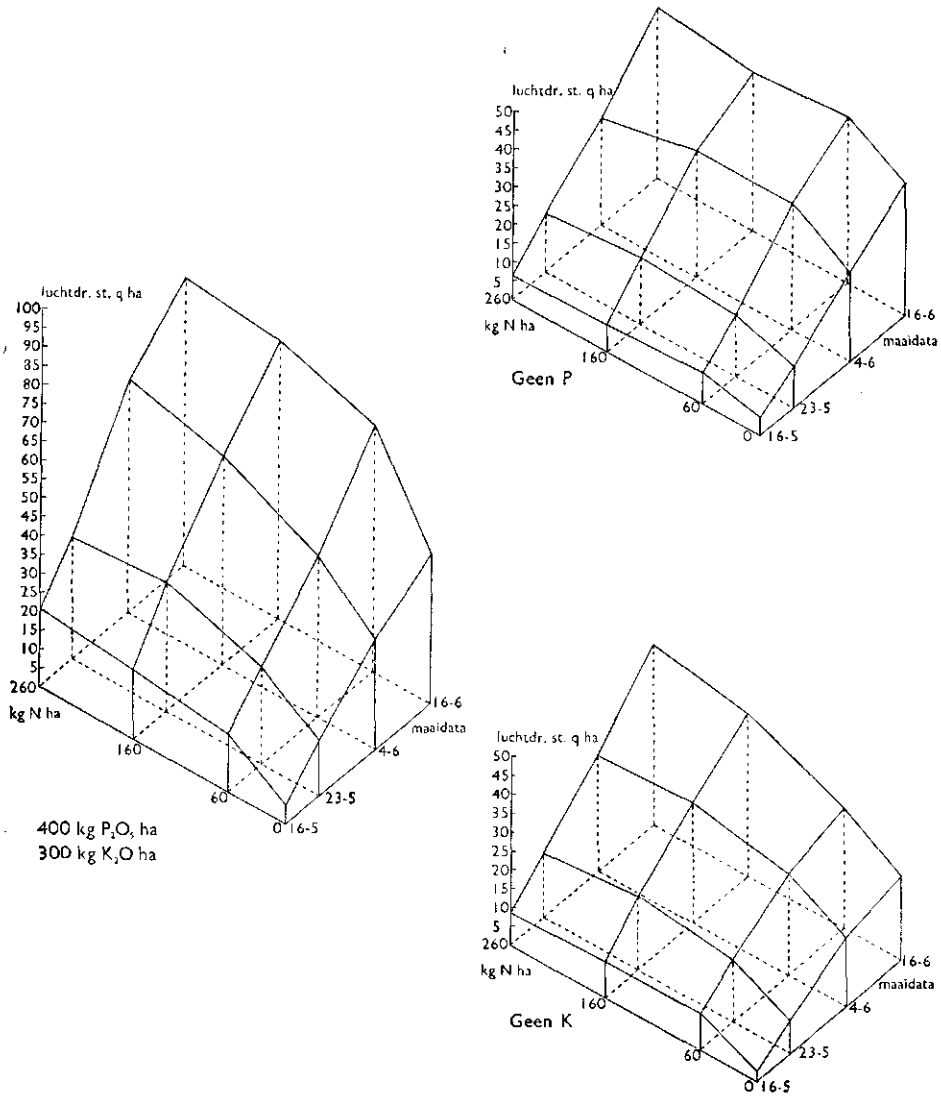


FIG. 20. *Influence of a phosphate and potassium fertilization on the effect of nitrogen applied at different times of the season (Pr 585, 1942).*

Tabel 25. Vergelijking van de grasopbrengst van de 1e en 2e snede van de 1e maaitijd.

Pr no.	kg N per ha	Geen kalium				Geen phosphorzuur				100 kg P_2O_5 + 300 kg K_2O per ha			
		1e snede		2e snede		1e snede		2e snede		1e snede		2e snede	
		q/ha	in % v. voll.	q/ha	in % v. voll.	q/ha	in % v. voll.	q/ha	in% v. voll.	q/ha	in % v. voll.	q/ha	in % v. voll.
583	0	2.2	31.4	22.2	80.1	3.7	52.9	26.8	96.7	7.–	100	27.7	100
,,	60	8.4	73.7	23.3	65.8	6.9	60.5	31.7	89.5	11.4	,,	35.4	,,
,,	160	8.4	58.3	36.8	82.9	6.1	42.4	34.9	78.6	14.4	,,	44.4	,,
,,	260	7.5	61.5	32.6	57.6	5.7	46.7	41.–	72.4	12.2	,,	56.6	,,
585	0	2.5	147.–	12.4	62.–	0.4	23.5	8.4	42.–	1.7	,,	20.–	,,
,,	60	9.1	113.7	21.8	114.1	2.6	32.5	17.7	92.6	8.–	,,	19.1	,,
,,	160	9.3	67.9	27.1	66.7	3.4	24.8	26.9	66.2	13.7	,,	40.6	,,
,,	260	8.1	39.9	35.1	61.1	4.1	20.2	32.6	56.7	20.3	,,	57.4	,,

Table 25. *Comparison of grass-yields of 1st and 2nd cuts of 1st cutting period.*

In tabel 25 is de grasopbrengst van de veldjes zonder phosphaat resp. kalium uitgedrukt in % van de opbrengst der normaal bemeste veldjes. Deze berekening is gemaakt voor het gras van de 1e en de 2e snede van de vroeg gemaaide veldjes. We zien, dat bij de 1e snede, zowel op Pr 583 als op Pr 585 de veldjes zonder kalibemesting belangrijk meer gras hebben opgebracht dan die zonder een phosphaattoediening; bij de 2e snede daarentegen zijn de op-

Tabel 26. Opbrengstverhoging in kg luchtdroog gras per kg per ha toegediende stikstof.

Pr no.	Bemesting			Gras gemaaid op:							
	kg K_2O per ha	kg P_2O_5 per ha	kg N per ha	16/5		23/5		4/6		16/6	
				I [1]	II [2]	I	II	I	II	I	II
583	0	100	60	11.8	11.8	11.3	11.3	15.2	15.2	17.2	17.2
,,	,,	,,	160	4.5	0.1	6.9	4.2	8.7	4.8	13.3	11.–
,,	,,	,,	260	2.4	— 1.1	3.3	— 2.5	5.1	— 0.7	9.9	4.4
,,	300	0	60	6.–	6.–	8.2	8.2	17.–	17.–	15.5	15.6
,,	,,	,,	160	1.7	— 0.9	4.3	1.9	6.4	0	4.6	— 1.9
,,	,,	,,	260	0.8	— 0.5	1.7	— 2.3	2.–	— 5.1	4.–	2.9
,,	300	20	60	5.2	5.2	7.3	7.3	21.9	21.8	35.8	35.8
,,	,,	,,	160	3.9	3.2	5.6	4.5	14.2	9.5	17.4	6.4
,,	,,	,,	260	2.–	— 1.–	2.5	— 2.3	7.5	— 3.1	10.9	0.3
,,	300	100	60	8.5	8.5	18.3	18.3	14.5	14.5	28.2	28.2
,,	,,	,,	160	5.4	3.5	8.6	2.7	16.3	17.4	11.7	1.8
,,	,,	,,	260	2.3	— 2.6	7.–	4.5	11.1	2.7	9.7	6.5
,,	300	400	60	16.–	16.–	17.7	17.7	22.2	22.2	42.3	42.5
,,	,,	,,	160	7.9	3.1	11.9	8.4	16.2	12.6	21.2	8.5
,,	,,	,,	260	6.–	2.8	6.6	— 1.8	12.4	6.4	14.1	2.7

[1] [2] Zie noten onder tabel 19.

Pr no.	Bemesting			Gras gemaaid op:							
	kg K_2O per ha	kg P_2O_5 per ha	kg N per ha	15/5		22/5		10/6		25/6	
				I [1]	II [2]	I	II	I	II	I	II
585	0	100	60	12.7	12.7	11.5	11.5	16.7	16.7	41.7	41.7
,,	,,	,,	160	4.9	0.2	10.9	10.5	17.8	18.4	22.5	11.–
,,	,,	,,	260	2.5	— 1.4	5.1	— 4.2	7.5	— 9.–	14.4	1.4
,,	300	0	60	4.2	4.2	9.7	9.7	19.8	19.8	26.7	26.7
,,	,,	,,	160	2.1	0.9	1.6	— 3.2	16.5	14.5	11.8	2.9
,,	,,	,,	260	1.6	0.8	1.5	1.3	8.6	— 4.1	10.9	9.5
,,	300	20	60	4.3	4.3	16.–	16.–	29.3	29.3	35.5	35.5
,,	,,	,,	160	5.7	6.5	10.6	7.4	20.9	15.8	25.8	20.–
,,	,,	,,	260	2.4	— 2.9	4.6	— 5.1	12.1	— 1.9	26.6	27.8
,,	300	100	60	12.2	12.2	11.5	11.5	34.4	34.3	47.–	47.–
,,	,,	,,	160	8.7	6.6	14.5	16.3	25.7	20.5	34.–	26.1
,,	,,	,,	260	8.2	7.5	9.–	0.2	19.4	9.3	24.4	9.2
,,	300	400	60	15.7	15.7	19.7	19.7	47.2	47.2	47.9	47.8
,,	,,	,,	160	11.4	8.8	16.2	14.2	32.5	23.7	36.6	29.8
,,	,,	,,	260	5.2	— 4.8	11.8	4.6	24.4	11.2	28.2	14.8

Table 26. *Increase in yield as kg of air-dry grass per kg nitrogen applied per hectare.*

brengsten op de o P-veldjes duidelijk hoger, (Pr 583), of bijna even hoog, (Pr 585), als die zonder kalium. Deze uitkomsten wijzen dus in dezelfde richting als de bovenstaande en die welke in hoofdstuk IV zijn beschreven.

De verhoging van de grasopbrengst per kg toegediende stikstof, het zgn. stikstofeffect, wordt bepaald door de bemesting met phosphaat en kali, zowel als door de groeitijd. Dit volgt zowel uit de fig. 16 en 17 als uit tabel 26. Evenals bij de eerder besproken proeven is gedaan, is ook hier het stikstofeffect op twee manieren berekend. Het blijkt, dat de verschillen in stikstofeffect vooral bij de 2e en 3e stikstoftrap zeer sterk tot uiting komen.

4. De invloed van de N-, P- en K-bemesting en het tijdstip van maaien op de chemische samenstelling van het gras

De chemische analyses van het gras van het proefjaar 1941 hebben ons getoond, dat een onvoldoende phosphaat- resp. kalibemesting de chemische samenstelling van het gras op verschillende wijze beïnvloeden. Een toenemende K-voorziening deed het stikstofgehalte van het gras aanzienlijk dalen, een phosphaatbemesting daarentegen veroorzaakte slechts een geringe daling en soms zelfs een stijging van het N-gehalte. Met opklimmende stikstofhoeveelheden nam het stikstofgehalte belangrijk toe, ook het phosphaatgehalte vertoonde in sommige gevallen een duidelijke stijging, terwijl het K-gehalte ongeveer gelijk bleef of iets daalde.

[1] [2] Zie noten onder tabel 19.

De uitkomsten van de nu te bespreken proeven stellen ons in staat, na te gaan op welke wijze het tijdstip van maaien de bovengenoemde resultaten beïnvloedt.

a) *Gehaltecijfers* (zie fig. 21—24 en tab. 27 en 27a).

Ook nu blijkt weer, dat bij K-gebrek het gras aanzienlijk rijker aan stikstof is dan bij een normale kalivoorziening. Bij phosphaatgebrek daarentegen is

Tabel 27 [1]. Invloed van de tijd van maaien en de N-, P- en K-bemesting op de chemische samenstelling van gras (Pr 583, 1942).

Maaidatum	kg N per ha	Geen kalium, 100 kg P_2O_5/ha		300 kg K_2O per ha als kalizout-40								
				Geen phosph.		20 kg P_2O_5/ha		100 kg P_2O_5/ha			400 kg P_2O_5/ha	
		% N	% K_2O	% N	% P_2O_5	% N	% P_2O_5	% N	% P_2O_5	% K_2O	% N	% P_2O_5
16 Mei	0	3.17	1.39	2.97	0.55	3.14	0.69	2.98	0.89	3.8	3.04	0.99
,,	60	4.10	1.34	4.10	0.63	3.74	0.77	3.71	0.90	4.3	3.68	1.18
,,	160	4.63	1.24	4.18	0.62	4.39	0.73	4.33	0.92	4.4	4.55	1.33
,,	260	5.23	1.43	4.66	0.58	4.66	0.79	4.87	0.98	4.6	5.01	1.35
23 Mei	0	3.13	1.12	2.87	0.57	2.75	0.72	2.74	0.86	4.2	2.74	0.93
,,	60	3.94	1.11	3.19	0.59	3.52	0.62	3.14	0.83	4.5	3.33	1.07
,,	160	4.49	1.52	3.87	0.60	3.85	0.66	3.92	0.87	4.9	3.91	1.24
,,	260	5.—	1.12	4.30	0.56	4.17	0.73	4.20	0.90	4.8	4.49	1.25
4 Juni	0	2.72	1.15	2.40	0.63	2.33	0.65	2.13	0.76	4.3	2.29	0.86
,,	60	3.04	1.68	2.53	0.61	2.52	0.66	2.93	0.76	4.4	2.72	0.96
,,	160	3.62	1.31	3.10	0.57	3.10	0.62	3.22	0.83	4.6	3.21	1.12
,,	260	3.90	0.90	3.74	0.60	3.49	0.63	3.53	0.88	4.6	3.52	1.20
16 Juni	0	2.46	1.32	1.98	0.57	2.16	0.57	2.14	0.69	3.7	1.95	0.77
,,	60	2.75	0.76	2.17	0.48	2.14	0.51	1.90	0.63	3.5	2.04	0.74
,,	160	2.98	0.75	2.75	0.45	2.36	0.48	2.48	0.63	3.5	2.49	0.83
,,	260	3.92	0.95	2.90	0.53	2.98	0.51	2.79	0.65	3.2	2.85	0.97
29 Juni [2]	0	2.46	0.96	2.10	0.48	2.03	0.55	2.07	0.68	3.4	1.98	0.68
,,	60	2.85	1.00	1.90	0.44	1.94	0.48	2.—	0.59	2.8	1.84	0.67
,,	160	3.01	1.02	2.17	0.46	2.52	0.47	2.35	0.55	2.8	2.13	0.70
,,	260	3.11	0.92	2.85	0.48	2.59	0.50	2.45	0.52	2.8	2.56	0.78

Table 27. *Effect of time of cutting and application of N-, P- and K-fertilizers on the chemical composition of grass (Pr 583, 1942).*

het veelal juist omgekeerd; bij een toenemende phosphaatvoorziening stijgt het stikstofgehalte van het gras op beide proefvelden vrij aanzienlijk. Niettegenstaande de zeer grote overmaat aan stikstof in zode en grond wordt deze voedingsstof bij phosphaatgebrek blijkbaar moeilijk door de graswortels opgenomen resp. van de wortels naar de bovengrondse delen vervoerd. Uit proeven met haverplanten, die elders zullen worden beschreven, is nl. gebleken, dat de wortels van deze planten bij phosphaatgebrek zeer rijk aan stikstof

[1] [2] Tabel 27a op pag. 94.

[2] 2e snede van de veldjes, die op 16 Mei voor de eerste maal zijn gemaaid.

zijn, doch dat het vervoer van deze voedingsstof van de wortels naar de stengels en de bladeren geremd is. Blijkbaar speelt phosphaat een rol bij het transport van bepaalde stikstofverbindingen in de plant.

FIG. 21. Invloed van een phosphaat- en kalibemesting en de tijd van maaien op het stikstofgehalte van het gras (Pr 583, 1942).

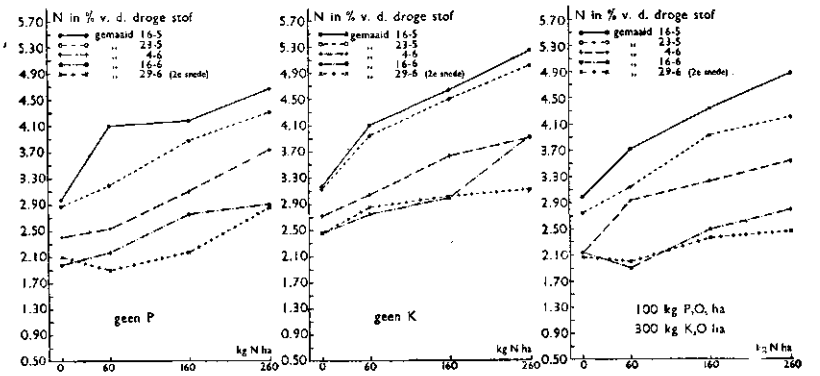


FIG. 21. *Effect of a phosphate and potassium fertilization and time of cutting on the nitrogen content of the herbage (Pr 583, 1942).*

Het beschreven verband tussen stikstof en phosphaat is in overeenstemming met analyseresultaten van GREENHILL en PAGE (11) en van

FIG. 22. Invloed van een phosphaat- en kalibemesting en de tijd van maaien op het stikstofgehalte van het gras (Pr 585, 1942).

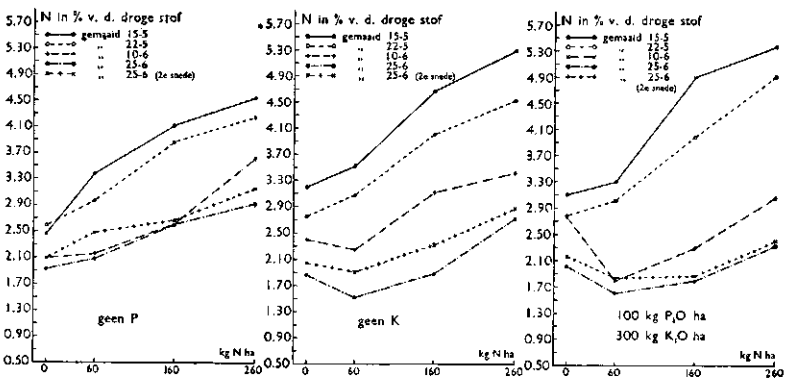


FIG. 22. *Effect of a phosphate and potassium fertilization and time of cutting on the nitrogen content of the herbage (Pr 585, 1942)*

FIG. 23. Invloed van het tijdstip van maaien en van de N-, P- en K-bemesting op het gehalte aan phosphaat en kali van het gras (Pr 583, 1942).

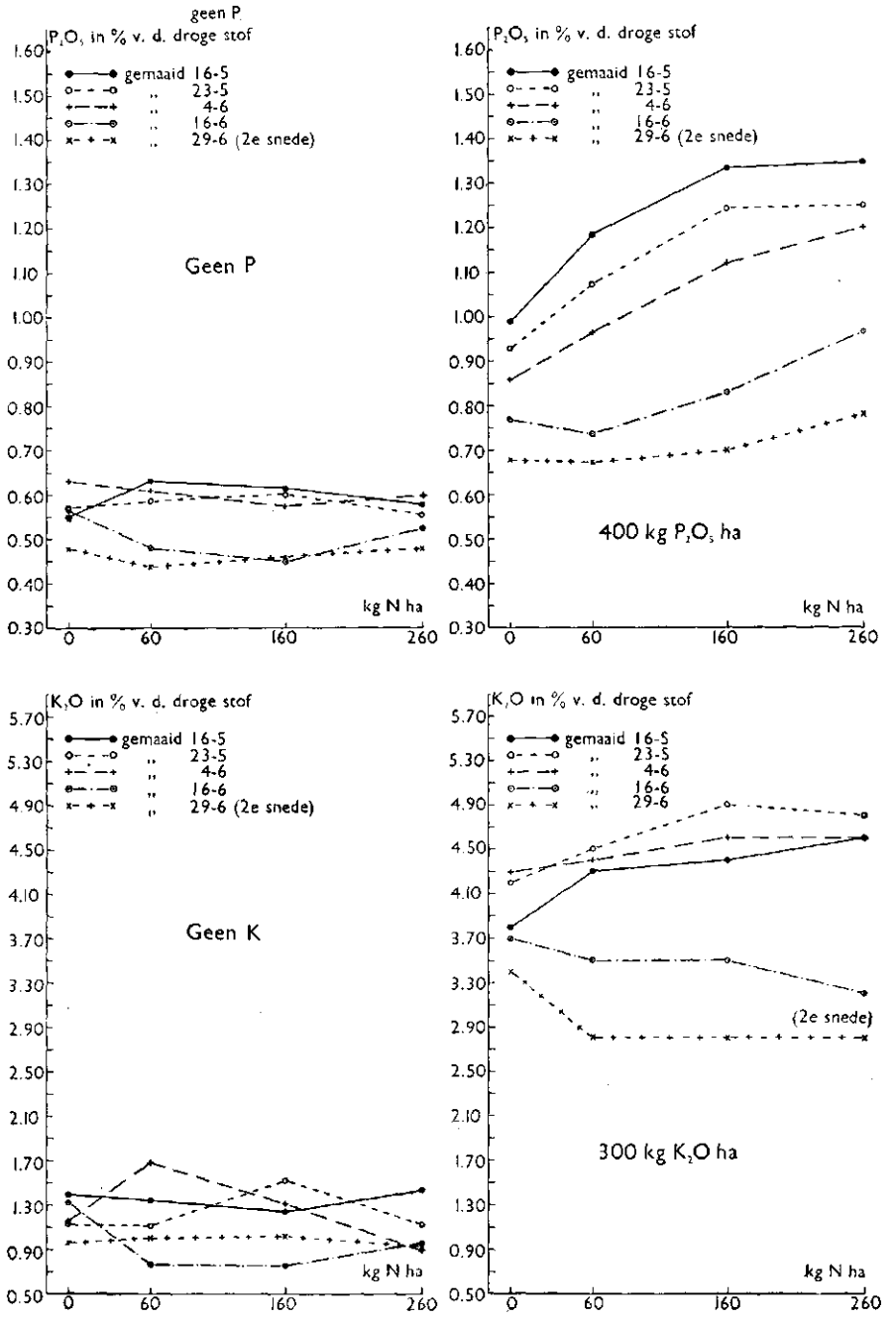


FIG. 23. *Effect of time of cutting and of a N-, P- and K-fertilization on the phosphate and potassium content of the herbage (Pr 583, 1942).*

VAN ITALLIE (13). Eerstgenoemden analyseerden op verschillende tijdstippen het gras van verschillende met phosphaat en stikstof bemeste percelen op stikstof, phosphaat, calcium en kiezelzuur en vonden daarbij een duidelijk positieve correlatie tussen stikstof en phosphaat. Ook VAN ITALLIE vond bij de analyse van een aantal grasmonsters een dergelijke correlatie.

De verhoging van het stikstofgehalte onder invloed van de phosphaatbemesting komt vooral in het zeer jonge gras tot uiting (1e en in geringe mate bij de 2e maaitijd). In een ouder stadium is het gras bij een ruime phosphaatvoorziening vaak armer aan stikstof. Dit is een gevolg van de veel grotere grasproductie bij een goede phosphaat- en kalivoorziening dan bij P- en K-gebrek, waardoor de opgenomen anorganische voedingsstoffen over een grotere hoeveelheid materiaal worden verdeeld. Duidelijk blijkt hieruit, dat het bij onderzoekingen als hier beschreven, van belang is, de planten in verschillende stadia te analyseren.

Het verband tussen phosphaat- en stikstofopneming resp. -transport komt niet alleen in de stijgende N-gehalten van het gras bij een toenemende phosphaatgift tot uiting, maar ook in een stijgend phosphaatgehalte bij een verhoogde stikstofbemesting (fig. 23 en 24). In sommige gevallen bevat het gras bij een flinke stikstofbemesting ongeveer 50% meer phosphaat in de droge stof dan bij weglating van de stikstof. Ook dit verschijnsel doet zich vooral voor bij het jonge gras en bij een goede phosphaatbemesting. Dat men hierbij behalve aan een directe invloed van de stikstofbemesting op de phosphaatopneming ook aan een meer indirecte werking moet denken, volgt wel hieruit, dat op de goed met kali bemeste veldjes ook het kaligehalte van het jonge gras stijgt bij een toenemende stikstofgift. Vermoedelijk veroorzaakt de betere stikstofvoeding van de planten een intensievere beworteling, waardoor de opneming van de voedingszouten wordt bevorderd. Naarmate het gras ouder wordt, vermindert deze stijging in phosphaat- en kaligehalte onder invloed van de stikstofbemesting, terwijl bij kali dan zelfs een daling is waar te nemen.

Tabel 28. Gehaltes aan N, P_2O_5 en K_2O in gras van de 4e maaitijd, uitgedrukt in procenten van de gehaltes van de 1e maaitijd.

Pr no.	kg N per ha	Geen kalium, 100 kg P_2O_5/ha		300 kg K_2O per ha als kalizout-40								
				Geen phosphaat		20 kg P_2O_5/ha		100 kg P_2O_5/ha			400 kg P_2O_5/ha	
		N	K_2O	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5
583	0	77.6	95.–	63.7	102.9	68.8	82.8	71.8	77.6	97.4	64.1	77.6
,,	60	67.1	56.7	52.9	76.4	57.2	66.7	51.2	69.9	81.4	55.4	62.1
,,	160	64.4	60.5	65.8	73.8	53.7	65.9	57.3	68.6	79.5	54.7	62.1
,,	260	74.9	66.4	62.2	90.8	63.9	64.3	57.3	66.–	69.6	56.9	71.7
585	0	58.3	63.3	78.2	91.5	90.4	87.3	64.8	83.7	94.5	53.8	67.6
,,	60	43.2	88.5	61.9	66.4	60.4	73.5	48.6	69.8	67.8	44.1	65.1
,,	160	40.3	83.2	63.1	67.7	52.4	60.2	36.5	59.2	59.2	34.9	54.8
,,	260	51.4	70.5	64.4	63.2	48.2	64.4	43.4	42.8	43.8	46.3	65.7

Table 28. *N, P_2O_5 and K_2O-content of grass of 4th cutting period expressed as percentages of the content of 1st cutting period.*

FIG. 24. Invloed van het tijdstip van maaien en van de N-, P- en K-bemesting op het gehalte aan phosphaat en kali van het gras (Pr 585, 1942).

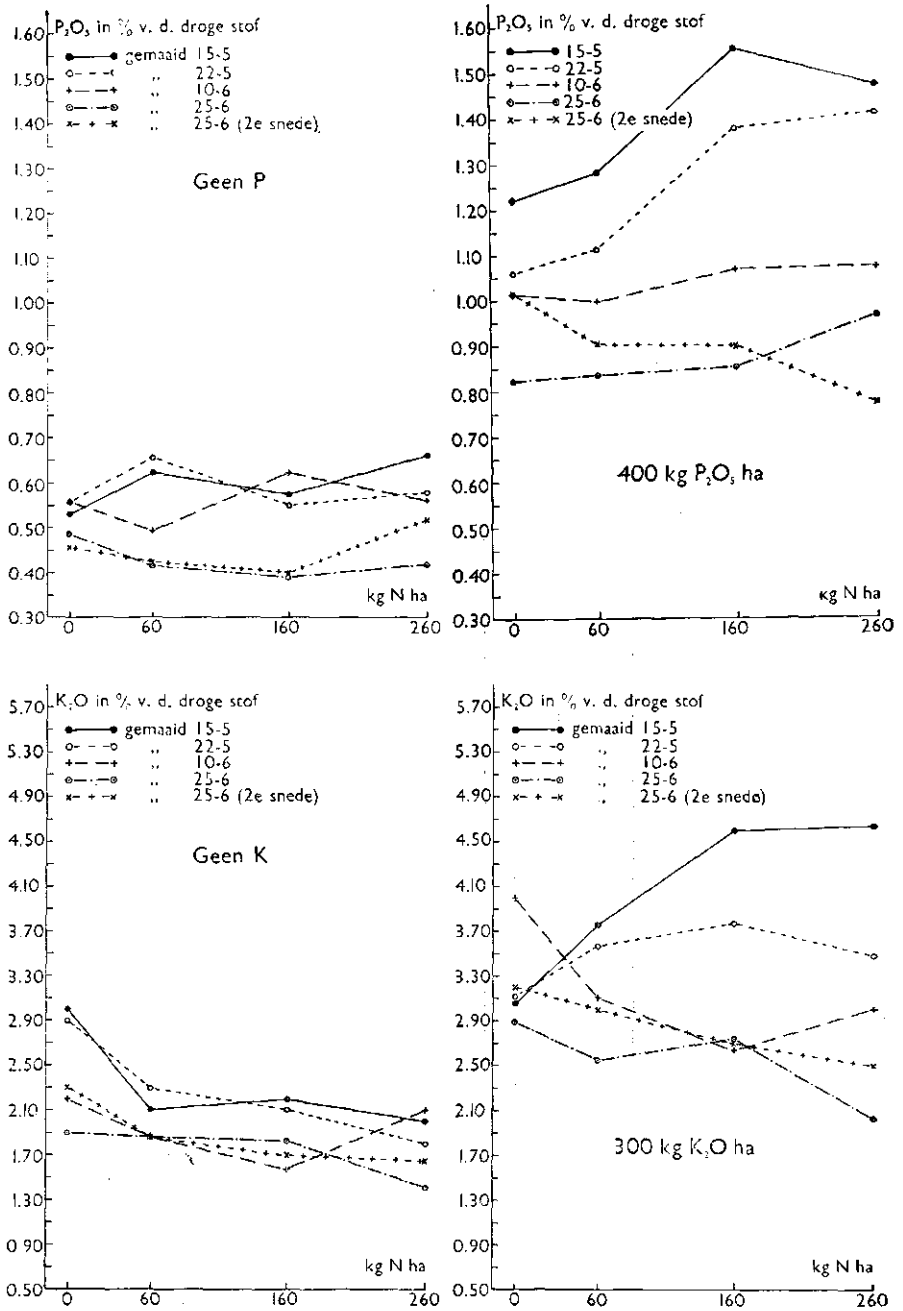


FIG. 24. *Effect of time of cutting and of a N-, P- and K-fertilization on the phosphate and potassium content of the herbage (Pr 585, 1942).*

Verband tussen het groeistadium van het gras en het gehalte aan stikstof, phosphaat en kalium.

Vergelijkt men het gehalte van het gras aan de drie voedingsstoffen bij de verschillende maaitijden, dan blijkt, dat met toenemende ouderdom van het gras het gehalte aan stikstof meer daalt dan dat aan phosphaat en kalium. Dit komt vooral tot uiting in tabel 28, waar het gehalte aan stikstof, phosphaat en kalium van de vierde maaitijd is uitgedrukt in % van dat van de eerste maaitijd. In dezelfde monsters zijn de aldus verkregen cijfers voor stikstof vrijwel steeds aanzienlijk lager dan die voor phosphaat en kalium, hetgeen wijst op een relatief sterkere opneming van stikstof dan van phosphaat en kali in het begin van de groeiperiode van het gras.

b. De totale hoeveelheid in het gras aanwezige stikstof, phosphaat en kalium.

Het feit, dat bij een verhoogde stikstofbemesting de grasopbrengst zeer belangrijk toeneemt, terwijl de gehaltecijfers ook vaak nog stijgen, heeft tot

Tabel 29 [1]. Kg N, P_2O_5 en K_2O op verschillende tijdstippen aanwezig in de grasopbrengst van 1 ha (Pr 583, 1942).

Maai-datum	kg N per ha als kas	Geen kalium, 100 kg P_2O_5 per ha		300 kg K_2O per ha als kalizout-40								
				Geen phosph.		20 kg P_2O_5 per ha		100 kg P_2O_5 per ha			400 kg P_2O_5 per ha	
		kg N	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5
16 Mei	0	7.0	3.1	11.–	2.0	20.1	4.4	20.9	6.2	26.6	13.7	4.4
	60	34.4	11.3	28.3	4.4	34.0	7.0	42.3	10.3	49.0	47.5	15.2
	160	38.9	10.4	25.5	3.8	52.2	8.7	62.3	13.3	63.3	71.0	20.8
	260	39.2	10.7	26.6	3.3	51.3	8.7	59.4	12.0	56.1	90.2	24.3
23 Mei	0	23.2	8.3	27.3	5.4	34.1	8.9	33.4	10.5	51.2	35.1	11.9
	60	52.4	14.8	43.7	8.1	57.4	10.1	68.5	18.1	98.1	74.2	23.9
	160	76.3	25.8	59.6	9.2	77.8	13.3	94.5	21.0	118.2	115.7	36.7
	260	74.0	16.6	57.6	7.5	75.9	13.3	117.7	25.2	134.5	125.6	35.0
4 Juni	0	42.7	18.1	49.0	12.9	45.7	12.8	47.7	17.0	96.3	57.9	21.8
	60	72.0	39.8	73.9	17.8	78.1	20.5	87.9	22.8	132.0	100.1	35.3
	160	100.6	36.4	90.5	16.7	121.5	24.3	145.5	37.5	208.0	153.4	53.5
	260	106.–	24.5	92.8	14.9	127.4	23.0	167.5	41.8	218.4	187.5	64.0
16 Juni	0	47.–	25.2	60.–	17.3	60.3	15.9	83.7	27.0	144.5	67.3	26.6
	60	77.–	21.3	83.3	18.5	99.7	23.8	102.4	34.0	188.5	115.5	41.9
	160	112.–	28.2	100.9	16.5	122.9	25.0	137.3	34.9	193.8	159.4	53.1
	260	162.3	39.3	113.7	20.8	156.2	26.7	170.5	39.7	195.5	189.2	64.4
29 Juni [2]	0	54.6	21.3	56.3	12.9	54.6	14.8	57.4	18.9	94.2	57.2	19.7
	60	66.4	23.3	60.2	14.0	66.9	16.6	70.8	20.9	99.2	58.5	21.6
	160	110.8	37.5	75.7	16.1	113.4	21.2	104.3	24.4	124.3	111.2	36.5
	260	101.4	30.0	116.9	19.7	118.3	22.9	138.7	29.4	158.8	149.3	45.5

Table 29. *Kg of N, P_2O_5 and K_2O in the grass yield of 1 hectare at different growing stages (Pr 583, 1942).*

[1] Tab. 29a op pag. 95.

[2] 2e snede van de veldjes, die op 16 Mei voor de eerste maal zijn gemaaid.

Tabel 30. Opneming van de stikstof door gras (kg per kg per ha toegediende N). Pr 583 (1942).

Bemesting			Gras gemaaid op:										1e + 2e snede v. d. 1e maait.	
kg K_2O per ha	kg P_2O_5 per ha	kg N per ha	16/5		23/5		4/6		16/6		29/6[3]			
			I [1]	II [2]	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	100	60	0.46	0.46	0.55	0.55	0.49	0.49	0.50	0.50	0.20	0.20	0.66	0.66
,,	,,	160	0.20	0.05	0.33	0.20	0.36	0.29	0.41	0.35	0.35	0.44	0.55	0.49
,,	,,	260	0.12	0	0.20	—0.02	0.24	0.03	0.44	0.50	0.18	—0.09	0.30	—0.09
300	0	60	0.29	0.29	0.27	0.27	0.42	0.42	0.39	0.39	0.07	0.07	0.36	0.36
,,	,,	160	0.09	—0.03	0.20	0.16	0.26	0.17	0.26	0.18	0.12	0.16	0.21	0.13
,,	,,	260	0.06	0.01	0.12	—0.02	0.17	0.02	0.21	0.13	0.23	0.41	0.29	0.42
300	20	60	0.23	0.23	0.39	0.39	0.54	0.54	0.66	0.66	0.21	0.21	0.44	0.44
,,	,,	160	0.20	0.18	0.27	0.20	0.47	0.43	0.39	0.23	0.37	0.47	0.57	0.65
,,	,,	260	0.12	—0.01	0.16	—0.02	0.31	0.06	0.37	0.33	0.25	0.05	0.37	0.04
300	100	60	0.36	0.36	0.59	0.59	0.67	0.67	0.31	0.31	0.22	0.22	0.58	0.58
,,	,,	160	0.26	0.20	0.38	0.26	0.61	0.58	0.34	0.35	0.29	0.34	0.55	0.54
,,	,,	260	0.15	—0.03	0.32	0.23	0.46	0.22	0.33	0.33	0.31	0.34	0.46	0.31
300	400	60	0.56	0.56	0.65	0.65	0.70	0.70	0.80	0.80	0.02	0.02	0.58	0.58
,,	,,	160	0.36	0.24	0.50	0.42	0.60	0.53	0.58	0.44	0.34	0.53	0.70	0.77
,,	,,	260	0.29	0.19	0.35	0.10	0.50	0.34	0.47	0.30	0.35	0.38	0.64	0.57
			Pr 585 (1942)											
			15/5		22/5		10/6		25/6		25/6 [3]		1e+2e sn. 1e mt.	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	100	60	0.40	0.40	0.34	0.34	0.30	0.30	0.42	0.42	0.27	0.27	0.67	0.67
,,	,,	160	0.22	0.11	0.43	0.48	0.53	0.66	0.37	0.35	0.24	0.22	0.46	0.33
,,	,,	260	0.13	—0.01	0.24	—0.06	0.26	—0.16	0.42	0.49	0.29	0.38	0.42	0.37
300	0	60	0.13	0.13	0.27	0.27	0.38	0.38	0.52	0.52	0.44	0.44	0.57	0.57
,,	,,	160	0.08	0.05	0.07	—0.04	0.40	0.41	0.32	0.21	0.34	0.28	0.42	0.33
,,	,,	260	0.07	0.05	0.07	0.06	0.31	0.18	0.33	0.34	0.33	0.31	0.40	0.36
300	20	60	0.15	0.15	0.41	0.41	0.43	0.43	0.47	0.47	—0.05	—0.05	0.10	0.10
,,	,,	160	0.23	0.27	0.34	0.31	0.45	0.46	0.45	0.44	0.29	0.50	0.52	0.77
,,	,,	260	0.12	—0.06	0.19	—0.07	0.43	0.39	0.50	0.58	0.36	0.46	0.48	0.40
300	100	60	0.35	0.35	0.33	0.33	0.28	0.28	0.47	0.47	—0.14	—0.14	0.21	0.21
,,	,,	160	0.39	0.41	0.56	0.70	0.47	0.58	0.49	0.51	0.21	0.41	0.60	0.82
,,	,,	260	0.40	0.42	0.45	0.27	0.53	0.64	0.53	0.59	0.37	0.62	0.77	1.04
300	400	60	0.52	0.52	0.48	0.48	0.97	0.97	0.68	0.68	—0.07	—0.07	0.45	0.45
,,	,,	160	0.51	0.59	0.59	0.65	0.69	0.53	0.55	0.47	0.13	0.25	0.64	0.74
,,	,,	260	0.26	—0.14	0.52	0.42	0.50	0.18	0.68	0.88	0.33	0.64	0.59	0.50

Table 30. *Nitrogen absorption of grass as kg per kg of nitrogen applied per ha (Pr 583, 1942).*

[1] I geldt voor de gehele hoeveelheid toegediende stikstof. Voor 160 kg N bijv.:
$$\frac{\text{opgenomen N bij 160 kg N} - \text{opgenomen N zonder N bemesting}}{160}$$

[2] II geldt voor de meer toegediende stikstof. Voor 160 kg N dus:
$$\frac{\text{opgenomen N bij 160 kg N} - \text{opgenomen N bij 60 kg N}}{(160-60)}$$

[3] 2e snede van de veldjes, die op 16 resp. 15 Mei voor de 1e maal zijn gemaaid.

gevolg, dat de totale hoeveelheid aan de grond onttrokken phosphaat en kali met een stijgende N-bemesting zeer sterk toeneemt. Bij de bespreking der uitkomsten van het proefjaar 1941 is daar reeds op gewezen. Zoals uit de tabellen 29 en 29a blijkt, zijn de verschillen vooral in het vroeg gemaaide gras vaak buitengewoon groot. Op Pr 585 bijv. was in het gras van de eerste snede bij de hoogste stikstofgift 20 maal meer stikstof en phosphaat en 18 maal meer kalium aanwezig dan zonder een stikstofbemesting.

c. De opneming van de toegediende stikstof door het gras.

Evenals dat bij de andere proefvelden is uitgevoerd, zijn ook bij deze proeven de cijfers voor de stikstofopneming berekend (verg. tabel 30). Zoals te verwachten was, is de opneming van de stikstof het gunstigst, wanneer het gras met phosphaat en kali is bemest. Hoewel de uitkomsten iets gunstiger zijn dan op Pr 640 en 641, zien we ook hier, dat slechts zelden meer dan 60% van de toegediende stikstof in het geoogste gras aanwezig is.

SAMENVATTING

HOOFDSTUK II.

Op proefvelden werd de invloed van stijgende hoeveelheden stikstof op de grasopbrengst en de chemische samenstelling van het gras onderzocht. Bij alle proeven werd het gras een verschillend aantal keren per seizoen gemaaid: A 2 of 3 keer, B 4 keer en C 6 keer per seizoen. De stikstofbemesting, steeds in de vorm van kalkammonsalpeter, werd tot een zeer grote hoogte opgevoerd om het gedrag van het gras ten opzichte van hoge stikstofgiften te leren kennen. Het gras van iedere snede werd bemest met dezelfde hoeveelheden stikstof (zie tabel 2).

De proefvelden waren gelegen op bezand laagveen (Pr 640 en 640a) en op zware kleigrond (Pr 641 en 641a). Phosphaat- en kalibemesting werden in ruime mate toegepast.

De opbrengstresultaten van deze proeven zijn vermeld in de vorm van grafieken (fig. 1—4) en van tabellen. In de grafieken van fig. 1 en 2 is het verloop van de grasproductie tijdens het seizoen bij de verschillende stikstofbemestingen aangegeven. In de tabellen 3, 3a, b en c is de grasproductie per dag per ha op verschillende tijden en bij een verschillende stikstofbemesting berekend. In de figuren 3 en 4 is een aantal van deze productiecijfers in grafiek gebracht.

De hoogste opbrengstcijfers werden vrijwel steeds in het begin van de zomer gevonden (1e en 2e snede). Daarna volgde meestal een periode van aanzienlijk geringere productiviteit, terwijl in Augustus veelal een 2e maximum viel waar te nemen. Vooral op het proefveld Pr 641 op zware kleigrond deed zich deze fluctuatie in grasgroei in zeer sterke mate gelden. Hoewel de inzinking in het midden van de zomer voor een belangrijk deel aan het droge, warme weer moet worden toegeschreven (fig. 5 en 6), werd toch ook op de zeer vochthoudende grond van Pr 640 en in de vrij vochtige zomer van 1942 de zeer sterke grasgroei in Mei en de eerste helft van Juni gevolgd door een periode van aanzienlijk verminderde groei. Aan de oorzaak van dit verschijnsel

werd een beschouwing gewijd, waarbij ook een aantal gegevens uit de literatuur werd besproken.

In de tabellen 4 en 5 zijn de totale opbrengsten aan luchtdroog gras voor het gehele seizoen berekend bij verschillende stikstofbemestingen en maaiwijzen. Hoewel zonder een stikstofbemesting deze cijfers bij 6 maal maaien aanzienlijk lager waren dan bij 2—3 maal maaien, verdwenen de verschillen voor een belangrijk deel door toediening van stikstof.

In fig. 7 en 8 zijn de stikstof-opbrengst-krommen van het gras van de verschillende sneden getekend. Het blijkt, dat de grasopbrengst van de eerste snede door een toediening van stikstof meestal veel meer kon worden verhoogd dan die van de latere sneden. Ten dele was dit een gevolg van een verbetering van de grasgroei op de niet met stikstof bemeste veldjes, ten dele van de minder hoge opbrengst van het met veel stikstof bemeste gras bij de volgende sneden. De reactie op stikstof was vooral sterk in een periode van grote groeiintensiteit van het gras (verg. fig. 7 en 8 met fig. 3 en 4). Gedurende de periode van slechte grasgroei in het midden van de zomer was de reactie op de toegediende stikstof gering. In de hierop volgende maanden van goede grasgroei stegen de stikstof-opbrengst-krommen weer tot aanzienlijk hogere waarden.

In de tabellen 6 en 7 is de verhoging van de grasopbrengst per kg toegediende stikstof berekend. Deze was het hoogst bij een kleine N-gift en daalde geleidelijk met een toenemende stikstofbemesting. Op kleigrond werden iets hogere waarden gevonden dan op bezand laagveen.

Van het gras van de proefvelden Pr 640 en 641 werd de chemische samenstelling bepaald. Voor het onderzoek op verschillende stikstoffracties moet het gras in verse toestand zo spoedig mogelijk na het nemen der monsters worden geanalyseerd. Ook snel drogen met behulp van een luchtstroom voorkomt onder bepaalde omstandigheden omzetting der stikstofverbindingen. Tabel 8 laat zien, welke veranderingen kunnen ontstaan, wanneer het gras langzaam wordt gedroogd.

Een beschrijving van de monsterneming, de voorbehandeling der grasmonsters en van de bepaling van verschillende stikstof-fracties werd gegeven. De betekenis van deze fracties voor plant en dier werd kort besproken.

De resultaten van het chemische onderzoek werden uitvoerig besproken. Gewezen werd op de betekenis van de ouderdom en de stikstofvoorziening van het gras en van de weersomstandigheden op het gehalte aan droge stof van het verse gras (zie tabel 9). In alle monsters van de proefvelden Pr 640 en 641 werd het stikstofgehalte bepaald. Hoewel ook eiwitbepalingen werden verricht, zijn de uitkomsten hiervan niet vermeld, omdat de monsters niet steeds op de juiste wijze waren gedroogd. Door gebruik te maken van omrekeningsfactoren, ontleend aan eiwitbepalingen in het verse gras, werden uit de stikstofcijfers de eiwitgehalten berekend (tabellen 10, 10a, b en c). De stikstofbemesting deed de stikstof- en eiwitgehalten aanzienlijk verhogen, in sommige gevallen zelfs met 100%. Naarmate het gras in een ouder stadium was gemaaid, waren de cijfers voor stikstof en eiwit lager.

In fig. 9 en 10 zijn de krommen voor de eiwitproductie gedurende het gehele seizoen getekend (verg. ook de tabellen 11 en 12). De vaak gemaaide C-veldjes hebben aanzienlijk meer eiwit opgebracht dan de A-veldjes. Opbrengsten van 2500 kg eiwit per ha (overeenkomend met 3600 kg ruw eiwit) werden

herhaaldelijk verkregen. In de tabellen 13, 13a, b en c zijn de cijfers voor eiwitproductie per dag en per ha vermeld.

Nitraat-stikstof kwam in het najaarsgras in grotere hoeveelheden voor dan in het voorjaarsgras. Waarden van 0.3% nitraat-N in de droge stof of hoger kwamen in het voorjaarsgras pas voor bij giften van 420 kg N per ha als kalkammonsalpeter, in het najaarsgras daarentegen reeds bij 120—140 kg N per ha (tabel 14).

De waarden voor ammoniak-stikstof waren zeer laag, die voor amide-N waren aanzienlijk hoger (tabel 15).

In de tabellen 16 en 16a is berekend welk gedeelte van de toegediende stikstof in het geoogste gras aanwezig is. Het blijkt, dat dit zelden meer dan 60% en meestal minder dan 50% bedroeg.

Nagegaan werd op welke manier de stikstofbemesting en de wijze van maaien de botanische samenstelling van het gras hadden beïnvloed (tabellen 17, 17a, b en c). Bij een toenemende stikstofgift steeg het aandeel der grassen en daalde dat aan klavers en andere kruidachtige planten. Bij zeer hoge stikstofgiften trad op Pr 641 *Triticum repens* (kweek) zodanig op de voorgrond, dat het in sommige gevallen als enig gras overbleef (zie fig. 11). Door het gras vaak te maaien werd de ontwikkeling van *Triticum repens* aanzienlijk beperkt. Op de laagveengrond ontwikkelde zich bij hoge N-giften vooral *Poa pratensis*.

HOOFDSTUK III.

De groei van het gras van de eerste snede werd nagegaan (fig. 12). Behalve het verloop van de vorming van organische stof werd de opneming van de stikstof onderzocht (fig. 13). Ook werden eiwit-, oplosbare en nitraat-stikstof in een aantal monsters bepaald (zie tabel 18).

HOOFDSTUK IV.

De invloed van de phosphaat- en kalivoorziening van het grasland op de werking van de stikstof werd onderzocht op proefvelden, arm aan phosphaat en kali, bemest met verschillende hoeveelheden N, P en K (Pr 583 en 584, gelegen op laagveen, Pr 585 op zandgrond). De opbrengstresultaten zijn graphisch voorgesteld in fig. 14 en 15. Bij een onvoldoende P- en K-bemesting was de werking van stikstof veel slechter dan bij een normale voorziening met deze voedingsstoffen (zie ook de tabellen 19, 19a, b, c, d en e, waar de grasproductie per kg toegediende stikstof is berekend).

Het verloop van de opbrengstlijnen van het gras van de 2e snede week vrij aanzienlijk af van dat van de opbrengsten van de 1e snede. Dit was in het bijzonder het geval op de laagveenproefvelden Pr 583 en 584, waar in de zomer stikstof uit de grond beschikbaar kwam voor de grasgroei.

Bij vergelijking van de phosphaat- en kaliwerking op grasland in verschillende tijden van het seizoen bleek, dat de reactie op phosphaat in het voorjaar sterker was dan in de zomer, terwijl die op kali een tegengestelde tendenz vertoonde. Aan de verklaring van dit verschijnsel werd een bespreking gewijd.

De chemische samenstelling van het gras van de N-, P- en K-proefvelden werd onderzocht. Behalve stikstof werden in het gras dezer proefvelden in vele gevallen phosphaat en kali bepaald. De uitvoering der P- en K-bepalingen werd uitvoerig besproken.

De resultaten van het chemische onderzoek zijn vermeld in de tabellen 20, 20a, 21 en 21a. Bij kaligebrek was het stikstofgehalte van het gras aanzienlijk hoger dan bij een normale K-voorziening, bij phosphaatgebrek daarentegen was het gras nauwelijks rijker aan stikstof. Een kalibemesting deed het kaligehalte van het gras meer verhogen dan een phosphaatbemesting het phosphaatgehalte. Met een toenemende stikstofvoorziening steeg het phosphaatgehalte van het gras, het kaligehalte bleef nagenoeg constant of daalde iets. Aangezien bij een stikstofbemesting de opbrengst aan gras sterk toeneemt, volgt hieruit dat dan aanzienlijk meer phosphaat en kali aan de grond wordt onttrokken dan zonder een stikstofbemesting (tabellen 22, 22a, b en c). Bij verhoging van de stikstofbemesting moet dus alle aandacht aan de voorziening van het grasland met phosphaat, kali en vermoedelijk ook andere voedingsstoffen worden besteed.

HOOFDSTUK V.

De invloed van de tijd van maaien op de stikstofwerking bij een verschillende phosphaat- en kalivoorziening van het gewas werd in 1942 nagegaan op de proefvelden Pr 583 en 585. Evenals bij de in hoofdstuk IV beschreven proeven werden stijgende hoeveelheden stikstof toegediend bij verschillende P- en K-niveau's van de grond. Ieder object was in achtvoud aanwezig, waarvan telkens 2 veldjes in verschillende stadia van ontwikkeling werden gemaaid. De opbrengstresultaten zijn graphisch voorgesteld in de fig. 16—20. In tabel 23 is bovendien de grasproductie per dag per ha berekend. Er dient op te worden gewezen, dat deze cijfers gelden voor een bepaald gedeelte van de groeiperiode van het gras van de 1e snede. Uit deze proeven blijkt, dat gras met phosphaatgebrek vooral in het begin van de groeiperiode zeer slecht groeit. Met voortschrijdend seizoen nemen de productiecijfers sterk toe. Bij kaligebrek is de grasproductie in alle groeistadia meer gelijkmatig verlaagd. Het effect van de toegediende stikstof is meer in overeenstemming met dat van phosphaat dan van kali. Dit blijkt ook uit tabel 24, waar voor iedere periode de toeneming in grasopbrengst, verkregen door een stikstof-, phosphaat- en kalibemesting, is uitgedrukt in % van de grasopbrengst van de veldjes zonder resp. een N-, P- en K- toediening.

In tabel 25 is van het gras van de 1e en 2e snede van de vroeggemaaide veldjes de grasopbrengst zonder phosphaat resp. kalium uitgedrukt in % van de opbrengst der normaal bemeste veldjes. De uitkomsten wijzen in dezelfde richting als de bovenvermelde, dat de grasgroei op de veldjes zonder phosphaat en ook op die zonder stikstof in het vroege voorjaar meer is geremd dan in de zomer, terwijl die bij kaligebrek meer gelijkmatig is verlaagd.

In tabel 26 is de invloed van de tijd van maaien van het gras en van de phosphaat- en kalibemesting op de opbrengstverhoging per kg toegediende stikstof berekend.

De resultaten van het chemische onderzoek van het gras dezer proefvelden zijn graphisch voorgesteld in de fig. 21—24 (verg. ook de tabellen 27 en 27a). Kaligebrek van het gras gaf een verhoogd stikstofgehalte. Bij phosphaatgebrek daarentegen was het stikstofgehalte duidelijk lager. Dit geldt in het bijzonder voor het jonge gras.

Bij een toenemende stikstofvoorziening steeg het phosphaatgehalte van

het jonge gras op de met phosphaat en kali bemeste veldjes zeer aanzienlijk (fig. 23 en 24). Ook met het kaligehalte was dit het geval. Naarmate het gras ouder werd, verminderde deze stijging, terwijl bij kali dan zelfs een daling van het gehalte bij een stijgende stikstofgift was waar te nemen.

Met toenemende ouderdom van het gras daalde het gehalte aan stikstof meer dan dat aan phosphaat en kali (tabel 28).

In de tabellen 29 en 29a zijn de totale hoeveelheden phosphaat en kali vermeld, die bij bemesting met verschillende hoeveelheden stikstof aan de grond werden onttrokken. Bij toenemende stikstofvoorziening stegen deze onttrekkingscijfers zeer aanzienlijk.

In tabel 30 zijn de cijfers voor de stikstofopneming vermeld. In overeenstemming met de op andere proefvelden verkregen resultaten blijkt, dat slechts zelden meer dan 60% van de toegediende stikstof in het geoogste gras aanwezig is.

SUMMARY:

INVESTIGATIONS ON THE NITROGEN NUTRITION OF AGRICULTURAL CROPS.

I. EXPERIMENTS WITH AMMONIUM NITRATE LIMESTONE ON GRASSLAND.

CHAPTER II.

The effect of increasing amounts of nitrogen on the yield and the chemical composition of the herbage has been investigated on experimental fields on permanent pastures. In these experiments the grass was mown two or three times (A-plots), four times (B-plots), and six times per season (C-plots) respectively. Table 2 gives the amounts of nitrogen added to the grass of each cut. This nitrogen was always given in the form of ammonium nitrate limestone (nitro-chalk, calnitro).

The experimental fields were laid out on a peaty soil (low moor peat, covered with sand, fields Pr 640 and 640a) and on a heavy clay soil (fields Pr 641 and 641a). Phosphatic and potassic fertilizers were applied abundantly.

The yields of these experiments are represented graphically in fig. 1—4. The curves of fig. 1 and 2 give the yields of the grass during the whole season, those of fig. 3 and 4 show the production of air-dried grass per day and per ha. The latter data are also given in tables 3, 3a, b and c.

The highest production was generally found in spring and early summer (first and second cut). This peak invariably was followed by a depression in midsummer and often by a second maximum in August. The fluctuation in growth was shown very typically on field Pr 641. Although the depression in July was related to the hot and dry weather which often prevails in this part of the summer, it was also found on the peaty soil with a very good water supply and in the rather wet summer of 1942 (the meteorological data of the years 1941 and 1942 are given in fig. 5 and 6). The cause of this fluctuation was discussed.

In tables 4 and 5 the total yields of air-dried grass are given. Without an application of nitrogen an increase of the number of cuttings decreased the yield of grass. With an addition of nitrogenous fertilizers this decrease disappeared for a great part.

In fig. 7 and 8 the yields of air-dried grass are plotted against the amount of nitrogen added to the grass of each cut. Generally the yield curves of the

first cut rose to considerably higher values by application of nitrogen fertilizers than those of subsequent cuts. This was partly due to an improved growth of the grass on the plots without nitrogen fertilization, partly to lower yields on the plots well supplied with nitrogen. The response to nitrogen was highest in periods of intensive growth of the herbage (compare fig. 7 and 8 with fig. 3 and 4). In the period of poor growth in midsummer the effect of the nitrogen fertilizers was low. In the subsequent period the yield curves rose to much higher values.

In tables 6 and 7 the increase in yield per kg of added nitrogen is given. The highest values were obtained with low amounts of nitrogen. On the clay soil the figures were somewhat higher than on the peaty soil.

The grass of these experimental fields was analysed for a number of nitrogenous compounds. These determinations have to be carried out in the green material or in material dried quickly in an air-stream at 100 °C. Table 8 shows the effect of the slow drying of the grass on the content of some nitrogen compounds.

A description of sampling, pretreatment of the grass samples and determination of some nitrogenous compounds is given. The importance of these compounds in plants and animals is discussed.

Table 9 deals with the influence of age and nitrogen fertilization of the grass and of weather conditions on the content of dry material of the green herbage. Total nitrogen and protein content are given in tables 10, 10a, b and c. Since part of the samples of these experiments was dried slowly, it was to be expected that the figures of protein nitrogen would be too low. Therefore, protein contents were calculated from the nitrogen figures of the dried grass, using the contents of freshly analysed samples as comparison.

Fig. 9 and 10 show the curves for seasonal protein production (compare also tables 11 and 12). C-plots, cut six times per season, yielded considerably higher amounts of protein than A-plots. Yields of 2500 kg of protein per ha (3600 kg crude protein) were obtained several times. In tables 13, 13a, b and c the protein production per day and per ha is given.

Nitrate nitrogen was found in the autumn grass in considerably higher amounts than in the spring grass (table 14). Values of 0.3% of nitrate nitrogen in the dry matter of the spring grass only occurred at the rate of 420 kg of nitrogen per ha; in the autumn grass, however, already at the rate of 120—140 kg of N per ha.

The values of ammonia nitrogen were very low, those of amide-N were considerably higher (table 15).

In tables 16 and 16a the recovery of the applied nitrogen is given. It will be seen that these values are seldom more than 60% and mostly lower than 50%.

The effects of the nitrogen fertilizers and the number of cuts on the botanical composition of the herbage are shown in tables 17, 17a, b and c.

Application of nitrogen stimulated the development of the grass and depressed that of the clovers and other herbs. Application of very high amounts of nitrogen for two successive years resulted in a nearly pure culture of *Triticum repens* on the clay soil (fig. 11]. By increasing the number of cuts the development of *Triticum repens* was decreased. On the peaty soil *Poa pratensis* was much stimulated by the application of high amounts of nitrogen for two successive years.

CHAPTER III.

The growth curve of the grass of the first cut on fields Pr 640 and 641 was determined (fig. 12). Fig. 13 shows the absorption of nitrogen in this experiment. In a number of samples protein, soluble, and nitrate nitrogen were estimated (table 18).

CHAPTER IV.

The effect of an application of phosphatic, and potassic fertilizers on the response of the herbage to different amounts of nitrogen was investigated on permanent pastures poor in phosphate and potassium. (Fields number Pr 583 and 584 were laid out on peaty soils, Pr 585 on a sandy soil).

The results of these experiments are graphically represented in fig. 14 and 15. It will be seen that the effect of the nitrogen is much increased by improving the phosphate and potassium supply. In tables 19, 19a, b, c, d and e the increase in grass production per kg of applied nitrogen is given.

The yield curves of the second cutting of these experiments were quite different from those of the first one, especially on the pastures on peaty soils, on which in the course of the summer soil nitrogen came available for plant growth.

Comparison of the effect of phosphate and potassium fertilization revealed that in spring the response of the pasture grass to phosphate was more important than in summer. The plots with potassium deficiency showed a reverse tendency. The cause of this different behaviour was discussed.

The herbage of the above-mentioned experimental fields was analysed for nitrogen, phosphate and potassium. A description of the analytical procedure is given.

The results of these analyses are laid down in tables 20, 20a, 21 and 21a.

Potassium deficiency gave a considerably higher nitrogen content of the herbage than was obtained with a normal supply of potassium. Phosphate deficiency induced practically no increase in nitrogen content. A potassium fertilization increased the potassium content of the grass much more than an application of phosphate increased the phosphorus content. With an increasing nitrogen supply of the pastures the phosphate content of the grass increased, the potassium content showed a slight falling off.

The total amounts of potassium and phosphate absorbed by the herbage were considerably higher when high amounts of nitrogenous fertilizers were applied (tables 22, 22a, b and c). This means that with an intensive application of nitrogenous fertilizers much attention must be paid to the supply of phosphate, potassium and other nutrients.

CHAPTER V.

In 1942 the influence of the time of cutting the grass on the effect of a nitrogen fertilization at different phosphate and potassium levels of the soil was investigated. Of each treatment eight plots were present which were cut at four different dates. The plots of the early time of cutting were mown twice. As the first cutting took place at a very early date in the season, no fertilizers were given to the second. The yields are represented graphically in fig. 16—20. The grass production per day and per ha is given in table 23. It should be

borne in mind that these data refer to part of the growth curves of the grass of the first cutting. The results of these experiments show that phosphate deficiency affected the growth of pasture grass more intensively in spring than in summer. Nitrogen behaved more or less like phosphate, whereas the response to potassium was more equal in different parts of the season. This is clearly shown in table 24 in which the increase in yield obtained by a fertilization with nitrogen, phosphate and potassium respectively is given in percentages of the yield of the plots without these applications.

In table 25 the yields of both the first and the second cutting of the early-mown plots are expressed in percentages of the yield of the plots with a normal fertilization. The results are in agreement with those of table 24.

Table 26 shows the effect of the time of cutting of the grass and of the fertilization with phosphate and potassium on the effect of the applied nitrogen.

The herbage of these experiments was analysed for nitrogen, phosphate and potassium. The results of these determinations are given in fig. 21—24 and in tables 27 and 27a. In agreement with the experiments of chapter IV a high nitrogen content of the herbage was found when the potassium supply was poor. Deficiency of phosphate on the contrary resulted in a lower nitrogen content of the herbage than was the case with a normal phosphate supply. This was especially true of the young grass.

High amounts of nitrogen increased the potassium content and especially the phosphate content of the young herbage on the plots well supplied with P- and K-fertilizers. As the grass grew older this increase was less important and in the case of potassium even a fall was observed with increasing amounts of nitrogen (fig. 23 and 24).

When the grass was cut at a later stage a drop in nitrogen content occurred which was more important than that in phosphate and potassium (table 28).

In tables 29 and 29a the total amounts of phosphate and potassium are given, which were absorbed by the herbage dressed with different amounts of nitrogen.

In table 30 the recovery of the added nitrogen is given. As in the other experiments, values higher than 60 % were found only sporadically.

LITERATUUR

1. ALTEN, F., WANDROWSKY, B. UND HILLE, E., Die Bestimmung des Nitratstickstoffes in Pflanzensubstanzen als Nitroxylenol. *Bodenk. Pflanzenernähr.* **1**, 340—348 (1936).
2. VAN DAALEN, C. K., Bijdrage tot de kennis van de chemische en botanische samenstelling van het hooi en van den invloed, welke enkele meststoffen daarop uitoefenen. Dissertatie, Wageningen, 1928.
3. DEICHMANN, E., Wirtschaftsversuch zur Frage der Stickstoffdüngung auf Dauerweiden. *Landw. Jahrb.* **74**, 123—179 (1931).
4. FRANKENA, H. J., Over stikstofbemesting op grasland. I. Verslag van een stikstofmaaitijdsproefveld. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **40** A, 23—49 (1934).
5. FRANKENA, H. J., Over stikstofbemesting op grasland. V. Verslag van vier behandelingsproefvelden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **45** (11)A, 299—334 (1939).
6. FRANKENA, H. J. EN BOTH, M. P., Over stikstofbemesting op grasland. IV Verslag van 12 maaitijd-stikstofhoeveelheidproeven. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **45** (10) A, 255—297 (1939).

Tabel 3b. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op de productie van lucht-droge stof (kg per ha per dag). Pr 641, 1941.

Maaiwijze A			Maaiwijze B				
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-16/6	2e snede 16/6-3/9	kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-4/6	2e snede 4/6-29/7	3e snede 29/7-3/9	4e snede 3/9-28/10
0	57	49	0	47	28	61	19
60	97	66	30	71	42	85	30
120	125	73	60	92	48	107	37
180	158	84	90	107	47	120	42
240	160	78	120	121	54	133	39
300	161	70	150	135	63	125	36
360	165	71	180	136	53	134	37
420	167	65	210	153	47	122	33
			240	155	38	120	32
			300	165	50	136	24
			360	163	40	114	33
			420	166	43	118	26

Maaiwijze C					
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 1/5-27/5	2e snede 27/5-16/6	3e snede 16/6-29/7	4e snede 29/7-19/8	5e snede 19/8-24/9
0	38	46	20	50	30
20	53	69	28	77	47
40	70	94	33	100	66
60	83	99	35	127	71
80	88	123	41	123	83
100	106	121	42	125	79
120	112	131	38	137	80
140	129	126	44	126	79
180	130	128	45	157	79
240	152	103	40	111	82
300	152	131	33	108	77
360	159	113	31	89	82
420	160	96	28	75	77

Table 3b. *Effect of nitrogenous fertilizers and cutting method on the production of air-dry matter (kg per hectare per day). Pr 641, 1941.*

Tabel 3c. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op de productie van lucht-droge stof (kg per ha per dag). Pr 641a, 1942.

Maaiwijze A				Maaiwijze B				
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 20/4-8/6	2e snede 8/6-6/8	3e snede 6/8-20/10	kg N/ha aan iedere snede	1e snede 20/4-30/5	2e snede 30/5-9/7	3e snede 9/7-14/8	4e snede 14/8-20/10
0	37	46	48	0	39	42	45	50
60	82	77	63	30	53	64	73	59
120	106	87	71	60	62	82	95	58
180	122	104	60	90	88	101	113	62
240	141	107	62	150	105	102	128	75
300	144	103	67	210	124	97	124	65
360	150	88	65	300	126	96	122	62
420	145	94	59	420	120	94	119	56

Maaiwijze C						
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 20/4-19/5	2e snede 19/5-6/6	3e snede 6/6-10/7	4e snede 10/7-6/8	5e snede 6/8-9/9	6e snede 9/9-20/10
0	21	26	19	36	53	39
20	46	55	42	63	63	46
40	47	—	50	99	70	50
60	62	94	61	121	84	56
100	76	119	67	147	96	47
140	89	137	75	156	86	38
210	112	134	72	147	81	43
300	74	169	49	138	75	42
420	104	148	46	122	68	40

Table 3c. *Effect of nitrogenous fertilizers and cutting method on the production of air-dry matter (kg per hectare per day). Pr 641a, 1942.*

Tabel 7. Opbrengstverhoging in kg luchtdroog gras per kg per ha toegediende stikstof (1e snede van de maaiwijzen A, B en C). Pr 641a, 1942.

Tabel 10b. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op het stikstof- en eiwitgehalte van gras (in % van de droge stof). Pr 640a, 1942.

Maaiwijze A							Maaiwijze B								
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 8/6		2e snede 5/8		3e snede 22/10		kg N/ha aan iedere snede	1e snede 29/5		2e snede 9/7		3e snede 14/8		4e snede 22/10	
	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.		N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.
0	1.92	9.6	2.16	10.8	2.93	14.7	0	2.16	10.8	2.42	12.1	2.59	13.–	2.79	14.–
60	2.18	10.9	2.22	11.1	3.02	15.1	30	2.76	13.8	2.26	11.3	2.58	12.9	2.77	14.–
120	2.36	11.1	2.75	12.9	3.26	15.3	60	2.76	13.8	2.46	12.3	2.83	14.2	2.87	14.4
180	2.58	12.1	3.09	14.5	3.57	16.7	90	2.83	14.2	2.72	13.6	3.11	15.6	2.98	14.9
240	2.80	12.3	3.16	13.8	3.54	15.5	150	2.99	14.–	3.19	15.–	3.48	16.4	3.29	15.4
300	3.25	14.2	3.31	14.5	3.24	14.2	210	3.56	15.6	2.96	13.–	3.31	14.5	3.40	14.9
360	3.05	13.4	3.33	14.6	3.48	15.2	300	3.66	16.–	3.92	17.2	3.69	16.2	3.76	16.5
420	3.31	14.5	3.42	15.–	3.59	15.7	420	4.12	18.–	3.92	17.2	4.02	17.6	3.56	15.6

Maaiwijze C

kg N/ha aan iedere snede	1e snede 19/5		2e snede 6/6		3e snede 10/7		4e snede 5/8		5e snede 9/9		6e snede 22/10	
	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.
0	2.52	12.6	2.78	13.9	2.49	12.5	2.80	14.–	2.98	14.9	3.45	17.3
20	2.60	13.–	3.19	16.–	2.68	13.4	3.12	15.6	2.82	14.1	3.45	17.3
40	2.74	13.7	3.49	17.5	2.62	13.1	3.33	16.7	2.75	13.8	3.40	17.–
60	3.07	15.4	3.59	18.–	2.80	14.–	3.68	18.4	2.96	14.9	3.71	18.6
100	3.10	15.5	4.15	20.8	3.46	17.3	4.01	20.1	3.12	15.6	4.31	21.6
140	3.70	17.4	4.51	21.2	3.79	17.8	4.04	18.9	3.59	16.8	4.23	19.8
210	4.12	18.1	4.77	20.9	4.—	17.5	4.28	18.7	3.53	15.5	4.01	17.6
300	4.43	19.4	5.05	22.1	4.61	20.2	4.21	18.5	3.86	16.9	3.89	17.–
420	4.56	20.–	5.45	23.9	4.64	20.3	4.41	19.3	4.18	18.3	3.95	17.3

Table 10b. *Effect of nitrogenous fertilizers and cutting method on the nitrogen and protein contents of grass (as percentage of dry matter). Pr 640a, 1942.*

Tabel 10c. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op het stikstof- en eiwitgehalte van gras (in % van de droge stof). Pr. 641a, 1942.

Maaiwijze A							Maaiwijze B								
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 8/6		2e snede 6/8		3e snede 20/10		kg N/ha aan iedere snede	1e snede 30/5		2e snede 9/7		3e snede 14/8		4e snede 20/10	
	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.		N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.
0	2.12	10.6	2.30	11.5	2.65	13.3	0	2.26	11.3	1.90	9.5	2.75	13.8	2.84	14.2
60	1.93	9.7	2.09	10.5	2.33	11.7	30	2.56	12.8	2.05	10.3	2.52	12.6	2.73	13.7
120	2.20	10.3	2.43	11.4	2.73	12.8	60	2.65	13.3	2.25	11.3	2.62	13.1	2.63	13.2
180	2.45	11.5	2.75	12.9	3.51	16.5	90	2.78	13.9	2.48	12.4	2.60	13.–	2.79	14.–
240	3.02	13.2	3.21	14.1	3.48	15.2	150	2.95	13.8	2.92	13.7	3.06	14.4	3.35	15.7
300	3.16	13.8	3.56	15.6	3.45	15.1	210	3.35	14.7	3.38	14.8	3.36	14.7	3.62	15.9
360	3.33	14.6	3.62	15.9	3.29	14.4	300	3.71	16.2	3.45	15.1	3.61	15.8	3.81	16.7
420	3.21	14.1	3.48	15.2	3.23	14.1	420	4.19	18.4	3.29	14.4	3.63	15.9	3.98	17.4

Maaiwijze C

kg N/ha aan iedere snede	1e snede 19/5		2e snede 6/6		3e snede 10/7		4e snede 6/8		5e snede 9/9		6e snede 20/10	
	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.	N	eiw.
0	2.53	12.7	2.72	13.6	2.45	12.3	3.01	15.1	3.01	15.1	3.20	16.–
20	2.53	12.7	3.13	15.7	2.32	11.6	2.78	13.9	2.88	14.4	3.37	16.9
40	2.63	13.2	3.36	16.8	2.60	13.–	2.75	13.8	2.82	14.1	3.37	17.–
60	2.85	14.3	3.85	19.3	3.02	15.1	2.99	15.–	2.79	14.–	4.—	20.–
100	3.09	15.5	3.95	19.8	3.55	17.8	3.32	16.6	3.19	16.–	4.32	21.6
140	3.41	16.–	4.48	21.1	3.62	17.–	3.79	17.8	3.62	17.–	4.61	21.6
210	3.94	17.3	4.79	21.–	3.75	16.5	4.04	17.7	4.02	17.6	—	—
300	4.46	19.5	5.12	22.4	4.14	18.1	4.38	19.2	4.36	19.1	5.08	22.2
420	4.67	20.5	5.60	24.6	4.09	17.9	4.78	21.–	4.35	19.1	4.89	21.4

Table 10c. *Effect of nitrogenous fertilizers and cutting method on the nitrogen and protein contents of grass (as percentage of dry matter). Pr 641a, 1942.*

Tabel 13c. Invloed van de stikstofbemesting en de maaiwijze op de productie van eiwit [1] (kg per ha per dag. Pr 641a, 1942.

Maaiwijze A				Maaiwijze B				
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 20/4-8/6	2e snede 8/6-6/8	3e snede 6/8-20/10	kg N/ha aan iedere snede	1e snede 20/4-30/5	2e snede 30/5-9/7	3e snede 9/7-14/8	4e snede 14/8-20/10
0	3.3	4.5	5.4	0	3.8	3.4	5.3	6.—
60	6.7	6.8	6.2	30	5.9	5.7	7.8	6.8
120	9.3	8.5	7.8	60	7.—	7.9	10.6	6.4
180	11.9	11.4	8.4	90	10.4	10.6	12.5	7.3
240	15.8	12.8	8.1	150	12.2	11.8	15.5	10.1
300	17.1	13.7	8.7	210	15.5	12.2	15.6	8.8
360	18.7	11.9	7.9	300	17.4	12.3	16.5	8.8
420	17.4	12.3	7.2	420	18.7	11.6	16.2	8.4

Maaiwijze C						
kg N/ha aan iedere snede	1e snede 20/4-19/5	2e snede 19/5-6/6	3e snede 6/6-10/7	4e snede 10/7-6/8	5e snede 6/8-9/9	6e snede 9/9-20/10
0	2.4	3.1	2.1	4.7	6.8	5.4
20	5.—	7.2	4.1	7.4	7.7	6.6
40	5.4	—	5.5	11.5	8.4	7.2
60	7.5	15.3	8.—	15.4	9.9	9.5
100	10.—	20.—	10.2	20.7	12.9	8.7
140	12.1	24.5	10.9	23.6	12.4	7.—
210	16.4	23.9	10.1	22.1	12.1	—
300	12.5	32.3	7.5	22.5	12.1	7.9
420	18.2	30.8	7.—	21.8	11.1	7.3

Table 13c. *Effect of nitrogen manuring and cutting method on the production of protein as kg per hectare per day. Pr 641a, 1942.*

[1] Zie noot onder tabel 13.

Tabel 16a. Opneming van de stikstof door grasland (kg per kg per ha toegediende N). (1e snede van de maaiwijzen A, B en C).

Pr 640a, 1942

Maaiwijze A (8/6)			Maaiwijze B (29/5)			Maaiwijze C (19/5)		
kg N/ha	I [1]	II [2]	kg N/ha	I	II	kg N/ha	I	II
60	0.62	0.62	30	0.40	0.40	20	0.50	0.50
120	0.56	0.50	60	0.73	1.07	40	0	—0.50
180	0.62	0.73	90	0.56	0.20	60	0.23	0.70
240	0.48	0.05	150	0.54	0.52	100	0.42	0.70
300	0.46	0.38	210	0.43	0.17	140	0.42	0.43
360	0.39	0.03	300	0.40	0.32	210	0.40	0.36
420	0.35	0.15	420	0.30	0.06	300	0.31	0.09
						420	0.26	0.13

Pr 640, 1941

Maaiwijze A (14/6)			Maaiwijze B (4/6)			Maaiwijze C(26/5)		
kg N/ha	I	II	kg N/ha	I	II	kg N/ha	I	II
60	0.37	0.37	30	0.62	0.62	20	0.19	0.19
120	0.36	0.34	60	0.45	0.27	40	0.48	0.77
180	0.32	0.23	90	0.53	0.70	60	0.40	0.24
240	0.37	0.51	120	0.45	0.22	80	0.33	0.12
300	0.29	—0.01	150	0.52	0.79	100	0.38	0.60
360	0.25	0.04	180	0.45	0.11	120	0.34	0.16
420	0.31	0.70	210	0.42	0.19	140	0.32	0.14
			240	0.48	0.93	180	0.40	0.70
			300	0.40	0.05	240	0.37	0.30
			360	0.43	0.61	300	0.34	0.22
			420	0.40	0.24	360	0.37	0.50
						420	0.29	—0.17

Pr 641a, 1942

Maaiwijze A (8/6)			Maaiwijze B (30/5)			Maaiwijze C (/915)		
kg N/ha	I	II	kg N/ha	I	II	kg N/ha	I	II
60	0.57	0.57	30	0.57	0.57	20	0.80	0.80
120	0.55	0.53	60	0.43	0.30	40	0.45	0.10
180	0.52	0.47	90	0.60	0.93	60	0.52	0.65
240	0.61	0.88	150	0.51	0.37	100	0.46	0.38
300	0.54	0.23	210	0.54	0.63	140	0.45	0.43
360	0.50	0.30	300	0.44	0.19	210	0.47	0.50
420	0.39	0.23	420	0.34	0.11	300	0.24	—0.30
						420	0.26	0.33

Table 16a. *Nitrogen absorption of grass as kg per kg of nitrogen applied per ha (1st cut of the mowing types A, B, C).*

[1] [2] Zie noten onder tabel 16.

Tabel 17a. Invloed van de stikstofbemesting op de samenstelling van de graszode (gewichtsprocenten). Pr 641, B-serie, 4e snede.

Plantensoort	Stikstofbemesting (kg N per ha)							
	0	30	60	90	150	210	300	420
Agrostis canina L.		1						
Agrostis stolonifera L.	7(12)[1]	18(7)	8	6(4)	4(2)	2(4)	2(1)	(1)
Cynosurus cristatus L.	1	1						
Festuca pratensis Huds.	8(9)	17(13)	17	13(10)	8(2)	16(4)	10(10)	16(2)
Festuca rubra L.	2(9)	1(8)		(3)	(2)	(1)		
Hordeum secalinum Schreb.	(3)	(1)	1					
Lolium multiflorum Lmk.						4		
Lolium perenne L.	12(9)	12(9)	18	4(43)	44(20)	26(17)	43(20)	10(12)
Phleum pratense L.	16(13)	14(24)	14	8(10)	10(2)	13(8)	2(2)	
Poa pratensis L.	11(10)	11(9)	12	20	6(2)	4(2)		2(1)
Poa trivialis L.	2(1)	2(2)	1					
Triticum repens L.	12(8)	4(16)	14	46(26)	25(66)	16(62)	41(66)	72(84)
Trifolium repens L.	17(12)	3(1)	1					
Leontodon autumnalis L.	3(4)	5(2)	2	1		1		
Ranunculus repens L.	1							
Taraxacum officinale Web.	3(1)	1(4)	1	(2)	2	2	1	
Achillea Millefolium L.	7(7)	6(4)	12	2(2)	1(4)	16(2)	1(1)	

Table 17a. *Effect of nitrogenous fertilizers on the composition of the sward (as % of weights). (Pr 641, B-series, 4th cut).*

Tabel 17b. Invloed van de stikstofbemesting op de samenstelling van de graszode (gewichtsprocenten). (Pr 641, C-serie, 6e resp. 5e snede).

Plantensoort	Stikstofbemesting, kg N per ha								
	0	20	40	60	100	140	210	300	420
Agrostis stolonifera L.	20(11)[1]	10(22)	10	4(7)	1	2		3(3)	(2)
Agrostis tenuis Sibth.		1							
Alopecurus geniculatis L.								(1)	
Alopecurus pratensis L.	1							(1)	
Cynosurus cristatus L.	1(6)	(1)							
Festuca pratnesis Huds.	7(15)	9(9)	6	9(6)	8(4)	5(4)	(3)	8(3)	(2)
Festuca rubra L.	1	1(3)	1		(3)	1	(2)	3(2)	(1)
Hordeum secalinum Schreb.	1	(4)	1	1	(2)			(2)	
Lolium perenne L.	10(18)	23(6)	28	70(11)	54(10)	32(7)	(9)	27(6)	(2)
Phleum pratense L.	12(18)	12(23)	20	16(26)	8(4)	14(10)	(5)	2(6)	(6)
Poa pratensis L.	6(11)	12(9)	15	8(9)	9(8)	6(7)	(4)	21(5)	(3)
Poa trivialis L.	5	6(7)	9	4(2)	1	1		1	
Triticum repens L.	10	9(12)	6	8(29)	9(69)	21(70)	(73)	31(71)	(84)
Trifolium repens L.	13(19)	1(1)							
Cerastium caespitosum Gilib.	1(2)								
Leontodon autumnalis L.	3	(1)	3	2(1)					
Rumex Acetosa L.		(2)		(2)					
Taraxacum officinale Web.	2	1	1		1	1			
Achillea Millefolium L.	7	15(1)		7	8	17(2)	(4)		
Nasturtium amphibium R.Br.								3	

Table 17b. *Effect of nitrogenous fertilizers on the composition of the sward (as % of weights). (Pr 641, C-series, 6th resp. 5th cut).*

[1] De tussen haakjes geplaatste cijfers gelden voor de veldjes, die twee jaar achter elkaar dezelfde N-bemesting hebben gekregen.

Tabel 17c. Invloed van de stikstofbemesting op de samenstelling van de graszode. (gewichtsprocenten).

Pr 640, C-serie, 6e resp. 5e snede.

Plantensoort	Stikstofbemesting (kg N per ha)								
	0	20	40	60	100	140	210	300	420
Agrostis stolonifera L. . .	27(39)[1]	19(16)	21	13(19)	13(18)	4(19)	(26)	14(8)	(25)
Alopecuris geniculatus L..	10(2)	14(2)	7	10(2)	3(5)	1(1)	(8)	3(3)	(2)
Festuca pratensis Huds. .	6(3)	6(5)	5	12(3)	10(2)	15(1)	(1)	12(3)	(3)
Festuca rubra L.	5(7)	4(2)		3(3)	1(6)	2	(2)	5(1)	
Holcus lanatus L.	1(4)	(1)		(1)	(3)	(1)			
Lolium perenne L. . . .	10(8)	10(3)	33	17(1)	10(8)	44(2)	(2)	24(4)	
Phleum pratense L. . . .	1	1	1	2	4				
Poa annua L.							(3)		
Poa pratensis L.	27(19)	35(48)	20	24(51)	18(42)	20(67)	(55)	39(78)	(66)
Poa trivialis L.	2(3)	9(9)	7	8(10)	8(8)	5(7)	(3)	1(3)	(3)
Triticum repens L. . . .	4				26	1			
Trifolium repens L. . . .	1(2)								
Leontodon autumnalis L. .				(1)					
Ranunculus repens L. . .	1	(1)							
Rumex Acetosa L. . . .	(2)	(1)							
Taraxacum officinale Web.	2(7)	2(6)	3	10(9)	4(9)	6(1)	(1)		(1)

Table 17c. *Effect of nitrogenous fertilizers on the composition of the sward (as % of weights). (Pr. 640, C-series, 6th resp. 5th cut).*

Tabel 19. Opbrengstverhoging in kg luchtdroog gras per kg per ha toegediende stikstof.

Pr 583, 1941 (1e snede, gemaaid 3 Juni).

kg N/ha	Geen kalium, 200 kg P_2O_5/ha		240 kg K_2O/ha							
			geen phosphaat		80 kg P_2O_5/ha		200 kg P_2O_5/ha		600 kg P_2O_5/ha	
	I [2]	II [3]	I	II	I	II	I	II	I	II
50	5.4	5.4	17.8	17.8	9.–	9.–	32.2	32.2	11.2	11.2
120	12.8	18.–	10.5	5.3	18.8	25.9	20.5	12.1	15.6	18.7
190	8.4	1.–	9.4	7.6	16.4	12.2	17.2	11.7	14.4	12.4
260	8.9	10.3	9.1	8.1	11.1	— 3.4	12.7	0.4	11.6	3.7
330	5.8	— 6.–	7.7	2.4	8.8	0.6	9.6	— 2.–	10.4	6.3
400	6.8	12.–	4.2	—12.–	7.4	0.6	9.2	7.3	8.4	— 1.–

Table 19. *Increase of yield as kg air-dry grass per kg nitrogen applied per ha. Pr 583, 1941 (1st cut, June 3rd).*

[1] De tussen haakjes geplaatste cijfers gelden voor de veldjes, die twee jaar achtereen een zelfde stikstofbemesting hebben gekregen.

[2] I Geldt voor de gehele hoeveelheid toegediende stikstof. Voor 120 kg N bijv.:

$$\frac{\text{opbrengst bij 120 kg N} - \text{opbrengst zonder N}}{120}$$

[3] II Geldt voor de meer toegediende stikstof. Voor 120 kg N is de berekening dus:

$$\frac{\text{opbrengst bij 120 kg N} - \text{opbrengst bij 50 kg N}}{(120-50)}$$

Tabel 19a. Als tabel 19 doch 2e snede gemaaid 23 Juli.

kg N/ha [1]	Geen kalium 200 kg P_2O_5/ha		240 kg K_2O/ha							
			Geen phosphaat		80 kg P_2O_5/ha		200 kg P_2O_5/ha		600 kg P_2O_5/ha	
	I [2]	II [3]	I	II	I	II	I	II	I	II
50	30.–	30.–	16.4	16.4	32.8	32.8	27.2	27.2	47.6	47.6
120	11.2	— 2.2	10.2	5.8	13.8	0.2	21.–	16.6	19.6	— 0.6
190	2.6	—12.–	9.2	7.8	— 4.4	—35.4	4.8	—22.8	12.2	— 0.2
260	— 1.6	—13.2	1.–	—21.8	— 5.–	— 6.6	— 8.6	—45.2	— 0.4	—34.8
330	— 3.6	—11.4	6.2	25.8	— 6.2	—10.8	— 4.4	10.8	— 5.8	—26.–
400	— 5.4	—12.8	1.2	—22.8	— 6.8	— 9.8	— 9.2	—31.8	— 1.6	18.–

Table 19a. *The same as table 19, 2nd cut, July 23rd.*

Tabel 19d. Opbrengstverhoging in kg luchtdroog gras per kg per ha toegediende stikstof. Pr 585, 1941 (1e snede, gemaaid 5 Juni).

kg N/ha	Geen kalium, 300 kg P_2O_5/ha		300 kg K_2O/ha							
			Geen phosphaat		80 kg P_2O_5/ha		200 kg P_2O_5/ha		600 kg P_2O_5/ha	
	I [2]	II [3]	I	II	I	II	I	II	I	II
50	6.2	6.2	21.8	21.8	13.2	13.2	31.4	31.4	33.4	33.4
120	14.4	20.3	14.1	8.6	13.2	13.2	21.7	14.7	21.2	12.4
190	12.6	9.4	7.6	— 3.6	13.6	14.4	18.3	12.4	17.2	10.4
260	13.9	17.6	7.9	8.6	11.8	6.7	16.6	12.1	12.8	0.6
330	9.1	— 9.–	7.3	5.4	9.6	1.4	12.7	— 1.9	12.2	10.3
400	8.2	4.3	3.6	—14.–	9.5	8.9	10.9	2.3	9.3	— 4.3

Table 19d. *Increase of yield as kg air-dry grass per kg nitrogen applied per ha. Pr 585, 1941 (1st cut, June 5th).*

Tabel 19e. Als tabel 19d, doch 2e snede gemaaid 17 Juli.

kg N/ha [1]	Geen kalium, 200 kg P_2O_5/ha		300 kg K_2O/ha							
			Geen phosphaat		80 kg P_2O_5/ha		200 kg P_2O_5/ha		600 kg P_2O_5/ha	
	I [2]	II [3]	I	II	I	II	I	II	I	II
50	25.6	25.6	47.6	47.6	17.2	17.2	42.8	42.8	33.2	33.2
120	23.8	22.4	32.–	20.8	25.–	30.6	24.–	10.6	30.4	28.4
190	18.4	9.4	15.4	14.2	20.4	12.	22.4	19.4	22.4	8.6
260	12.–	— 5.8	18.4	— 0.6	14.2	— 2.6	10.6	—20.6	17.4	4.–
330	2.–	—34.6	14.–	— 2.8	3.6	—35.8	10.4	8.8	7.8	—28.–
400	1.8	0.2	9.8	—10.2	— 2.2	— 4.2	12.2	—36.2	— 0.2	—37.4

Table 19e. *The same as table 19d, 2nd cut, July 17th.*

[1] Deze hoeveelheden gelden voor de 1e snede. De 2e snede kreeg de halve hoeveelheden.

[2] [3] Zie noten onder tabel 19.

Tabel 22b. Kg N, P_2O_5 en K_2O aanwezig in de grasopbrengst van 1 ha (Pr 584, 1e snede 1941, gemaaid op 19 Juni).

kg N per ha	Geen phosphaat, 300 kg K_2O per ha		180 kg P_2O_5 per ha						
			Geen kali		50 kg K_2O per ha		300 kg K_2O per ha		
	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg K_2O	kg N	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5	kg K_2O
0	60.6	19.8	66.7	44.9	63.1	46.2	58.3	26.–	126.5
50	72.5	23.–	73.–	25.4	99.3	55.9	91.6	37.3	165.–
120	92.2	25.1	105.7	29.6	125.2	61.6	126.5	47.7	181.—
190	120.4	29.2	116.–,	30.7	140.7	92.7	150.–	53.2	214.–
260	139.6	33.3	119.5	27.8	142.–	136.5	182.3	58.4	220.8
330	154.–	31.8	122.–	32.2	182.–	129.3	182.3	58.1	249.–
400	170.–	34.3	99.4	28.8	218.–	81.8	210.5	55.1	210.–

Table 22b. *Kg N, P_2O_5 and K_2O in the grass of 1 hectare (Pr 584, 1st cut 1941, cut June 19).*

Tabel 22c. Als tabel 43 doch 2e snede gemaaid op 28 Augustus.

kg N per ha [1]	Geen phosphaat, 300 kg K_2O per ha aan de 1e snede		180 kg P_2O_5 per ha						
			Geen kali		50 kg K_2O per ha aan de 1e snede		300 kg K_2O per ha aan de 1e snede		
	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg K_2O	kg N	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5	kg K_2O
0	72.1	26.1	67.7	33.6	52.1	50.3	79.2	32.7	83.5
50	82.8	21.8	64.1	13.5	63.5	46.5	92.–	33.6	83.3
120	116.6	37.1	72.8	15.7	82.–	53.–	97.9	31.4	98.3
190	130.9	35.6	53.2	36.1	105.3	32.4	127.–	41.8	55.4
260	109.4	29.6	52.8	19.5	66.3	47.7	97.7	28.5	91.2
330	92.9	19.2	56.7	10.4	68.6	21.1	99.7	29.8	64.3
400	86.3	33.7	52.1	39.8	84.–	28.8	111.4	30.6	49.1

Table 22c. *The same as table 22, 2nd cut, Augustus 28.*

[1] Zie noot onder tabel 22.

Tabel 27a. Invloed van de tijd van maaien en de N-, P- en K-bemesting op de chemische samenstelling van gras. (Pr 585, 1942).

Maai-datum	kg N per ha	Geen kalium, 100 kg P_2O_5 per ha		300 kg K_2O per ha als kalizout-40								
				Geen phosph.		20 kg P_2O_5/ha		100 kg P_2O_5/ha			400 kg P_2O_5/ha	
		% N	% K_2O	% N	% P_2O_5	% N	% P_2O_5	% N	% P_2O_5	% K_2O	% N	% P_2O_5
15 Mei	0	3.19	3.0	2.47	0.53	2.71	0.67	3.10	0.92	3.06	2.84	1.22
,,	60	3.52	2.1	3.38	0.62	3.26	0.68	3.29	0.96	3.76	3.58	1.28
,,	160	4.67	2.2	4.12	0.58	4.10	0.81	4.90	1.20	4.60	4.79	1.55
,,	260	5.29	2.0	4.55	0.66	4.60	0.74	5.37	1.54	4.64	5.25	1.47
22 Mei	0	2.75	2.9	2.59	0.56	2.79	0.76	2.78	0.91	3.12	3.07	1.06
,,	60	3.07	2.3	2.97	0.66	2.89	0.69	3.01	0.91	3.57	2.92	1.11
,,	160	4.00	2.1	3.86	0.55	3.52	0.65	3.98	1.03	3.77	3.89	1.38
,,	260	4.53	1.8	4.25	0.58	4.13	0.66	4.91	1.10	3.48	4.69	1.41
10 Juni	0	2.40	2.2	2.09	0.56	2.57	0.68	2.76	0.88	4.—	1.99	1.01
,,	60	2.25	1.9	2.16	0.49	2.07	0.60	1.79	0.71	3.11	3.25	1.00
,,	160	3.12	1.6	2.61	0.62	2.51	0.59	2.29	0.79	2.64	2.36	1.07
,,	260	3.42	2.1	3.61	0.56	3.59	0.59	3.06	0.79	3.—	2.29	1.07
25 Juni	0	1.86	1.90	1.93	0.49	2.45	0.59	2.01	0.77	2.89	1.53	0.82
,,	60	1.52	1.86	2.09	0.41	1.97	0.50	1.60	0.67	2.55	1.58	0.83
,,	160	1.88	1.83	2.60	0.39	2.15	0.49	1.79	0.71	2.74	1.67	0.85
,,	260	2.72	1.41	2.93	0.42	2.22	0.47	2.33	0.66	2.03	2.43	0.97
25 Juni [1]	0	2.04	2.30	2.10	0.46	2.50	0.62	2.16	0.79	3.2	2.59	1.01
,,	60	1.91	1.86	2.48	0.42	1.87	0.54	1.83	0.60	3.0	1.88	0.90
,,	160	2.33	1.70	2.67	0.40	2.21	0.56	1.87	0.72	2.7	1.92	0.90
,,	260	2.87	1.64	3.15	0.52	2.89	0.53	2.40	0.67	2.5	2.18	0.77

Table 27a. *Effect of time of cutting and application of N-, P- and K-fertilizers on the chemical composition of grass (Pr 585, 1942).*

[1] 2e snede van de veldjes, die op 15 Mei voor de 1e maal zijn gemaaid.

Tabel 29a. Kg N, P_2O_5 en K_2O op verschillende tijdstippen aanwezig in de grasopbrengst van 1 ha (Pr 585, 1942).

Maai-datum	kg N per ha	Geen kalium, 100 kg P_2O_5 per ha		300 kg K_2O per ha als kalizout — 40								
				Geen phosph.		20 kg P_2O_5 per ha		100 kg P_2O_5 per ha			400 kg P_2O_5/ha	
		kg N	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg N	kg P_2O_5	kg K_2O	kg N	kg P_2O_5
15 Mei	0	8.0	7.6	1.0	0.2	8.1	2.0	5.3	1.6	5.2	8.0	3.4
	60	32.0	19.1	8.8	1.6	17.3	3.6	26.3	7.7	30.1	39.0	13.9
	160	43.4	20.5	14.0	2.0	44.6	8.8	67.0	16.4	63.0	89.0	28.8
	260	42.7	16.2	18.6	2.7	38.8	6.2	109.0	31.3	94.0	75.5	21.2
2 Mei	0	16.2	17.1	6.1	1.3	11.2	3.0	20.6	6.7	23.1	21.2	7.3
	60	36.5	27.4	22.–	4.9	35.5	8.5	40.3	12.2	47.8	49.9	19.0
	160	84.4	44.3	17.8	2.5	66.2	12.2	110.0	28.4	104.0	115.0	40.7
	260	78.8	31.3	24.2	3.3	59.5	9.6	137.0	30.6	96.7	157.0	47.2
10 Juni	0	23.5	21.6	15.3	4.1	31.1	8.3	43.5	13.8	63.2	22.1	11.2
	60	41.6	34.8	38.0	8.7	56.7	16.4	60.3	23.9	105.0	80.3	35.6
	160	107.6	54.1	78.8	18.8	103.0	24.4	118.0	40.7	136.0	133.0	60.2
	260	91.3	56.1	96.4	14.9	142.0	23.2	182.0	47.0	179.0	151.0	70.6
25 Juni	0	44.3	45.3	27.0	6.8	44.5	10.7	54.2	20.8	77.5	36.4	19.6
	60	69.2	84.8	58.3	11.5	72.4	18.2	82.3	34.5	131.0	76.9	40.6
	160	104.0	101.–	78.9	11.8	116.0	26.3	133.0	52.7	203.0	124.0	63.4
	260	153.0	79.2	113.0	16.2	174.0	37.0	192.0	54.1	167.0	212.0	84.0
25 Juni [1]	0	25.3	28.5	17.6	3.9	41.0	10.2	43.2	15.9	64.0	50.1	19.6
	60	41.6	40.5	43.9	7.5	38.0	11.0	35.0	11.4	57.3	46.0	22.0
	160	63.1	46.0	71.7	10.8	87.6	22.2	76.0	29.2	110.0	71.3	33.5
	260	101.0	57.5	103.0	16.8	134.0	24.4	138.0	38.5	144.0	135.0	47.6

Table 29a. *Kg of N, P_2O_5 and K_2O in the grass yield of 1 hectare at different growing stages (Pr 585, 1942).*

[1] 2e snede van de veldjes, die op 15 Mei voor de 1e maal zijn gemaaid.