RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN

DE NATRIUM- EN KALIUMOPNAME BIJ VERSCHILLENDE BIETENRASSEN

DOOR

Dr. Th. B. VAN ITALLIE

(Ingezonden 22 December 1937)

INLEIDING

Bij onze onderzoekingen over de chemische samenstelling der gewassen bij verschillende bemesting en op uiteenloopende grondsoorten, is het ons herhaaldelijk opgevallen, dat de gemiddelde kaliumgehalten van jonge planten uit één familie in gelijk groeistadium betrekkelijk constant zijn, terwijl daarentegen de natriumgehalten sterk kunnen uiteenloopen.

Zoo vonden wij, dat bijvoorbeeld van de gramineeën haver, gerst, kanariezaad, Engelsch raaigras en meelraai in een jong stadium vrij veel natrium kunnen bevatten, terwijl tarwe, rogge, fiorien en de beemdgrassen steeds arm aan natrium zijn (1) en (2).

Veel grooter wordt dit onderscheid nog, wanneer men de gewassen uit verschillende plantenfamilies vergelijkt. Betrekt men de gehalten hierbij op een gelijk jong ontwikkelingsstadium, waarbij de K- en Na-cijfers het best in hun verhouding tot het stikstofgehalte beschouwd kunnen worden, dan valt het op, dat op eenzelfde grondsoort bij gelijke bemesting de relatieve kaliumgehalten bij planten van verschillend type min of meer gelijk zijn, terwijl de natriumgehalten zeer sterk wisselen. Dat hierbij de kalium-natriumverhouding in den grond van bijzonder groote beteekenis is, hebben wij destijds duidelijk naar voren gebracht.

Terwijl bij de meeste gewassen de hoeveelheid in den oogst aanwezig natrium in verhouding tot die van kalium van vrij bescheiden afmetingen is en de opname van natrium voornamelijk in het jeugdstadium van den plant plaats grijpt, vormt hierop, zooals algemeen bekend, de biet een uitzondering. Bij de meeste gewassen zal de verhouding van Na en K, uitgedrukt in aequivalenten, tusschen 1 : 20 en 1 : 5 liggen, maar bij de biet bedraagt deze verhouding, afhankelijk van de Na- en K-voorraad in den grond 1 : 4 tot 2 : 1. Het spreekt dan ook vanzelf, dat het natrium, dat door de biet in hoeveelheden van 100 à 200 kg per ha kan opgenomen worden, speciaal voor dit gewas van bijzondere beteekenis is.

verwezen worden. Het benoodigde zaaizaad werd ons welwillend door het Instituut voor Plantenveredeling ter beschikking gesteld.

De rassen werden naast elkaar in N—Z richting in smalle strooken van 25 m lengte gezet, die afgezien van de kantrijen vier rijen breed waren met een rijafstand van 40 cm. De breedte van het veld was 18 m, waarop alle rassen op twee parallelstrooken voorkwamen. In de rij werden de bieten op 25 cm gedibbeld, die later op 50 cm werden gedund (zie onder). In W—O-richting werden op elke parallelstrook vier verschillende bemestingen gegeven.

Object 1 ontving alleen fosforzuur naar 100 kg/ha P_2O_5 als fosforzure voederkalk en stikstof naar 100 kg/ha N als kalksalpeter;

Object 2 ontving bovendien K_2O naar 470 kg/ha als kaliumchloride;

Object 3 ontving behalve N en P Na_2O naar 310 kg/ha als natriumchloride;

en Object 4 ontving behalve N en P K_2O als object 2 en Na_2O als object 3.

De door de bemesting in den grond gebrachte hoeveelheid K en Na bedraagt bij een bouwvoor van 15—18 cm ongeveer 0,4—0,5 m.aeq. per 100 g grond.

Fosforzuur- kalium- en natriumbemesting werden op 24 Maart gegeven; gezaaid werd op 22 April, terwijl de stikstof ook op dien datum werd toegediend.

Bemesting tijdens den groei en opbrengstbepaling

Bemonstering voor opbrengstbepaling en chemisch onderzoek vond op vier tijdstippen gedurende den groei plaats. De eerste maal op 2 Juni bij het op één zetten, toen alle uitgetrokken bietenplantjes per veldje zijn verzameld en gewogen; de tweede maal op 3 Juli toen per veldje van elke vier planten er één werd gerooid; op dezelfde wijze werd op 6 Augustus voor de derde maal een vierde deel geoogst. Aangezien de planten bij het zaaien in 25—40 cm-verband waren gezet, bleef na de derde bemonstering op 6 Augustus een normale stand van 50—40 cm over. Op 12 October werd het geheele veld gerooid.

De opbrengstcijfers van alle bemonsteringen zijn voor een goede vergelijking alle omgerekend op een gelijk aantal planten, n.l. 50 000, zooals dit bij de normale stand aanwezig was. Er werd geen rekening met het betrekkelijk gering aantal misplaatsen gehouden. Bij de achtereenvolgende oogsten werden eerst plantjes van 80 plaatsen en daarna loof en bieten van resp. 20, 20 en 36 plaatsen gewogen. Bij de opbrengstbepalingen te velde werd een monster per object genomen zoowel van loof en biet voor droge-stofbepaling en chemisch onderzoek. De plantjes van de eerste bemonstering, waarbij loof

en wortel nog niet gescheiden werden, moesten voor het drogen nog door wasschen van aanhangend zand bevrijd worden; ditzelfde geschiedde ook geregeld bij de bieten van de volgende bemonsteringen. Voor de opbrengstbepaling werden de bieten steeds op de gebruikelijke wijze gekopt; bij de daarna genomen loofmonsters voor droge-stofbepaling en chemisch onderzoek werden de koppen van het loof verwijderd.

Zooals reeds is opgemerkt, waren eigenlijk de veldjes en daardoor het aantal planten, die per keer geoogst werden, te klein voor een nauwkeurige opbrengstbepaling. Dit blijkt o.a. duidelijk uit de opbrengstcijfers van den laatsten oogst, waarvan wij de relatieve waarden afzonderlijk voor loof en biet (versch materiaal) in procenten van het gemiddelde per ras over alle acht veldjes in tabel 1 vermelden.

TABEL 1

Opbrengstverhoudingscijfers aan versch materiaal

(Relative Ertragswerte der Frischsubstanz)

Object	W						O						Object
Loof *(Blatt)*	*96*	102	97	95	89	97	102	98	89	82	91	*94*	Loof
— Na													
Biet *(Rübe)*	*102*	107	110	106	77	110	119	116	88	100	108	*106*	Biet
Loof . . .	*100*	102	107	93	100	99	91	89	95	83	97	*92*	Loof
K													Na + K
Biet . . .	*122*	117	147	109	121	118	96	100	101	98	91	*97*	Biet
Loof . . .	*102*	102	87	110	110	101	93	82	88	102	119	*97*	Loof
Na													—
Biet . . .	*96*	105	85	100	96	92	71	67	72	73	76	*72*	Biet
Loof . . .	*104*	104	89	107	122	107	100	110	136	115	114	*115*	Loof
Na + K													K
Biet . . .	*103*	100	75	105	126	110	96	98	110	105	104	*103*	Biet
Ras *(Rasse)*	*gem.*	Pro	Hau	Eur	Fri	KP	Eur	Fri	KP	Pro	Hau	*gem.*	
Loof . . .	100,5											99,5	Loof
gem.													*gem.*
Biet . . .	105,5											94,5	Biet

Men ziet hieruit in de eerste plaats, dat de over alle rassen gemiddelde bietopbrengst op de Oosthelft 10 % bij die van de Westhelft achter blijft,

terwijl de gemiddelde loofopbrengst vrijwel niet verschilt. De oorzaak van dit verschil ligt in de zeer hooge bietopbrengst van het K-object op de W-strook en de zeer lage bietopbrengst daarentegen op het O-object op de O-strook. Voor de hooge opbrengst weten wij geen verklaring, terwijl de lage opbrengst het gevolg was van een van begin af aan slechten groei op deze strook, die in een kleine terreininzinking ligt, gevolgd door ernstige vergeling en andere secundaire ziekteverschijnselen. Het uitschakelen van deze strook was niet mogelijk, omdat van het begin af aan chemisch onderzoek in de mengmonsters der parallel-veldjes was geschied. Verder ziet men ook in de andere strook voor de afzonderlijke rassen vaak zeer uiteenloopende relatieve opbrengstcijfers voor biet en loof.

Het zal duidelijk zijn, dat het daardoor onmogelijk is, om uit de opbrengstcijfers tot verschillen als gevolg van de bemesting te besluiten. Aan de waarde der proefresultaten doet dit evenwel weinig af, omdat het niet zoozeer in de bedoeling lag, om de opbrengsten bij verschillende bemesting te bestudeeren, als wel om de hoeveelheden K en Na, die op verschillende tijden zijn opgenomen, te bepalen. Aangezien nu eenerzijds de hoeveelheid geproduceerde stof op de tijdstippen van bemonstering van geheel verschillende grootte-orde is, anderzijds de K- en Na-gehalten bij wisselende bemesting en verschillende rassen zeer uiteenloopt, speelt de onregelmatigheid in de opbrengstcijfers der enkele veldjes of gemiddeld per object geen rol van beteekenis.

In het verdere verslag zullen de opbrengstcijfers, gezien deze onregelmatigheid, als regel hetzij per ras gemiddeld over vier bemestingen of per bemesting gemiddeld over vijf rassen beschouwd worden. De volledige gegevens van opbrengst zoowel versch als droog vindt men in tabel 14 aan het slot der verhandeling.

HOOFDSTUK II

Verloop van den groei

Verloop van den groei bij de vijf bietenrassen

Om een indruk te krijgen over het verloop van de groei bij de verschillende bietenrassen is in tabel 2 de productie gemiddeld van alle objecten zoowel aan versche als aan droge stof van loof en biet vermeld in procenten van de totale opbrengst bij den laatsten oogst.

Wij zien, dat de totale droge-stofproductie bij Productiva, de voederbiet met het laagste droge-stofgehalte, vrijwel gelijk is aan die bij Friso, een z.g. half-suikerbiet en bij Kühn P, de echte suikerbiet, terwijl de droge-stofproductie van Eureka en Hautana, voederbieten met hooger droge-stofgehalte

TABEL 2

Gemiddelde opbrengst per bietenras in procenten van het maximum

(Mittlerer Ertrag pro Rübenrasse in Prozenten des Maximums)

Ras (*Rasse*)		Versch (*Frisch*)				Droog (*Trocken*)			
		2 Juni	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	2 Juni	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
Pro	Loof (*Blatt*) . .	0,15	7,1	21,5	21,5	0,09	5,0	14,3	21,9
	Biet (*Rübe*) . .	—	2,5	22,2	78,5	—	2,2	18.1	78,1
	Som (*Summe*) .	0,15	9,6	43,7	100 = 880q	0,09	7,2	32,4	100 = 96,6q
Hau	Loof	0,15	9,0	23,0	20,4	0,06	5,9	15,0	21,0
	Biet	—	2,7	22,5	79,5	—	2,0	16,8	79,0
	Som	0,15	11,7	45,5	100 = 582q	0,06	7,9	31,8	100 = 77,6q
Eur	Loof	0,17	7,7	25,5	24,6	0,08	4,6	15,5	22,2
	Biet	—	2,8	22,7	75,4	—	2,2	16,1	77,8
	Som	0,17	10,5	48,2	100 = 556q	0,08	6,8	31,6	100 = 83,4q
Fri	Loof	0,13	7,8	30,5	34,9	0,06	4,6	17,1	27,8
	Biet	—	2,5	19,6	65,1	—	2,0	17,2	72,2
	Som	0,13	10,3	50,1	100 = 587q	0,06	6,6	34,3	100 = 95,8q
KP	Loof	0,15	7,9	31,9	37,0	0,05	3,8	15,1	26,2
	Biet	—	2,8	17,5	63,0	—	1,9	16,6	73,8
	Som	0,15	10,7	49,4	100 = 429q	0,05	5,7	31,7	100 = 95,6q

dan Productiva hierbij resp. 13 en 19 % achterblijven. De geringere productiviteit van Hautana wordt ook op de proefvelden van het Instituut voor Plantenveredeling gevonden. Opgemerkt moet nog worden, dat de opbrengsten op dit veld over het algemeen betrekkelijk laag zijn geweest.

De relatieve productie zoowel aan versche als aan droge stof loopt bij de vijf rassen in het begin van den groei vrijwel parallel; de suikerbiet lijkt in loofproductie (droge stof) iets achter te blijven. Bij de bemonstering op 6 Augustus zien wij reeds eenig verschil; terwijl de geproduceerde droge stof en de loof-bietenverhouding op dat tijdstip voor de rassen met uitzondering van Productiva nog weinig uiteenloopt, ziet men *een voorsprong in relatieve productie van versch loof bij de suiker- en halfsuikerbieten*, waardoor de loof-bietverhouding in de versche stof hierbij veel wijder wordt. Het loof van

deze bieten heeft zich dus in de periode Juli—Augustus meer ontwikkeld. Wij vermelden de loof-bietverhoudingen nog eens afzonderlijk in tabel 3.

TABEL 3

Gemiddelde loof-biet verhouding per ras

(Mittleres Blatt-Rübeverhältnis pro Rasse)

Ras *(Rasse)*	Versch *(Frisch)*			Droog *(Trocken)*		
	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
Pro	2,8	0,97	0,27	2,3	0,79	0,28
Hau	3,3	1,0	0,26	3,0	0,89	0,27
Eur	2,7	1,1	0,33	2,2	0,96	0,29
Fri	3,1	1,6	0,54	2,3	0,99	0,39
KP	2,8	1,8	0,59	2,0	0,91	0,36

In de laatste periode van den groei wordt dit onderscheid tusschen de drie echte voederbieten en de beide andere nog duidelijker; de versche loofmassa blijft bij de eerste drie rassen gelijk of neemt zelfs iets af, hetgeen veroorzaakt wordt door waterverlies, aangezien de hoeveelheid droge loofmassa wel toeneemt. Bij de suiker- en halfsuikerbieten neemt in deze periode ook nog de versche loofmassa toe, zoodat deze bieten tenslotte ongeveer tweemaal zooveel versch loof op eenzelfde gewicht aan bieten produceeren als de Productiva en de Hautana; ook in de droge stof is de verhouding loof: bieten bij Friso en Kühn P veel wijder.

Wij zien dan verder, dat in deze laatste periode de bietproductie voor het grootste deel plaats vindt; er wordt dan gemiddeld 77 % van de droge stof der bieten geproduceerd.

Resumeerende blijkt dus, dat *bij een gelijke droge-stofproductie de rassen met laag gehalte meer biet en minder loof maken, hetgeen in de droge-stofcijfers pas laat in den groei tot uiting komt.* Het eerst ziet men dit bij Productiva met het laagste gehalte. In versche massa komt deze verschillende loof-bietverhouding nog duidelijker en ook eerder tot uiting. De bietproductie tijdens den groei betrokken op de bietenopbrengst bij den laatsten oogst verloopt bij alle rassen vrijwel gelijk; tusschen 3 Juli en 6 Augustus wordt gemiddeld 25 % van de versche en 20 % van de droge stof van den oogst aan bieten (wortel) geproduceerd; tusschen 6 Augustus en 12 October bedraagt dit 71 % van de versche en 78 % van de droge stof.

Verloop van den groei bij verschillende bemesting

Wij beschouwen hierbij alleen de productie aan droge stof; de verhouding van versch tot droog materiaal tijdens den groei blijkt wel voldoende uit de vorige paragraaf.

Op dezelfde wijze als in tabel 2 en 3 de relatieve opbrengstcijfers en loof-bietverhoudingen per ras gemiddeld voor vier bemestingen zijn gegeven, vermelden wij nu in tabel 4 de gegevens per bemesting gemiddeld voor de vijf rassen.

TABEL 4

Gemiddelde opbrengst aan droge stof in procenten van het maximum en loof-bietverhouding bij verschillende bemesting

(Mittlerer Ertrag an Trockensubstanz in Prozenten des Maximums und Blatt-Rübenverhältnis bei verschiedener Düngung)

Object		Opbrengst aan droge stof in % v. max.				Loof-bietverhouding der dr. stof		
		2 Juni	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
—	Loof	0,06	3,6	14,0	26,6	2,1	1,1	0,36
	Biet	—	1,7	13,0	73,4			
	Som	0,06	5,3	27,0	100 = 83,4q			
K	Loof	0,07	4,5	15,3	22,4	2,2	0,92	0,29
	Biet	—	2,0	16,7	77,6			
	Som	0,07	6,5	32,0	100 = 99,7q			
K + Na	Loof	0,07	5,3	15,0	23,2	2,7	0,87	0,30
	Biet	—	2,0	17,2	76,8			
	Som	0,07	7,3	32,2	100 = 88,4q			
Na	Loof	0,08	5,6	17,2	23,0	2,2	0,82	0,30
	Biet	—	2,5	20,9	77,0			
	Som	0,08	8,1	38,1	100 = 87,5q			

Wij zien hierbij ten eerste het verschil in absolute droge-stofopbrengst bij den laatsten oogst, hetgeen ook reeds uit de verhoudingscijfers in tabel 1

naar voren kwam; op de opbrengst van het K-object boven het gemiddelde en van het O-object er onder willen wij, gezien de ongelijkheid van het veld, niet nader ingaan. Van meer beteekenis lijkt het verschil in groeiverloop, gekenmerkt door de relatieve opbrengstcijfers op de bemonsteringstijdstippen.

Van begin af aan blijft de relatieve droge-stofproductie zoowel van loof als van biet bij het object zonder K en Na achter, terwijl bij het Na-object het gewas een duidelijke voorsprong vertoont; aangezien de maxima = 100 zijn gesteld, zijn in de laatste periode deze verschillen omgekeerd. Uit de loof-bietverhouding zien wij verder, dat van begin af aan bij het O-object in verhouding tot de anderen meer loof en minder biet geproduceerd wordt; of de afwijkingen in deze verhouding bij het K + Na-object op 3 Juli en bij het Na-object op 6 Augustus nog beteekenis hebben, valt niet te zeggen.

Ook in de absolute cijfers komt dit verschil in productieverloop nog duidelijk tot uiting. Verdeelen wij den groei in een periode vóór en een periode na 6 Augustus, dan is de droge-stofproductie als volgt.

TABEL 5

Droge-stofproductie in q/ha

(Trockensubstanzproduktion in dz/ha)

	—	K	K + Na	Na
		Loof *(Blatt)*		
Vóór *(vor)* 6 Aug.	11,7	15,3	13,3	15,0
Na *(nach)* 6 Aug.	10,5	7,1	7,2	5,1
		Biet *(Rübe)*		
Vóór 6 Aug.	10,8	16,6	15,2	18,3
Na 6 Aug.	50,4	60,7	52,7	49,1

In de eerste periode is de loofproductie bij de objecten K en Na ongeveer even hoog, in de tweede periode bij het object Na het laagst, daarentegen bij het O-object, dat eerst sterk achter blijft, het hoogst. De bietproductie bij het Na-object is in de eerste periode het grootst, in de laatste periode blijft de productie bij dit object zelfs nog iets bij het O-object achter, terwijl nu bij het K-object verreweg het hoogste cijfer wordt verkregen.

Gezien deze belangrijke verschillen, is het ook van beteekenis, om na te gaan, hoe de afzonderlijke rassen zich hierbij gedragen. Het eenvoudigst kunnen wij dit aangeven aan de hand van rangnummers. Wij betrekken hiertoe per ras en per bemesting de droge-stofcijfers van loof en biet op de

verschillende tijdstippen op de totale productie bij den laatsten oogst, die gelijk 100 wordt gesteld. Voor elk ras worden dan per periode de relatieve opbrengstcijfers voor loof en biet der vier bemestingen naar grootte genummerd, waarbij het hoogste cijfer een 1 krijgt. Het gemiddelde van deze cijfers bij de vijf rassen vormt dan het rangnummer. Is b.v. bij een bepaalde bemonstering de relatieve bietenopbrengst bij Na-bemesting bij vier rassen het hoogst, terwijl bij het vijfde ras twee andere objecten een hooger relatief cijfer geven, dan wordt het rangnummer $\frac{4 \times 1 + 3}{5} = 1{,}4$.

TABEL 6

Gemiddelde rangnummers van de relatieve opbrengstcijfers der vijf bietenrassen

(Mittlere Rangnummer der relativen Ertragswerte der fünf Rübenrassen)

Object		2 Juni	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
—	Loof *(Blatt)* . .	4	3,8	3,4	1
	Biet *(Rübe)* . .	—	3,7	3,6	4
K	Loof	2,6	2,8	2,2	3,8
	Biet	—	2,5	2,8	1,4
K + Na	Loof	1,8	2,2	2,8	2,6
	Biet	—	2,7	2,2	2,2
Na	Loof	1,8	1,2	1,6	2,6
	Biet	—	1,1	1,4	2,4

Uit deze rangnummers, vermeld in tabel 6, zien wij, dat *het vooruitloopen der relatieve productie in de tweede en derde groeiperiode bij Na-bemesting en de relatief hooge loofopbrengst zonder K en Na bij de afzonderlijke rassen vrij geregeld tot uiting komt in de lage rangnummers* (1,0—1,6); het achterblijven van de relatieve opbrengsten van loof en biet in de drie eerste perioden en van biet ook in de laatste periode bij het O-object blijkt anderzijds in de rangnummers van 3,4—4.

Hoewel ook aan de goede overeenstemming in het verloop der relatieve opbrengstcijfers tijdens den groei bij de vijf bietenrassen niet te veel waarde mag gehecht worden, omdat de rassen bij gelijke bemesting steeds naast elkaar zijn verbouwd, waardoor ongelijkheden in het veld bij alle rassen op dezelfde wijze van invloed kunnen zijn, geeft toch het feit, dat het beeld in verschillende groeiperiodes overeenstemt, steun aan de betrouwbaarheid van de uitkomsten.

HOOFDSTUK III

Gehaltecijfers

Verloop van het droge-stofgehalte tijdens den groei

Zooals reeds vermeld, is van alle monsters het gehalte aan droge stof bepaald. Dit geschiedde bij het loof door drogen in jute zakken en bij de bieten door drogen van geschaafd of geraspt materiaal in schalen bij 70—80° tot constant gewicht; de droge monsters werden steeds warm uit de stoof gewogen; de enkele procenten vocht, die het materiaal nog bij nadrogen bij hooger temperatuur afstaat, zijn ten opzichte van het hooge vochtgehalte der versche monsters te verwaarloozen.

Aan de droge-stofbepaling in het loof kan geen al te groote nauwkeurigheid toegekend worden, omdat de steeds aanwezige wisselende hoeveelheid zand in de droge stof in letterlijken zin veel gewicht in de schaal legt.

De volledige gegevens vindt men wederom in tabel 14 achteraan dit verslag; hier beschouwen wij weer de gemiddelde cijfers. Gemiddeld voor de vier bemestingen per ras vindt men deze gegevens in figuur I.

Wij zien in de plant bij het op één zetten een vrijwel gelijk gehalte van ruim 9 %; begin Juli ziet men in het loof reeds een duidelijke differentiatie; in de volgende periode treedt weinig verandering op, terwijl aan het eind van den groei een voor alle rassen evenwijdig verloopende stijging van de droge stof in het loof plaats vindt. *Het loof van de suikerbiet bevat tenslotte ong.* 4,5 % *meer droge stof dan van de Productiva-biet.* In de bieten is reeds van begin af aan een groot verschil in gehalte, dat nog vergroot wordt, doordat in de tweede periode bij de drie voederbieten een daling optreedt in tegenstelling met de stijging van het gehalte bij de beide suikerbieten; evenals in het loof treedt in de laatste periode weer een stijging op, die echter bij Productiva veel kleiner is dan bij Kühn P.

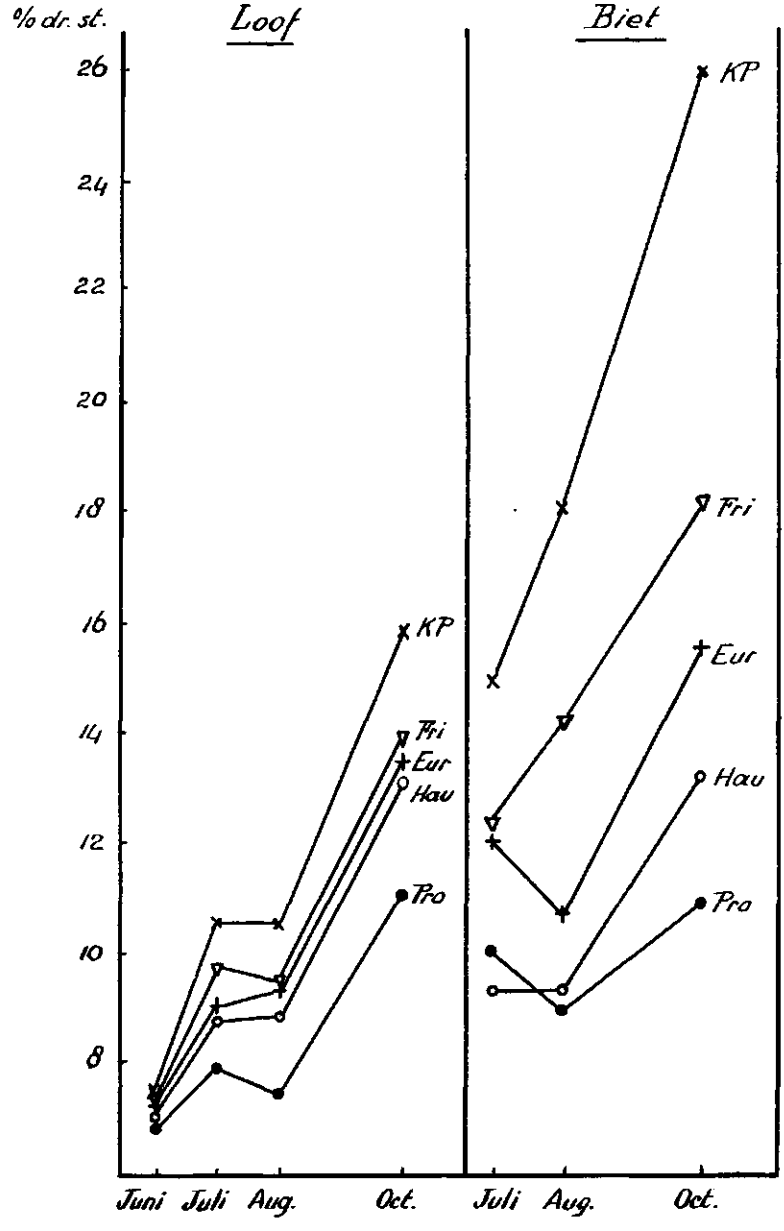
Bij den laatsten oogst is tenslotte het droge-stofgehalte van Productiva en Hautana met ong. 11 % en ruim 13 % voor loof en biet telkens gelijk; Eureka en Friso hebben slechts een weinig hooger droge-stofgehalte in het loof dan Hautana, daarentegen resp. 15,5 en 18 % droge stof in de biet, overeenkomstig de droge-stofklassen, waartoe zij behooren. De Kühn P-biet geeft niet alleen in de biet maar ook in het loof een belangrijk hooger gehalte dan de Friso. Parallel aan het betrekkelijk hooge droge-stofgehalte van 26 % werd gemiddeld 19,3 % suiker in deze bieten gevonden.

De invloed van de bemesting op droge-stofgehalte van loof en biet is duidelijk, hoewel natuurlijk quantitatief veel geringer dan die van het ras.

Fig. I

Verloop van het gemiddeld droge-stofgehalte in loof en biet der vijf rassen tijdens den groei

(Mittlerer Trockensubstanzgehalt in Blatt und Rübe während des Wachstums)



Omdat de cijfers per ras zoo sterk uiteenloopen, zijn deze waarden minder geschikt om te middelen. Wij hebben daarom voor elke groeiperiode per ras weer rangnummers van 1—4 voor de vier bemonsteringsobjecten gegeven; de gemiddelde rangnummers resp. voor 20 loofmonsters en 15 bietenmonsters (5 rassen met resp. 4 en 3 bemonsteringen) zijn:

	0	K	K + Na	Na
Loof	1	2,5	3,1	3,4
Biet	2	2,7	2,8	2,5

In het loof geeft dus het object zonder K en Na in alle gevallen het hoogste droge-stofgehalte; het gehalte bij K-bemesting neemt de tweede tot derde plaats in en dan volgen de objecten K + Na en Na met gemiddeld de laagste gehalten. In de bieten is het verschil minder duidelijk; alleen het O-object onderscheidt zich hierbij door gemiddeld het hoogste gehalte.

Op het verband tusschen droge-stof- en K- en Na-gehalte in de monsters komen wij nog nader terug.

K- en Na-gehalten van het loof

Zooals te verwachten is, vertoonen de K- en Na-gehalten van het gewas bij de zoo uiteenloopende bemestingen zeer aanzienlijke verschillen. Ter onderlinge vergelijking van K- en Na-cijfers zijn deze omgerekend in milliaequivalenten per 100 g droge stof. De volledige analysecijfers van de 80 loof- en 60 bietmonsters vindt men in tabel 15 aan het slot der verhandeling.

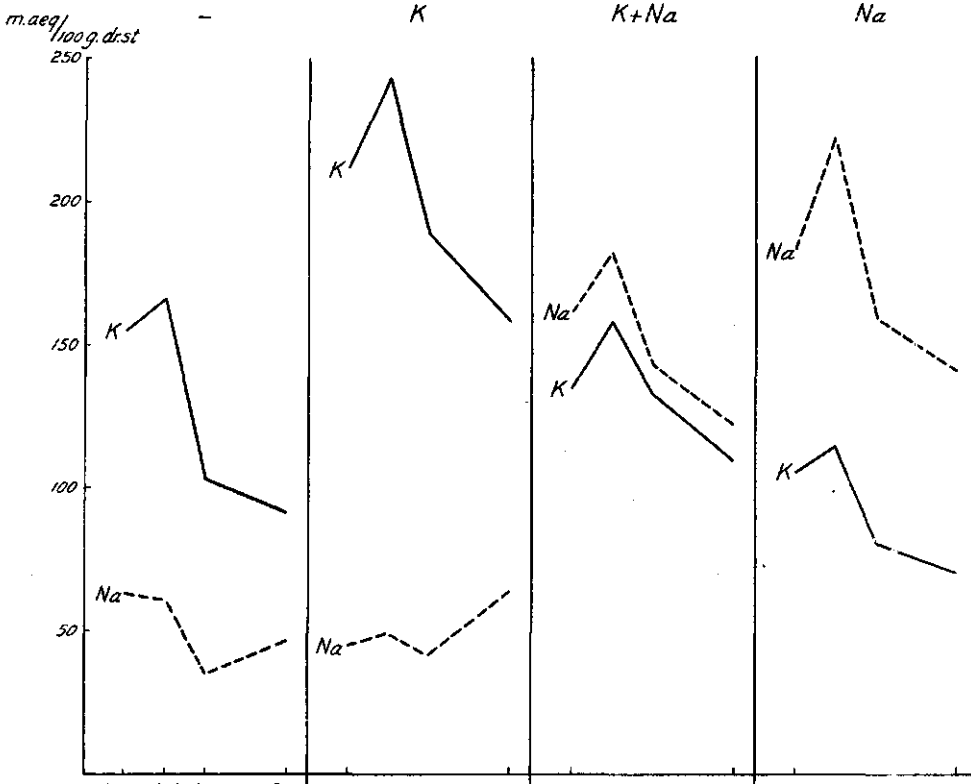
Wij bespreken eerst de gemiddelde waarden voor het bietenloof. In figuur II vindt men per object voor elke bemonstering de gemiddelde K- en Na-gehalten in milliaequivalenten per 100 g droge stof afgezet.

De K-lijnen vertoonen een overeenkomstig beeld in de vier grafieken, waarbij die van het K-object op het hoogste van het Na-object op het laagste niveau ligt. In Juni treedt steeds een stijging van het K-gehalte op, dat het duidelijkst is bij de twee objecten, die K ontvingen; gedurende den verderen groei treedt steeds een daling op, die aanvankelijk het sterkst is en in de laatste periode vooral weer bij de beide objecten met K nog aanzienlijk is.

De Na-lijnen liggen bij de beide eerste objecten zonder Na ver onder de K-lijnen en vertoonen een grillig verloop; de schommelingen tijdens den groei zijn niet zoo groot. Geheel anders wordt het beeld, wanneer Na-bemesting

Fig. II

Verloop der K- en Na-gehalten in de droge stof van het loof bij verschillende bemesting
(K- und Na-Gehalte in der Blatttrockensubstanz bei verschiedener Düngung während des Wachstums)



Pro		KP						Fri		Pro						
Hau	Hau	Hau	Fri	Pro	Pro		Fri	KP	Hau	Hau	KP	Hau	Hau	Fri	KP	
Fri	Pro	Fri	KP	Fri	Eur	Pro	KP	Pro	Pro	Fri	Fri	Fri	Eur	Pro	Fri	
Eur	Eur	Pro	Eur	Hau	Fri	Hau	Eur	Eur	Fri	KP	Hau	KP	Fri	Hau	Hau	gemidd. K-gehalte
KP	Fri	Eur	Hau	Eur	KP	KP	Hau	Hau	KP	Eur	Eur	Pro	Pro	KP	Eur	
	KP		Pro	KP	Hau	Fri	Pro		Eur		Pro	Eur	KP	Eur	Pro	
						Eur										
							Fri	Pro	Pro	Pro			Eur			
Pro		Pro	Pro	Hau			Hau	Eur	Eur	Hau	Pro	Pro	Pro	KP		
Eur	Hau	Eur	Eur	Pro	Hau	Hau	KP	Hau	KP	Fri	Eur	Eur	KP	Pro	Pro	
Fri	Pro	Hau	Fri	Eur	KP	Pro	Pro	KP	Fri	KP	Hau	KP	Fri	Hau	Fri	gemidd. Na-gehalte
KP	Eur	Fri	Hau	KP	Eur	Eur	Eur	Fri	Hau	Eur	Fri	Fri	Hau	Eur	Hau	
Hau	Fri	KP	KP	Fri	Pro	KP					KP	Hau		Fri	Eur	
	KP				Fri	Fri									KP	

in aequivalente hoeveelheid met K of zonder K wordt gegeven. De Na-lijnen liggen nu boven die van K; het verloop der Na-lijnen is nu vrijwel gelijk aan dat der K-lijnen.

Men ziet uit deze figuur duidelijk, dat er bij vergelijking der series onderling geen sprake van aequivalente vervanging van K door Na in het loof is. Bij Na-bemesting liggen bijvoorbeeld de Na-gehalten slechts weinig lager dan de K-gehalten bij K-bemesting, terwijl daarentegen de K-gehalten bij het Na-object veel hooger zijn dan de Na-gehalten bij het K-object. Uit andere onderzoekingen (MASCHHAUPT 5) is trouwens bekend, dat men alleen maar tot een aequivalente vervanging der kationen in het bietenloof komt, wanneer hierbij de andere basen Ca en soms ook Mg betrokken worden.

Wij willen verder nagaan, in hoeverre de cijfers voor de afzonderlijke rassen van de hier gegeven gemiddelde lijn afwijken. Onder figuur II hebben wij aangegeven, hoe deze waarden ten opzichte van het gemiddelde liggen; het hoogst geplaatst ras wijkt steeds het verst in positieven zin van het gemiddelde af, het laagst geplaatste het verst in negatieven zin. Over het geheel liggen de K-waarden dichter bij het gemiddelde dan de Na-waarden. Als standaardafwijking in procenten vonden wij voor de K-gehalten 11 % en voor de Na-gehalten 21 %; eenige zeer groote afwijkingen bij de gehalten van het Hautana-bietenloof vooral bij Na beïnvloeden deze waarden ongunstig [1]).

Gaan wij de afwijkingen voor de afzonderlijke rassen na, dan zien wij, dat het K-gehalte van Productiva in de drie eerste monsters meestal boven het gemiddelde ligt, in het monster bij den laatsten oogst steeds het laagste ligt; het Na-gehalte ligt bij dat ras steeds boven het gemiddelde behalve bij het object met K-bemesting. Bij Hautana is in de gehalten geen regelmaat te bespeuren. Bij Eureka valt op het betrekkelijk lage K-gehalte, dat vrij constant onder het gemiddelde ligt; het Na-gehalte wisselt onregelmatig. Friso en Kühn P vertoonen in K-gehalte een gelijksoortig verloop; bij de eerste bemonstering iets boven of onder het gemiddelde, bij de tweede steeds lage waarden, bij de derde een tendens tot stijging ten opzichte van het gemiddelde en bij de laatste bemonstering steeds de hoogste K-gehalten in het loof. De Na-gehalten bij deze twee rassen liggen over het algemeen wat onder het gemiddelde, maar ook hierbij zijn de cijfers te onregelmatig.

Wij bespreken nu eerst de gehalten in de bieten en vatten daarna het verloop der gehaltecijfers samen.

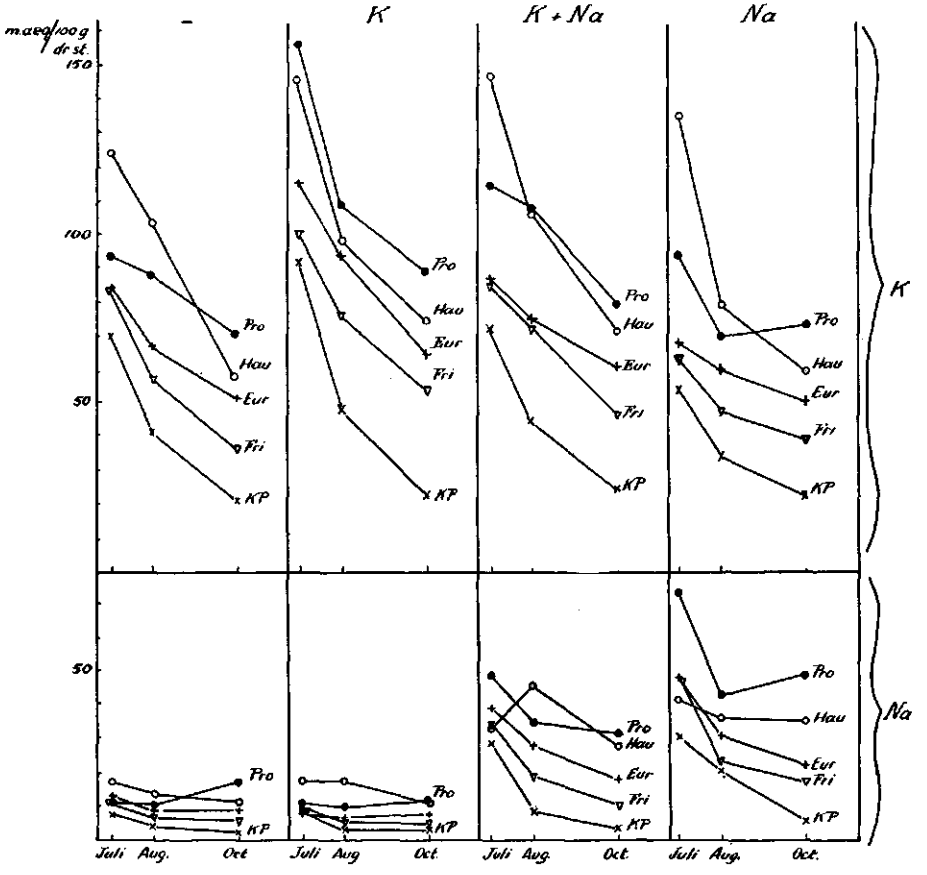
K- en Na-gehalte van de biet

De K- en Na-gehalten loopen per ras te zeer uiteen, dan dat de gemiddelde waarden voor de verschillende bemestingen nog beteekenis hebben.

[1]) Gedacht moet hierbij worden aan een vergissing bij het monsternemen.

Fig. III

Verloop der K- en Na-gehalten in de droge stof van de biet bij verschillende bemesting.
(K- und Na-Gehalte in der Rübentrockensubstanz bei verschiedener Düngung während des Wachstums)



In figuur III zijn de afzonderlijke K- en Na-gehalten der bieten als functie van den tijd uitgezet. Bij de K-cijfers ziet men een regelmatige daling bij vrijwel alle series; de invloed der bemesting komt in de niveauverschillen der lijnen wel tot uiting, maar het verloop blijft gelijk; deze verschillen zijn trouwens veel geringer dan in het loof. In drie gevallen is in het begin het gehalte bij Hautana het hoogst; aan het einde van den groei vindt men evenwel steeds het hoogste gehalte bij Productiva met het laagste drogestofgehalte. Verder ziet men dus Hautana weinig van Productiva verschillend; Eureka en Friso met droge-stofcijfers van 16 en 18 % beginnen ongeveer met gelijk K-gehalte; bij Friso is de daling echter wat grooter. Het sterkst

neemt het K-gehalte van begin af aan af bij de suikerbiet Kühn P; het K-gehalte in de rijpe suikerbiet is tenslotte constant en onafhankelijk van de bemesting.

De Na-cijfers liggen in alle gevallen lager dan de K-cijfers; wij zien hier dus niet zooals bij het loof een stijging van de Na-gehalten tot boven de K-gehalten uit, wanneer met Na wordt bemest. Bij de objecten zonder Na-bemesting liggen alle Na-cijfers laag; Productiva en Hautana hebben hier ook weer de hoogste gehaltes. Bij de beide andere objecten vindt men bij de Juli-bemonstering veel hoogere cijfers voor alle rassen; bij Productiva en Hautana blijven deze gehalten vrij hoog, bij de anderen ziet men een flinke daling, waarbij hetzelfde beeld als bij de K-gehalten wordt verkregen met duidelijk afnemend Na-gehalte bij opklimmend droge-stofgehalte. Ook hierbij ziet men, dat het Na-gehalte van de suikerbiet bij den oogst vrijwel onafhankelijk van de bemesting is.

Verband tusschen droge-stofgehalte en K + Na-gehalte in de biet

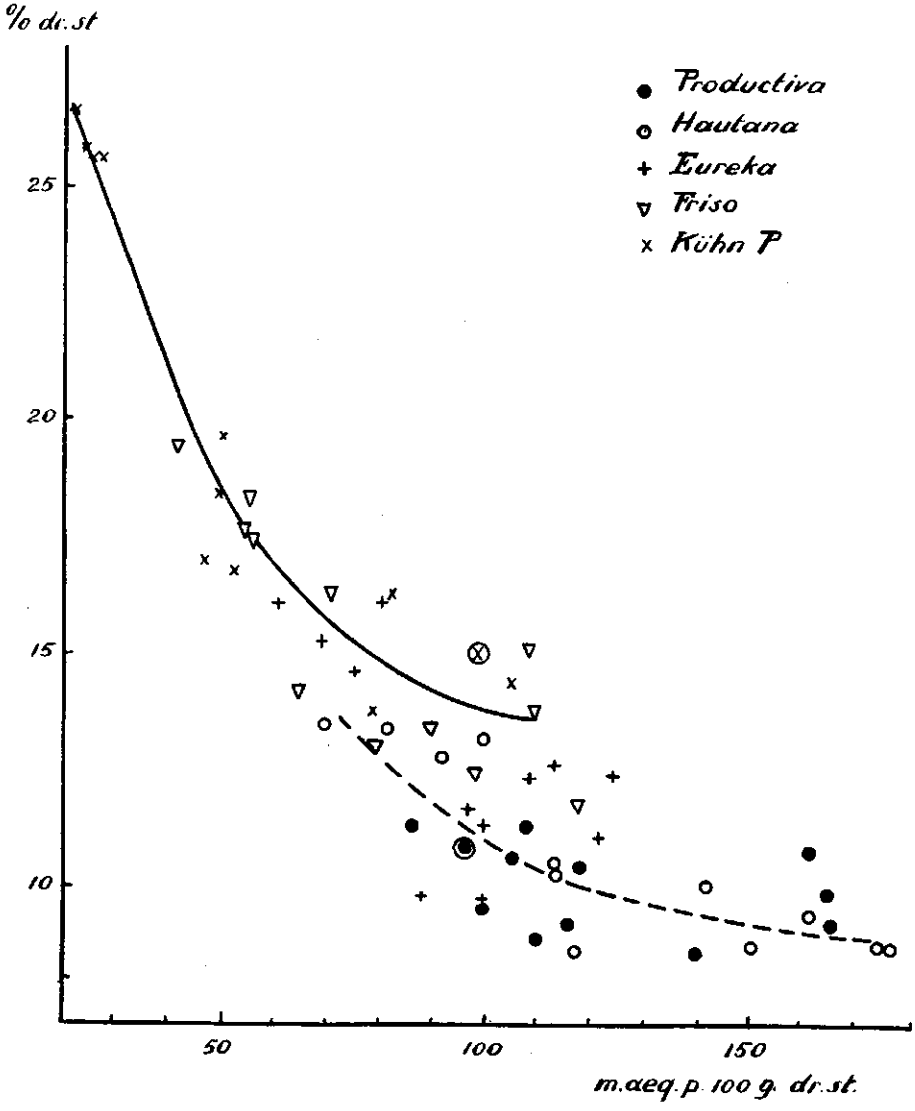
Bij beschouwing van de K- en Na-gehalten hebben wij reeds gewezen op de trouwens bij alle plantenmateriaal voorkomende omgekeerde evenredigheid tusschen gehalte aan droge stof eenerzijds en aan K en Na anderzijds. Bij de loofmonsters is dit minder duidelijk, maar bij de bietenmonsters komt dit zeer sprekend tot uiting. In Figuur IV is voor elk der twaalf bietenmonsters van ieder ras het gehalte aan droge stof uitgezet tegen de som van K- en Na-gehalten in aequivalenten. Het blijkt dan, dat eenerzijds door de punten van Kühn P en Friso, de bieten met het hoogste gehalte, zeer goed een lijn te trekken is, anderzijds een veel lager liggende lijn door die van Hautana en Productiva, de voederbieten met lager gehalte. De punten van Eureka nemen hiertusschen een middenpositie in. Dit beteekent dus, *dat de suikerbieten bij eenzelfde gehalte aan K + Na in de droge stof een hooger droge-stofgehalte hebben dan de echte voederbieten* of, anders uitgedrukt, dat *de concentratie aan K- + Na-zouten in de versche biet bij de suikerbieten in dat geval het hoogst is.*

Wij meenen hiervoor wel een verklaring te kunnen geven door te wijzen op de verdere verschillen in samenstelling tusschen de bieten met gelijk basengehalte. Als voorbeeld kiezen wij twee monsters, waarvan de punten in figuur IV omcirkeld zijn; dit zijn de monsters Kühn P K-object 3 Juli en Productiva K-object 12 October met resp. 15,1 % droge stof en 99 m.aeq. K + Na en 10,9 % droge stof en 97 m.aeq. K + Na. De jonge Kühn P-suikerbiet blijkt nu 10,5 % van de droge stof aan ruw eiwit te bevatten tegenover de volgroeide Productiva-voederbiet slechts 5,7 %. In de suikerbiet

Fig. IV

Verband tusschen droge-stofgehalte en K- + Na-gehalte in de droge stof der bieten

(Zusammenhang zwischen Trockensubstanzgehalt und K- + Na-Gehalt der Rübentrockensubstanz)



zal nu vermoedelijk door het hooge eiwitgehalte een grooter deel van het K + Na aan de eiwitstoffen geadsorbeerd kunnen zijn dan bij de voederbiet, waarbij dus een grooter deel van K + Na als zouten opgelost kan zijn. Zooals wij reeds eerder bij aardappelen hebben gevonden, is het speciaal deze concen-

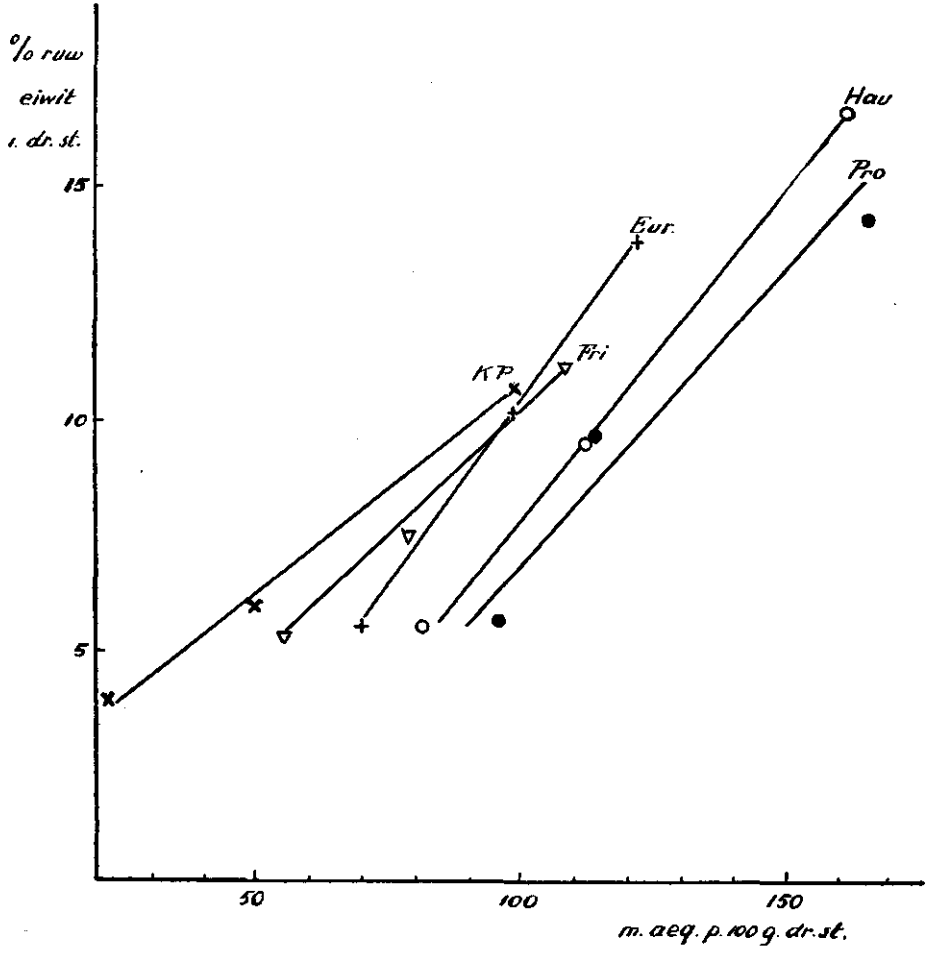
tratie aan opgeloste zouten, die betrokken op de droge stof omgekeerd evenredig is aan het droge stof-gehalte of, eenvoudiger gezegd, wordt het watergehalte van de plant geregeld door de hoeveelheid opgeloste zouten, waarvan de concentratie in het celvocht min of meer constant blijft.

Een nader bewijs voor de andere binding van een deel van het K + Na in de voederbieten in vergelijking met de suikerbiet hebben wij, wanneer wij de eiwitcijfers van alle bietenmonsters van het K-object tegen de K + Na-waarden uitzetten.

Fig. V

Verband tusschen ruw eiwit- en K- + Na-gehalte in de droge stof der bieten (K-object)

(Zusammenhang zwischen Roheiweiss- und K- + Na-Gehalt der Rübentrockensubstanz (K-objekt))



Wij zien dan, dat het verband tusschen eiwit- en basengehalten vrijwel rechtlijnig is, maar dat bij lagere droge-stofklasse der bieten, de lijnen meer naar rechts liggen. *Dat wil dus zeggen, dat er bij de voederbieten per procent eiwit meer basen aanwezig zijn of wel naast de aan eiwit gebonden kationen meer basen in oplossing zijn.* Dit wordt ook bevestigd door de bepaling van de kationenovermaat in de asch, uitgedrukt als alkaliteit, die voor de reeds genoemde monsters bij Kühn P 3 Juli 64 m.aeq., en bij Productiva 12 October slechts 53 bedraagt; het lagere alkaliteitscijfer bij Productiva 12 October wijst er op, dat er meer kationen aan anorganische anionen, dus als zouten opgelost aanwezig zijn dan bij het monster van Kühn P, waarbij meer kationen organisch gebonden zijn, dus vermoedelijk kolloidaal geabsorbeerd o.a. aan eiwitten.

Samenvatting der gehaltecijfers

Onder invloed der wisselende K- en Na-bemesting blijkt de samenstelling van de jonge bietenplantjes bij het op één zetten reeds enorm te varieeren; tusschen de rassen vindt men dan echter nog geen verschillen. Begin Juli blijkt dit echter al wel het geval te zijn; in loof en jonge bieten, die op dat tijdstip het rijkst aan K en Na zijn, ziet men duidelijk de hoogste droge-stofgehalten en vooral in de biet de laagste gehalten aan K en Na bij de suikerbiet, terwijl hiermede de laagprocentige voederbieten, Productiva en Hautana, een duidelijk contrast vormen; de beide hoogprocentige voederbieten Friso en Eureka nemen een middenpositie in.

Gedurende den verderen groei wordt bij de suikerbiet Kühn P en halfsuikerbiet Friso de tendens van toenemend droge-stof- en afnemend basengehalte in de biet nog duidelijker, terwijl in het loof daarentegen, dat, zooals wij gezien hebben, bij deze rassen in verhouding tot de biet sterk in gewicht toeneemt, het kaligehalte minder afneemt dan bij de laagprocentige voederbieten. De oorzaak hiervan is duidelijk; de laagprocentige bieten met een hoog kaligehalte voeren een groot deel van de opgenomen kali af naar de wortels; in het loof, dat quantitatief van minder belang is, blijft betrekkelijk weinig over. De suikerbieten daarentegen met een laag kaligehalte in de biet, stapelen in de bieten slechts weinig kali op; een groot deel blijft hier dus in het sterk ontwikkelde loof achter.

Voor natrium staan de zaken nog wat anders. Van begin af aan nemen de laagprocentige bieten hiervan meer op dan de hoogprocentige; ook bij zware Na-bemesting voeren laatstgenoemde rassen toch maar weinig naar de biet af, vrijwel alle natrium blijft hier in het loof. Bij de echte voederbieten, in het bijzonder de Productiva wordt wel veel natrium in de biet verzameld, maar de opgenomen voorraad is zoo groot, dat ook in het loof het gehalte nog hoog blijft.

Verder blijkt, dat de invloed der Na-bemesting op het Na-gehalte in het algemeen veel grooter is dan die der K-bemesting op het K-gehalte, een feit, dat wij in algemeenen zin reeds eerder konden vaststellen. Eenerzijds door de bemesting, anderzijds door het verschillend gedrag van de rassen ten opzichte der natriumopname vinden wij dus bij de Na-gehalten in loof en biet over het algemeen grootere variaties dan bij de K-gehalten.

HOOFDSTUK IV

Kalium- en Natrium-opname

K- en Na-opname bij verschillende bemesting

Nadat wij in de vorige hoofdstukken relatieve en absolute gegevens voor verloop van de droge-stofproductie en van de gehalten aan K en Na in loof en biet gemiddeld zoowel naar ras als naar bemesting hebben besproken, moeten wij nu het product van opbrengst en gehalte, dus de totale per hectare opgenomen hoeveelheid K en Na beschouwen. Wij laten hierbij de opname op het tijdstip der eerste bemonstering bij het op één zetten buiten beschouwing, omdat deze met slechts enkele tiende procenten van het totaal van weinig beteekenis is.

Wij beginnen met de opname van K en Na bij verschillende bemesting, dus gemiddeld over alle rassen, waarbij achtereenvolgens relatieve en absolute cijfers gegeven worden.

De relatieve opname-cijfers vindt men in tabel 7; voor de bijbehoorende cijfers der droge-stofproductie wordt naar tabel 4 op blz. 729 verwezen.

Men ziet, dat *bij alleen K-bemesting de relatieve K-opname in het loof van het begin af aan een voorsprong krijgt, die tot het einde behouden blijft*; bij K-bemesting zit er dus naar verhouding meer K in het loof dan bij tevens Na-bemesting; bij het onbemeste object is deze verhouding aan het eind van den groei ook hooger, maar hier is, blijkens tabel 4, de loof-bietverhouding in de droge stof ook hooger dan bij de andere objecten. *Bij de biet zien wij juist, dat het object met alleen Na, dat dus absoluut het minste K opneemt, gedurende den geheelen groei een voorsprong houdt in de relatieve K-opname*; deze voorsprong zagen wij ook in de relatieve droge-stofproductie van dit object.

De relatieve *Na-opname* vertoont weer een ander beeld; hier ziet men *eerst een groote voorsprong zoowel in biet en loof van de beide veel Na-opnemende objecten*. In de laatste groeiperiode is de totale relatieve Na-opname echter het grootst bij de beide andere objecten; bij den laatsten oogst blijkt bij het

object met K-bemesting naar verhouding het minste Na in de bieten aanwezig te zijn. In tabel 8 geven wij nog de verdeeling van K en Na in loof en biet aan; de cijfers behoeven na het bovenstaande geen verdere toelichting.

TABEL 7

Gemiddelde K- en Na-opname in procenten van het maximum bij verschillende bemesting

(Mittlere K- und Na-Aufnahme in Prozenten des Maximums bei verschiedener Düngung)

Object		K-opname			Na-opname		
		3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
—	Loof *(Blatt)*	10,3	25,1	43,9	12,2	27,6	68,3
	Biet *(Rübe)*	2,7	14,8	56,1	1,3	6,6	31,7
	Som . . . *(Summe)*	13,0	39,9	100 = 232 kg/ha	13,5	34,2	100 = 51 kg/ha
K	Loof . . .	14,2	33,4	44,3	11,0	30,8	76,0
	biet . . .	3,0	19,5	55,7	1,2	7,0	24,0
	Som . .	17,2	52,9	100 = 367 kg/ha	12,2	37,8	100 = 62 kg/ha
K + Na	Loof . . .	12,6	30,1	40,6	21,9	52,9	69,8
	Biet . .	3,0	19,6	59,4	2,0	10,5	30,2
	Som . .	15,6	49,7	100 = 276 kg/ha	23,9	63,4	100 = 104 kg/ha
Na	Loof . . .	12,5	27,5	33,9	24,5	56,1	64,9
	Biet . .	3,7	21,7	66,1	2,3	12,2	35,1
	Som . .	16,2	49,2	100 = 218 kg/ha	26,8	68,3	100 = 141 kg/ha

TABEL 8

Gemiddelde verhouding resp. van K en Na in loof en biet bij verschillende bemesting

(Mittleres K-bezw. Na-Verhältnis in Blatt und Rübe bei verschiedener Düngung)

Object	K-opname loof : biet			Na-opname loof : biet		
	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
—	3,8	1,7	0,78	9,4	4,2	2,2
K	4,7	1,7	0,80	9,2	4,4	3,2
K + Na	4,2	1,5	0,68	10,5	5,0	2,3
Na	3,4	1,3	0,51	10,7	4,6	1,8

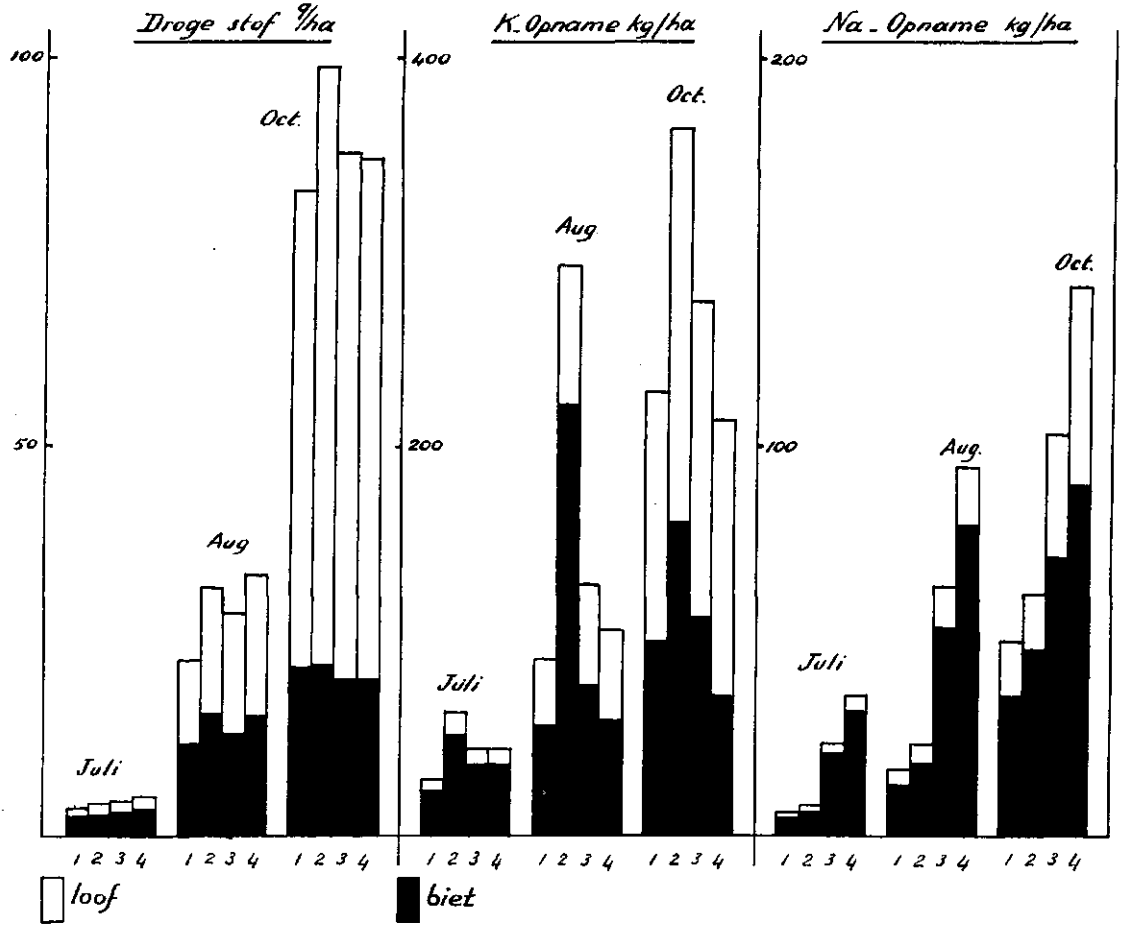
Gezien de groote verschillen in de absolute hoeveelheid opgenomen K en Na bij de uiteenloopende bemestingen (zie de op 100 gestelde waarden uit

tabel 7) is het wel van belang ook het verloop der absolute K- en Na-opname bij de verschillende objecten nog kort te beschouwen. Wij hebben deze grafisch in figuur VI weergegeven, waarbij tevens de bijbehoorende cijfers voor de droge-stofproductie zijn vermeld.

Fig. VI

Gemiddelde droge-stofproductie en K- en Na-opname tijdens den groei in loof en biet bij verschillende bemesting

(Mittlere Trockensubstanzproduktion und K- und Na-Aufnahme in Blatt und Rübe während des Wachstums bei verschiedener Düngung)



1 = zonder K en Na
2 = alleen K
3 = alleen Na
4 = K + Na

Men ziet de betrekkelijk weinig uiteenloopende droge-stofproductie in tweede en derde groeiperiode (de eerste is weer weggelaten) en de vooral in bietenopbrengst hooge waarde voor het K-object bij den oogst. Geheel anders is het beeld bij de K- en Na-opname. Bij de K-opname ziet men de groote voorsprong bij K-bemesting, die bij de Juli- en Augustus-bemonsteringen speciaal in de K-opname door het loof tot uiting komt; de eerst achterblijvende K-opname bij het O-object overtreft tenslotte die bij het Na-object. Bij de Na-opname zien wij het zeer groote verschil tusschen de objecten zonder en met Na, dat in het begin grootendeels aan de groote Na-opname in het loof moet toegeschreven worden.

TABEL 9

Gemiddelde K- en Na-opname per ras in procenten van het maximum

(Mittlere K- und Na-Aufnahme pro Rasse in Prozenten des Maximums)

Ras		K-opname			Na-opname		
		3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
Pro	Loof *(Blatt)*	11,3	24,1	24,0	15,1	30,4	54,5
	Biet *(Rübe)*	3,2	23,3	76,0	1,7	9,4	45,5
	Som . . . *(Summe)*	14,5	47,4	100 = 357 kg/ha	16,8	39,8	100 = 128 kg/ha
Hau	Loof . . .	15,0	25,7	28,6	19,7	42,6	54,9
	Biet . . .	3,9	22,2	71,4	2,1	13,2	45,1
	Som . . .	18,9	47,9	100 = 262 kg/ha	21,8	55,8	100 = 81 kg/ha
Eur	Loof . . .	11,8	27,8	33,1	18,4	40,1	63,5
	Biet . . .	3,0	17,9	66,9	1,8	9,1	36,5
	Som . . .	14,8	45,7	100 = 249 kg/ha	20,2	49,2	100 = 82 kg/ha
Fri	Loof . . .	11,5	32,7	52,1	15,3	43,2	82,8
	Biet . . .	2,6	16,5	47,9	1,5	7,5	17,2
	Som . . .	14,1	49,2	100 = 292 kg/ha	16,8	50,7	100 = 97 kg/ha
KP	Loof . . .	12,5	40,0	65,8	18,7	53,0	90,4
	Biet . . .	3,0	14,4	34,2	1,4	6,1	9,6
	Som .	15,5	54,4	100 = 207 kg/ha	20,1	59,1	100 = 72 kg/ha

K- en Na-opname bij de vijf bietenrassen

Wij bespreken bij de K- en Na-opname per ras ook weer eerst de relatieve cijfers, die in tabel 7 zijn weergegeven; voor de bijbehoorende droge-stof-productiecijfers wordt naar tabel 2 op blz 727 verwezen.

In het begin van den groei bestaat er blijkbaar weinig onderscheid in de wijze van K- en Na-opname der bietenrassen; Hautana vertoont in beide gevallen eenige voorsprong. Bij de bemonstering op 6 Augustus zien wij reeds een duidelijk verschil; *de twee rassen met het hoogste droge-stofgehalte vertoonen nu een relatief duidelijk snellere K- en Na-opname dan gemiddeld de drie voederbieten*; men ziet hierbij, dat deze voorsprong *uitsluitend door de meeropname in het loof* wordt veroorzaakt, aangezien de relatieve K- en Na-cijfers in de biet van Friso en Kühn P juist bij de andere achterblijven. Wij herinneren er hierbij aan, dat op dit tijdstip van den groei in de droge-stof-productie nog geen sprake is van meer loof en minder biet bij die twee rassen met suikerbietkarakter; dit verschijnsel treedt pas in de laatste periode van den groei op. *Wij zien dan een zeer ongelijke verdeeling van Na over biet en loof bij verschillende rassen.* In tabel 10 zijn deze verhoudingen vermeld, waarnaast ter vergelijking ook de loof-bietverhouding van de droge-stofproductie (zie tabel 3) nog eens is geplaatst.

TABEL 10

Gemiddelde loof-bietverhouding bij droge-stofproductie, K- en Na-opname per ras

(Mittlere Blatt-Rübenverhaltnis bei Trocken-substanzproduktion, K- und Na-Aufnahme pro Rasse)

Ras	Droge stof loof : biet			K-opname loof : biet			Na-opname loof : biet		
	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
Pro	2,3	0,79	0,28	3,5	1,0	0,32	8,9	3,2	1,2
Hau	3,0	0,89	0,27	3,8	1,1	0,40	9,4	3,2	1,2
Eur	2,2	0,96	0,29	3,9	1,6	0,49	10,2	4,4	1,7
Fri	2,3	0,99	0,39	4,4	2,0	1,09	10,2	5,8	4,8
KP	2,0	0,91	0,36	4,2	2,8	1,92	13,4	8,7	9,4

Wij zien hieruit, dat van de Juli-bemonstering af de loof-biet-verhouding wat betreft K en Na het hoogst ligt bij Friso en Kühn P, terwijl dit bij de droge stof pas in de laatste periode zeer duidelijk is. Tegen het einde zien wij dan ook nog een belangrijk onderscheid tusschen de half-suikerbiet Friso en de echte suikerbiet Kühn P, terwijl bij de voederbieten de Eureka een zwakke tendens in de richting der suikerbieten toont. *Het is wel opmerkelijk, dat in*

groeiverloop en K-Na-opname de Eureka-biet van de 16% klasse veel dichter bij de Hautana van de 14% klasse staat dan bij de Friso met 18% droge stof, terwijl anderzijds de Friso weer dichter de echte suikerbiet nadert met een veel hooger droge-stofgehalte dan zijn voederbiet-buurman Eureka.

Wanneer wij nu evenals in de vorige paragraaf ook de absolute cijfers van K- en Na-opname per ras willen behandelen, dan stuiten wij op de moeilijkheid, dat de totale K- en Na-opname bij verschillende bemesting per ras nog veel sterker uit elkaar loopt dan bij de vijf rassen bij eenzelfde bemesting. Daardoor is het geven van de gemiddelde absolute cijfers per ras op de wijze, zooals dit in fig. V per bemesting is geschied, van minder beteekenis. Als voorbeeld geven wij daarom in fig. VII liever alleen de afzonderlijke cijfers van twee objecten van twee rassen, die de extreme gevallen vormen. Het volledige materiaal vindt men in tabel 16 aan het slot. Als sterk uiteenloopende gevallen van K- en Na-opname zijn gekozen de objecten met alleen K en alleen Na resp. bij de rassen Productiva en Kühn P.

Bij de droge-stofproductie ziet men, zooals reeds besproken, een aanvankelijk achterblijven van het Kühn P-ras, dat evenwel bij K-bemesting in de laatste periode dank zij de veel grootere loofproductie het Productiva-ras voorbij streeft. Bij de K-opname ziet men bij beide objecten van begin af een groote voorsprong van Productiva, die voornamelijk het gevolg is van de groote K-opname in de biet; merkwaardig is, dat bij Productiva het in het loof aanwezige K aan het einde daalt; voor de opeenvolgende groeiperiode van het K-object zijn de cijfers:

Pro	loof	82 —	170 —	126	kg/ha	— K_2O
	biet	20 —	158 —	342	„	„
KP	loof	40 —	173 —	209	„	„
	biet	9 —	38 —	77	„	„

Wij zien dus een totaal verschillende verdeeling van K over loof en biet bij de beide rassen. Bij het Na-object zijn de verschillen tusschen de rassen n K-opname vooral in de eerste stadia geringer.

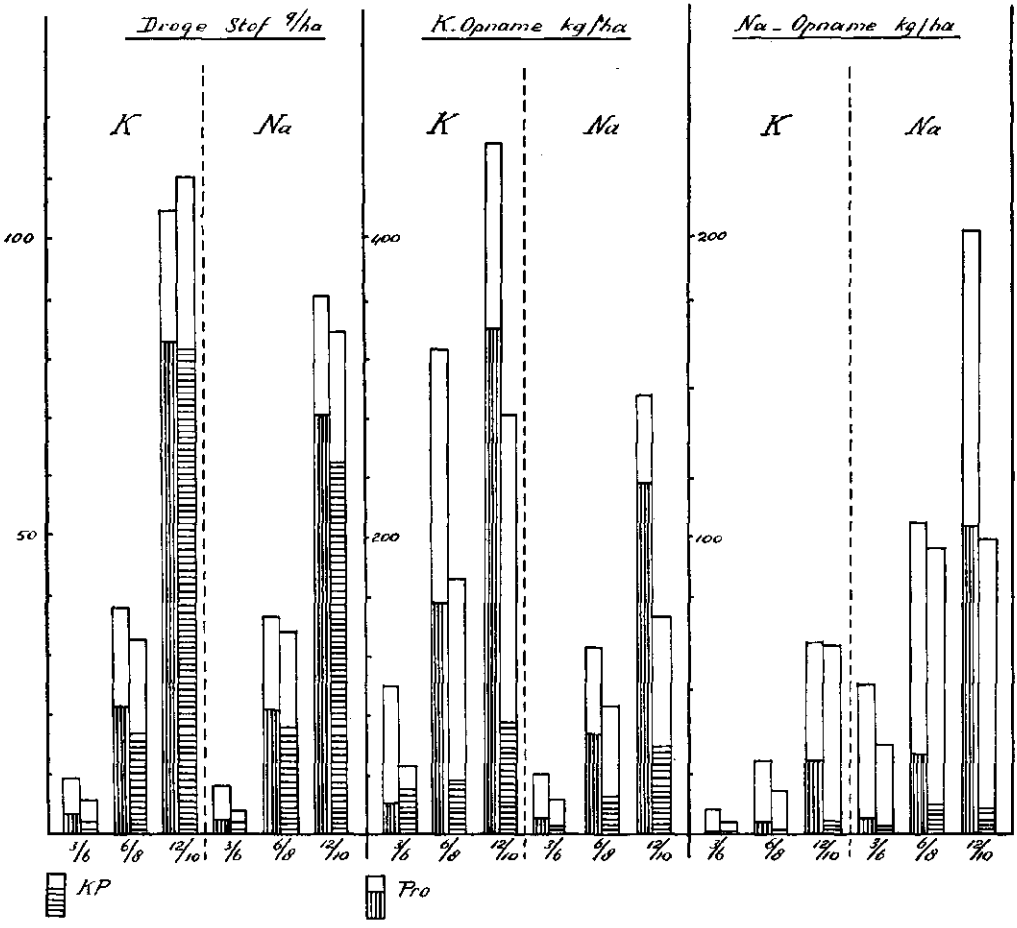
Tenslotte beschouwen wij de Na-opname. Bij het K-object is de Na-opname betrekkelijk gering en aan het eind vrijwel gelijk voor beide rassen; de verdeeling is er later weer verschillend: bij Kühn P vrijwel alles in het loof bij Productiva ook vrij wat in de biet. Bij het Na-object, waarvan hier de cijfers nog eens volgen, vindt men weer een frappant verschil.

Pro	loof	46 —	77 —	97	kg/ha	Na_2O
	biet	5 —	29 —	107	„	„
KP	loof	29 —	87 —	91	„	„
	biet	2 —	11 —	10	„	„

Fig. VII

Droge-stofproductie en K- en Na-opname tijdens den groei in loof en biet voor de objecten K en Na bij de rassen Productiva en Kühn P

(Trockensubstanzproduktion und K- und Na-Aufnahme in Blatt und Rübe während des Wachstums für die Objekte K und Na bei den Rassen Productiva und Kühn P)



In het begin een voorsprong in het Productivaloof; in de volgende periode een vrijwel gelijke opgenomen hoeveelheid, waarvan bij Kühn P iets meer in het loof. *In de laatste periode neemt de suikerbiet echter praktisch geen Na meer op* (de daling van de hoeveelheid in de biet ligt binnen de foutengrens), *terwijl vooral in de biet, maar ook in het loof bij de voederbiet de Na-hoeveelheid nog aanzienlijk toeneemt, zoodat tenslotte de totale hoeveelheid ongeveer het dubbele van die bij de suikerbiet bedraagt.*

HOOFDSTUK V

Onderlinge verhouding van de kalium- en natriumopname

Gehaltecijfers van de geheele bietenplant per ras

In de vorige hoofdstukken hebben wij de K- en Na-gehalten in de per ha opgenomen hoeveelheden voornamelijk als functie van het groeiverloop (bemonstering op verschillende tijdstippen) beschouwd. Als laatste onderdeel willen wij nu speciaal de verhouding der opgenomen hoeveelheden K en Na bij de vijf rassen voor de objecten met verschillende bodemvoorraden bestudeeren.

Om de onderlinge verhouding der K- en Na-opname voor de vijf rassen bij de verschillende bemesting na te gaan, betrekken wij eerst de cijfers per ras en per periode op het gemiddelde der vier objecten. Inplaats van hiervoor de in tabel 16 vermelde hoeveelheden in kg/ha te kiezen, gebruiken wij liever de opnamecijfers per eenheid van de droge stof, dus de berekende gehaltecijfers in de droge stof der geheele plant. Hierbij nemen wij dus aan, dat telkens de droge-stofopbrengst van de vijf rassen en vier bemestingen op alle tijdstippen van den groei constant is, waardoor de gehaltecijfers in dezelfde verhouding tot elkaar staan als de opnamecijfers in kg/ha. Deze veronderstelling geeft een betere basis voor de vergelijking der cijfers dan wanneer wij gebruik maken van de min of meer onzekere verschillen in opbrengst bij de bemonstering op de vier tijdstippen gedurende den groei. Bovendien is de invloed van de uiteenloopende K- en Na-gehaltecijfers op de waarden der opname in kg/ha zoo groot in vergelijking met den invloed hierop van de opbrengstverschillen, dat de hier gemaakte veronderstelling omtrent de constante droge-stofopbrengst voor de volgende beschouwing wel geoorloofd is.

In tabel 11 zijn nu de gemiddelde gehalten der vier objecten aan K en Na in m. aeq. in de geheele bietenplant voor de vijf rassen voor den slotoogst vermeld.

TABEL 11

Gemiddeld K- en Na-gehalte van de geheele bietenplanten bij den oogst en verhoudingscijfers per object

(Mittlere K- und Na-Gehalte der ganzen Rübenpflanzen bei der Ernte und relative Werte pro Objekt)

Ras	Gem. m. aeq. K p. 100 g dr. stof	Verhoudingscijfers gem. m. aeq. K = 100				Gem. m. aeq. Na p. 100 g dr. stof	Verhoudingscijfers gem. m. aeq. Na = 100			
		—	K	K + Na	Na		—	K	K + Na	Na
Pro	*78*	90	120	102	88	*43½*	63	47	134	166
Hau	*71½*	89	119	109	83	*35½*	52	59	134	155
Eur	*64*	94	123	103	80	*31½*	67	56	135	143
Fri	*64½*	93	126	104	77	*32*	55	67	119	158
KP	*45½*	95	121	103	81	*24½*	50	78	118	154

Men ziet hieruit, dat, hoewel — zooals wij reeds weten — de gemiddelde K- en Na-opname voor de rassen sterk uiteenloopt, de verhouding, waarin zoowel K als Na bij de vier objecten wordt opgenomen, voor alle rassen vrij constant is. Bij Na wisselen de cijfers meer dan bij K, maar men moet hierbij bedenken, dat de gehalten hiervan zonder Na-bemesting laag zijn, waardoor de bepalingsfout grooter invloed op de verhoudingscijfers heeft. Een steun voor de betrekkelijke regelmatigheid van deze verhoudingscijfers voor de vijf rassen vormt ook het min of meer gelijke verloop van deze relatieve getallen in de monsters van eerdere groeiperioden, die wij hier kortheidshalve maar niet vermelden.

K-Na-verhouding per ras en per object

Nu het dus blijkt, dat de verhouding, waarin K en Na afzonderlijk bij elk der objecten door de bietenrassen wordt opgenomen, min of meer constant is, zal ook de verhouding van de opname van K tot Na voor de rassen voor elk object tamelijk gelijk moeten zijn.

Wij vermelden deze verhouding in absolute cijfers eveneens voor den slotoogst in tabel 12.

TABEL 12

Verhouding K tot Na in de geheele bietenplant bij den laatsten oogst gemiddeld en per object

(K-Na-Verhältnis der ganzen Rübenpflanzen bei der Schlussernte pro Objekt und im Mittel der 4 Objekte)

Ras	Verhouding K : Na-gehalte in aeq.				
	Gemiddeld voor 4 objecten	per object			
		—	K	K + Na	Na
Pro	1,79	2,56	4,61	1,45	0,95
Hau	2,01	3,45	4,04	1,53	1,08
Eur	2,04	2,86	4,53	1,55	1,14
Fri	2,01	3,36	3,75	1,76	0,98
KP	1,86	3,62	2,89	1,62	0,99

Wij zien ten eerste, dat de gemiddelde verhouding van K tot Na niet veel uit elkaar loopt, niettegenstaande b.v. de Productivabiet resp. 1,9 maal de hoeveelheid K en 1,8 maal de hoeveelheid Na bevat als de Kühn P-suikerbiet. Of de lagere cijfers bij Productiva en Kühn P in vergelijking met de drie anderen nog beteekenis hebben, kunnen wij niet zeggen; bij de eerste genomen monsters liggen de gemiddelde cijfers voor de vijf rassen weer anders ten opzichte van elkaar.

De K-Na-verhouding per object toont nogal variatie, hetgeen vooral veroorzaakt wordt door de uiteenloopende relatieve Na-opname bij de lage

gehalten zonder Na-bemesting, zooals dit bij vergelijking van tabellen 11 en 12 duidelijk blijkt. Voor de objecten met Na-bemesting en dus hooge Na-gehalten is de verhouding voor de vijf rassen aardig gelijk, hetgeen ook in de hier niet vermelde cijfers van de vorige bemonsteringen tot uiting komt.

De gegevens in tabel 11 en 12 vermeld zijn voor onze studie van de K- en Na-opname zeker van veel beteekenis. Wij zien hieruit, dat *ondanks het feit, dat de hoeveelheid opgenomen K en Na en de wijze van opnemen ervan bij de vijf rassen zoozeer uiteenloopt, voornamelijk als gevolg van de verschillen in groeiwijze, de verhouding, waarin deze basen uit den grond opgenomen worden ook bij zeer verschillende voorraden ervan in den grond voor alle rassen min of meer constant blijkt.*

Een treffend voorbeeld moge dit nog eens illustreeren. Bij het object met 310 kg/ha Na_2O vinden wij in den slotoogst van de *Productiva-voederbiet* per 100 g droge stof

in het loof 62 m.aeq. K en 163,5 m.aeq. Na
en in de biet 70 m.aeq. K en 48 m.aeq. Na,

terwijl de *Kühn P-suikerbiet* bevat

in het loof 84 m.aeq. K en 20 m.aeq. Na
en in de biet 129 m.aeq. K en 5 m.aeq. Na

In aanmerking nemend de loof : bietverhouding, die voor Pro 0,27 en voor KP 0,36 bedraagt vinden wij, ondanks de totaal verschillende verdeeling van K en Na over loof en biet en de bijna dubbele K- en Na-gehalten bij Pro, dat beide rassen over het geheel het K en Na in dezelfde verhouding hebben opgenomen en wel iets minder K dan Na.

Wij hebben dus vermoedelijk *bij de onderlinge verhouding der opname van K en Na door de biet te maken met een physiologische eigenschap van deze plant, die ondanks de toegepaste selectie, waardoor uit de laagprocentige, suikerarme voederbiet een hoogprocentige suikerbiet is ontstaan en waardoor o.a. ook de per eenheid droge stof door de plant opgenomen hoeveelheid K en Na is teruggeloopen, toch vrijwel gelijk is gebleven en voor elke K-Na-verhouding in den grond een voor de biet karakteristieke waarde geeft.*

Onze indruk, dat men hierbij met een voor alle bietenrassen min of meer gelijke karakteristieke verhouding te maken heeft, wordt versterkt door het feit, dat bij de jonge bietenplantjes (bemonstering bij het op één zetten) niet alleen de verhouding, maar ook de opgenomen hoeveelheid K en Na per eenheid droge stof voor alle rassen nog vrijwel gelijk is (zie tabel 15). Er is dan ook wel reeds een klein verschil tusschen de laag- en hoogprocentige bieten, maar dat is, in verhouding tot het onderscheid tusschen de bietenplant eenerzijds en andere gewassen, zonder beteekenis. De typische eigenschap van de biet,

om direct van begin van den groei af groote hoeveelheden Na en K op te nemen, wanneer dit ter beschikking staat, blijkt dus voor alle rassen vrijwel in dezelfde mate aanwezig te zijn en pas bij het verdere uitgroeien verandert het tempo, waarin de rassen met verschillende loof-bietverhouding en verschillende droge-stofgehalte van de plant K en Na opnemen, waarbij evenwel de verhouding van K-Na-opname bij een bepaalde verhouding van deze ionen in den grond vrijwel dezelfde blijft. Ook bij de in 1935 uitgevoerde orienteerende proef in vakken met vijf bietenrassen, waarbij objecten zonder K en Na, alleen met Na en met K + Na zijn vergeleken, zien wij hetzelfde verschijnsel van de constante K-Na-verhoudingscijfers, waarbij in de eerste groeiperiode tot 31 Mei ook de absolute K- en Na-opname bij alle rassen weer gelijk is, terwijl in de tweede groeiperiode tot 8 Juli de gemiddeld opgenomen hoeveelheid K en Na bij de laagprocentige bieten die bij de hoogprocentige overtreft. Deze overeenstemming tusschen de vakkenproef in 1935 en de veldproef in 1936 is daarom zoo aardig, omdat met twee eschgronden beide van Noordlaren gewerkt werd, die zeer verschilden ten opzichte van hun kalirijkdom, waardoor de absolute verhoudingscijfers van de Na-K-opname geheel verschillend waren. De grond van de vakkenproef met 5 % humus en pH 4,7 bevatte 0,13 m.aeq. K en 0,03 m.aeq. Na, uitwisselbaar met 0,1 n HCl; de grond van de veldproef met 4,4 % humus en pH 5,5 bevatte 0,47 m.aeq. K en 0,13 m.aeq. Na.

K-Na-verhouding per object gedurende den groei

Nu wij gezien hebben, dat de K-Na-verhouding voor de vijf rassen weinig uiteenloopt, willen wij nog even kort de verandering in deze verhouding gedurende den groei voor de vier objecten gemiddel over de rassen beschouwen.

TABEL 13

Verhouding K tot Na gemiddeld voor de vijf bietenrassen gedurende den groei gemiddeld en per object

(K-Na-Verhältnis der ganzen Rübenpflanzen während des Wachstums sowohl pro Objekte als im Mittel der vier Objekte; immer Mittelwerte für die fünf Rassen)

Object	Verhouding K : Na-gehalte in aeq.			
	2 Juni	3 Juli	6 Aug.	12 Oct.
Gem. 4 obj.	1,33	1,53 [1])	1,80	1,97
—	2,52	3,53 [1])	3,65	3,12
K	4,52	7,25 [1])	5,87	3,96
K + Na	0,92	0,89 [1])	1,28	1,58
Na	0,51	0,53 [1])	0,75	1,03

[1]) Bij deze gemiddelden zijn de gegevens voor Hautana-biet, die vermoedelijk door een fout bij de bemonstering sterk van het gemiddelde afwijken buiten beschouwing gelaten.

Wij zien hieruit, dat *gemiddeld over de 4 objecten het Na-gehalte der bieten tijdens den groei sterker daalt dan het K-gehalte*, waardoor het gemiddelde verhoudingscijfer van 1,33 tot 1,97 stijgt. Beschouwen wij de cijfers per object, dan zien wij bij de beide eerste objecten zonder Na eerst een duidelijke stijging van de K-Na-verhouding, doordat vooral het K-gehalte stijgt (zie Fig. II); tegen het einde is de daling van het K-gehalte vooral bij het K-object naar verhouding veel sterker dan van het Na-gehalte, waardoor weer een daling van het verhoudingscijfer optreedt. Een geheel ander beeld vertoonen de beide objecten met Na-bemesting, waarbij eerst de K-Na-verhouding ongeveer constant blijft, doordat een ongeveer gelijke toename van K- en Na-gehalte plaats vindt (zie fig. II). In de latere perioden van de bietproductie loopt de Na-opname in vergelijking met die van K terug, waardoor vooral bij het Na-object met een aanzienlijk groote voorsprong der Na-opname, die dubbel zoo groot als de K-opname was, een ongeveer gelijk komen van K- en Na-cijfers ontstaat. Een laatste punt, dat hierbij nog besproken zou kunnen worden is de K-Na-opname door de plant in verhouding tot den beschikbaren bodemvoorraad. Wij willen dit evenwel uitstellen tot een volgende publicatie, waarin gegevens over meer grondsoorten en meer bemestingstrappen besproken zullen worden.

HOOFDSTUK VI

Algemeene beschouwingen en Samenvatting

Na-opname in het algemeen

Bij de studie van de natriumhuishouding van de plant is het steeds noodzakelijkheid hierbij ook het kalium te betrekken, aangezien de Na-opname evenzeer door den K-voorraad als door de aanwezige Na-hoeveelheid in den grond wordt beheerscht. In het algemeen hebben, vermoedelijk grootendeels onbewust, de meeste onderzoekers aan die eisch voldaan, omdat men gewoonlijk het Na in zijn beteekenis als vervanger van K bij de plantenvoeding heeft beschouwd.

Zooals wij reeds in de inleiding hebben opgemerkt, heeft het ons herhaaldelijk zeer getroffen, dat, terwijl de K-opname bij de voornaamste gewassen in jonge toestand vrijwel uniform verloopt, de Na-opname zoo enorm uiteen kan loopen. Een eenvoudig verband tusschen bodemvoorraad en opgenomen hoeveelheid door een gewas laat zich lastig vaststellen, omdat b.v. bij een afname van den bodemkalivoorraad in vele gevallen aequivalente vervanging door de gezamenlijke andere basen kan plaats hebben, waarbij

het aandeel van de stijging, dat op rekening van Na komt, behalve van den aard van het gewas en den Na-voorraad ook van de verhouding van Na tot Ca en Mg zal afhangen.

Voor een aantal gewassen, die een normale, gemiddelde opneembaarheid voor Na vertoonen, kan aangenomen worden, dat bij aequivalente aanwezige hoeveelheden uitwisselbaar K en Na in den grond, K 2 tot 5 keer zooveel opgenomen wordt als Na. Hierbij moet in aanmerking genomen worden, dat wanneer een cultuurgrond regelmatig met K bemest wordt en weinig met Na (dus gebruik van patentkali, 40 %-kalizout, stalmest of gier en geen chilisalpeter) de bodemvoorraad aan uitwisselbaar K als regel grooter zal zijn dan aan Na. Ook op van nature mineraalrijke gronden (jonge kleigronden) overtreft het K als regel het gemakkelijker uitspoelende Na, dat daarentegen in het afvloeiende water en uiteindelijk in zeewater verre in de meerderheid is.

Naast de gewassen met een normaal gemiddeld opnemend vermogen voor Na, waartoe vermoedelijk o.a. alle leguminosen, de meeste oliegewassen, een aantal hakvruchten, zooals kool en wortelen, en verschillende gramineeën zooals haver, gerst, kanariezaad en een aantal grassoorten behooren, vindt men dan eenige gewassen zooals aardappelen en andere gramineeën (tarwe, rogge en vele grassen), die voor Na een veel geringer opnemend vermogen hebben. Men kan bij deze gewassen de opneembaarheid van Na op een twintig of meer keeren geringere schatten dan van K.

Zooals bekend neemt de biet, als eenige van onze gewone cultuurgewassen, een geheel andere plaats ten opzichte van de Na-opname in. Bij een gelijken bodemvoorraad is vermoedelijk de Na-opname ongeveer twee keer zoo hoog als van K. Waar nu door deze gemakkelijke opneembaarheid van Na de onderlinge vervanging van K en Na bij de biet van veel beteekenis is, spreekt het vanzelf, dat men speciaal bij een dergelijk gewas pas een beeld van de K- en Na-opname kan krijgen, wanneer gegevens omtrent den beschikbaren voorraad bekend zijn of wanneer de K- en Na-voorraden in het proefschema binnen wijde grenzen gevarieerd worden.

Bij de hier beschreven proef en in het algemeen bij onze onderzoekingen over ionenverhoudingen kiezen wij groote variaties in K- en Na-voorraad in den grond als basis. Cijfers over de uitwisselbare hoeveelheid K en Na en de met de bemesting gegeven K- en Na-hoeveelheid vindt men in Hoofdstuk I. Behalve naar de vier bemestingsobjecten O (d.w.z. alleen N en P), K, K + Na en Na hebben wij het proefplan nog naar twee zijden gevarieerd nl. door een serie van vijf rassen te kiezen met opklimmend droge-stofgehalte van het mangelworteltype tot de echte suikerbiet, terwijl bovendien nog door opbrengstbepaling en bemonstering op vier tijdstippen van den groei een groeicurve voor de K- en Na-opname is verkregen. Er is dus bij deze proef

bewust het z.g. *Serieprincipe* (6. DE VRIES) toegepast, waardoor het mogelijk is geworden, niettegenstaande de minder mooie overeenstemming der beide parallelveldjes, uit de in totaal tachtig opbrengstbepalingen en bemonsteringen voor chemisch onderzoek een bevredigend beeld over de K- en Na-opname van de biet te krijgen. Wij wijzen er verder op, dat een combinatie van rassen met bemestingsobjecten in serie ook door het INSTITUUT VOOR PLANTENVEREDELING op een drietal proefvelden in samenwerking met den Rijkslandbouwconsulent CLEVERINGA is toegepast (7. DOJES).

Samenvatting der Proefresultaten

Wij geven nu een korte samenvatting van de voornaamste resultaten van de hier beschreven proef.

Bij een gelijke totaal opbrengst maken de hoogprocentige bieten meer loof dan de laagprocentige, een bekend verschijnsel. Beschouwt men de opbrengstcijfers aan versch materiaal, dan komt dit verschil bij de bemonstering in Augustus tot uiting en is dit bij den slotoogst ook grooter dan bij beschouwing van de droge-stofopbrengsten, waarbij dat verschil pas aan het eind van den groei duidelijk wordt; door het hoogere droge-stofgehalte van de suiker- en half-suikerbiet geven relatief lagere opbrengsten van deze versche bieten toch droge-stofopbrengsten gelijk aan die van voederbieten met een lager droge-stofgehalte.

De invloed der bemesting op het verloop van den groei is bij alle rassen duidelijk. Bij het object zonder K en Na blijven de bieten in groei achter, maar tegen het eind wordt nog vrij wat loof en minder biet geproduceerd, waardoor tenslotte een oogstproduct met betrekkelijk wijde loof-bietverhouding wordt verkregen. Bij het Na-object vonden wij een zeer opvallend vooruitloopen in de eerste drie groeiperioden vooral bij loofproductie, maar ook in mindere mate in de bietproductie; de snelle groei zet echter aan het eind niet door. De beide andere objecten vertoonen een gemiddeld en gelijk beeld. Het onderscheid in het groeiverloop is zoo duidelijk, dat dit ook, niettegenstaande geconstateerde verschillen in absolute opbrengsten bij den oogst, waaraan wij overigens hierbij geen beteekenis toekennen, in de absolute opbrengstcijfers tot uiting komt.

De droge-stofgehalten vertoonen bij het loof vanaf de tweede groeiperiode duidelijke verschillen voor de afzonderlijke rassen; in de biet komen deze verschillen al van begin van de bietproductie tot uiting, doch worden gaandeweg duidelijker. Tegenover deze groote rasverschillen (in het loof van 11—16 %, in de biet van 11—26 %) in droge stof staan slechts betrekkelijk geringe verschillen onder invloed van de gegeven bemesting; zonder K- en Na-bemesting is het droge-stofgehalte steeds het hoogst.

De K- en Na-gehalten geven in het loof een geheel ander beeld dan in de biet. Terwijl in het loof in het begin van den groei de gehalten voor de rassen weinig uiteenloopen, daarentegen de invloed der bemesting speciaal op het Na-gehalte enorm is, zien wij in de biet van begin af een duidelijk differentiatie naar de rassen, waarnaast voor de voederbieten speciaal de invloed van Na-bemesting op het Na-gehalte van beteekenis is. Tusschen K + Na-gehalte en droge-stofgehalte in de biet is een duidelijk verband, dat echter, vermoedelijk tengevolge van de verschillende eiwitgehalten bij gelijke basen-gehalten, voor de voederbieten anders ligt dan voor de suikerbieten.

In het loof stijgt het K-gehalte eerst om daarna sterk te dalen, in de biet treedt steeds een regelmatige daling op. Het Na-gehalte, dat het K-cijfer overtreft, wanneer met Na is bemest, vertoont bij die beide Na-objecten hetzelfde beeld in loof en biet; wordt geen Na gegeven, dan blijven alle cijfers min of meer constant en laag.

De laagprocentige bieten nemen zooals bekend meer K en Na op dan de hoogprocentige. In Na-opname staan zij van begin af aan bovenaan en dit blijft zoo, omdat hierbij ook in de bieten veel Na wordt opgeslagen. Ook het grootste deel van de K wordt in de biet verzameld, waardoor de aanvankelijk ook hooge K-gehalten in het loof bij deze bieten tegen het einde tot onder die van het loof der hoogprocentige dalen. De hoogprocentige bieten beginnen op gelijke wijze als de laagprocentige; de hoeveelheid K en Na, die in de biet met hoog droge-stofgehalte wordt opgestapeld, is hierbij slechts gering; daartegenover staat een krachtige loofproductie, waarin de ook later opgenomen basenhoeveelheden een plaats vinden. Over het geheel verloopt de opname echter niet alleen absoluut maar ook relatief langzamer tegen het einde van den groei. Het spreekt wel vanzelf, dat de verdeeling van K en Na over loof en biet voor de rassen zeer sterk varieert. De invloed der bemesting op de K- en Na-opname is in samenhang met den invloed hiervan op de droge-stofproductie, zeer duidelijk. Wordt met Na bemest dan is vooral bij de hoogprocentige bieten in zeer korten tijd het grootste deel van het Na opgenomen; hetzelfde geldt in mindere mate voor de K-opname bij K-bemesting. Relatief het langzaamste verloopt de K- en Na-opname bij het object zonder K en Na. Een sprekend beeld voor de variatie der K- en Na-opname onder invloed van de bemesting en het verbouwde ras vindt men in figuur VII.

Bij de beschouwing der onderlinge verhouding van K- en Na-opname vinden wij een over het algemeen goede overeenstemming tusschen de rassen. Hoewel dus absoluut zeer verschillende hoeveelheden K en Na door de rassen worden opgenomen en de verdeeling ervan over loof en biet tijdens den groei sterk uiteenloopt, blijkt toch de verhouding, waarin zoowel K als Na door

de vijf rassen bij de objecten met verschillende bodemvoorraden tijdens den groei worden opgenomen, tamelijk constant te zijn, een resultaat, dat wij ook bij geheel andere bodemverhoudingen bij een voorafgaande orienteerende proef vonden.

Tevens blijkt, dat de onderlinge verhouding van K : Na voor een bepaald object voor alle rassen, rekening houdend met de bepalingsfouten, vrij constant is, waaruit dus ook weer een min of meer gelijk gemiddelde voor alle rassen en alle objecten volgt. De variatie in de over alle rassen gemiddelde K : Na-verhouding tijdens den groei geeft tenslotte een voor elk object karakteristiek verloop.

Beteekenis van deze proefresultaten voor de studie der Na-opname

Zooals reeds in de inleiding is vermeld, werd deze proef genomen, om te trachten verschillen in het mechanisme van de Na-opname tusschen de nauw verwante, maar toch wat basenopname betreft zich verschillend gedragende bietenrassen te vinden, om daardoor meer gegevens over de Na-opname in het algemeen te verkrijgen.

In zekeren zin heeft deze proef niet aan dat doel beantwoord, omdat er *niettegenstaande de opgetreden verschillen in totale hoeveelheid opgenomen K en Na tusschen de rassen een opmerkelijke gelijkheid bleek te bestaan in de verhouding waamede deze elementen bij de vijf rassen werden opgenomen. Men kan dus niet, zooals wij aanvankelijk verwacht hadden, vaststellen, dat de laagprocentige bieten in verhouding tot kalium het natrium gemakkelijker opnemen dan de hoogprocentige rassen.*

Wel krijgt men uit de wijze van opnemen van K en Na bij de verschillende objecten van deze proef een bepaalden indruk omtrent de functie van beide elementen voor de verschillende bietenrassen.

De suikerbiet en halfsuikerbiet hebben het Na en in iets mindere mate ook het K vooral noodig voor de productie van krachtig loof, terwijl de voederbieten ook aanzienlijke hoeveelheden van beide in de biet kunnen opstapelen. Het vooruitloopen van de Na- en K-opname op de productie van droge stof is dan ook bij de suikerbieten het duidelijkst. Zeer sterk komt dit tot uiting, wanneer alleen met Na wordt bemest; bij de suikerbieten is dan reeds spoedig vrijwel al het Na opgenomen, waarbij dan tevens een extra krachtige drogestofproductie optreedt. Aan het eind van den groei wordt echter de K-behoefte van meer beteekenis; is alleen met Na bemest, dan zal er vermoedelijk eenig gebrek hieraan zijn ontstaan, waardoor de verdere productie geremd is. Ook bij de K-opname zien wij bij K-bemesting een voorsprong ontstaan, die echter,

in tegenstelling met Na, de bietproductie aan het eind van den groei ook sterk stimuleert.

Bij de suikerbiet heeft dus vermoedelijk het Na in de eerste plaats een drijvende werking bij de loofproductie, maar is daarna voor de bietproductie van minder belang dan het K. Bij de voederbiet wordt meer Na, maar in een kalmer tempo opgenomen; vooral als niet voldoende K of overmaat Na aanwezig is, kan hierbij ook in de biet een deel van het K door Na worden vervangen.

Hoe lager de droge-stofklasse van de biet is, hoe meer K en Na heeft deze noodig; terwijl de verhouding, waarin deze elementen opgenomen worden, voor alle rassen waarschijnlijk gelijk is, verloopt *de opname bij de laagprocentige bieten in absolute maat sneller, maar relatief meestal langzamer dan bij de hoogprocentige.* Aangezien daarentegen het opnemend vermogen door de minder diepe beworteling bij de voederbieten geringer is, zullen deze vermoedellijk *eerder een tekort aan K kunnen krijgen, en dan is dus het Na naast het K van veel beteekenis. Bij de hoogprocentige bieten beperkt de rol van het Na zich in hoofdzaak tot de loofproductie; bij een K-tekort, dat hier overigens blijkens ervaring minder snel zal optreden door de diepere beworteling en de geringere behoefte, zal aan Na ter vervanging van het K niet die groote beteekenis toekomen als bij de voederbieten.*

Hoewel dus over het geheel het Na voor de biet een grootere beteekenis heeft dan voor onze andere cultuurgewassen, vervult Na ook hierbij grootendeels dezelfde karakteristieke functie als bij andere gewassen, die dit element in eenigszins belangrijke hoeveelheid opnemen, nl. overwegende opname in de vegetatieve organen aan het begin van den groei, waarbij ook ten deele een vervanging van K door Na bij K-tekort kan optreden, maar vrijwel geen ophooping in de organen, die reservevoedsel bergen; het Na heeft dus blijkbaar minder beteekenis dan het K bij transport en opzameling van zetmeel en suiker. Men kan daarbij de wortel van de laagprocentige biet met weinig droge stof en suiker als een orgaan beschouwen, waarvoor, gezien het hooge vochtgehalte, ook het Na van beteekenis is. Immers nog sterker dan het K, dat een minder hydrophiel ion is en sterker aan plantenkolloiden geadsorbeerd is, bevindt het zeer hydrophiele Na-ion zich vermoedelijk geheel in opgelosten toestand in het celvocht. Door de natuurlijke begrenzing van de ionenconcentratie in het celvocht in verband met den daardoor veroorzaakten osmotischen druk vindt men tegenover een hooger percentage in de droge stof van die ionen, die in de versche plant in het celvocht zijn opgelost, steeds ook een hooger vochtgehalte. Dit geldt dus zeer bijzonder voor Na en Cl, die in tegenstelling met andere ionen waarschijnlijk uitsluitend in het celvocht en niet geadsorbeerd of anderszins gebonden voorkomen. Het Na is dus vermoedelijk slechts

van beteekenis, wanneer de plant voor de hoeveelheid water, die krachtens zijn wezen wordt opgenomen, niet voldoende in het celvocht in oplossing blijvend K kan opnemen. Dit doet zich dus voor bij K-tekort in het algemeen, en vooral bij een gewas als de biet, en meer in het bijzonder bij de laagprocentige voederbiet, die met een wateropname van b.v. 900 q/ha per oogst alle andere gewassen in dit opzicht overtreft.

Op de wisselende verhouding der K- en Na-opname bij de biet in verband met de verhoudingen van deze kationen in den grond hopen wij in een volgende mededeeling terug te komen.

TABEL 14

Opbrengsten aan versche en droge

(Erträge an Frisch- und Trockensubstanz

Ras	Veldje	Bemonstering 2 Juni			Bemonstering 3 Juli					
		Loof			Loof			Biet		
		Versch q/ha	% dr. st.	dr. q/ha	Versch q/ha	% dr. st.	dr. q/ha	Versch q/ha	% dr. st.	dr. q/ha
										Object zonder
Pro	1	1,22	7,6	0,069	41,5	8,0	2,42	23,0	10,6	1,54
	34	0,59			18,8			6,0		
Hau	2	0,75	7,6	0,036	48,5	9,0	3,01	13,5	10,0	1,55
	35	1,88			18,3			17,5		
Eur	3	0,75	8,4	0,047	51,0	9,8	3,11	17,5	11,8	1,28
	31	0,38			12,5			3,8		
Fri	4	0,69	7,9	0,035	50,0	10,6	3,34	16,3	12,4	1,24
	32	0,16			13,0			3,5		
KP	5	0,53	8,9	0,036	40,0	11,5	3,02	17,0	13,8	1,52
	33	0,28			12,5			4,8		
										Object
Pro	6	1,81	7,0	0,105	95,3	7,6	6,23	35,3	9,2	2,71
	39	1,19			68,8			23,8		
Hau	7	0,94	7,0	0,048	53,8	8,4	4,16	14,0	8,8	1,16
	40	0,44			45,2			12,5		
Eur	8	1,03	7,2	0,066	46,5	9,0	3,94	17,0	11,0	1,79
	36	0,78			41,0			15,3		
Fri	9	1,09	7,7	0,062	56,5	10,0	4,48	20,3	15,1	2,34
	37	0,50			33,0			10,5		
KP	10	0,78	7,3	0,053	43,8	10,5	3,60	19,8	15,1	2,04
	38	0,63			24,8			7,3		
										Object
Pro	16	1,28	6,3	0,081	62,3	8,0	5,00	17,5	10,9	2,04
	29	1,28			62,5			19,8		
Hau	17	0,66	6,7	0,048	72,0	8,6	5,50	25,8	9,7	1,50
	30	0,75			56,0			5,3		
Eur	18	1,09	6,0	0,068	36,5	8,6	3,61	13,0	12,4	1,83
	26	1,13			47,5			16,3		
Fri	19	0,94	7,2	0,066	45,5	9,8	4,55	15,5	11,8	1,83
	27	0,84			47,2			15,5		
KP	20	0,63	7,1	0,047	34,5	10,2	3,70	11,0	14,3	1,64
	28	0,65			37,7			11,8		
										Object
Pro	11	1,28	6,1	0,088	70,0	7,8	5,94	18,5	9,8	2,35
	24	1,56			82,5			29,5		
Hau	12	0,63	5,7	0,043	72,0	7,8	4,80	24,0	8,9	1,71
	25	0,84			51,0			14,3		
Eur	13	1,19	6,3	0,077	49,8	8,7	4,76	18,3	12,7	2,51
	21	1,22			59,8			22,3		
Fri	14	0,75	7,0	0,064	53,5	8,5	5,08	16,0	13,9	2,43
	22	1,03			65,8			18,8		
KP	15	0,62	7,1	0,060	33,8	10,2	3,93	11,5	16,2	2,06
	23	1,06			42,5			14,0		

stof in q/ha en droge stofgehalten

n dz/ha und Trockensubstanzgehalte)

Bemonstering 6 Augustus						Bemonstering 12 October						
Loof			Biet			Loof			Biet			
Versch q/ha	% dr. st.	dr. q/ha	Versch q/ha	% dr. st.	dr. q/ha	Versch q/ha	% dr. st.	dr. q/ha	Versch q/ha	% dr. st.	% suiker	dr. q/ha
K en Na												
153 114	9,3	12,3	184 87	9,4	12,7	192 193	12,3	23,9	739 507	11,2	—	69,9
121 64	9,7	9,0	137 41	8,7	7,7	115 142	15,0	19,4	511 351	13,7	—	59,0
134 60	10,8	10,5	132 36	12,1	10,2	132 128	14,5	19,0	444 297	16,1	—	59,7
183 79	11,0	14,4	133 45	14,1	12,6	183 169	13,3	23,4	293 256	19,6	—	53,8
126 71	12,1	11,9	87 44	17,0	11,1	153 139	17,1	25,0	297 193	25,9	19,7	63,7
alleen K												
247 223	7,0	16,5	259 218	9,1	21,7	192 217	10,8	22,0	811 726	10,9	—	83,4
169 116	8,4	12,0	182 101	10,6	15,0	128 136	13,2	17,5	682 485	13,4	—	78,1
189 163	8,8	15,5	166 132	9,6	14,3	128 150	12,3	17,1	456 401	15,4	—	66,1
169 197	8,8	16,1	119 103	13,0	14,6	225 225	12,7	27,3	372 367	18,4	—	76,5
170 125	10,6	15,7	113 75	18,5	17,4	156 215	15,4	28,7	317 297	26,7	19,5	82,0
K + Na												
146 188	6,6	11,0	150 177	8,6	14,0	196 167	10,8	19,2	690 678	11,2	—	76,7
155 141	7,8	11,6	129 144	8,8	12,0	106 115	12,5	13,9	350 424	13,1	—	50,5
147 162	8,6	13,2	120 150	11,4	15,4	146 124	13,3	17,9	436 400	14,7	—	61,2
198 167	8,6	15,7	118 135	13,4	17,0	250 182	13,3	28,9	482 382	17,6	—	76,2
140 141	9,8	13,7	89 79	19,8	16,7	158 150	16,7	23,7	296 274	25,9	19,5	73,8
alleen Na												
239 198	7,0	15,3	225 262	8,9	21,6	192 165	10,7	19,2	686 689	10,5	—	72,1
140 165	8,3	12,7	149 171	10,3	16,5	104 108	12,8	13,6	397 500	12,8	—	57,5
135 142	9,0	12,5	119 154	9,8	13,4	151 140	13,4	19,6	418 496	16,0	—	72,9
245 190	8,5	18,5	130 140	16,1	21,7	225 201	12,3	26,3	367 443	17,5	—	70,8
145 181	9,8	16,0	88 125	16,8	18,0	160 140	15,1	22,6	249 238	25,8	19,1	62,7

TABEL 15

Gehalten aan K en Na in milliaequivalenten per 100 g droge stof

(Gehalte an K und Na in Milli-Äquivalenten pro 100 g Trockensubstanz)

Ras	Bem. 2 Juni		Bemonstering 3 Juli				Bemonstering 6 Augustus				Bemonstering 12 October			
	Loof		Loof		Biet		Loof		Biet		Loof		Biet	
	K	Na	K	Na	K	Na	K	Na	K	Na	K	Na	K	Na
							Object zonder K en Na							
Pro	164½	69	172	56½	92½	12½	101	43½	87½	11½	74½	58½	68½	17
Hau	162	57½	178½	100	123	17½	103½	35	103	14	86	41½	56	11½
Eur	149	65	165	55	83½	14	97½	36	66	10½	91½	56	50	9½
Fri	159	60	160	48	83½	14	104	35	56	8½	113	47	36	5
KP	147	58½	153	46	69½	9	108½	33	41	5	99	38	21½	2
							Object alleen K							
Pro	219	47	281	38½	155	10½	219	39½	106½	8½	122	59½	87	10
Hau	212	53	225½	101	145	17	187	72½	96½	16½	140½	72½	72½	9½
Eur	203	45	251	39	114	8	173	34½	92½	7	142	59	62	7
Fri	217	43½	240½	34½	99½	8½	178	28½	73	6	165	77	50½	4
KP	202	44	232	39½	90	8½	186	30½	46	3½	154½	68	20	2
							Object K + Na							
Pro	138½	181	164	225	112½	48	143½	157½	105½	33	90½	150½	76	30½
Hau	108	168	189	116½	145	32	137½	144½	104½	46	108½	118	69½	28½
Eur	130	173	140½	206	84½	39½	115	134½	71½	28	94	125½	57	17½
Fri	153½	137	156½	166½	84	33½	137	147	70½	18½	126	114	44	9½
KP	143	147½	144½	196½	75½	29½	127	136	41½	8	126	107½	21½	3½
							Object alleen Na							
Pro	93	221	109	249	91½	73	83	162	66½	43	62	163½	70	48
Hau	150½	138	145½	144	133	42	81½	157	77	36	64	140	57	35
Eur	81	209	115	262	64½	48	74	157	57	31½	61	132	48½	21½
Fri	110½	176	110	225½	60½	47½	86	153½	46½	23½	82	140½	37½	17
KP	97½	181	100	240	51	30½	79	175	31½	20½	84	129	20	5

TABEL 10

K- en Na-opname in kg/ha

(K- und Na-Aufnahme in kg/ha)

Ras	Bem. 2 Juni		Bemonstering 3 Juli						Bemonstering 6 Augustus						Bemonstering 12 October					
			K			Na			K			Na			K			Na		
	K	Na	Loof	Biet	Som	Loof	Biet	Som	Loof	Biet	Som	Loof	Biet	Som	Loof	Biet	Som	Loof	Biet	Som
Object zonder K en Na																				
Pro	0,51	0,15	19,5	6,5	26	4,2	0,6	4,8	58,5	52,5	111	16,5	4,5	21	83,5	226	309,5	43,5	36,5	80
Hau	0,27	0,06	25,5	9	34,5	9,3	0,9	10,2	44	37	81	9,5	3,5	13	78	156	234	24,5	20,5	45
Eur	0,33	0,09	24,5	5	29,5	5,3	0,6	5,9	48	31,5	79,5	11,5	3,5	15	82	140	222	33	18	51
Fri	0,26	0,06	25	5	30	5,0	0,6	5,6	70,5	33	103,5	15,5	3,5	19	125	91,5	216,5	34	8,5	42,5
KP	0,26	0,07	21,5	5	26,5	4,3	0,4	4,7	61	21,5	82,5	12	2	14	117	63,5	180,5	29,5	4	33,5
Object alleen K																				
Pro	1,08	0,15	82	20	102	7,5	0,9	8,4	170	158	328	20	6	26	126	342	468	40,5	26	66,5
Hau	0,48	0,08	44	8	52	12,1	1,2	13,3	105,5	68	173,5	27	7,5	34,5	115,5	265,5	381	39	33	62
Eur	0,63	0,09	46,5	9,5	56	4,8	0,5	5,3	126	62	188	16,5	3	19,5	116	193	309	31	14	45
Fri	0,63	0,08	50,5	11	61,5	4,8	0,6	5,4	135,5	50	185,5	14,5	2,5	17	212	182	394	65	4,5	69,5
KP	0,50	0,07	39,5	8,5	48	4,4	0,5	4,9	137	37,5	174,5	15	2	17	208,5	77	285,5	60,5	5	65,5
Object K + Na																				
Pro	0,53	0,46	38,5	11	49,5	35	3	38	74	69,5	143,5	53,5	14,5	68	82	275	357	89	73	162
Hau	0,24	0,25	49	10	59	20	2,5	22,5	75	59	134	52	17	69	71	165	236	51	44,5	95,5
Eur	0,41	0,36	24	7	31	23	2	25	71	52	123	55	13,5	68,5	79,5	164,5	244	69,5	34	103,5
Fri	0,46	0,27	33,5	7	40,5	23,5	2	25,5	101	56,5	157,5	71,5	10	81,5	171,5	158,5	330	102,5	22	124,5
KP	0,32	0,21	25	6	31	22,5	1,5	24	81,5	32,5	114	58	4	62	140	74	214	79	8	87
Object alleen Na																				
Pro	0,38	0,53	30,5	10	40,5	46	5	51	60	67,5	127,5	77	28,5	105,5	56	238	294	97,5	107	204,5
Hau	0,30	0,18	33	10,5	43,5	21,5	2	23,5	48,5	60	108,5	62	18,5	80,5	41	157	198	59	62,5	121,5
Eur	0,29	0,50	25,5	7,5	33	38,5	3,5	42	43,5	36	79,5	61	13	74	56	166	222	80,5	48	128,5
Fri	0,34	0,36	26	7	33	35,5	3,5	39	75	47,5	122,5	88	16	104	101	125	226	115	37,5	152,5
KP	0,27	0.34	18,5	5	23,5	29	2	31	59,5	27	86,5	87	11	98	89	59,5	148,5	90,5	9,5	100

DIE NATRIUM- UND KALIUMAUFNAHME BEI VERSCHIEDENEN RÜBENRASSEN

VON

Dr. Th. B. VAN ITALLIE

ZUSAMMENFASSUNG

Bei dem Studium der Kationenaufnahme der verschiedenen Kulturpflanzen stellte es sich heraus, dass speziell grosse Unterschiede in der Aufnahme des Natriums auftreten (1). Als ein Beitrag zur näheren Untersuchung der Gesetzmässigkeiten in dem K-Na-Aufnahmeverhältnis wurde ein Düngungsversuch mit Rübenrassen mit verschiedenem Trockensubstanzgehalt ausgeführt, erstens weil wie bekannt die Na-Aufnahme im Verhältnis zum K-Aufnahme besonders bei der Rübe grosse Bedeutung zukommt, zweitens weil untereinander bei den verschiedenen Rassen wieder grosse Unterschiede in der aufgenommenen K- und Na-Mengen auftreten.

Es wurden Futterrüben aus den Trockensubstanzklassen 12, 14 und 16 % angebaut; daneben eine Halb-Zuckerrübe mit 18 % Trockensubstanz und eine Zuckerrübe. Als Objekte wurden gewählt: 1. NP-Grunddüngung, 2. Grunddüngung mit 470 kg/ha K_2O als Sulfat, 3. mit 310 kg/ha Na_2O als Sulfat und 4. mit K- und Na-Düngung kombiniert. In vier Stadien des Wachstums wurden Ertragsbestimmungen ausgeführt und Muster für chemische Analyse des Pflanzenmateriales genommen.

Ertragswerte und Trockensubstanzzahlen findet man in Tabelle 14, K- und Na-Gehalte aller Muster in Tabelle 15, K- und Na-Aufnahme in kg/ha in Tabelle 16, alle am Schluss der Abhandlung. Mittlere und relative Werte aus diesen Tabellen findet man im Text besprochen.

Relative Ertragswerte bei der Schlussernte der einzelnen Teilstücke sind in Tabelle 1 eingetragen, während die Tabellen 2 und 3 ein Bild des Verlaufs der Substanzbildung während des Wachstums und des Blatt-Rübe-Verhältnisses angeben. Es zeigt sich hierbei die bekannte Erscheinung der grösseren Blattproduktion je höher der Trockensubstanzgehalt der Rübenrasse ist.

In Tabelle 4 findet man im Mittel für die fünf Rassen die relativen Ertragswerte bei verschiedener Düngung. Sehr merkwürdig ist dabei das Vorauseilen der Trockensubstanzproduktion bei alleiniger Na-Düngung, während beim Objekt ohne K und Na nach stärkerem Zurückbleiben am Ende der Wachstumsperiode reichlich Blatt produziert wird. Bei einer Einteilung der Trockensubstanzproduktion in zwei Perioden (Tabelle 5) ist dieser Unterschied zwischen

den Objekten, die auch für die einzelnen Rassen zutrifft, (Tabelle 6), sehr deutlich ersichtlich.

In Figur I sind die Gehalte an Trockensubstanz im Mittel der vier Objekte pro Rasse eingetragen; man sieht, dass von der Musternahme in Juli an die Unterschiede auch in dem Trockensubstanzgehalt der Blätter immer grösser werden. Die K- und Na-Gehalte des Blattes zeigen ein ganz verschiedenes Bild je nach der Düngung, gehen aber bei den einzelnen Rassen nicht soviel auseinander, sodass die mittlere Linie der Figur II für alle Rassen als bezeichnend gelten kann. Bei den Wurzeln gibt es aber von Anfang an grössere Unterschiede im K- und Na-Gehalt zwischen den Rassen (Figur III), wobei aber wenigstens bei K die Düngung nicht einen solchen grossen Einfluss auf die Zusammensetzung der Rübe hat. Die enge Zusammenhang zwischen Trockensubstanzgehalt und K- + Na-Gehalt in den Wurzeln zeigt Figur IV; die untere Linie gibt den mittleren Zusammenhang für die wasserreichsten Futterrüben an, bei welchen die Alkaliionen wahrscheinlich mehr gelöst im Zellsaft vorkommen als bei den Zucker- und Halbzuckerrüben, wobei diese Ionen zu einem grösseren Teil an die Eiweisstoffe adsorbiert sein könnten, wie auch aus Figur V hervorgeht.

Viel grösser als die Unterschiede im Verlauf der Trockensubstanzproduktion während des Wachstums bei verschiedener Düngung sind diese bei der relativen K- und Na-Aufnahme (Tabellen 7 u. 8); besonders die relative Na-Aufnahme eilt stark voraus, wenn mit Na gedüngt worden ist. Die absoluten Aufnahmewerte für die vier Objekte im Mittel für die fünf Rassen findet man im Vergleich zur Trockensubstanzproduktion in Figur VI. Für die einzelnen Rassen im Mittel der vier Objekte sieht man aus Tabelle 9 und 10 das starke Vorauseilen der relativen K- und Na-Aufnahme und die verhältnismässig grosse Aufspeicherung besonders des Natriums in das Blatt bei den beiden hochprozentigen Rübenrassen. Figur VII gibt wieder absolute Zahlenwerte in dz und kg pro Hektare für ein Beispiel, wobei sich frappante Unterschiede zeigen.

Zur Betrachtung der gegenseitigen Beziehung der K- und Na-Aufnahme sind die mittleren Gehaltszahlen und die Verhältniszahlen pro Objekt für die ganze Rübenpflanze für K und Na gesondert in Tabelle 11 und für das K-Na-Verhältnis in Tabelle 12 für die einzelnen Rassen bei der Schlussernte eingetragen. Es stellt sich heraus, dass mit einigen Einschränkungen das Aufnahmeverhältnis für K und Na für alle Rassen je Düngung ziemlich konstant ist, eine merkwürdige Tatsache in Anbetracht der so verschiedenen absoluten Mengen und verschiedener Verteilung über Blatt und Rübe bei den einzelnen Rassen. Die Selektierung der Rassen mit höherem Trockensubstanzgehalt aus der wasserreichen Runkelrübe hat also wohl die Menge des aufgenommenen K und Na zurückgedrängt und deren Verteilung über

Blatt und Rübe geändert, nicht aber das Aufnahmeverhältnis der Alkalionen, das somit als eine spezifische Eigenschaft der Rübenstammpflanze betrachtet werden kann.

Aus der Aufnahme von K und Na während des Wachstums bei den einzelnen Objekten lässt sich eine verschiedene Bedeutung des Natriums für die Rassen mit variierendem Trockensubstanzgehalt ableiten. Die grösste Bedeutung hat das Natrium für die wasserreichsten Rassen, wobei ein grösserer Teil der Funktion des Kaliums, das infolge der geringeren Aufnahmefähigkeit der wenig tiefen Bewurzelung wegen und infolge des grösseren Bedarfs bei diesen Rassen leicht ins Minimum geraten kann, durch Natrium übernommen werden kann; das Na hat dabei sowohl Bedeutung bei der Blatt- als bei der Rübenproduktion.

Bei den Zuckerrüben kommt das Natrium wenigere Bedeutung zu, da bei dieser Rübenrasse weniger schnell Kaliummangel auftritt infolge besserer Aufnahmefähigkeit durch tiefere Bewurzelung und infolge geringeres Bedarfs. Das Natrium hat hierbei fast ausschlieslich eine Funktion bei der Produktion der wasserreichen Blätter nicht aber bei dem Aufbau der trockensubstanz- und zuckerreichen Rübe.

LITTERATUURLIJST

1. Van Itallie, Th. B. *Versl. v. Landbouwk. Onderz. 40*, 639 (1934).
2. Van Itallie, Th. B. *Transactions Third Internat. Congr. of Soil Sc.* Vol. I, 191 (1935).
3. Van Schreven D. A. *Med. Instit. voor Suikerbietenteelt 7* (7) 120 (1937).
4. *Instituut voor Plantenveredeling, Wegeningen,* Verslag Voederbietenproefvelden in 1936 blz. 11, Febr. 1937.
5. Maschhaupt, J. G. *Versl. v. Landbouwk. Onderz. 40*, 1025 (1934).
6. De Vries, O. *Zeitschr. f. Pflanzenern. Düng. u. Bodenk. 43*, 83 (1936). *Bodenk. u. Pflanzenern. 4*, 291 (1937).
7. Dojes R. P. *Jaarboek Alg. Bond v. Oud-leerl. v. Inr. v. Middelb. Landbouwonderw.* 1936 blz. 42.