De samenstelling onzer cultuurgewassen in opeenvolgende groeiperioden,

DOOR

J. G. MASCHHAUPT.

(*Ingezonden* 8 *December* 1920).

I.

De analyse van de oogstrijpe gewassen leert ons de samenstelling der gewassen kennen op het oogenblik waarop het groeiproces een einde heeft genomen. Meermalen doet zich echter de vraag voor: in welke periode van den groei neemt het gewas voornamelijk de stikstof, het phosphorzuur of eenig ander bestanddeel op? Ook heeft men menigmaal betwijfeld of de hoeveelheid N of aschbestanddeelen, welke men tenslotte in het oogstrijpe gewas vindt, tevens de *maximale* hoeveelheid is, welke in eenige periode van den groei in het gewas aanwezig is, m.a.w. of niet in een later groeistadium misschien weer bestanddeelen door de wortels in den grond terugkeeren, die in een vroeger groeistadium zijn opgenomen.

Hoewel in deze richting al meerdere onderzoekingen zijn verricht, heb ik gemeend ook hieromtrent langzamerhand gegevens te moeten verzamelen.

Van de gewoonte om een overzicht van de door anderen verrichte onderzoekingen te doen voorafgaan heb ik ditmaal afgezien; het komt mij beter voor naar de litteratuur te verwijzen, wanneer de uitkomsten van het onderzoek daartoe aanleiding geven.

De opname van stikstof en aschbestanddeelen in de verschillende groeiperioden bij aardappelen.

Den 16 April 1919 werden op een zandperceeltje [1]) op het terrein van het Proefstation Ceres-aardappelen uitgepoot. Op 4 en 20 Juni werd het loof resp. van 26 en 9 planten, op 4 en 26 Juli, 11 en 29 Augustus werden loof en knollen, telkens van 9 planten, geoogst.

[1]) Schrale zandgrond. Bemesting: 81 K.G. N, 96 K.G. P_2O_5 en 210 K.G. K_2O per H.A., resp. in den vorm van zwavelzure ammoniak, slakkenmeel en patentkali.

2095940

Tabel 1 geeft de samenstelling dezer oogsten in procenten van de zandvrije droge stof.

Samenstelling van aardappelen op verschillende tijdstippen gedurende den groei.

Loof. Tabel 1.

Datum van oogsten.	Aantal planten.	Gewicht droge stof. gr.	N pct.	P_2O_5 pct.	SO_3 pct.	Cl pct.	SiO_2 pct.	K_2O pct.	Na_2O pct.	CaO pct.	MgO pct.	Fe_2O_3 pct.
4 Juni .	26	81,70	5,88	1,285	1,361	1,080	1,402	6,828	0,466	1,966	0,904	0,416
20 „	9	178,68	4,80	0,752	1,400	0,907	0,600	7,351	0,361	1,584	0,791	0,348
4 Juli .	9	293,38	4,65	0,742	1,513	1,060	0,226	7,611	0,152	1,562	0,930	0,208
26 „	9	386,84	2,98	0,558	1,529	1,105	0,240	6,437	0,203	1,712	0,733	0,172
11 Aug. .	9	358,77	2,43	0,447	1,633	1,086	0,426	5,522	0,136	1,845	0,697	0,265
29 „	9	263,78	1,79	0,342	1,521	1,345	0,687	4,639	0,146	2,310	0,779	0,372
Knollen.												
4 Juli .	9	135,75	2,25	0,480	0,515	0,179	0,024	3,760	0,025	0,110	0,248	0,022
26 „	9	794,33	1,19	0,399	0,318	0,222	0,016	3,145	0,041	0,037	0,207	0,018
11 Aug. .	9	1051,47	1,11	0,395	0,302	0,224	0,015	2,901	0,022	0,038	0,206	0,007
29 „	9	1578,18	1,11	0,382	0,365	0,227	0,024	2,813	0,016	0,036	0,188	0,014

Van het analyseeren der wortels moest worden afgezien; dit is praktisch onuitvoerbaar. Voor enkele planten moge het met veel moeite gelukken de wortels vrij volledig te isoleeren, bij dit onderzoek zou het een onbegonnen werk zijn, zooals vroegere pogingen in die richting ons wel geleerd hebben [1]).

Bovendien krijgt men dan nog steeds minder betrouwbaar analysemateriaal, omdat het ten eerste onmogelijk is de wortels van al het aanhangende zand te bevrijden en het ten tweede niet is buitengesloten, dat bij het langdurig spoelen met water, uit de reeds afgestorven wortels stoffen worden uitgespoeld.

Bij beschouwing der cijfers van tabel 1 merken wij in de eerste plaats op, dat het gewicht van het loof (droge stof) tot einde Juli stijgt en daarna, begin Augustus, gaat dalen. De sterke daling in de tweede helft van Augustus zal het gevolg zijn van een begin van afsterven van het loof; op 29 Augustus was echter nog niet veel blad afgevallen.

---

[1]) J. G. Maschhaupt. De beworteling onzer cultuurgewassen. Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations, No. XVI, 1915.

Per 9 planten is in grammen aanwezig:

Loof. Tabel 2.

Datum van het oogsten.	Droge stof. gr.	N gr.	P_2O_5 gr.	SO_3 gr.	Cl gr.	SiO_2 gr.	K_2O gr.	Na_2O gr.	CaO gr.	MgO gr.	Fe_2O_3 gr.
4 Juni . . .	28,28	1,67	0,36	0,38	0,34	0,40	1,93	0,13	0,56	0,26	0,12
20 „ . . .	178,68	8,59	1,34	2,50	1,62	1,07	13,14	0,65	2,83	1,41	0,62
4 Juli . . .	293,38	**13,64**	**2,18**	**4,44**	3,11	0,66	22,34	0,45	4,59	2,73	0,61
26 „ . . .	386,84	11,52	2,16	5,92	**4,28**	0,93	**24,90**	**0,79**	6,62	2,83	0,67
11 Augustus .	358,77	8,82	1,62	**5,93**	3,94	1,55	20,06	0,49	**6,70**	2,53	0,96
29 „	263,78	4,73	0,90	4,01	3,55	**1,81**	12,24	0,38	6,10	2,06	**0,98**

Knollen.

4 Juli . . .	135,75	3,06	0,65	0,70	0,24	0,03	5,11	0,03	0,15	0,34	0,03
26 „ . . .	794,33	8,94	3,00	2,40	1,67	0,12	23,66	**0,31**	0,28	1,56	0,10
11 Augustus .	1051,47	11,72	4,15	3,18	2,35	0,16	30,51	0,23	0,40	2,16	0,08
29 „	1578,18	**17,52**	**6,02**	**5,77**	**3,59**	**0,37**	**44,40**	0,26	**0,56**	**2,96**	**0,22**

Loof + knollen.

4 Juli . . .	—	16,70	2,83	5,14	3,35	0,69	27,45	0,48	4,74	3,07	0,64
26 „ . . .	—	20,46	5,16	8,32	5,95	1,05	48,56	**1,10**	6,90	4,39	0,77
11 Augustus .	—	20,54	5,77	9,11	6,29	1,71	50,57	0,72	**7,10**	4,69	1,04
29 „ .	—	**22,25**	**6,92**	**9,78**	**7,14**	**2,18**	**56,64**	**0,64**	**6,66**	**5,02**	**1 20**

Stikstof: Het stikstofgehalte van het loof is in den beginne verbazend hoog en daalt daarna geleidelijk. Een vrij groot deel der stikstof komt voor in den vorm van *nitraat*; in het loof van 20 Juni werd 0,47 pct. nitraat-N gevonden.

Bij de knollen daalt het N-gehalte van 4 tot 26 Juli maar verandert daarna niet meer.

Uit tabel 2 ziet men dat de stikstofvoorraad in het loof tot begin Juli toeneemt en daarna blijkbaar naar de knollen getransporteerd wordt, want de hoeveelheid stikstof in loof en knollen te zamen blijft verder vrijwel constant, terwijl de voorraad in het loof vermindert.

Hoeveelheden N, droge stof en aschbestanddeelen op verschillende tijdstippen aanwezig, uitgedrukt in procenten van de grootste hoeveelheden.

Loof. Tabel 3.

Datum van het oogsten.	Droge stof. pct.	N pct.	P_2O_5 pct.	SO_3 pct.	Cl pct.	SiO_2 pct.	K_2O pct.	Na_2O pct.	CaO pct.	MgO pct.
4 Juni . . .	7,3	12,2	16,5	6,4	7,9	22,1	7,8	16,5	8,4	9,2
20 „ . . .	46,2	63,0	61,0	42,2	37,8	59,1	52,8	82,3	42,2	49,8
4 Juli . . .	75,8	**100,—**	**100,—**	74,9	72,7	36,5	89,7	57,0	68,5	96,5
26 „	**100,—**	84,5	99,1	99,8	**100,—**	51,4	**100,—**	**100,—**	98,8	**100,—**
11 Augustus . .	92,7	64,7	74,3	**100,—**	92,0	85,6	80,6	62,0	**100,—**	89,4
29 „ . .	68,2	34,7	41,3	67,6	82,9	**100,—**	49,2	48,1	91,0	72,8

Knollen.

4 Juli	8,6	17,5	10,8	12,1	6,7	8,1	11,7	9,7	26,8	10,1
26 „ . . .	50,3	51,0	49,8	41,6	46,5	32,4	53,3	**100,—**	50,0	52,7
11 Augustus . .	66,6	66,9	68,9	55,1	65,5	43,2	68,7	65,5	71,4	73,0
29 „ . .	**100,—**	**100,—**	**100,—**	**100,—**	**100,—**	**100,—**	**100,—**	58,2	**100,—**	**100,—**

Loof + knollen.

4 Juli	—	75,1	40,9	52,6	46,9	31,7	48,5	43,6	66,8	61,2
26 „	—	92,0	74,6	85,1	83,3	48,2	85,7	**100,—**	97,2	87,4
11 Augustus . .	—	92,3	83,4	93,1	88,1	78,4	89,3	65,5	**100,—**	93,4
29 „ .	—	**100,—**	**100,—**	**100,—**	**100,—**	**100,—**	**100,—**	58,2	93,8	**100,—**

Phosphorzuur: Het phosphorzuurgehalte van het loof daalt ook aanmerkelijk. Bij de knollen blijft het phosphorzuurgehalte na een aanvankelijke daling vrijwel gelijk. De totale hoeveelheid phosphorzuur in loof en knollen neemt tot aan het einde van de groeiperiode toe, zoodat door de plant tot het laatste toe phosphorzuur wordt opgenomen.

Kali: Het kaligehalte van het loof neemt tot begin Juli toe om daarna te dalen; bij de knollen daalt het gedurende de maand Juli duidelijk, maar daarna is de daling gering. De hoeveelheid kali in het loof groeit aan tot 26 Juli en neemt vervolgens weer af. De totale hoeveelheid kali in loof en knollen blijft tot het laatst toe stijgen, zoodat, evenals bij het phosphorzuur, ook kali nog in de laatste groeiperiode door de aardappelplant wordt opgenomen.

Zwavelzuur: Het gehalte aan SO_3 van het loof blijft gedurende den geheelen groeitijd vrijwel hetzelfde, afgezien van een geringe stijging gedurende bijna den geheelen groeitijd en een geringe daling aan het einde. Ook bij de knollen verandert het

gehalte na een daling tusschen 4 en 26 Juli nog slechts weinig. De hoeveelheid SO_3 in het loof neemt toe tot 26 Juli en begint eerst na 11 Augustus af te nemen; de gezamenlijke hoeveelheid SO_3 in loof en knollen blijft tot het einde toenemen.

Chloor: De opname van chloor heeft ongeveer op dezelfde wijze plaats als die van SO_3.

Kalk: Bij het loof daalt het kalkgehalte tot 4 Juli om daarna weer te stijgen; in de knollen verandert het na een daling tusschen 4 en 26 Juli niet meer. De gezamenlijke kalkvoorraad in loof en knollen neemt tusschen 4 en 26 Juli toe om vervolgens constant te blijven.

Magnesiumoxyde: Bij het loof schommelt het gehalte eenigszins, bij de knollen blijft het vrijwel constant. De totale hoeveelheid magnesiumoxyde neemt tot het einde toe.

Zetmeelgehalte der knollen: Bij de verschillende oogsten werd ook nog volgens de methode EWERS het zetmeelgehalte der aardappelen bepaald. De gevonden zetmeelcijfers zijn vermeld in tabel 4 naast die voor de opbrengsten en de gehalten aan droge stof.

Tabel 4.

Datum van het oogsten.	Aantal stammen.	Aantal knollen.	Opbrengst.		Droge stof.	Zetmeel.
			Frisch. Grammen.	Droge stof. Grammen.	pct.	pct.
4 Juli . . .	9	102	975,2	135,75	13,29	—
26 „ . . .	9	117	4185,1	794,33	18,98	12,04
11 Aug. . .	9	143	5228,6	1051,47	20,11	14,18
29 „ . .	9	97	7061,2	1578.18	22,35	16,27
12 Sept. . .	9	110	7021,0	—	—	16,72
26 „ . .	9	107	6385,0	—	—	15,85

Volgens deze cijfers zou de opbrengst na 29 Augustus afnemen; vermoedelijk is echter het aantal van 9 planten te gering om aan deze verschillen al te groote waarde te hechten. Een gewichtsverlies van de zich nog in den grond bevindende aardappelen gedurende enkele weken in de maand September is niet waarschijnlijk, tenzij de aardappelen door ziekte zijn aangetast.

Ook aan de daling van het zetmeelgehalte tusschen 12 en 26 September moet men niet te veel waarde hechten, daar dergelijke verschillen in zetmeelgehalte tusschen twee monsters van een en hetzelfde veld afkomstig, wel meer voorkomen.

Op 26 Juli waren de moederknollen der gerooide planten uiterlijk nog nauwelijks veranderd; bij onderzoek bleken ze echter nog slechts 0,44 pct. zetmeel te bevatten.

In tabel 3 zijn de hoeveelheden droge stof, stikstof en aschbestanddeelen op de verschillende tijdstippen aanwezig, uitgedrukt in procenten van de grootste hoeveelheid, welke in een der oogsten voorkomt. Deze tabel geeft een nog duidelijker beeld van het verloop der stofopname. We zien er bijv. uit, dat 4 Juli reeds drie vierde der benoodigde stikstof aanwezig is in de plant en 26 Juli reeds meer dan 90 pct. 4 Juli is verder reeds 41 pct. van het phosphorzuur en 48,5 pct. der kali aanwezig. Verder merken wij op, dat bij de knollen de opname van alle bestanddeelen (behalve Na_2O) ongeveer parallel verloopt met de vorming van de droge stof.

Uit dit onderzoek blijkt dus, dat bij het oogsten van het *rijpe* aardappelgewas in den oogst grootere hoeveelheden stikstof en aschbestanddeelen aanwezig zijn dan bij het oogsten op eenig vroeger tijdstip. *Aan het einde van den groeitijd heeft dus bij aardappelen geen verlies aan stikstof en aschbestanddeelen plaats, doordat deze stoffen weer door de wortels in den grond terugkeeren; hetgeen uit het loof verdwijnt wordt in de knollen vastgelegd.*

Na_2O en CaO schijnen hier een uitzondering te maken, doch wat het Na_2O betreft bedenke men: 1°. dat de hoeveelheden Na_2O in het gewas zéér gering zijn; 2°. de juiste bepaling van dit bestanddeel wel de meeste analytische bezwaren oplevert; 3°. natriumoxyde blijkens opzettelijk genomen proeven het gemakkelijkste door water wordt uitgespoeld en dus uitspoeling door den regen uit het loof niet denkbeeldig is.

Voor de kalk is de daling tusschen 11 en 29 Augustus niet groot, n.l. van 100 tot 93,8 pct. Hierbij vergete men niet, dat in de tweede helft van Augustus eenig blad is afgevallen en daar de bladen, zooals onder nog zal blijken, rijk zijn aan kalk, kan het kalkverlies op deze wijze wel ontstaan zijn. Had geen bladverlies plaats gehad dan zou voor alle bestanddeelen de stijging tot aan den laatsten oogst nog iets grooter zijn geweest.

De bij dit onderzoek verkregen resultaten omtrent de voedselopname door aardappelen stemmen in hoofdzaak volkomen overeen met die, welke indertijd door WILFARTH, RÖMER en WIMMER aan het Proefstation te Bernburg werden verkregen. We meenen te kunnen volstaan met hier naar het verslag van dit onderzoek te verwijzen. (Landw. Versuchsstationen, Bd. 63, 1903, meer in het bizonder de bladzijden 23 en 33).

De genoemde onderzoekers stelden behalve bij aardappelen, ook bij tarwe en bij gerst een onderzoek in naar de samenstelling in de verschillende groeiperioden. In tegenstelling met aardappelen bleek er bij tarwe en gerst wèl terugkeer van voedingsstoffen naar den grond plaats te hebben (N, K_2O en Na_2O, doch niet van P_2O_5). De eerstvolgende jaren zullen leeren of ook deze re-

sultaten van het onderzoek van WILFARTH, RÖMER en WIMMER te Groningen bevestiging zullen vinden.

In tabel 5 zijn nog vermeld: de samenstelling der wortels geoogst op 4 Juni en de samenstelling van stengel en blad (bladschijven) afzonderlijk van het op 5 September geoogste loof. Uit het groote verschil in samenstelling tusschen stengel en blad volgt, dat de analyses van twee monsters aardappelloof zéér sterk kunnen uiteenloopen, uitsluitend tengevolge van de omstandigheid, dat het loof in beide gevallen niet in hetzelfde stadium van afsterven verkeerde en ongelijke hoeveelheden blad had laten vallen.

Procenten van zandvrije droge stof. Tabel 5.

Datum van het oogsten.	Aantal planten.		N pct.	P_2O_5 pct.	SO_3 pct.	Cl pct.	SiO_2 pct.	K_2O pct.	Na_2O pct.	CaO pct.	MgO pct.	Fe_2O_3—Al_2O_3 pct.
4 Juni . . .	26	Wortels	3,33	0,697	1,936	0,299	1,168	5,338	0,452	0,993	0,883	0,369
5 September .	11	Stengel	1,04	0,351	0,804	1,951	0,133	2,273	0,205	1,067	0,418	0,084
5 „ .	11	Blad	3,87	0,747	2,167	0,612	1,283	4,234	0,240	4,067	0,962	0,863
		Stengel + blad	1,90	0,446	1,211	1,251	0,515	2,676	0,192	1,976	0,556	0,344

Tenslotte deelen wij hier nog enkele cijfers mede omtrent de mogelijkheid om met water uit het levende ongeschonden blad zouten uit te trekken, hetgeen voor de vraag in hoeverre door *regen* uitspoeling en dus verlies van aschbestanddeelen kan plaats hebben, van belang is.

Op 1 Augustus werd het zooveel mogelijk van zand bevrijde loof van 2 planten (438 gr.) in 10 Liter gedestilleerd water gedurende 7 uren ondergedompeld, terwijl van tijd tot tijd geroerd werd. De snijvlakken van de stelen staken boven het water uit; hierlangs konden dus geen zouten uittreden.

Het filtraat van dit extract reageerde ten opzichte van lakmoespapier zwak zuur. 6 Liter van het filtraat werden drooggedampt: droogrest bij 105° 0,3178 gram, gloeirest 0,1702 gram. Berekend op de droge stof van het loof is opgelost 0,291 pct. of 2,5 pct. van de totale hoeveelheid aschbestanddeelen, verdeeld als volgt.

Tabel 6.

	Procenten van de droge stof.	Procenten van de in het loof aanwezige hoeveelheid.
SO_3	0,054	3,43
Cl	0,039	3,61
SiO_2	0,018	5,43
K_2O	0,135	2,26
Na_2O	0,020	12,00
CaO	0,022	1,24
MgO	0,003	0,38

Op grond van deze cijfers moet men de mogelijkheid aannemen, dat, althans bij bladrijke gewassen, in regenrijke jaren niet te verwaarloozen hoeveelheden zouten uit de bladeren door den regen kunnen worden uitgespoeld.

Die Zusammensetzung unserer Kulturgewächse in aufeinanderfolgenden Wachstumperioden.

(Kurze Zusammenfassung obiger Ausführungen).

Die Analyse der reifen Gewächse lehrt die Zusammensetzung kennen am Ende der Vegetation. Oftmals drängt sich aber die Frage auf: in welcher Wachstumsperiode nimmt das Gewächs hauptsächlich den Stickstoff, die Phosphorsäure u. s. w. auf? Auch wird oft bezweifelt ob die Mengen Stickstoff und Aschenbestandteile, welche sich in der reifen Ernte vorfinden, auch die maximalen Mengen seien, welche in irgend einer Wachstumsperiode im Gewächse anwesend sind, m. a. w. ob nicht am Ende der Vegetation vielleicht wieder Stoffe in den Boden zurückwandern.

Obgleich in dieser Richtung schon mehrere Versuche angestellt worden sind, hat Verf. gemeint bei seinen Untersuchungen über die Zusammensetzung unserer Kulturgewächse auch dieser Frage näher treten zu müssen. Zu diesem Zwecke wurden 1918 auf einer Sandparzelle der Versuchsstation von 4. Juni—29. August sechsmal *Kartoffeln* geerntet und das Laub und die Knollen analysiert. Von Analyse der Wurzeln wurde abgesehen, 1°. weil Verf. bei seinen Untersuchungen über die Bewurzelung der Kulturgewächse [1]) die Erfahrung gemacht hat, dass es praktisch unmöglich ist, alle Wurzeln zu isolieren und 2°. weil man jedenfalls kein zuverlässiges Analysematerial bekommt.

Tabelle 1 zeigt die prozentische Zusammensetzung (berechnet auf sandfreier Trockensubstanz) in den verschiedenen Zeitpunkten. Tabelle 2 die Mengen N und Aschenbestandteile in 9 Pflanzen.

In Tabelle 3 sind diese Mengen ausgedrückt in Prozenten der Maximalmengen in irgend einer Wachstumsperiode anwesend; weiter giebt die Tabelle 4 eine Einsicht in die Bildung der Trockensubstanz der Knollen und in die Stärkebildung.

Aus dieser Untersuchung geht hervor, dass beim Ernten des *reifen* Kartoffelgewächses in den Pflanzen grössere Mengen Stickstoff und Aschenbestandteile anwesend sind als in irgend einer früheren Periode. Am Ende der Vegetation tritt also bei Kartoffeln keiner Verlust auf dadurch dass wieder Stoffe in den Boden zurückwandern. Was aus dem Laube auswandert wird von den Knollen festgehalten.

---

[1]) Siehe diese Mitteilungen No. XVI, 1915.

Diese Ergebnisse stehen im Einklange mit denjenigen, welche WILFARTH, RÖMER und WIMMER bei ihren Untersuchungen bekommen haben. (Landw. Versuchsstationen, 63, 1903, S. 23 und 33).

Weiter giebt Verf. in Tabelle 5 noch Analysen von den Wurzeln und von Stengel und Blatt gesondert.

Am Schluss erwähnt Verf. noch einen Versuch über die Möglichkeit aus frischem Kartoffellaube mittels Wasser Aschenbestandteile auszuziehen. Im Laufe von 7 Stunden giebt das Laub, in Wasser untergetaucht, bedeutende Mengen Aschenbestandteile ab, wie Tabelle 6 erkennen lässt; die Möglichkeit ist also nicht ausgeschlossen, dass in regenreichen Jahren nicht zu vernachlässigende Salzmengen aus den Blättern ausgespült werden.