

OVER ONTIJDIGE KNOLVORMING BIJ VROEGE AARDAPPELS ¹⁾

(With a summary: *Premature tuber formation in early potatoes*)

DOOR

DR IR D. A. VAN SCHREVEN

(Microbiologische Afdeling van de Directie der Wieringermeer, Noordoostpolderwerken, te Kampen)

1. INLEIDING

Bij de de aardappelplant zijn behalve de normale knolvorming, waarover HUGO DE VRIES (8, 9) en VÖCHTING (6) klassieke onderzoeken verrichtten, een aantal abnormale typen bekend. Hieronder kan de knolvorming worden gerekend, waarbij dochterknolletjes spoedig na het poten der moederknollen gevormd worden, zonder dat enige bovengrondse ontwikkeling van de plant plaats heeft („onderzeeër”-vorming). Van de onderzoekers, die zich met deze ontijdige knolvorming hebben beziggehouden, kunnen worden genoemd SCHACHT (3), HUGO DE VRIES (8), VÖCHTING (5, 7), WELLENSIEK (10, 11, 12, 13, 14) en OORTWIJN BOTJES (1, 2).

Het is de grote verdienste van WELLENSIEK (1924) te hebben aangetoond, dat onderzeeërvorming plaats heeft als de neiging hiertoe gedurende de bewaring is ontstaan. Uit zijn proeven blijkt, dat deze neiging wordt opgewekt door spruitverlies en dat ze toeneemt naarmate meer is afgesproten. De oorzaak schrijft hij toe aan een abnormaal grote concentratie van opgeloste voedingsstoffen in de knollen als gevolg van het waterverlies der knollen door de spruitvorming en het afspruiten gedurende de bewaring (10, 11). Hij heeft getracht de knollen water te doen opnemen om de neiging tot onderzeeërvorming op te heffen, doch is hierin niet geslaagd.

OORTWIJN BOTJES (1) plantte knollen in vochtig zand en nam de spruiten weg zodra deze boven het zand uitkwamen. Na enige tijd nam hij knolvorming waar niettegenstaande de moederknollen met behulp van het gevormde wortelstelsel volgezogen waren met water. Uit zijn proeven meende OORTWIJN BOTJES te mogen concluderen, dat WELLENSIEK's hypothese over het ontstaan van ontijdige knolvorming door „waterverlies” onjuist is. Hij veronderstelde, dat door afspruiten een tekort ontstaat aan eiwitachtige stoffen, waardoor de koolhydraten betrekkelijk in hoeveelheid toenemen. Spruiten bevatten nl. twee tot vier maal zoveel eiwitten als de moederknol. Eiwitarmoede in de knol zou zwakke spruitvorming veroorzaken en deze zwakke spruiten zouden niet in staat zijn de toestromende stikstofvrije organische stoffen te verwerken.

Volgens WELLENSIEK zijn de omstandigheden, waaronder de knolvorming bij het OORTWIJN BOTJES' type optreedt, zo geheel verschillend van zijn eigen typen, dat er a priori geen reden is om aan te nemen, dat de oorzaken dezelfde zijn; hiertegen kan men echter opmerken, dat er ook geen reden is om te veronderstellen, dat er verschillende oorzaken zijn.

Zowel WELLENSIEK als OORTWIJN BOTJES hebben vroeger „ontijdige knolvorming” als synoniem voor „onderzeeër”-vorming gebruikt. Daarom stelde WELLENSIEK (13) voor in het vervolg het begrip „ontijdige knolvorming” als

¹⁾ Ontvangen voor publicatie September 1949.

verzamelbegrip te gebruiken en hieronder als speciale gevallen voorlopig te rekenen:

type *a*: ontijdige knolvorming na bewaring zonder vochtopname = onderzeeërvorming;

type *b*: ontijdige knolvorming na bewaring onder vochtopname en afspruiting.

Naar aanleiding van de proeven van OORTWIJN BOTJES onderzocht WELLENSIEK (14) in hoeverre een stikstofbemesting in de vorm van ammoniumnitraat de neiging voor ontijdige knolvorming zou wegnemen. Uit deze proeven bleek, dat NH_4NO_3 wel deze knolvorming vertraagt, doch haar niet absoluut verhindert. Hij trok hieruit de conclusie, dat een tekort aan N-verbindingen niet aansprakelijk gesteld kan worden voor de knolvorming.

II. ONDERZOEK IN 1929/1930

Aangezien WELLENSIEK zijn onderzoekingen indertijd moest afbreken wegens vertrek naar Java kwam ik met Prof. QUANJER en hem overeen de proeven in Dec. '29 voort te zetten in het Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek. Het doel van het onderzoek was na te gaan hoe de verhouding koolhydraten: eiwitten in de moederknol zich zou wijzigen gedurende de periode na het uitpoten, wanneer verschillende malen afgesproten werd, waarbij moest worden nagegaan, of er een verband was tussen deze verhouding en de vorming van dochterknolletjes. Tevens zou de invloed van stikstof, kalium en phosphor hierop worden nagegaan. Met WELLENSIEK werd overeengekomen de „koolhydraten” volgens de methode EWERS (4) te bepalen in het gedroogde materiaal, zoals ook geschied was bij zijn eigen proefnemingen (14). Het eiwitgehalte werd volgens KJELDAHL bepaald. De chemische analyses werden door mij in duplo verricht in het laboratorium van Prof. HUDIG.

Van een partij vroege aardappelen (Eersteling) werden 120 stuks bewaard bij 2 °C, zodat geen spruitvorming voor het planten plaats vond; de overige werden bij ± 20 °C in het donker „voorgekiemd” en na een maand afgesproten, waarna hiervan een partij van 120 stuks geplaatst werd bij 2 °C. De rest werd weer bij 20 °C in het donker weggezet en om de 19 dagen afgesproten, waarna telkens weer een partij bij 2° werd weggezet. Zo werden partijen aardappels verkregen, welke resp. 0 ×, 1 ×, 2 ×, 3 ×, 4 ×, en 5 × waren afgesproten (partijen a, b, c, d, e en f). Na de laatste afspruiting werden de knollen geplant in uitgeloogd wit zand waarvan de watercapaciteit bepaald was en aan de hand waarvan de vochtigheid werd geregeld. Het uitplanten geschiedde in zaaipannen, welke in zinken bakken werden geplaatst in een donkere kamer bij een temperatuur van 20 °C. Van elke partij a... f werden 24 knollen uitgeplant, welke slechts water kregen. Een overeenkomstige 2e partij kreeg 1,2 gram NH_4NO_3 per bak, een 3e partij 8,6 g K_2SO_4 en een 4e partij 317 mg P_2O_4 in de vorm van monocalciumphosphaat.

De bakken der eerste drie partijen bevatten 8 kg zand, elk voorzien van 6 knollen; de bakken van de laatste partij waren iets kleiner en bevatten 7 kg zand, elk voorzien van 5 knollen. Om de twee weken werd van elke geoeop a... f der 4 partijen een bak verwijderd. De planten hiervan werden voorzichtig losgespoeld en afgewassen en gedurende 24 uur te drogen gelegd bij kamertemperatuur. De moederknollen, spruiten, wortels en eventueel dochterknolletjes werden apart

gewogen. Na de oogst werden de moederknollen in plakjes gesneden, gedroogd bij resp. 30°, 50° en 105 °C tot constant gewicht, tot poeder vermalen, opnieuw gedroogd en in goed afsluitende flesjes bewaard voor het chemisch onderzoek.

Bovendien werd een partij, waarvan de knollen verschillende malen waren afgesproten, doch niet waren uitgeplant, op dezelfde wijze chemisch onderzocht, terwijl ook de spruiten werden geanalyseerd.

Nadat het chemisch onderzoek was begonnen werd geconstateerd, dat bij de gevolgde methode volgens EWERS niet alle koolhydraten werden bepaald, zoals aanvankelijk was verondersteld, doch uitsluitend het zetmeelgehalte. Voortaan wordt dan ook niet meer gesproken van het gehalte aan „koolhydraten”, doch van het „zetmeel”-gehalte. Bij de beschouwing der resultaten wordt hier nog op teruggekomen.

III. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK IN 1929/1930

De voornaamste resultaten van het onderzoek in 1929/1930 zullen hier zo beknopt mogelijk worden medegedeeld. De uitkomsten van het chemisch onderzoek der spruiten van een partij knollen, welke $0 \times$, $1 \times$, $2 \times \dots 5 \times$ waren afgesproten tijdens de bewaring, zijn samengevat in Tabel I.

TABEL I

Analyses van spruiten van resp. $1 \times$, $2 \times$, $3 \times$, $4 \times$ en $5 \times$ afgesproten knollen
Analyses of sprouts from tubers desprouted 1, 2, 3, 4 and 5 times

No van de spruit <i>Number of the sprout</i>	Oorspr. gew. <i>Orig. weight</i>	Droog gew. <i>Dry weight</i>	Droge stof <i>Dry matter</i>	Eiwit droge stof <i>Protein in dry matter</i>	Eiwit verse spruit <i>Protein in fresh sprout</i>	Zetmeel droge stof <i>Starch in dry matter</i>	Zetmeel verse spruit <i>Starch in fresh sprout</i>	Verhouding zetmeel/eiwit <i>Ratio starch/protein</i>
	gr	gr	%	%	%	%	%	
1e spruit . . . <i>First sprout</i>	840,24	109,63	13,02	21,96	2,86	11,94	1,55	0,543
2e spruit . . . <i>Second sprout</i>	828,84	97,67	11,78	24,54	2,89	8,75	1,03	0,356
3e spruit . . . <i>Third sprout</i>	797,18	90,86	11,39	24,47	2,79	7,81	0,88	0,319
4e spruit . . . <i>Fourth sprout</i>	476,20	55,27	11,61	23,29	2,70	10,71	1,24	0,459
5e spruit . . . <i>Fifth sprout</i>	87,05	10,79	12,38	22,44	2,78	—	—	—

De eerste spruit bleek het hoogste gehalte te hebben aan droge stof en zetmeel. Deze gehalten waren bij de 2e en 3e spruit duidelijk lager. Na een afname van de droge stof tot 11,39 % had een toename plaats in de 4e en 5e spruit, hetgeen zou duiden op concentratietoename. *Het percentage droge stof van de 5e spruit bleef echter nog beneden dat der eerste spruit, zodat vervroegde knolvorming hiermee niet kan worden verklaard.*

Het eiwitgehalte van de verse spruit bleef nagenoeg constant en was 2 à 3 maal zo hoog als het zetmeelgehalte.

De uitkomsten der analyses van de knollen die niet werden geplant en verschillende malen werden afgesproten zijn te vinden in Tabel II.

TABEL II

Analyses van niet uitgeplante knollen, welke resp. 0 ×, 1 ×, 2 ×, 3 ×, 4 × en 5 × werden afgesproten

Analyses of tubers desprouted 0, 1, 2, 3, 4 and 5 times

Aantal malen afgespro- ten	<i>Number of times desprouted</i>	<i>Droge stof uitgedr. in het oorspr. gew. der knollen</i> <i>Dry matter in original weight of tubers</i>	<i>Droge stof uitgedr. in het gew. der knollen vlak voor het drogen</i> <i>Dry matter in weight of tubers just before drying</i>	<i>Eiwit in de droge stof</i> <i>Protein in dry matter</i>	<i>Eiwit uitgedr. in het oorspr. gew. der knollen</i> <i>Protein in original weight of tubers</i>	<i>Eiwit uitgedr. in het gew. der knollen vlak voor het drogen</i> <i>Protein in weight of tubers just before drying</i>	<i>Zetmeel in de droge stof</i> <i>Starch in dry matter</i>	<i>Zetmeel uitgedr. in het oorspr. gew. der knollen</i> <i>Starch in orig. weight of tubers</i>	<i>Zetmeel uitgedr. in het gew. der knollen vlak voor het drogen</i> <i>Starch in weight of tubers just before drying</i>	<i>Verhouding zetmeel/ eiwit</i> <i>Ratio starch/protein</i>
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
0	18,50	19,21	9,85	1,82	1,89	50,41	9,33	9,68	5,12	
1	17,63	10,21	10,15	1,29	2,05	43,95	7,65	8,88	4,33	
2	17,26	21,99	9,65	1,67	2,12	40,20	6,94	8,84	4,16	
3	15,90	21,09	9,47	1,51	2,00	38,74	6,16	8,17	4,09	
4	15,38	26,13	9,44	1,45	2,47	37,91	5,83	9,91	4,01	
5	14,79	25,24	9,28	1,37	2,34	39,21	5,78	9,90	4,23	

Tengevolge van de spruitvorming hebben de knollen veel water verloren, hetgeen blijkt uit het droge stof gehalte, wanneer dit wordt uitgedrukt in het gewicht der knollen vlak voor het drogen. Terwijl het droge stof gehalte der spruiten ongeveer gelijk bleef (Tabel I), nam het gehalte van de knollen aan droge stof toe van $\pm 19\%$ tot $\pm 26\%$ naarmate meer keren was afgesproten. Verhoudingsgewijs werden de knollen dus armer aan water dan de spruiten, hetgeen volgens WELLEN-SIEK vervroegde knolvorming veroorzaakt.

Nu blijkt deze toename van de droge stof van de moederknol echter niet het gevolg te zijn van een even belangrijke toename van het zetmeelgehalte, wanneer dit wordt uitgedrukt in het gewicht der knollen vlak voor het drogen, aangezien dit gehalte na de 4e en 5e afspruiting slechts 0,23 % hoger is dan bij de niet afgesproten knollen! De toename van de droge stof zal dan ook voornamelijk veroorzaakt zijn door een relatieve toename van onverwerkte celproducten, welke niet naar de spruiten werden vervoerd, doordat zij niet verder werden omgezet, of niet zo snel werden omgezet als het zetmeel en voor een deel veroorzaakt zijn door suikers, die niet mede werden bepaald. Ondanks het feit, dat de spruiten veel meer eiwitten bevatten dan zetmeel, is het eiwitgehalte van de knollen vlak voor het drogen relatief hoger dan bij de knollen die spruiten hadden gevormd, vergeleken bij de ongesproten knollen. *Tijdens de spruitvorming wordt aan ook niet meer eiwit onttrokken aan de knol dan zetmeel*, hetgeen tot uitdrukking komt in de verhouding zetmeel: eiwit, welke verhouding eerder afgenomen is dan toenomen naarmate meer keren werd afgesproten. *De voor de hand liggende reden hiervan is, dat zetmeel niet alleen verbruikt wordt voor de spruitvorming, doch ook voor de ademhaling.*

De opbrengsten aan spruiten, wortels en dochterknolletjes bij de verschillende oogsten zijn graphisch neergelegd in Fig. 1. In de meeste gevallen werd een maximum aan spruiten en wortels gevonden bij de weging na 4 weken, waarna het gewicht afnam doordat de spruiten afstierven. De eenzijdige stikstofbemesting bevorderde de spruitvorming bij verschillende groepen, doch door de kaliumbemesting werd de spruitvorming nog sterker gestimuleerd. Het maximumgewicht

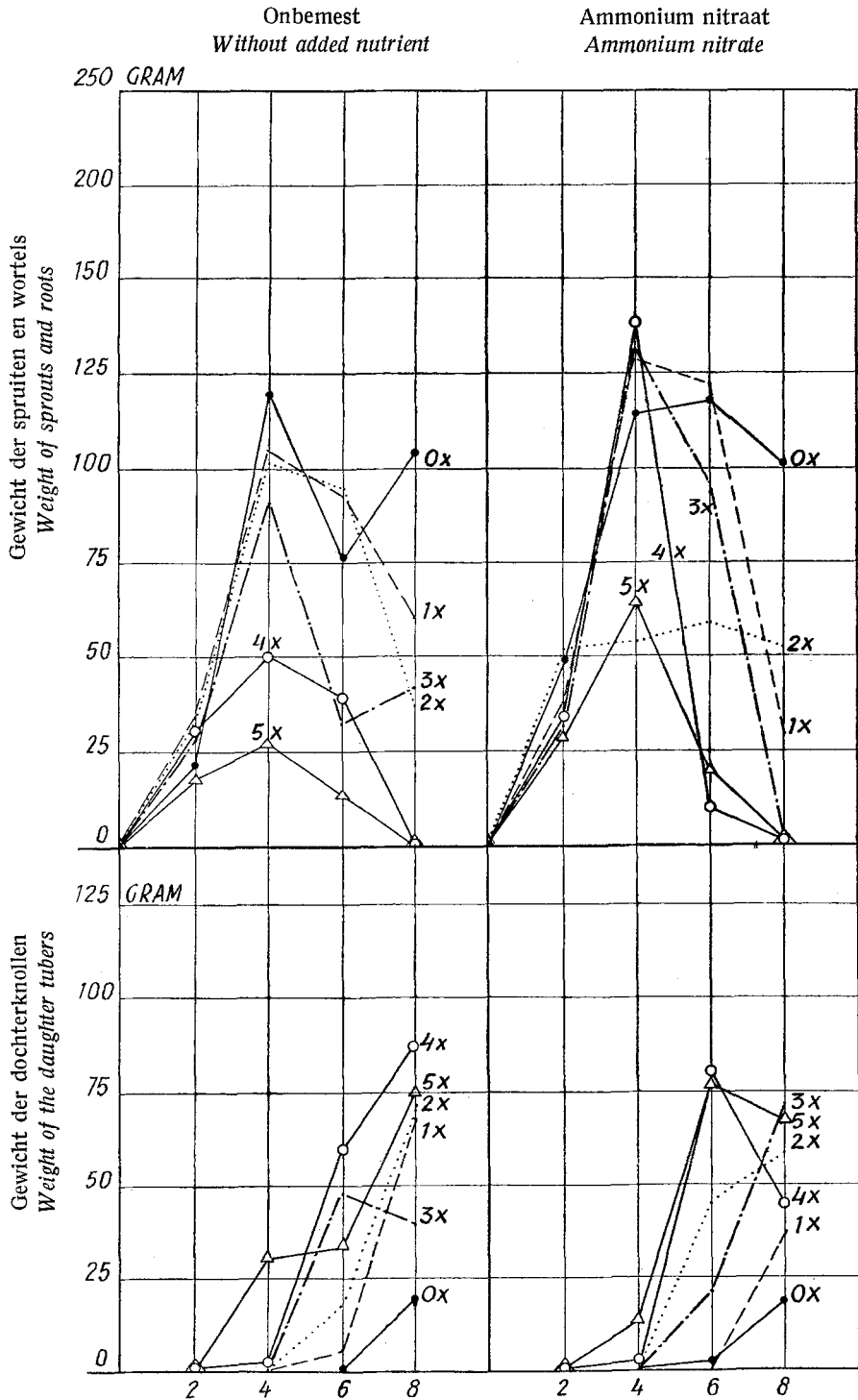


Fig. 1a

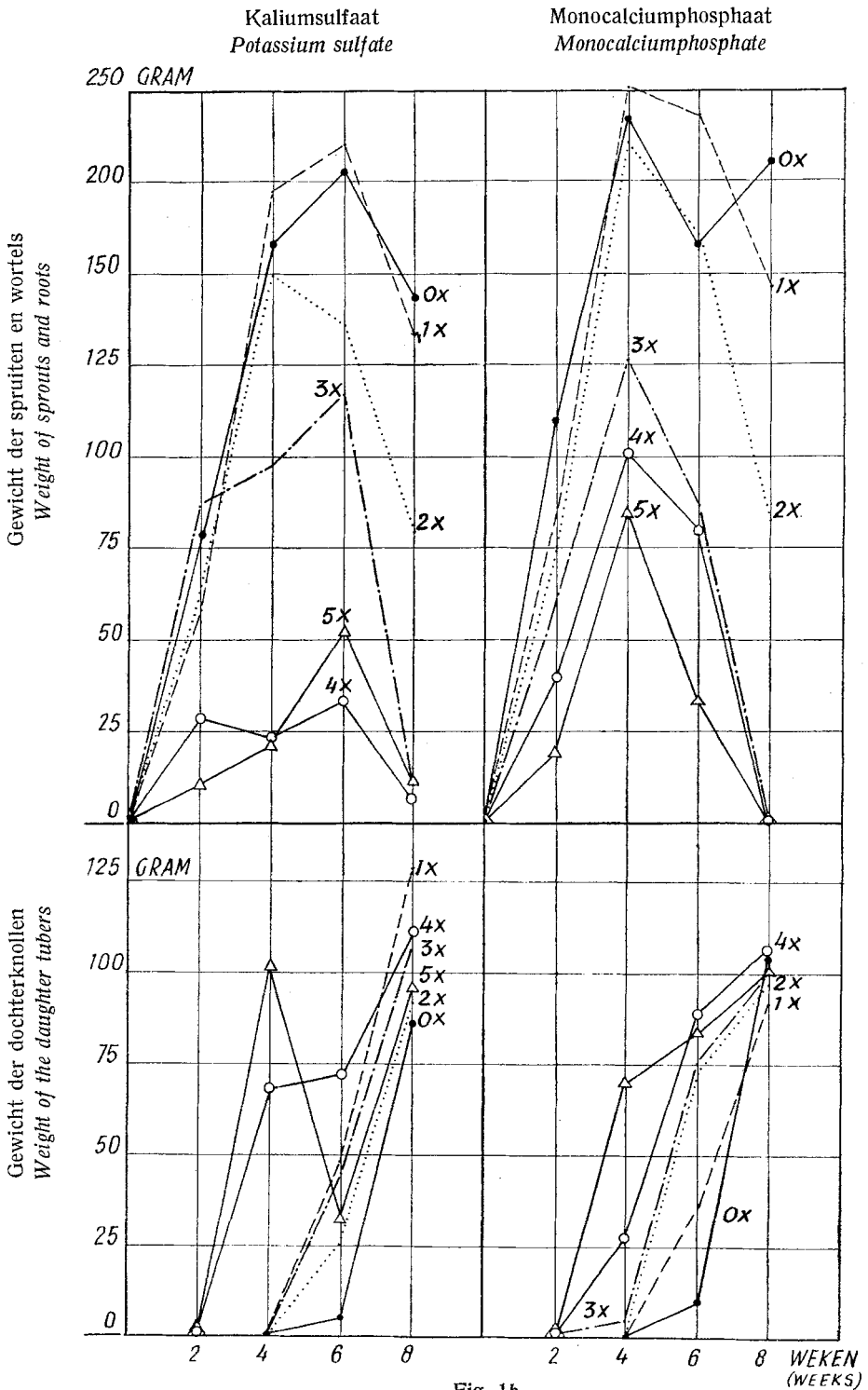


Fig. 1b

TABEL III

Invloed van de afspruiting en bemesting op het aantal dochterknolletjes
Influence of desprouting and added nutrients on the number of young tubers

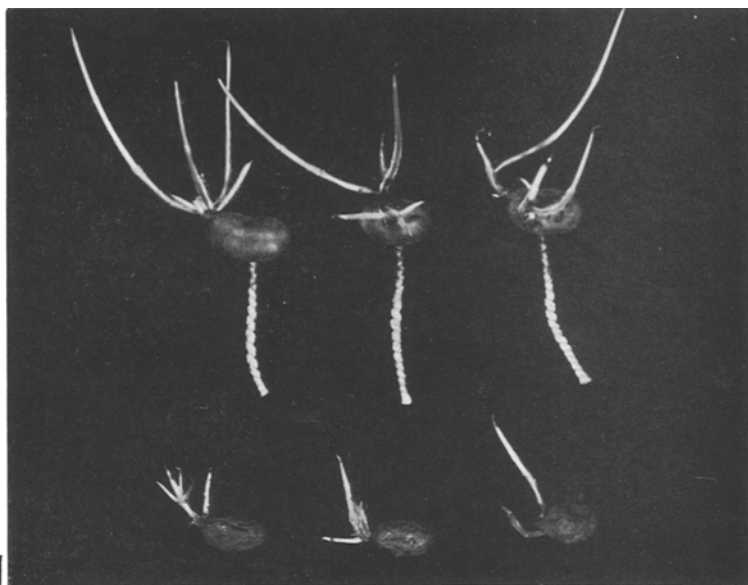
Duur van de cultuur in weken <i>Duration of the culture in weeks</i>	Aantal malen dat afgesproten is <i>Number of times desprouted</i>	Onbemest <i>No added nutrient</i>	N-cultuur <i>N-culture</i>	K-cultuur <i>K-culture</i>	P-cultuur <i>P-culture</i>
2	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
4	5	1	0	1	0
	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	7
6	4	4	2	10	10
	5	8	16	12	12
	0	3	2	11	7
	1	6	0	28	24
	2	12	7	12	31
8	3	11	8	18	26
	4	15	13	17	21
	5	14	13	6	10
	0	8	16	22	24
	1	12	12	24	25
	2	8	20	21	21
	3	9	15	13	21
	4	12	9	21	14
	5	11	13	9	8

aan spruiten werd bij deze serie gevonden na 6 weken, zodat dit dus duidelijk opgeschoven was vergeleken bij de overige series. De phosphorbemesting werkte ook duidelijk bevorderend op de ontwikkeling der spruiten en wortels.

Afspruiten was niet noodzakelijk voor de vorming van dochterknolletjes, doch naarmate vaker was afgesproten, werden des te eerder knolletjes gevormd (Tabel III). Bij de onbemeste serie werd één dochterknolletje gevonden na 2 weken bij de partij die $5 \times$ afgesproten was en na 4 weken resp. 4 en 8 knolletjes bij de partijen die 4 en $5 \times$ waren afgesproten. Mogelijk heeft NH_4NO_3 iets vertragend gewerkt op de vorming van dochterknolletjes, hetgeen vooral tot uiting kwam bij de oogst na 6 weken. De totale opbrengst aan knolletjes was bij de stikstofserie niet groter dan bij de onbemeste serie, wanneer het gewicht uitgedrukt werd in het gewicht der moederknollen. De kalium- en phosphor-cultures leverden het grootste aantal dochterknollen op en ook het grootste gewicht aan knolletjes, niet alleen bij vergelijking van de totale gewichten, doch ook wanneer deze worden uitgedrukt in het oorspronkelijk gewicht der moederknollen.

Merkwaardig is dus, dat er geheel buiten het zonlicht om een duidelijke werking van de bemesting kon worden opgemerkt.

Van het chemisch onderzoek der geoogste moederknollen, voor zover zij niet waren vergaan, zullen slechts de uitkomsten van de onbemeste serie en die van

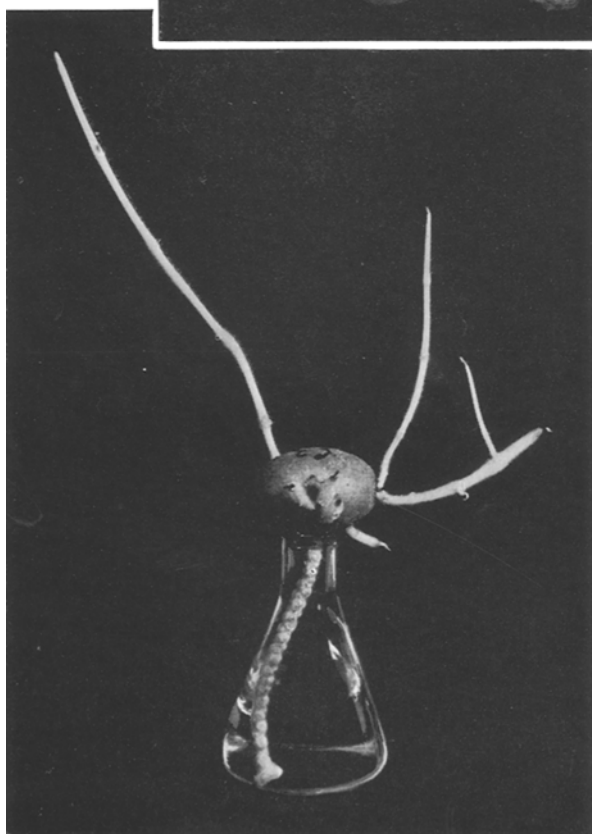


↑ Fig. 4 Foto T. Hiemstra

Bovenste rij: 3 aardappelknollen welke gekiemd waren gedurende 25 dagen, als beschreven in Fig. 3.

Onderste rij: 3 knollen gekiemd gedurende 25 dagen in het donker zonder opname van water.

Upper row: 3 potato tubers sprouted in the dark for 25 days with uptake of water as illustrated in Fig. 3. Lower row: 3 potato tubers sprouted for 25 days without uptake of water.



← Fig. 3

Een aardappelknol welke gedurende 25 dagen in het donker werd voorgekiemd, terwijl water uit een Erlenmeyer kon worden opgenomen met behulp van een lampepit.

A potato tuber sprouted for 25 days in the dark, whilst water could be taken up from an Erlenmeyer flask by means of a cotton lamp-wick.

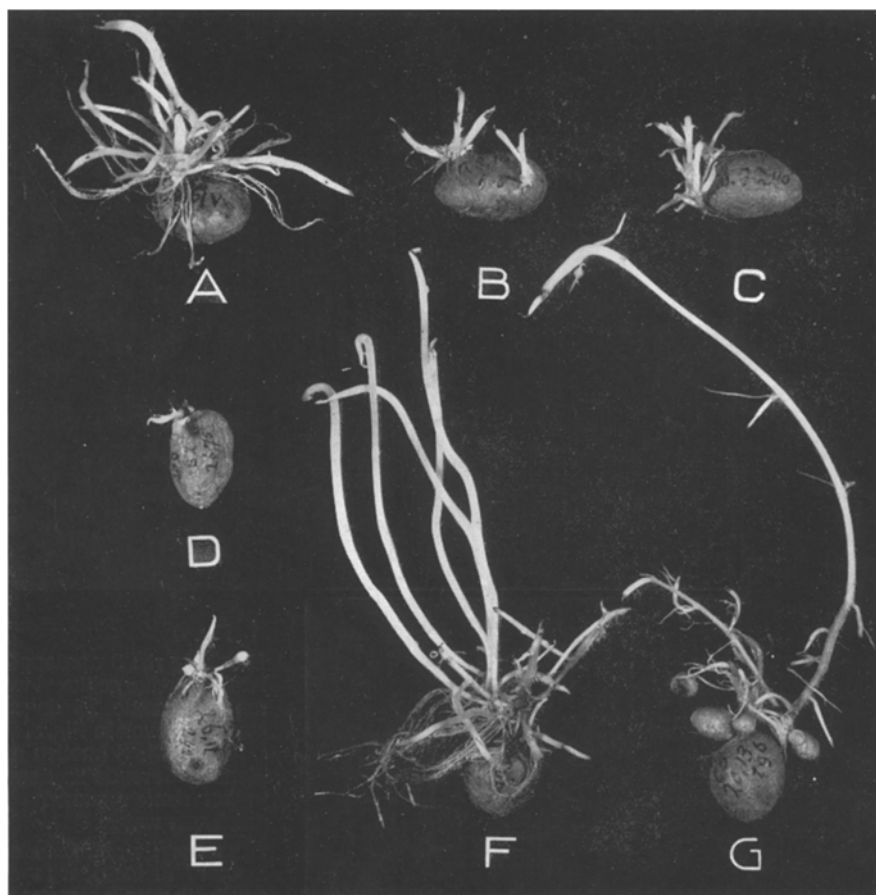


Foto T. Hiemstra

Fig. 5. Knollen van de series A... G welke gedurende 25 dagen in het donker in vochtig zand waren gezet. A: moederknol niet voorgekiemd, gedurende 65 dagen bij 2° C geplaatst; B: droog gekiemd, 1 × afgesproten; C: nat gekiemd, 1 × afgesproten; D: droog gekiemd, 2 × afgesproten; E: nat gekiemd, 2 × afgesproten; F: droog gekiemd gedurende 65 dagen, niet afgesproten; G: nat gekiemd gedurende 65 dagen, niet afgesproten. Knolvorming alleen bij E en G, natte kieming.

Tubers of the series A... G which had been grown for 25 days in moist sand in the dark. A: not sprouted, mother tuber kept for 65 days at 2° C; B: sprouted without uptake of water, sprouts removed once; C: sprouted with uptake of water, sprouts removed once; D: sprouted without uptake of water, sprouts removed twice; E: sprouted with uptake of water, sprouts removed twice; F: sprouted without uptake of water for 65 days, sprouts not removed; G: sprouted with uptake of water for 65 days, sprouts not removed. Young tubers developed in series E and G, with additional moisture.

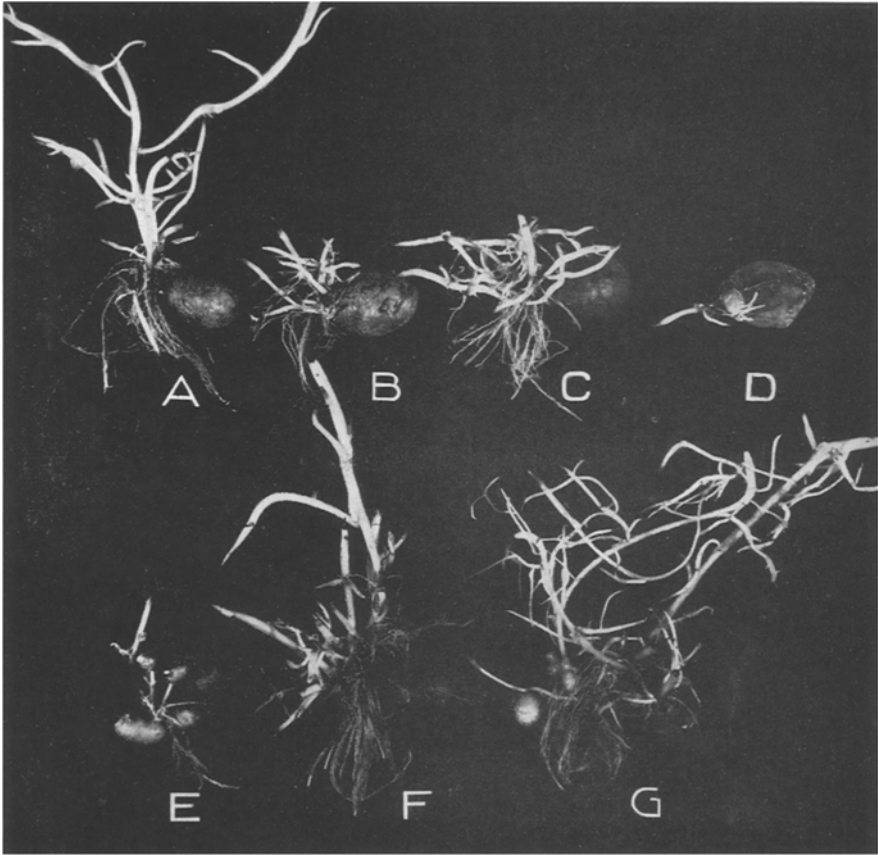


Foto T. Hiemstra

Fig. 6. Knollen van de series A.. G, welke gedurende 35 dagen in vochtig zand in het donker werden gekweekt. Talrijke knolletjes bij E en G (natte kieming en slechts een enkel knolletje bij D (droge kieming).

Tubers of the series A... G, grown for 35 days in moist sand in the dark. Many young tubers in series E and G (with additional moisture) and only one small tuber in series D (without uptake of water).



Foto T. Hiemstra

Fig. 7. Links: aardappel gekweekt in het donker op een cultuuroplossing, waarbij elementen konden worden opgenomen met behulp van een lampepit. Er hebben zich talrijke fijnvertakte spruiten en knolletjes aan de spruiten gevormd. Rechts: het flesje bevatte water zonder voedingsstoffen. Er werden minder spruiten en knollen gevormd, doch de knolletjes waren groter dan bij gebruik van een voedingsoplossing.

On the left: a potato tuber grown on a culture solution in the dark, from which nutrient elements could be taken up by means of a lamp-wick. Many fine branched shoots and a great number of tubers developed. On the right: the flask contained water without nutrient elements. Fewer sprouts and tubers developed, but the tubers were larger than in the former case.

de stikstofserie vermeld worden, daar deze voldoende zijn voor het trekken der algemene conclusies (Tabel IV).

Het gevondene kan als volgt worden samengevat:

Het eiwitgehalte van de droge stof nam over het algemeen iets af naarmate de moederknollen langer in het zand verbleven. Later nam het gehalte soms weer toe, een enkele maal tot boven het eiwitgehalte van de droge stof der knollen vóór het planten. Het eiwitgehalte van het verse materiaal der knollen nam af, naarmate zij langer in het zand verbleven.

Zowel het zetmeelgehalte van de droge stof als van de verse knollen ging achteruit naarmate de groeitijd langer duurde. Het zetmeelgehalte nam bij de groepen die de meeste keren waren afgesproten, relatief het snelst af, doordat bij deze groepen het eerst knolletjesvorming optrad. Hetzelfde geldt voor de verhouding zetmeel: eiwit. Deze verhouding zien we dus zowel bij het vormen van spruiten tijdens het kiemen van de knol in het donker, als bij het vormen van spruiten en knolletjes tijdens de groeiperiode afnemen. Tijdens de kieming gaat de afname van deze verhouding niet zo snel als gedurende de groeiperiode. *Tijdens de kieming en tijdens het verblijf in de grond wordt dus relatief meer zetmeel omgezet dan eiwit.*

Bij de wegingen werd nog vastgesteld, dat de moederknol na het planten in gewicht tot ver boven het oorspronkelijk gewicht toenam, tengevolge van wateropname. Later nam dit gewicht af en tenslotte weer toe. Naarmate de knol langer in de grond bleef, ging het gehalte aan droge stof meer achteruit. Op het moment, dat de eerste dochterknolletjes ontstonden, was het gehalte aan zetmeel en eiwit in de moederknol sterk gedaald, enerzijds doordat stoffen verbruikt waren voor de vorming van spruiten en wortels en voor de ademhaling, anderzijds door opname van water. Door het afspruiten werd de levensduur van de moederknol verkort: *de knol werd a.h.w. op een fysiologisch ouder stadium uitgepoot* en men behoeft zich daarom niet te verwonderen, dat bij dergelijke moederknollen „vervroegde” knolvorming optreedt. Voor de ontwikkeling van de nieuwe aardappelplant is de spruitvorming immers een inleiding, welke gedurende lange tijd mogelijk is, doordat de spruiten zich onafhankelijk van het licht kunnen ontwikkelen ten koste van het reservevoedsel in de moederknol.

IV. ONDERZOEK IN 1949

Daar het Laboratorium voor Microbiologie te Kampen toevallig de beschikking had over een partij knollen van de variëteit Eersteling ¹⁾, werd in het voorjaar van 1949 nogmaals een proef genomen om na te gaan, of de hypothese van WELLENSIEK juist is. Wanneer ontijdige knolvorming volgens WELLENSIEK veroorzaakt wordt door vochtverlies van de moederknol als gevolg van overvloedige spruitvorming (resp. veel afspruiten) tijdens de bewaring, dan zou men verwachten, dat dit euvel voorkomen kan worden als de knol tijdens de kieming geen tekort heeft aan vocht. Eenzelfde gedachte had OORTWIJN BOTJES, toen hij knollen in vochtig zand te kiemen legde en deze afsproot nadat de spruiten een zekere ontwikkeling hadden bereikt. Aan aldus behandelde knollen nam hij knolvorming waar niettegenstaande de knollen volgezoogen waren met water. Nu wijkt deze wijze van behandeling in zover af van het normale voorkiemen, dat eerst geplant wordt en enige tijd later afgesproten, nadat zich reeds een wortelstelsel ge-

¹⁾ Deze knollen waren alle klein, met een gemiddeld gewicht van $\pm 22,5$ gram.

TABEL IV

Chemisch onderzoek van de moederknollen na de oogst
Chemical analysis of the mother tubers after harvesting

Aantal weken Duration of the culture in weeks	Aantal malen dat afgesproten is Number of times de sprouted	Onbemeste cultuur Culture without added nutrients						Stikstof cultuur Culture supplied with nitrogen					
		Eiwit der droge stof Protein in dry matter						Eiwit der droge stof Protein in the tubers					
		Eiwit der knollen vlak voor 't drogen Starch in dry matter	Zetmeel der droge stof Starch in the tubers	Verhouding zetmeel/eiwit Ratio starch/protein	Eiwit der knollen vlak voor 't drogen Starch in dry matter	Zetmeel der droge stof Starch in the tubers	Verhouding zetmeel/eiwit Ratio starch/protein	Eiwit der knollen vlak voor 't drogen Starch in dry matter	Zetmeel der droge stof Starch in the tubers	Verhouding zetmeel/eiwit Ratio starch/protein	Eiwit der knollen vlak voor 't drogen Starch in dry matter	Zetmeel der droge stof Starch in the tubers	Verhouding zetmeel/eiwit Ratio starch/protein
2	0	11,50	1,311	20,72	2,36	1,801	10,58	1,192	20,31	2,29	1,919		
	1	10,73	1,083	23,12	2,33	2,154	12,13	1,104	26,25	2,39	2,146		
	2	10,73	1,090	22,29	2,26	2,077	10,10	0,899	21,45	1,91	2,123		
	3	9,87	0,865	22,70	1,99	2,301	10,68	0,928	17,29	1,50	1,619		
	4	9,33	0,801	20,46	1,76	2,194	10,73	0,887	13,75	1,14	1,282		
4	5	9,08	0,943	20,00	2,08	2,202	10,14	0,846	15,12	1,26	1,491		
	0	10,62	0,839	17,29	1,36	1,627	10,50	1,092	17,39	1,81	1,656		
	1	10,54	0,793	19,37	1,45	1,837	10,41	0,745	21,66	1,55	2,080		
	2	9,47	0,691	15,93	1,16	1,682	9,51	1,092	12,21	1,17	1,073		
	3	9,72	0,654	17,50	1,18	1,800	10,68	0,594	9,58	0,53	0,896		
6	4	7,80	0,541	18,12	1,26	2,323	10,30	0,617	12,85	0,85	1,247		
	5	7,88	0,416	8,85	0,47	1,110	8,10	0,467	11,66	0,67	1,439		
	0	9,33	0,845	16,66	1,06	1,780	9,51	0,714	17,71	1,33	1,862		
	1	9,49	0,668	15,45	1,08	1,620	9,74	0,540	13,53	0,75	1,389		
	2	8,78	0,521	12,50	0,74	1,423	8,96	0,425	10,94	0,54	1,275		
8	3	8,03	0,374	10,52	0,49	1,310	8,38	0,446	6,57	0,35	0,784		
	4	8,53	0,347	4,48	0,18	0,525	—	—	—	—	—		
	5	8,62	0,515	6,42	0,43	0,744	8,33	0,260	1,52	0,05	0,018		
	0	9,66	0,570	13,02	0,76	1,348	8,48	0,507	13,96	0,83	1,646		
	1	7,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
8	2	11,00	0,380	3,46	0,12	0,314	—	—	—	—	—		
	3	—	—	—	—	—	9,30	0,376	—	—	—		
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

vormd heeft, terwijl bij de normale gang van zaken eerst gekiemd wordt zonder dat zich wortels ontwikkelen en pas na het afspruiten geplant wordt. Voor een juiste proefopzet moeten de omstandigheden bij het voorkiemen alleen zover verschillen, dat in het ene geval geen uitdroging van de moederknol plaats vindt en in het andere geval wel. Uitdroging tijdens de kieming kan alleen worden voorkomen wanneer de moederknol water kan opnemen. WELLENSIEK zal hier mogelijk tegen inbrengen, dat de aldus verkregen ontijdige knolvorming dan gerekend moet worden tot type b: „ontijdige knolvorming na bewaring onder vocht-opname en afspruiting”, doch om zijn hypothese te weerleggen is het inschakelen van de factor „wateropname tijdens de kieming” noodzakelijk, aangezien het anders onmogelijk is om uitdroging van de moederknol tijdens de kieming te voorkomen.

De proefopzet was nu als volgt:

Van een partij aardappelen van de variëteit Eersteling werden de knollen individueel genummerd en gewogen, waarna een deel (partij A) bij 2 °C werd geplaatst om spruitvorming te voorkomen. Het andere deel werd in het donker te kiemen gezet bij ± 20 °C. Van deze knollen werd het halve aantal geplaatst in houten kistjes, waarvan de bodem bedekt was met een laag watten om beschadiging van de spruiten te voorkomen. De knollen van de andere helft werden elk door middel van een kleine boor voorzien van een cilindervormige holte, welke tot voorbij het vaatbundelsysteem van de knol reikte. In deze holte werd het uiteinde van een lampepit van $\pm$ dezelfde diameter gestoken en vervolgens werd de knol zodanig op de opening van een met water gevuld flesje gezet, dat de lampepit in het water hing. Deze knollen konden nu door middel van de lampepit het water, dat zij voor de spruitvorming moesten afstaan, onmiddellijk aanvullen met water uit het flesje (Fig. 3). Om de voorbehandeling van de „droog” en „nat” gekiemde knollen overigens dezelfde te doen zijn, werd uit de droog gekiemde knollen eveneens een even groot boorstuk genomen.

De droog en nat gekiemde knollen werden elk in drie partijen verdeeld, welke resp. 1 $\times$, 2 $\times$ en niet werden afgesproten. De eerste afspruiting geschiedde na 26 dagen, waarna het gedeelte dat slechts 1 $\times$ werd afgesproten bij 2 °C werd geplaatst. De 2e afspruiting vond 39 dagen later plaats.

Overzichtelijk samengevat waren de verschillende partijen als volgt behandeld:

Partij A: 65 dagen bij 2 °C bewaard, niet afgesproten.

„ B: 26 dagen droog gekiemd bij ± 20 °C, 1 $\times$ afgesproten, daarna 39 dagen bij 2 °C bewaard.

„ C: als B, doch nat gekiemd.

„ D: 65 dagen droog gekiemd bij ± 20 °C, de eerste keer afgesproten na 26 dagen, de 2e keer 39 dagen later.

„ E: als D, doch nat gekiemd.

„ F: droog gekiemd bij ± 20 °C gedurende 65 dagen, niet afgesproten.

„ G: als F, doch nat gekiemd.

Na de laatste afspruiting werden de partijen A... G op 22 April uitgeplant in houten bakken waarin zich 10 kg glaszand bevond en waaraan 2 g chilisalpeteer en 2 g K_2HPO_4 was toegevoegd. Van elke partij werden 60 knollen (12 per bak) uitgepoot. De bakken werden in het donker geplaatst bij kamertemperatuur en geregeld van water voorzien. Periodiek werd van elke partij een bak met 12

knollen geoogst, nl. op 17 Mei, 27 Mei, 9 Juni, 17 Juni en 14 Juli. De gewichten werden bepaald van de moederknollen, spruiten, wortels en aanwezige dochterknollen, terwijl ook het aantal dochterknollen genoteerd werd.

V. RESULTATEN IN 1949

Het „nat” kiemen der knollen had een duidelijk stimulerende invloed op de spruitvorming tijdens het kiemen en op het uiterlijk der moederknollen (Fig. 4). De moederknollen namen in omvang toe tengevolge van de opname van water. In Tabel V zijn de gemiddelde knolgewichten vermeld van enkele partijen van 96 knollen, voordat zij te kiemen werden gezet en nadat zij respectievelijk „droog” en „nat” waren gekiemd en één of twee maal waren afgesproten.

Gemiddeld waren de drooggekiemde knollen na 26 dagen en één maal afspruiten met 3,93 g of 18,7 %, en na 65 dagen en twee maal afspruiten met 9,21 g of 41 % in gewicht *afgenomen*. De natgekiemde knollen waren daarentegen na 26 dagen en één maal afspruiten gemiddeld met 3,51 g of 14,6 % en na 65 dagen en 2 × afspruiten met 4,06 g of 17,7 % in gewicht *toegenomen*.

TABEL V

Invloed van „droog” en „nat” kiemen op het knolgewicht, berekend als het gemiddelde van 96 knollen per serie

Influence of „dry” and „moist” germination on the weight of tubers, calculated as an average of 96 tubers per series

Behandeling der series <i>Treatment of series</i>	Voor 't kiemen <i>Before germination</i>	Droog gekiemd <i>Dry germination</i>	Nat gekiemd <i>Moist germination</i>
	gr	gr	gr
Serie 1, vóór het kiemen <i>Serie 1, before germ.</i>	21,02		
Serie 1, 26 dagen droog gekiemd, 1 × afgesproten <i>Serie 1, „dry” germ. for 26 days, desprouted once</i>		17,09	
Serie 2, vóór het kiemen <i>Serie 2, before germ.</i>	22,44		
Serie 2, 65 dagen „droog” gekiemd, 2 × afgesproten <i>Serie 2, „dry” germ. for 65 days, de- sprouted twice</i>		13,23	
Serie 3, vóór het kiemen <i>Serie 3, before germ.</i>	23,97		
Serie 3, 26 dagen „nat” gekiemd, 1 × afgesproten <i>Serie 3, „moist” germ. for 26 days, desprouted once</i>			27,48
Serie 4, vóór het kiemen <i>Serie 4, before germ.</i>	22,94		
Serie 4, 65 dagen „nat” gekiemd, 2 × afgesproten <i>Serie 4, „moist” germ. for 65 days, desprouted twice</i>			27,00

De invloed van „droog” en „nat” kiemen op het gemiddelde gewicht der spruiten blijkt uit Tabel VI.

TABEL VI

Invloed van „droog” en „nat” kiemen op het gewicht van spruiten, berekend als gemiddelde van 96 knollen per serie

Influence of „dry” and „moist” germination on the weight of sprouts, calculated as an average of 96 tubers per series

Nummer van de spruit <i>Number of sprout</i>	Droge kieming <i>Dry germination</i>	Natte kieming <i>Moist germination</i>
Eerste spruit na 26 dagen <i>First sprouts after 26 days</i>	1,17	2,41
Tweede spruit na 65 dagen <i>Second sprouts after 65 days</i>	1,34	2,55

Duidelijk blijkt uit deze tabel, dat bij de natte kieming het gewicht der spruiten groter is dan bij de droge kieming.

Het gehalte aan droge stof der spruiten blijkt bij de droge kieming hoger te zijn dan bij de natte kieming, hetgeen moge blijken uit Tabel VII.

TABEL VII

Invloed van „droog” en „nat” kiemen op het gehalte aan droge stof der spruiten berekend als gemiddelde van 96 knollen per serie

Influence of „dry” and „moist” germination on the dry matter content of the sprouts, calculated as an average of 96 tubers per series

Nummer van de spruit <i>Number of the sprout</i>	Droge kieming <i>Dry germination</i>	Natte kieming <i>Moist germination</i>
1e spruit (<i>first sprouts</i>)	12,8	10,3
2e spruit (<i>second sprouts</i>)	14,5	9,0

De gemiddelde gewichten der spruiten per knol der verschillende series A... E bij de verschillende oogsten zijn graphisch uitgezet in Fig. 2. Hieruit volgt, dat bij deze series in het algemeen minder spruiten tijdens de ontwikkeling in de bakken werden gevormd naarmate zich meer spruitmateriaal had ontwikkeld tijdens de voorkieming.

Hetgeen ons echter het meest zal interesseren is de vorming der dochterknolletjes bij de verschillende series. Waar de moederknollen bij de natte kieming niet zijn uitgedroogd, ja zelfs in vochtgehalte zijn toegenomen, terwijl de drooggekiemde knollen daarentegen veel water hebben verloren, zou, indien de hypothese van WELLENSIEK juist was, verwacht kunnen worden, dat vorming van dochterknolletjes in het eerste geval op een later tijdstip zou plaats vinden, doordat de concentratie der voedingsstoffen in de moederknollen en spruiten tengevolge van de wateropname veel lager was dan in het 2e geval. Men zou in het 1e geval bij de eerste oogsten ook een kleiner aantal knolletjes verwachten dan in het 2e geval, doordat de knolvorming op een later tijdstip zou moeten plaats vinden.

De gegevens over de vorming der dochterknolletjes en de gewichten der knolletjes per bak zijn ondergebracht in de tabellen VIII en IX.

TABEL VIII

Invloed van „droge” en „natte” kieming en afspruiting op het ontstaan van dochterknollen
Influence of „dry” and „moist” germination and sprout removal on the development of young tubers

Oogstdatum <i>Date of harvest</i>	Niet voorgekiemd Serie A <i>Not germin. Series A</i>	Droge kieming <i>Dry germination</i>			Natte kieming <i>Moist germination</i>		
		Aantal malen afgesproten <i>Number of sprout removals</i>			Aantal malen afgesproten <i>Number of sprout removals</i>		
		Serie B <i>Series B</i> 1	Serie D <i>Series D</i> 2	Serie F <i>Series F</i> 0	Serie C <i>Series C</i> 1	Serie E <i>Series E</i> 2	Serie G <i>Series G</i> 0
17-5-'49	0	0	0	0	0	1(1)	5(2)
27-5-'49	0	0	1(1)	0	0	38(7)	23(5)
9-6-'49	0	0	0	4(1)	0	36(6)	27(8)
17-6-'49	0	1(1)	0	1(1)	0	35(9)	59(12)
14-7-'49	16(7)	10(6)	12(5)	8(4)	22(11)	32(10)	40(12)
Totaal (Sum) . .	16(7)	11(7)	13(6)	13(6)	22(11)	142(33)	154(39)

De tussen haakjes geplaatste cijfers geven het aantal moederknollen aan waaraan knolletjes waren ontstaan.

The figures in brackets give the number of mother tubers which formed young tubers

Duidelijk blijkt hieruit en uit de Figuren 5 en 6, dat de natte kieming niet vertragend heeft gewerkt op de knolletjesvorming, *doch integendeel sterk bevorderend*. Het ontstaan van veel spruitmateriaal tijdens de kieming is van primair belang voor het tijdstip van de vorming der dochterknolletjes, waarbij het niet veel verschil uitmaakt of men vaak afspruit of in het geheel niet, wanneer tijdens het voorkiemen maar genoeg spruitmateriaal is gevormd.

TABEL IX

Invloed van „droge” en „natte” kieming en afspruiting op het gewicht der dochterknollen
Influence of „dry” and „moist” germination and sprout removal upon the yield of young tubers

Oogstdatum <i>Date of harvest</i>	Niet voorgekiemd Serie A <i>Not germin. Series A</i>	Droge kieming <i>Dry germination</i>			Natte kieming <i>Moist germination</i>		
		Aantal malen afgesproten <i>Number of sprout removals</i>			Aantal malen afgesproten <i>Number of sprout removals</i>		
		Serie B <i>Series B</i> 1	Serie D <i>Series D</i> 2	Serie F <i>Series F</i> 0	Serie C <i>Series C</i> 1	Serie E <i>Series E</i> 2	Serie G <i>Series G</i> 0
17-5-'49	0	0	0	0	0	0,20	15,22
27-5-'49	0	0	0,89	0	0	38,12	10,29
9-6-'49	0	0	0	0,79	0	14,45	10,12
17-6-'49	0	0,90	0	2,73	0	57,10	77,31
14-7-'49	21,27	13,82	8,63	13,56	53,73	66,21	66,36
Totaal (Sum) . .	21,27	14,72	9,52	17,08	53,73	176,08	179,30

Uit deze proef kan worden geconcludeerd, dat het eerder ontstaan van dochterknollen *niet* een gevolg is van het onttrekken van water aan de moederknol door de spruitvorming.

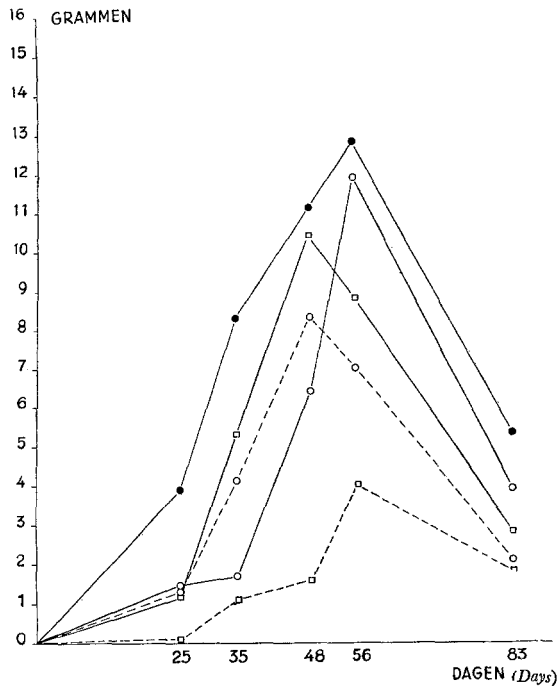


Fig. 2. Spruitgewicht per knol in grammen
Weight of sprouts per tuber in grams

Serie (Series)	A	●—●	spruiten niet verwijderd	(not sprouted)
„ „	B	○—○	1 × afgespr., droog gekiemd	(desprouted once, dry germ.)
„ „	C	○- - -○	1 × „, nat gekiemd	(„ „, moist „)
„ „	D	□—□	2 × „, droog gekiemd	(„ twice, dry „)
„ „	E	□- - -□	2 × „, nat gekiemd	(„ „, moist „)

In een andere proef werd nog aangetoond, dat knolvorming tijdens kieming in het donker mogelijk is, wanneer de moederknol in de gelegenheid wordt gesteld water op te nemen.

Op 8 Maart werden 30 knollen op de bovenbeschreven wijze „nat” gekiemd boven 30 flesjes, waarvan 15 gevuld werden met kraanwater en 15 met een voedingsoplossing, welke per liter bevatte:

KNO_3	1	g	H_2BO_3	0,8	mg
CaSO_4 2aq	0,5	„	MnSO_4 4aq	1,5	„
MgSO_4 2aq	0,5	„	ZnSO_4 7aq	0,5	„
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 2aq	0,611	„	CuSO_4 5aq	0,125	„
FeSO_4 7aq	0,25	„	Na_2MoO_4 2aq	0,1	„

De flesjes werden in het donker bij 20 °C weggezet. De oplossingen werden geregeld bijgevuld en verversd.

Op 15 Juni hadden zich aan de spruiten van de onbemeste serie talrijke knolletjes ontwikkeld. Van de 15 aardappels hadden 13 stuks 154 knolletjes gevormd. Van de 15 knollen van de bemeste serie hadden 7 in totaal 48 knolletjes

gevormd, doch deze waren duidelijk kleiner dan bij de onbemeste serie.

Op 18 Juli hadden de aardappels van de onbemeste serie 230 knolletjes gevormd en van de bemeste 432 stuks. Tussen 15 Juni en 18 Juli was het aantal knolletjes van de onbemeste serie dus toegenomen met 76 en van de bemeste serie met 384. Er was dus wel een duidelijke invloed van de voedingsoplossing te bespeuren. Eén der knollen van de bemeste serie sloeg hierbij het record met 71 knolletjes aan de spruiten!

Bij de bemeste serie waren de spruiten dunner en veel sterker vertakt dan bij de onbemeste, hetgeen het grote aantal kleine knolletjes bij deze serie verklaart (Fig. 7).

Op 22 Juli waren de gewichten aan knolletjes en spruiten bij deze series als volgt:

	Spruiten	Knolletjes
Onbemeste serie	43,88	93,27
Bemeste serie	78,45	73,66

Bij de bemeste serie was blijkbaar meer materiaal omgezet voor de spruitvorming dan bij de onbemeste, terwijl bij deze laatste serie meer stoffen waren gebruikt voor de knolletjesvorming.

Uit deze proef blijkt dus, dat ondanks het feit, dat de moederknol volgezoogen is met water, knolletjesvorming aan de spruiten zeer wel mogelijk is.

VI. BESCHOUWING DER RESULTATEN

Het onderzoek in 1929/1930 was opgezet om na te gaan of de hypothese van OORTWIJN BOTJES juist is, m.a.w. of door de vorming van spruiten de verhouding koolhydraten:eiwitten in de knol toeneemt doordat de spruiten meer eiwit dan koolhydraten aan de knol onttrekken. Bij de methode volgens EWERS moeten eerst de eiwitachtige stoffen uitgespoeld worden, daar deze anders het klaren (vooral bij gedroogd materiaal) enorm bemoeilijken of geheel onmogelijk maken. Bij het afzuigen met water worden alle in water oplosbare stoffen weggespoeld, dus ook de eventueel aanwezige suikers, die tijdens het voorkiemen of de groei van de plant zijn ontstaan. Deze suikers worden dan ook niet mede bepaald. Bij de methode EWERS, toegepast bij gedroogd materiaal, dat voor een goede klaring meerdere malen moet worden uitgespoeld, wordt dus niet het totaal gehalte aan koolhydraten bepaald, zoals door WELLENSEK (1929) werd verondersteld, doch het totaal gehalte aan zetmeel.

Uit het onderzoek is gebleken, dat de verhouding zetmeel:eiwitten in de moederknol tijdens de spruitvorming en ontwikkeling na het planten afneemt. Het is denkbaar, dat dit voorlopig niet het geval is met de verhouding koolhydraten:eiwitten, ofschoon het wel waarschijnlijk is, dat de gevormde suikers aanvankelijk ver in de minderheid zullen zijn en spoedig verbruikt zullen worden voor de spruitvorming en ademhaling. Het is echter mogelijk, dat door toenemende activiteit der enzymen geleidelijk zoveel suikers gevormd worden, dat de spruiten deze niet alle kunnen verwerken voor spruitvorming en ademhaling. Dit zal het geval kunnen zijn, wanneer de ontwikkeling der spruiten sterk vertraagd wordt of tot stilstand komt, mede tengevolge van het uitgeput raken

aan bepaalde stoffen, b.v. auxinen, of (en) vitaminen, die noodzakelijk zijn voor de spruitvorming. De toevoer van de suikers in de spruiten zal dan niet meer uitsluitend voor verdere spruitvorming en ademhaling dienen, doch mede en hoofdzakelijk voor de vorming van dochterknollen. In dit verband ware het dan ook beter geweest, wanneer behalve zetmeel ook het gehalte aan oplosbare suikers was bepaald gedurende de kieming en na het uitpoten.

Uit het onderzoek blijkt wel, dat de elementen N, K en P van invloed zijn op de spruit- en knolvorming. Het is wel duidelijk, dat de knolvorming samenhangt met de ontwikkeling der spruiten tijdens het kiemen en tijdens de groei. Factoren welke gunstig zijn voor de spruitontwikkeling tijdens de kieming (plaat-sing in het donker, hoge temperatuur, voorkoming van uitdroging van de moederknol) leiden ertoe, dat de spruitvorming na het uitplanten minder krachtig is en er dan eerder knolletjes ontstaan.

Uit het in 1949 verrichte onderzoek is gebleken, dat het eerder ontstaan van dochterknollen na afspruiten niet een gevolg is van het onttrekken van water aan de moederknol door de spruitvorming, zoals door WELLENSIEK verondersteld wordt, aangezien voorkoming van uitdroging van de moederknol dit euvel niet voorkwam en zelfs ten gevolge had, dat er nog eerder en meer knolletjes ontstonden.

VII. SAMENVATTING

Bij een partij knollen van de variëteit Eersteling, welke bij $\pm 20^{\circ}\text{C}$ in het donker werd voorgekiemd en verschillende malen werd afgesproten, waarna de knollen werden uitgeplant in zand bij $\pm 20^{\circ}\text{C}$ in het donker, werd in 1930 nagegaan in hoeverre de verhouding zetmeel:eiwitten in de spruiten en moederknollen zich wijzigt gedurende de kieming en hoe deze verhouding zich wijzigt in de moederknollen gedurende de groei in het donker bij verschillende bemesting. Deze verhouding bleek zowel tijdens de kieming als tijdens de groei af te nemen. De elementen N, K en P beïnvloeden buiten het zonlicht om de spruit- en knolvorming.

De knolvorming hangt samen met de ontwikkeling van de spruiten tijdens het kiemen en de groei. Hoe vaker wordt afgesproten tijdens de bewaring, des te eerder zullen knolletjes ontstaan, waarschijnlijk doordat de knol dan eerder uitgeput zal raken aan bepaalde stoffen (b.v. groeistoffen), die voor de spruitvorming noodzakelijk zijn. Zodra de spruitvorming na het uitplanten in het donker vertraging ondervindt, zullen de aangevoerde voedingsstoffen uit de moederknol gebruikt worden voor knolvorming.

Wanneer voorkomen wordt, dat de moederknollen tijdens het voorkiemen in het donker uitdrogen, wordt de spruitvorming sterk gestimuleerd, waardoor na het uitplanten eerder knolletjes ontstaan dan bij knollen, welke op normale wijze worden voorgekiemd en waarbij de knol armer wordt aan water. Het eerder ontstaan van dochterknollen na afspruiten blijkt dus niet het gevolg te zijn van het onttrekken van water aan de moederknol door de spruitvorming, zoals door WELLENSIEK wordt verondersteld. Dit werd aangetoond in 1949.

SUMMARY ¹⁾

In December 1929 a sample of potato tubers (var. Duke of York) was stored at 2 °C, while another sample was allowed to develop sprouts in a dark room at 20–22 °C. The sprouts from the latter were removed for the first time after a month and subsequently every 19 days. After each removal of sprouts a certain number of the tubers was transferred to storage at 2 °C. In this way samples of tubers were obtained, the sprouts of which had been removed respectively 0, 1, 2, 3, 4 and 5 times (groups a, b, c, d, e and f). The tubers were then planted in shallow earthen jars, containing 8 kg sand (6 tubers per jar), to which had been added either: 1: nothing, 2: 1.2 g NH_4NO_3 , 3: 8.6 g K_2SO_4 or 4: 317 mg P_2O_4 as monocalciumphosphate. The jars were kept in the dark at 20–22 °C.

Every two weeks a jar was removed from each group a, b, c, d, e, f of the 4 series. The mother tubers, sprouts, roots and daughter tubers were weighed separately. The mother tubers were cut to thin disks and dried first at 30 °C, then at 50 °C and afterwards at 105 °C to constant weight, ground, dried again and stored in small bottles. Determinations of proteins were made according to KJELDAHL and of starch according to EWERS (4), Table III.

Determinations of proteins and starch were also made on sprouts removed from the tubers after storage in the dark (Table I) and on tubers which had been desprouted at different times (Table II). The yields of shoots and roots and daughter tubers from the different harvests are shown graphically in Fig. 1. In most instances the maximum weight of shoots and roots was found after 4 weeks, but in some instances after 6 weeks (e.g. with added potassium). Sprout formation was stimulated in several groups by nitrogen, but far more by potassium or phosphorus. Tuber formation was stimulated substantially by potassium or phosphorus (Table III).

Removal of sprouts was not necessary for development of daughter tubers, but daughter tubers developed earlier the more often removal of shoots had been performed.

The ratio of starch to proteins in the mother tubers decreased during storage and also during the growth period, in the latter case much faster than in the former. In other words, during storage and growth relatively more starch than protein was transformed.

Similar experiments were carried out again in 1949. A sample of tubers (var. Duke of York) was stored at 2 °C (Series A), while another sample was divided into two groups. The tubers of one group were placed on cotton wool in wooden boxes. In the tubers of the other group a small hole was made by means of a borer and into this hole the end of a cotton lamp-wick was inserted. By placing these tubers on the tops of small flasks filled with tapwater into which the lamp-wicks dipped, these tubers could suck up water during germination, in contrast to those of the first group (Figs 3 and 4). Both groups were allowed to develop sprouts in a dark room at ± 20 °C. Each group was divided into 3 series. After sprouting for 26 days the sprouts of the first series were removed and the tubers transferred to storage at 2 °C for 39 days. The sprouts of the second series were removed for the first time after 26 days and again after 65 days. The sprouts of the third series were not removed.

¹⁾ The author wishes to express his sincere thanks to *Dr G. Samuel* for having been so kind to correct this summary.

The treatments may be summarized as follows:

Series A: kept for 65 days at 2 °C (not sprouted).

„ B: sprouted for 26 days in wooden boxes, sprouts removed after 26 days, tubers then stored at 2 °C for 39 days.

„ C: as B, but sprouted with uptake of water.

„ D: sprouted for 65 days in wooden boxes, sprouts removed after 26 and 65 days.

„ E: as D, but sprouted with uptake of water.

„ F: sprouted for 65 days in wooden boxes, sprouts not removed.

„ G: sprouted for 65 days with uptake of water, sprouts not removed.

60 tubers of each series were then planted in wooden boxes containing 10 kg glass-sand (12 tubers per box) to which had been added 2 g. Chilean nitrate and 2 g K_2PO_4 . The boxes were kept in the dark at ± 20 °C and the yields of sprouts and young tubers determined from one box of each series after 25, 35, 48, 56 and 83 days respectively. The yields of sprouts (calculated per tuber) of the series A... E are shown graphically in Fig. 2.

Uptake of water resulted in an increased weight of the mother tuber (Table V) and in a greater weight of sprouts (Table VI), whereas the dry matter content of the sprouts was decreased (Table VII). The development of tubers took place much earlier as a result of germination with uptake of water (Tables VIII and IX and Figures 5 and 6).

These experiments prove that premature tuber formation after removal of sprouts is not caused by a lack of water in the mother tuber as a result of the development of the sprouts in the period of germination, as supposed by WELLEN-SIEK (1924).

When tubers are allowed to suck up water during germination in a dark room at ± 20 °C according to the above described method, the shoots develop small tubers. The development of these tubers is delayed by a culture solution containing all necessary elements (see page 303), but in the end the total number of tubers is increased substantially by such a solution (Fig. 7).

LITERATUUR

1. OORTWIJN BOTJES, J. G., Ontijdige knolvorming bij aardappelen. Tijdschr. over Plantenz. 33: 1-13, 1927.
2. ———, Droge bewaring en onderzeeërvorming bij aardappelen. Tijdschr. over Plantenz. 35: 108-111, 1929.
3. SCHACHT, H., Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten, Berlin, 1856.
4. Verslagen van Landbouwkundige onderzoekingen. Rijkslandb. Proefst. XVIII, 1915.
5. VÖCHTING, H., Ueber die Bildung der Knollen. Bibliotheca Botanica, IV, 1887.
6. ———, Zur Physiologie der Knollengewächse. Jahrb. Wiss. Bot. 34: 1-148, 1900.
7. ———, Ueber die Keimung der Kartoffelknollen. Bot. Ztg. 60, 1902.
8. VRIES, HUGO DE, Beiträge zur speciellen Physiologie landwirtschaftlicher Kulturpflanzen IV. Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen (Opera e perio-

- dicis collata III: 200–246, 1878) Idem: Landw. Jahrb., 7: 217–249, 1878.
9. ———, Beiträge zur speziellen Physiologie landwirtschaftlichen Kulturpflanzen V. Wachstums-geschichte der Kartoffelpflanzen. Landw. Jahrb., 7: 591, 1878.
 10. WELLENSIEK, S. J., Ontijdige knolvorming bij vroege aardappels. Med. Landbouwh., Wageningen 27, no 3, 1923.
 11. ———, Een onderzoek naar de factoren, die ontijdige knolvorming bij vroege aardappels bepalen. Proefschr. Wageningen, 1924. Tijdschr. over Plantenz. 30: 177–226, 1924.
 12. ———, De invloed van luchtvochtigheid op pootaardappelen tijdens de bewaring. Tijdschr. over Plantenz. 35: 13–24, 1929.
 13. ———, Een antwoord aan J. OORTWIJN BOTJES en een advies aan de practijk inzake droge of vochtige bewaring van aardappels. Tijdschr. over Plantenz. 35: 234–236, 1929.
 14. ———, The physiology of tuber-formation in *Solanum tuberosum* L. De physiologie der knolvorming bij de aardappel (Holl. samenvatting). Med. Landbouwh. Wageningen, 33: 6–42, 1929.

OVER DE INVLOED VAN FUSAREX
OP EEN AANTASTING DOOR POEDERSCHURFT
(*SPONGOSPORA SUBTERRANEA* (WALL.) LAGERHEIM)^{1) 2)}

With a summary: On the influence of Fusarex on an infestation by powdery scab

DOOR

IR A. P. KOLE

(Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen)

Hoewel de kans op afdoende resultaten krachtens gegevens uit de literatuur (1) gering is, werden poederschurftzieke pootaardappelen van het ras Voran, afkomstig uit Smilde (Dr.), op 25 November 1948 met verschillende ontsmettingsmiddelen behandeld. Behalve met de klassieke ontsmettingsmiddelen, formaline en het kwik bevattende middel Aretan, werd een gedeelte der aardappelen ter oriëntatie ook behandeld met Fusarex, een 2, 3, 5, 6,-tetrachloornitrobenzeen bevattend preparaat, dat ten doel heeft *Fusarium*-rot tegen te gaan en het spruiten der aardappelen te beperken. Formaline en Aretan werden beide aangewend door de aardappelen gedurende één minuut in een oplossing van 1 % onder te dompelen. Fusarex, dat een poedervormig product is en in droge toestand wordt toegepast, werd gedoseerd naar een hoeveelheid van 6 kg per 1000 kg aardappelen. Onmiddellijk na de behandeling werden de aardappelen, ten dele in Smilde, ten dele in Wageningen, ingekuild. Bij het openen van de kuil te Wageningen op 8 Maart 1949 bleek, dat de partijtjes, met uitzondering van de met formaline behandelde, in goede toestand verkeerden. De nadelige invloed van de behandeling met formaline is vermoedelijk te wijten aan het feit, dat de aardappelen na de be-

¹⁾ Ontvangen voor publicatie 20 Oct. 1949.

²⁾ Meded. No. 1 van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen.