

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

PROF. DR. J. RITZEMA BOS, M. DE KONING,
IR. N. VAN POETEREN EN PROF. DR. H. M. QUANJER.

Dertigste Jaargang — 11e Aflevering — NOVEMBER 1924

EEN ONDERZOEK NAAR DE FAKTOREN, DIE ON- TIJDIGE KNOLVORMING BIJ VROEGE AARDAPPELS BEPALEN.

INHOUD.

	Blz.
I. Inleiding.	178—181
§ 1. Het vraagstuk	178
§ 2. De knollen van Schotsche Muis en hun spruitvorming	179
§ 3. De behandeling der pootaardappels in de praktijk	181
II. De litteratuur.	182—184
III. Experimenteel gedeelte	185—221
§ 1. Vroegere resultaten	185
§ 2. Opzet van het verdere onderzoek	185
§ 3. Methode van onderzoek	186
§ 4. De voor-geschiedenis der poters	188—193
1. Bodemvochtigheid	188
2. Rooitijd	190
3. Knolgrootte	191
§ 5. De bewaring	193—207
1. Temperatuur	193
2. Licht	195
3. Lucht-vochtigheid	198
4. Behandeling van het pootgoed ..	198
§ 6. Invloeden na het uitpoten	207—213
1. Temperatuur	207
2. Bodemvochtigheid	210
§ 7. Samenvatting; desamenhang der verschil- lende factoren	213
§ 8. Inwendige veranderingen in den knol bij	

het ontstaan van de neiging voor ontij-	
dige knolvorming	214
§ 9. De invloed van het ras	220
IV. Het optreden van onderzeeërs in bepaalde jaren	222
V. Kultuurmaatregelen ter voorkoming	223
Geciteerde Litteratuur	225
Verklaring der figuren	226

I. INLEIDING.

§ 1. HET VRAAGSTUK.

Bij de normale ontwikkeling van de aardappelplant ontstaan uit den gepoten knol eenige stengels, die zich boven den grond ontwikkelen en welke bladeren dragen, waarmee organisch voedsel wordt bereid. Na een zekere ontwikkeling te hebben bereikt gebruikt de plant het in de bladeren gevormde voedsel niet meer of in geringe mate voor verdere bovengrondsche ontwikkeling, maar voert het door den stengel af naar het ondergrondsche gedeelte, waar de dochterknollen worden gevormd.

In het hier te behandelen geval van ontijdige knolvorming daarentegen is de normale ontwikkeling in zoo verre gestoord, dat de planten niet of slecht opkomen en dadelijk na het poten eenige dochterknolletjes vormen (fig. 6) ¹⁾. Dit verschijnsel, dat door praktici aangeduid wordt als „onderzeeër-vorming”, kan in sommige jaren in zulk een hevige mate voorkomen, in het bijzonder in de vroege aardappelteelt, dat geheele velden moeten worden omgeploegd.

Het is dus voor de praktijk van het hoogste belang, de oorzaak der abnormaliteit vast te stellen en middelen ter voorkoming aan te geven. In het najaar van 1922 werd het voor-onderzoek begonnen, waarbij de invloed der temperatuur tijdens de bewaring van het pootgoed en na het uitpoten werd bestudeerd. De resultaten waren van dien aard, dat ze voor de praktijk van belang konden worden geacht, hetgeen het publiceeren van een voorloopige mededeeling (15) ²⁾ motiveerde. Tevens werden toen eenige algemeene bijzonderheden over het optreden van onderzeeërs vermeld, waarnaar hier verwezen wordt.

De voorloopige resultaten leidden tot een ruimer inzicht omtrent het verdere onderzoek. Een verband tusschen normale knol-

¹⁾ Voor de figuren wordt naar het eind der verhandeling verwezen.

²⁾ De nummers tusschen haakjes verwijzen naar de litteratuur-lijst op pg. 225.

vorming en ontijdige knolvorming werd gevonden en dit gaf ook uit zuiver wetenschappelijk oogpunt een bevredigende verklaring.

Wanneer wij ons voorstellen, dat knolvorming in het algemeen ontstaat door concentratie-vermeerdering der opgeloste stof, dan is bij de normale knolvorming deze concentratie-verhooging het direct gevolg der assimilatie; bij de ontijdige knolvorming daarentegen ontstaat een betrekkelijke vermeerdering der concentratie tengevolge van vochtverlies tijdens de bewaring; dit vochtverlies wordt door uitwendige factoren, v.n.l. door hooge temperatuur, veroorzaakt.

De vorming van dochterknollen direct na het poten en zonder dat er een bovengrondsche ontwikkeling van de plant aan is voorafgegaan, wordt dus door uitwendige factoren bepaald en is dus als modificatie op te vatten. Waar verder de ontwikkeling van de plant in een geheel abnormale richting wordt geleid, kan de ontijdige knolvorming als pathologische modificatie worden beschouwd.

In welke richting de uitwendige factoren de ontwikkeling van den knol leiden, is het onderwerp van de hier volgende verhandeling. Tenzij anders vermeld, zijn als proef-object gezonde knollen van het ras Schotsche Muis (Eersteling, Erstling, Midlothian Early, Victory, Souris d'Ecosse) genomen, omdat dit ras in hevige mate de onderzeeërvorming vertoont en tevens de belangrijkste vroege aardappel van ons land is.

Er zij nog op gewezen, dat een enkele maal ontijdige knolvorming schijnt voor te komen als symptoom van een der degeneratieziekten. Over dezen vorm van het verschijnsel zijn slechts enkele toevallige waarnemingen verricht, die echter voldoende zijn om uit te maken, dat de in de praktijk voorkomende vorm vrijwel uitsluitend de modificatie is. Dit blijkt ook dadelijk, wanneer men bedenkt, dat in absoluut gezond pootgoed onderzeeërvorming op groote schaal kan plaats hebben.

§ 2. DE KNOLLEN VAN SCHOTSCHES MUIS EN HUN SPRUITVORMING.

Een enkele bijzonderheid over het proefobject moge ter voorkoming van herhalingen hier worden medegedeeld. Voor een nauwkeurige beschrijving van den aardappelknol in het algemeen kan worden verwezen naar HUGO DE VRIES (13).

De Schotsche Muis-knol is langwerpig-ovaal. Aan de basis bevindt zich het naveleinde, waarmee de knol aan de stelo heeft vastgezeten. Spiraalsgewijze langs den knol bevinden zich de oogen, die vrijwel in het vlak van de knol-oppervlakte liggen. Naar het apikale gedeelte van den knol neemt het aantal oogen toe; in de onderste helft van den knol liggen zeer weinig oogen;

meestal ligt vlak nabij het naveleinde een, betrekkelijk zwak ontwikkeld, oog. Het totaal aantal oogen is sterk wisselend en hangt samen met de knolgrootte.

HUGO DE VRIES (13) vermeldt, dat de oogenstand meestal $\frac{5}{13}$ of $\frac{8}{13}$ is, hetgeen in zooverre hetzelfde is, dat beide mogelijkheden als elkanders spiegelbeeld zijn op te vatten. Voor Schotsche Muis kon ik nooit anders vinden dan een stand $\frac{2}{5}$; zoowel links-draaiing als rechts-draaiing kwam voor. Om de aard van het verschil in draaiingsrichting nader na te gaan werd getracht van 100 willekeurige knollen de oogenstand te bepalen. Van 6 knollen was de stand niet met zekerheid vast te stellen. Van de overige 94 waren er 48 links draaiend en 46 rechts draaiend. Klaarblijkelijk is dus de draaiingsrichting een werk van het toeval.

Wat de stand $\frac{2}{5}$ betreft, die dus eenvoudiger is dan HUGO DE VRIES — zonder het vermelden van rassen — aangeeft, kan nog worden opgemerkt, dat niet alleen bij Schotsche Muis, doch ook bij een groot aantal andere rassen dezelfde oogenstand werd gevonden, n.l. bij Burbank, Early Harvest, Ehnola, Green Mountain, Irish Cobbler, Koksiaan, Milord, Blauwpitten, Duke of York, Eigenheimer, Franschen, Lieuwe, Mirabilis, Negenwekers, Thorbecke, Andijker Muis, Atlanta, Enorm, Monopool, Ninetyfold, Schoolmeester, Paul Kruger, Bloemgraafjes, Gladblaadjes; bij alle kwam zoowel rechtsche als linksche draaiing voor. Afwijkingen vertoonden alleen Excelsior ($\frac{5}{8}$) en Sharpe's Victor ($\frac{5}{8}$).

De eerste spruiten, die tijdens de bewaring in donker ontstaan, ontwikkelen zich meestal uit eenige der top-oogen. Worden deze spruiten na eenigen tijd weggenomen, dan ontwikkelen zich meestal meer spruiten dan er aanvankelijk waren en dit gaat zoo door, wanneer ook de tweede spruiten worden weggenomen. Meestal ontwikkelen zich de tweede spruiten uit oogen, die iets van den top verwijderd liggen; vrijwel steeds ontwikkelt zich als tweede spruit ook het oog, dat nabij het naveleinde ligt.

In de regelmaat der plaats van spruitontwikkeling is veel variatie en na de tweede spruiting is een algemeene regel moeilijk meer aan te geven. Vaak ontwikkelt zich uit een en hetzelfde oog eenige malen achtereen een spruit; dit is in het bijzonder het geval met de top-oogen. De spruiten, die later ontstaan, hebben een sterkere neiging tot vertakking. De knol, die aanvankelijk zeer turgescent is, kan tegen het einde der bewaring een slappe rimpelige habitus vertoonen, vooral wanneer hij bij hoogere temperatuur is bewaard (verg. fig. 1 en fig. 2). Wordt de bewaring voortgezet, nadat de normale poottijd is verstreken,

dan ontstaan vaak tijdens de bewaring in het donker jonge knolletjes in plaats van spruiten, speciaal weer na een warme bewaring (fig. 5).

§ 3. DE BEHANDELING DER POTAARDAPPELS IN DE PRAKTIJK.

Voor een goed begrip van het volgende is het gewenscht een enkel punt uit de kultuur der vroege aardappels te vermelden.

De bewaring der poters, die ons in het bijzonder interesseert, geschiedt meestal in houten bakjes, die dusdanig zijn geconstrueerd, dat zij op elkaar gestapeld een goede lucht-verversching niet verhinderen. De bewaarplaats zelf wisselt sterk al naar de plaatselijke omstandigheden; zolder, schuur, kelder, koestal, keuken of woonkamer dienen alle voor aardappelbewaarplaats. Het is van belang de aandacht te vestigen op het feit, dat meestal de licht-toetreding sterk belemmerd is of dat deze door bedekking der bakjes kunstmatig belemmerd wordt. Bij het bewaren in kuilen, hetgeen in de vroege aardappelteelt weinig wordt aangetroffen, is natuurlijk het licht volledig buitengesloten.

Tijdens de bewaring treedt meestal vroegtijdig spruitvorming op; reeds in October kan dit het geval zijn. Deze eerste spruiten worden dan verwijderd („afspruiten”). Soms moet het afspruiten eenige keeren worden uitgevoerd, waarbij de in de vorige paragraaf beschreven verschijnselen zich voordoen. Daar het voor een snelle ontwikkeling van de planten gewenscht is knollen te poten, die van een of meer spruiten zijn voorzien, wordt gezorgd, dat tegen den poottijd — begin Maart tot half April — spruiten aanwezig zijn. Soms wordt hiertoe de bewaarruimte kunstmatig verwarmd („voorkiemen”).

Heeft na het poten een normale ontwikkeling van de plant plaats, dan kan in Juni of Juli het pootgoed voor het volgende jaar worden gerooid. De roottijd wisselt sterk in verschillende jaren. Vaak worden de pootaardappels gerooid na de consumptie-aardappels, die meestal meer geld opbrengen al naar het vroeger in het jaar is.

Ook het begin der bewaring wisselt natuurlijk sterk in verschillende jaren; steeds is in Augustus de bewaar-periode echter wel begonnen.

Uit den aard der zaak is de temperatuur der bewaarruimte in hooge mate afhankelijk van de buiten-temperatuur en een parallel verloop tusschen beide mag in het algemeen worden aangenomen; alleen kunstmatige verwarming brengt hierin een storing.

II. DE LITTERATUUR.

De litteratuur over het vraagstuk der ontijdige knolvorming is zeer schaars. Min of meer exakte waarnemingen zijn alleen vermeld door enkele physiologen, meestal geruimen tijd geleden. In de laatste jaren is van landbouw-zijde in de praktische bladen vrij veel over onderzeeërs geschreven, vooral in Duitschland. Deze litteratuur bepaalt zich meestal tot een beschrijving van het verschijnsel en der schade, al of niet gevolgd door het maken van veronderstellingen omtrent de oorzaak, die niet op opzettelijke proefnemingen berusten. In de voorloopige mededeeling van 1923 werd reeds deze litteratuur voor een gedeelte vermeld. Een enkele aanvulling moge hier volgen.

BERKNER (1) uit als mogelijke oorzaken: het gebruik van onrijp geoogste knollen als pootgoed, onderkoeling na den oogst of bij de bewaring of te warme bewaring, „verglazing” van het zetmeel, dat tot verstijfseling voert en de vaten verstopt; oogsten bij aanhoudenden regen, natte bewaring, tijdelijk onder water gezet zijn bij overstrooming; sommige rassen kunnen slecht tegen afspruiten, hoofdzakelijk schijnt er sprake te zijn van een stofwisselingsziekte.

SCHANDER (8) vermeldt als „ervaring”, dat na warme bewaring onderzeeërvorming kan optreden.

SNELL (10) spreekt van: . . . „Änderungen in der inneren physiologischen Beschaffenheit, vielleicht Störungen des enzymatischen Gleichgewichts in der Knolle.”

De oudere litteratuur is belangrijker dan de juist vermelde.

SCHACHT (7) beschrijft in 1856 proeven, waarbij na drie keer afspruiten niet alle knollen meer in de luchtspruiten ontwikkelden. Na planting vormden deze knollen rijkelijk dochterknolletjes, zonder dat groene bladeren waren gevormd. Ook werd vorming van dochterknollen waargenomen, wanneer knollen lang in vochtige lucht donker werden bewaard.

HUGO DE VRIES (14) herhaalde de proef van SCHACHT over den invloed van het afspruiten en verkreeg analoge resultaten. Verder beschreef hij (13) uitvoerig de normale spruiting van den aardappelknol, hetgeen hier de vermelding waard is, aangezien abnormale

spruiting of wel ontijdige knolvorming toch steeds met normale spruitvorming vergeleken moet worden bij een poging tot oplossing van het probleem. Het geldt immers als algemeene regel, dat studie van het abnormale moet uitgaan van het normale. Volgens DE VRIES is het voor een normale spruiting belangrijk, dat de eerstgevormde spruit blijft bestaan, dat deze dus niet wordt weggenomen. Dit is mogelijk, wanneer aan het licht bij niet te hooge temperatuur wordt bewaard. Het straks te bespreken eigen onderzoek voerde tot geheel dezelfde resultaten.

VÖCHTING (11) verkreeg ontijdige knolvorming, nadat hij van eenige knollen de spruit doorsneed en ze vervolgens plantte. Hij vermeldt echter niet, dat onder gelijke omstandigheden knollen met niet-doorgesneden spruit niet tot ontijdige knolvorming overgingen. Het verschijnsel trad vooral op, wanneer knollen werden gebruikt, die lang droog waren bewaard. Dit laatste is van belang in verband met de later te ontwikkelen theorie over de oorzaak der ontijdige knolvorming.

In 1902 publiceerde VÖCHTING (12) resultaten van experimenten over den invloed van eenige uitwendige factoren op de ontijdige knolvorming. Feitelijk is deze publicatie de eenige, die uitvoeriger op de kwestie ingaat,

VÖCHTING toonde aan, dat onder lage temperatuur na het uitpoten onderzeeërvorming kan optreden bij knollen van het ras Marjolin (Sechswochenkartoffel), terwijl bij hooge temperatuur normale groei optreedt. Analooch werkt de bodemvochtigheid na het uitplanten: wanneer bij droogte onderzeeërvorming kan plaats hebben, is in vochtige omgeving normale groei mogelijk.

Deze resultaten mogen niet zonder kritiek worden aanvaard. Bij het lezen van VÖCHTING's publicatie krijgt men den indruk, dat door lage temperatuur of door droogte na het uitpoten zonder meer ontijdige knolvorming te voorschijn kan worden geroepen. Met betrekking tot de temperatuurs-invloed zegt VÖCHTING immers: „Der Experimentator hat es also mit diesem einfachen Mittel in der Hand, die eine oder andere Sprossform entstehen zu lassen.”

Nu zal in het volgende de juistheid van VÖCHTING's resultaten met betrekking tot de werking van lage temperaturen en geringe bodemvochtigheid na het uitpoten nader worden bevestigd (zie pg. 207—213), echter niet steeds. Men moet n.l. uitgaan van knollen, waarin tijdens de bewaring een neiging voor onderzeeërvorming is ontstaan. Bestaat deze niet, dan treedt na het uitpoten geen ontijdige knolvorming op, ook niet bij lage temperatuur en droogte. Blijkbaar werkte VÖCHTING nu met materiaal, waarin de neiging voor ontijdige knolvorming reeds

ontstaan was. Dit is niet gemakkelijk te kontroleeren, omdat over de bewaring van VÖCHTING's proefmateriaal niets is medegedeeld. Alleen geschiedde het uitplanten nooit vóór April; de bewaring had dus steeds vrij lang geduurd en naar mate de bewaring langer is, neemt de kans op het optreden van de neiging voor onderzeeërvorming toe, zooals nader zal worden aangetoond. Het is mogelijk, dat in het ras Marjolin de neiging voor onderzeeërvorming als ras-eigenschap aanwezig is. VÖCHTING zelf zegt, dat bij Marjolin de inwendige verhouding tusschen knolvorming en spruitvorming in labiel evenwicht is, hetgeen bij geen ander ras voorkomt. Hoe dit zij, VÖCHTING's resultaten mogen niet in hun algemeenheid worden aanvaard, zonder de toevoeging: wanneer in de knollen reeds de neiging voor ontijdige knolvorming aanwezig is.

SCHLUMBERGER (8a) vermeldt, dat 1924 voor Duitschland een onderzeeër-jaar is geweest. Hij citeert de boven ontwikkelde meening van VÖCHTING en zoekt verband tusschen de onderzeeërvorming en het koude weer na het poten. Tevens zegt hij echter: „Von manchen werden Mietenschäden dafür verantwortlich gemacht.”

De voorloopige resultaten, in 1923 door schrijver medegedeeld, worden in het volgende hoofdstuk geresumeerd, terwijl op verschillende plaatsen nog enkele mededeelingen uit de litteratuur ter sprake komen.

III. EXPERIMENTEEL GEDEELTE.

§ 1. VROEGERE RESULTATEN.

Een beschrijving van het onderzoek kan als uitgangspunt nemen een korte samenvatting van de resultaten, bij het vooronderzoek verkregen. Deze zijn de volgende.

Proefondervindelijk werd aangetoond, dat pootaardappelen na bewaring bij $+ 1.5^{\circ}$ of $+ 5^{\circ}$ C. niet tot ontijdige knolvorming na het uitpoten overgingen. Na een bewaring bij 9° of 13° kwam ontijdige knolvorming voor en wel sterker, naar mate de temperatuur na het uitpoten lager was; b.v. kwam bij 3° , 6° en 9° na het uitpoten onderzeeërvorming voor bij gedeelten van een partij, waarvan andere gedeelten zich bij 15° normaal ontwikkelden en bij 12° overgangen vertoonden.

Door betrekkelijk warme bewaring bleek dus een neiging voor ontijdige knolvorming te kunnen ontstaan en de ontwikkeling van deze neiging werd in de hand gewerkt door lage temperaturen na het uitpoten.

Nu werkten de hoge temperaturen zeer bevorderend op de spruitvorming, zoodat bij de warmere bewaring meerdere keeren moest worden afgesproten, hetgeen bij de bewaring bij 1.5° en 5° niet of slechts één keer noodig was. Het bestaan van een verband tusschen warme bewaring, verlies van veel spruitmateriaal tijdens de bewaring en ontijdige knolvorming na het uitpoten was dus waarschijnlijk.

Verschillende aanwijzingen werden ten slotte verkregen, die er op wezen, dat alleen onderzeeërvorming optrad, wanneer knollen werden gepoot, voorzien van een spruit. Dadelijk zij er hier op gewezen, dat deze laatste uitspraak in zijn algemeenheid niet bewaarheid is geworden bij het verdere onderzoek.

§ 2. OPZET VAN HET VERDERE ONDERZOEK.

Nadat aanwijzingen waren verkregen voor een verband tusschen verlies van veel spruitmateriaal tijdens de bewaring en ontijdige knolvorming na het uitpoten, kon het verdere onderzoek

zich allereerst tot taak stellen de beantwoording van de vraag: Welke factoren beïnvloeden een snelle spruitvorming tijdens de bewaring? Daarnaast leidde het voor-onderzoek tot de probleemstelling: Welke factoren beïnvloeden de ontijdige knolvorming na het uitpoten, wanneer bij de bewaring een neiging voor onderzeeërvorming is ontstaan?

Wanneer de inwendige, erfelijk gefixeerde factoren, — die bij Schotsche Muis een mogelijkheid voor vroegtijdige en snelle spruitvorming uitmaken — als gegeven worden beschouwd, blijven voor het experiment de uitwendige factoren over, die ruw-weg kunnen worden aangegeven als: temperatuur, vocht, licht. Een iets nadere beschouwing van deze uitwendige factoren is hier dadelijk gewenscht.

Op het tijdstip, dat de bewaring intreedt, behoeven niet alle knollen aan elkaar gelijk te zijn met betrekking tot hun inwendige voorbereiding voor spruitvorming. Onderzocht werd de invloed op de latere spruitontwikkeling van: de bodemvochtigheid in het laatste gedeelte van den groei der poters, de rooitijd en de knolgrootte. We kunnen de werking dezer factoren samenvatten onder het begrip „voorgeschiedenis der poters.”

Op de spruitvorming tijdens de bewaring heeft allereerst de temperatuur grooten invloed. Van niet geringere beteekenis is de invloed van het licht gebleken. Naast deze beide factoren komt aan de luchtvochtigheid invloed toe. Deze laatste faktor is echter niet experimenteel bestudeerd; wel kon een meening worden gevormd over zijn werking, naar aanleiding van de overige resultaten. Ook de invloed van de behandeling van het pootgoed werd nagegaan, waaronder te verstaan is de manier, waarop het afspruiten geschiedde.

Als factoren, die hun werking na het uitpoten doen gelden, kwamen temperatuur en bodemvochtigheid in aanmerking.

In het volgende wordt allereerst de werking der afzonderlijke factoren besproken, om ze daarna kort in hun onderlinge samenhang te beschouwen. Het is doelmatig om een beschrijving van de methode van onderzoek vooraf te laten gaan.

§ 3. METHODE VAN ONDERZOEK.

De bewaring der knollen geschiedde in aardbeimandjes, ook wel „sloffen” genoemd, waarin meestal telkens 20 knollen werden bewaard. Wanneer bij de proef in kwestie de bedoeling was het gewichtsverlies tijdens de bewaring te bepalen, werden de knollen met inkt genummerden bij het begin der bewaring, als-

mede voor het uitpoten gewogen; uit deze twee wegingen werd het gewichtsverlies uitgerekend en in percenten van het oorspronkelijke knolgewicht uitgedrukt. Tenzij anders vermeld, werden de knollen afgesproten, wanneer de spruiten een lengte van ± 4 c.M. hadden bereikt.

Het uitpoten geschiedde bij de laboratoriumproeven in zaaipannen, waarin meestal 4, een enkele maal 5 knollen werden gepoot. De zaaipannen werden twee aan twee in een zinken bak geplaatst; door hierin meer of minder water te brengen werd de bodemvochtigheid naar willekeur geregeld. Bij de overige proeven geschiedde het uitpoten in den vollen grond.

Van iedere uitgepote partij werd in een kaartsysteem de algemeene toestand der afzonderlijke knollen bij het poten — hard of slap, aantal en grootte der spruiten —, de datum en de verdere ontwikkeling genoteerd. De invloed van de temperatuur werd grootendeels in thermostaten bestudeerd. Met het oog op het verkrijgen van constante lage temperaturen waren de thermostaten geplaatst in een tweetal koelkelders, waarvan de eene geregeld onder 0° C. werd gehouden, de andere onder 6° C. Als thermostaten werden houten kasten gebruikt, plaats biedende voor 24 mandjes of voor 16 zaaipannen; de temperatuur werd constant gehouden door middel van een elektrische metaalreguleur, uitgevonden en gemaakt door amanuensis J. BOEKHORST. Op deze wijze werd de temperatuurreeks $2^{\circ} - 4^{\circ} - 6^{\circ} - 8^{\circ} - 10^{\circ} - 12^{\circ}$ C. verkregen. Een ingebouwde kamer van het laboratorium, die gedurende den winter een vrijwel constante temperatuur van 16° aannam, sloot bij deze reeks aan. Zoowel thermostaten als constante kamer werden door het plaatsen van diepe borden met water van een voldoende luchtvochtigheid voorzien; er was ventilatie in beide.

In de tot nog toe beschreven proefruimten heerschte duisternis. De bewaarproeven aan het licht werden gedeeltelijk uitgevoerd in de op het Noorden liggende kiemkas van het Laboratorium, waar gedurende den winter de temperatuur vrij constant 10° was; voor een ander gedeelte werden ze genomen in twee op het Zuiden liggende kasten, waar eveneens het licht vrij kon toetreden en waar uit den aard der zaak de temperatuur aan sterkere schommelingen onderhevig was; zij was hier vrij hoog, gemiddeld 18° à 20° .

§ 6. DE VOOR-GESCHIEDENIS DER POTERS.

1. *Bodemvochtigheid.*

Teneinde de invloed der bodemvochtigheid in het laatste gedeelte van den groei te bestudeeren werden 200 planten in potten gekweekt en aanvankelijk volkomen gelijk behandeld. Op 2 Augustus ¹⁾ werd de partij in tweeën verdeeld, waarbij de eerste helft uit plant No. 1, 3, 5 enz. en de tweede helft uit plant No. 2, 4, 6 enz. werd samengesteld. Beide groepen van 100 planten werden in de Noorderkas geplaatst; de eerste groep werd niet begoten, de tweede werd geregeld gegoten. Hoewel verschillen in standplaats zeer onwaarschijnlijk waren, werden om de vier dagen de partijen van plaats verwisseld. Op 22 Augustus, dus na bijna 3 weken, toen de droog gehouden planten waren afgestorven, werd de verschillende behandeling beëindigd en werden de jonge knollen geoogst.

De oogst van de begoten planten was aanmerkelijk grooter in gewicht (gemiddeld gewicht per knol 34.1 gram tegen dat van de drooggehouden planten 27.1 gram). De knollen der droge planten zagen er rijp uit, de andere onrijp; de eerste waren vaak eenigermate slap, de laatste waren alle hard; de kleur van de „droge” knollen was bruiner dan van de „natte”.

Na den oogst werden de knollen gewasschen en van iedere partij 80 knollen stuk voor stuk gewogen. Ze werden aanvankelijk bij 2° bewaard. Op 2 November. werd iedere partij verdeeld in vieren en deze gedeelten van 20 knollen ieder werden gebracht bij 4°, resp. 6°, 8° en 10° C.

Omstreeks half Januari werd waargenomen, dat de droge knollen eerder met spruiten begonnen dan de natte. Het eerst werd dit waargenomen bij 10°, later ook bij 8°; het verschil was echter gering en niet in een bepaald aantal dagen uit te drukken.

Een soortgelijke waarneming over den invloed der droogte is door LÖHNIS (4) vermeld; deze waarneming vergelijkt echter verschillende jaren en niet verschillend behandeld materiaal in één jaar.

De bij 4° resp. 6° bewaarde knollen werden tijdens de bewaring niet afgesproten, de bij 8° en de bij 10° bewaarde werden op 24 Maart afgesproten.

Na half Mei werd het koelen stopgezet en werden alle knollen verder bewaard bij een temperatuur van omstreeks 15°.

¹⁾ Tenzij anders vermeld, zijn de proeven genomen in het najaar van 1923 en in het voorjaar van 1924.

Tusschen 16 Juni en 8 Juli werden alle partijen afgesproten en de knollen weer stuk voor stuk gewogen. Het hierna berekende gewichtsverlies resulteert dus uit verlies van spuitmateriaal en verlies tengevolge van ademhaling en directe verdamping door knol en spruit.

Bij een onderlinge vergelijking der gewichtsverliezen van de knollen uit een en dezelfde groep bleek een ontzettend sterke variatie te bestaan. Om een extreem voorbeeld te noemen, vertoonde een knol van 27.0 gram een gewichtsverlies van 51.4 %, terwijl een knol van 27.6 gram een verlies van 24.6 % vertoonde. De oorzaak van deze sterke variatie — die in alle proefreeksen is gebleken — valt niet nader aan te geven, daar het materiaal zoo gelijk mogelijk behandeld is geweest. Aangezien echter in alle reeksen een ongeveer even sterke variatie heerschte, kunnen de verschillende getallen toch worden vergeleken. Het gemiddelde gewichtsverlies in procenten beliep:

	nat	droog
bij 4°	33.9	23.5.
„ 6°	41.5	20.8.
„ 8°	37.9	17.5.
„ 10°	44.3	24.7.
gemiddeld	39.4	21.6.

Er blijkt dus een uitgesproken sterker gewichtsverlies bij de vochtig gekweekte knollen tijdens de bewaring te zijn opgetreden. Verder blijkt deze tegenstelling te bestaan, dat de droog gekweekte knollen wel iets eerder met de spuitvorming beginnen, doch dat het verdere verloop der spuitvorming ten gunste van de vochtig gekweekte knollen is.

Het verschil in gewichtsverlies berust niet op een verschil in vochtgehalte bij het begin der bewaring. Een vochtbepaling wees uit, dat nat gekweekte knollen 75.9 ± 0.2 % vocht bezaten en droog gekweekte 76.3 ± 1.0 %; het verschil bedraagt dus 0.4 ± 1.0 %, hetgeen geen reële waarde voorstelt.

Bij de vochtig gekweekte planten zijn de normale groeiprocessen langer in gang gebleven dan bij de droog gekweekte planten en het schijnt dus, dat hierdoor een grootere hoeveelheid toekomstig spuitmateriaal is gevormd. Dit is temeer waarschijnlijk, daar de laatste weging der knollen is uitgevoerd op een tijdstip, dat ze vrijwel geheel uitgeput waren.

Uit het oogpunt der ontijdige knolvorming zonder meer zou dus eenzijdigs het vochtig kweken — later begin der spruiting —,

anderzijds het droog kweken — minder gewichtsverlies — zijn aan te bevelen. Het vóórkomen der droog gekweekte knollen was echter min of meer abnormaal en uit een algemeen oogpunt zijn zij niet te verkiezen boven de vochtig gekweekte knollen, die tot een veel krachtiger ontwikkeling in staat zijn. Waar verder zulke extreme verschillen als in het experiment voorkwamen, in de kultuur wel nooit voorkomen en ook niet kunstmatig te voorschijn zijn te roepen, hebben maatregelen in deze richting weinig waarde. Men kan beter op andere, later te bespreken, wijze een te snelle ontwikkeling van de spruiten van vochtig gekweekte knollen tegengaan.

2. Rooitijd.

De invloed van den rooitijd werd bestudeerd in een proefreeks, die, wat inrichting betreft, grootendeels overeenkomt met de proef over bodemvochtigheid.

8 veldjes Schotsche Muis, ieder van 36 planten, werden gedurende 8 opvolgende weken wekelijks gerooid, het eerste 6 Augustus, het laatste 24 September; de eerste drie of vier weken waren de planten nog geheel groen; daarna begon de afsterving, tot bij de laatste rooiing alle planten geheel dood waren.

Direct na het rooien werden 80 knollen uitgezocht, schoon-gemaakt, gewogen en voorloopig bewaard bij 2° C. Deze temperatuur werd gekozen, omdat hierbij geen spruiting optreedt, zooals vroeger was gebleken. Op 2 November werd iedere partij in vieren gesplitst; de groepen van 20 knollen werden in een omgeving van 4°, resp. 6°, 8° en 10° gebracht. Bij iedere temperatuur werden dus 8 partijtjes van 20 knollen bewaard, afkomstig van 8 opeenvolgende wekelijksche rooiingen.

Omstreeks half Januari was waar te nemen, dat de spruitvorming vroeger begon bij de vroeger gerooide partijen; het eerst werd dit waargenomen bij 10°, later ook bij 8°. Een geleidelijke afname in begin van spruiting was te bemerken naar mate later was gerooid. Het verschil was niet van dien aard, dat het in een bepaald aantal dagen kon worden uitgedrukt; wel was het sterker uitgesproken dan in de vorige proefreeks.

Een soortgelijke waarneming is medegedeeld door DIJT (3), echter niet met betrekking tot het spruiten van vroege aard-appels, doch met betrekking tot het eerder opkomen van vroeger gerooide aardappels (Zeeuwsche Blauwen, Eigenheimer, Bravo, Roode Star).

De bij 4° bewaarde knollen werden niet afgesproten; de bij 6° en 8° bewaarde knollen werden op 24 Maart, de bij 10° be-

waarde knollen op 22 Januari en 28 Februari afgesproten.

Na stopzetten van het koelen (half Mei) werden alle partijen verder bewaard bij omstreeks 15°.

Tusschen 17 Juni en 9 Juli werden alle knollen na afspruiting gewogen. Met betrekking tot het gewichtsverlies vallen dezelfde opmerkingen te maken als bij de proefreeks over den invloed der bodemvochtigheid zijn gemaakt. Als gemiddelden van iedere groep van 20 knollen werden de volgende getallen verkregen:

rootijd-nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
bewaard bij 4°	20.3	26.4	27.5	27.6	29.2	18.7	17.9	19.3
„ „ 6°	29.1	35.2	33.4	29.3	33.8	24.7	21.0	22.5
„ „ 8°	31.8	30.5	39.5	36.4	28.7	26.8	27.6	22.7
„ „ 10°	40.1	44.6	40.5	40.4	37.6	32.7	32.4	29.1
gemiddeld	30.4	34.2	35.2	33.4	32.3	25.7	24.5	23.4

Alle vier de partijen vertoonen dus ongeveer een zelfde verloop. Aanvankelijk is er stijging, na de derde week — bij de eerste groep na de vijfde week — een daling. Nu valt het begin der daling ten naasten bij samen met het begin der afsterving. Dat de krachtigste spruiting plaats heeft bij de partij, die geroid is direct na de krachtigste groei, kwam ook voor bij de vorige proefreeks. Beide reeksen geven dus een analoog resultaat.

Aangezien een zoo min mogelijk gewichtsverlies tijdens de bewaring gewenscht is, verdient het dus aanbeveling zoo laat mogelijk te rooien. Dit komt in conflict met het principe van vroeg rooien ter vermindering der kans op infectie met degeneratieziekten en met *Phytophthora infestans* (OORTWIJN BOTJES (2), DIJT (3).

Daar andere middelen ter voorkoming van een te snelle spruitvorming veel rationeeler werken dan laat rooien, mag ook aan het laat rooien niet te veel waarde worden gehecht. De mogelijke infectie met degeneratieziekten en *Phytophthora infestans* weegt wel zwaarder. Er zij in dit verband nog op de sterke vatbaarheid van Schotsche Muis voor *Phytophthora* gewezen, die blijkt, wanneer men planten van dit ras later kweekt dan gewoon, b.v. na Juni.

3. *Knolgrootte.*

Sommige kweekers zijn van meening, dat grootere knollen minder vaak tot onderzeeërvorming overgaan dan kleinere. De waarheid hiervan werd getoetst aan het volgende experiment.

Een reeks knollen werd door den Heer C. VELT te Enkhuizen

zeer zorgvuldig samengesteld op een dusdanige wijze, dat zeer groote, groote, middel, kleine en zeer kleine knollen ongeveer in even groot aantal voorkwamen. In totaal werden aanvankelijk 291 knollen in de proef opgenomen. Zij werden tusschen 20 en 25 October gewogen en daarna bewaard bij 16°. Bij de bewerking van het materiaal werden 5 knollen uitgeschakeld. De knollen werden afgesproten op 23 November, 18 December, 18 Januari en 27 Maart. Direct na de laatste afspruiting werden de knollen wederom gewogen.

Nadat het meerendeel der knollen voor de vijfde keer spruiten had gevormd — 64 knollen sproten niet meer — werden alle knollen buiten uitgepoot op 26 Mei en in hun ontwikkeling nagegaan op 6 Juni.

Het verband tusschen knolgrootte, gewichtsverlies tijdens de bewaring en onderzeeërvorming na het uitpoten kon op die manier worden vastgelegd. De resultaten zijn in onderstaande tabel vereenigd, waarbij allereerst het volgende moet worden opgemerkt.

Nadat het materiaal was gerangschikt in volgorde van afdalend gewicht werd het verdeeld in 6 groepen en werd van iedere groep het gemiddeld gewicht en het gemiddeld gewichtsverlies berekend.

Aangezien de knollen, die geen vijfde spruit hadden gevormd, zich na het uitpoten heelemaal niet meer bleken te ontwikkelen, zijn deze uitgeschakeld bij het aangeven van het percentage der groep, dat tot onderzeeërs is geworden. Voor het overige behoeft de tabel geen nadere toelichting.

Groep	Aantal knollen	Aantal knollen, met een spruit gepoot	Gemiddeld gewicht in grammen	Grensgewichten der groep, in grammen	Gemiddeld gewichtsverlies per knol in procenten	Grensvaarden van het gewichtsverlies	Aantal onderzeeërs	Aantal onderzeeërs in procenten
1	35	25	211.3	295.8—180.1	33.3	22.6—39.7	6	24.0
2	60	53	149.2	176.7—117.9	34.1	23.2—42.2	22	41.5
3	51	42	60.3	80.9—46.4	40.5	33.7—49.5	18	42.8
4	50	39	35.9	44.6—32.1	41.6	29.5—51.5	25	64.1
5	51	38	28.1	31.9—24.4	42.1	30.1—48.7	19	50.0
6	39	25	19.8	23.0—16.6	42.1	34.0—48.7	16	64.0

Uit deze tabel blijkt duidelijk, dat met afnemend gemiddeld knolgewicht een toenemend percentage gewichtsverlies gepaard gaat. Ook het aantal onderzeeërs neemt toe, echter niet zoo

regelmatig als het gemiddeld percentage gewichtsverlies, hetgeen een questie van toeval kan zijn. Wanneer men bedenkt, dat de verschillen in gemiddeld gewicht der verschillende groepen kleiner worden naar mate het gemiddeld gewicht zelf kleiner wordt en men in verband hiermede allereerst de beide uiterste groepen vergelijkt, springt het verschil des te duidelijker in het oog.

Door de zeer groote variatie van het knolgewicht loonde het — evenals in analoge gevallen — niet de moeite de middelbare fouten te berekenen. In verband hiermede kan aan de vermelde getallen geen al te groote waarde worden gehecht. Er is echter een duidelijke richting in het verloop der getallen en dit voert tot de conclusie, dat in het algemeen groote poters beter zijn dan kleine, tenminste uit een oogpunt van onderzeeërvorming.

§ 5. DE BEWARING.

1. *Temperatuur.*

De invloed der temperatuur tijdens de bewaring werd nagegaan in verschillende proefreeksen, welker hoofddoel de bestudeering van andere factoren was.

Er bleek, dat Schotsche Muis-knollen bij 2° C. niet spruiten, bij 4° wel. Het minimum der spruitvorming tijdens de bewaring ligt dus tusschen 2° en 4°. Bij de temperaturen, die voor het hier besproken onderzoek van belang waren en die tot 20° C. gingen, bleek hoogere temperatuur toename van spruitvorming te beteekenen. Hand in hand hiermede gaat een toename van de mogelijkheid voor onderzeeërvorming.

Aangezien niet bij een doorlopende temperatuur-reeks knollen werden bewaard, die op dezelfde wijze werden behandeld — plaatsgebrek in de thermostaten maakte het onmogelijk — kunnen geen getallen worden aangegeven, die in één tabel den invloed van de temperatuur op de spruitvorming illustreeren. De getallen, vermeld in de tabellen op pag. 21 en op pag. 23, geven een beperkt beeld hoe hoogere temperatuur in het algemeen bevorderend werkt op de spruitvorming.

Reeds in het voor-onderzoek werd gevonden, dat door warmere bewaring een neiging voor onderzeeërvorming ontstaat. Bij de bespreking van den invloed der behandeling van de poters zal nader worden aangegeven, hoe tengevolge van een grooter gewichtsverlies tijdens de bewaring — hetwelk bij hoogere bewaar-temperatuur optreedt — de neiging voor onderzeeërvorming sterker wordt.

Er dient hier op te worden gewezen dat stijging van temperatuur in de hier besproken proeven en waarschijnlijk ook in de praktijk ook toename van directe verdamping beteekent. En aangezien het vanzelfsprekend is, dat door een spruit-epidermis meer verdamping plaats heeft, onder overigens gelijke omstandigheden, dan door een knol-oppervlak, dat grootendeels uit kurk bestaat, wordt het gewichtsverlies tengevolge der verdamping bij hoogere temperaturen nog vermeerderd, doordat dan ook krachtiger spruitvorming plaats vindt. Ook de ademhaling zal aanvankelijk toenemen.

De volgende waarneming is nog de vermelding waard. Medegedeeld werd reeds, dat de knollen uit de rooitijsproef direct na het rooien bij 2° werden gebracht en later werden geplaatst bij hoogere temperaturen (4° 6°, 8° en 10°). Tegelijkertijd met deze partijen werden bij dezelfde temperaturen knollen gebracht, die na het rooien waren bewaard bij keldertemperatuur, welke niet werd waargenomen, echter aanmerkelijk hooger was dan 2°, naar schatting gemiddeld 12°. Het bleek nu, dat de laatste knollen veel eerder met spruiten begonnen dan de knollen, die direct na het rooien waren gebracht bij 2°. Het verschil beliep bij 10° omstreeks 2 maanden en werd grooter bij de lagere temperaturen. Hieruit volgt, dat aan de temperatuur, waaraan de knollen direct na het rooien zijn blootgesteld, grooten invloed moet worden toegekend op de inwendige processen, die aan de spruiting voorafgaan; bij 2° schijnen deze vrijwel geheel te zijn stop gezet.

Er is verder gebleken, dat soms spruiten van knollen, die aanvankelijk bij hoogere temperatuur (16°) bewaard waren, na overbrenging bij 2° niet meer in de lengte groeiden, doch aan den top typische vormveranderingen ondergingen. Ze verdikten zich n.l. en kregen het voorkomen van een knolletje in het allereerste stadium van ontwikkeling. In het bijzonder trad dit verschijnsel op bij knollen, die reeds eenige keeren waren afgesproten. Verder onderzoek wees uit, dat dergelijke knollen na het uitpoten zich normaal ontwikkelden en geen ontijdige knolvorming vertoonden, wanneer tenminste het gewichtsverlies niet reeds te groot was.

Eenige gevallen uit de praktijk zijn mij bekend geworden, die overeenkwamen met de laatst besproken waarneming en die op analoge wijze konden worden verklaard, n.l. door het plotseling sterk dalen van de temperatuur. De daardoor optredende spruit-verdikking op zichzelf behoeft geen aanwijzing te zijn, dat na het uitpoten een onderzeeër wordt gevormd.

Wat de bewaring in de praktijk betreft kan in verband met het bovenstaande dus worden aangegeven, dat te snelle spruitvorming en in verband hiermede ontstaan van de neiging tot onderzeeërvorming, het best voorkomen kunnen worden door de poters bij een zoo laag mogelijke temperatuur te bewaren. Welke temperatuur nog toelaatbaar is, is om verschillende redenen moeilijk nauwkeurig aan te geven. Reeds is gebleken, dat de voorgeschiedenis de spruitvorming beïnvloedt. Daarnaast hangt het tot uiting komen van de neiging voor onderzeeërvorming af van invloeden na het poten. Verder is de bewaartemperatuur in de praktijk nooit constant.

Er kan echter gevraagd worden naar een gemiddelde temperatuur. Proefondervindelijk is gebleken, dat een gemiddelde temperatuur van 9° te hoog is; 6° is niet te hoog gebleken. Een gemiddelde temperatuur van 6° — 8° kan als grens worden beschouwd waar men moet trachten onder te blijven. In de maanden November t.m. Maart is hieraan gemakkelijk te voldoen, omdat de gemiddelde lucht-temperatuur dan onder de genoemde grens blijft. De maanden Augustus t.m. October hebben echter een temperatuur, die als gemiddelde te hoog is, en juist in deze maanden — direct na het rooien — heeft de temperatuur grooten invloed op de inwendige voorbereiding voor spruitvorming. Het verdient dus vooral aanbeveling in deze maanden de poters op een koele plaats te bewaren.

Er zij nog op gewezen, dat het bovenstaande geldt voor bewaring in donker. Bewaring in het licht schept geheel andere mogelijkheden.

2. *Licht.*

Reeds in 1856 deelde SCHACHT (7) mede, dat de spruitvorming sterk wordt tegengehouden door de knollen aan het licht te bewaren. Deze waarneming is later door verschillende andere onderzoekers bevestigd (SACHS (6), VON RAPPARD (5), DE VRIES (13), VÖCHTING (11, 12)).

De volgende waarnemingen werden verricht in verband met de werking van deze faktor.

Om later voor verschillende kultuurproeven te dienen werd een groot aantal knollen aan het volle daglicht bij omstreeks 10° bewaard. Het allereerst in het oog vallende verschil met in het donker bewaarde knollen was de vorming van een groene kleurstof in het licht. Daarna bleek, dat de spruitontwikkeling bij de in het licht bewaarde knollen geheel anders verliep; de spruiten bleven klein, werden dik, zeer stevig en groen van kleur; later

werd een begin van bladvorming waargenomen. Het geheele voorkomen dezer spruiten wees op de mogelijkheid van een snelle en krachtige ontwikkeling na het poten. Afspruiten was geheel overbodig. Geen dezer knollen is na het uitpoten tot onderzeeër geworden (verg. fig. 3).

Een vergelijkende proef tusschen licht en donker bewaren werd bij vrij hooge temperatuur — omstreeks 16° à 18° — genomen.

2 partijen, ieder van 200 knollen, werden vanaf 27 September in dezelfde ruimte bewaard, de eene aan het volle licht, de andere door afdekken met donker zeildoek in het donker. De ontwikkelingsgang van de knollen, die aan het licht waren blootgesteld, was analoog aan die van de knollen, bij 10° aan het licht bewaard. Bij de hoogere temperatuur werden de spruiten iets grooter, afspruiten was echter ook hier totaal overbodig.

De donker bewaarde knollen daarentegen vormden zulke lange spruiten, dat op 3 December, 3 Januari, 30 Januari en 29 Maart afgesproten moest worden; de laatste drie keeren waren de spruiten zeer lang, omstreeks 8 à 10 c.M. en zeer dun (verg. fig. 4).

Door wekelijksche uitpotingen van 10 knollen vanaf 22 Maart werd de ontwikkeling na het uitpoten nagegaan in den vollen grond. Geen der aan het licht bewaarde knollen is tot onderzeeër geworden; van de eerste 10 uitgepote donker bewaarde knollen werden vijf tot onderzeeërs, van het tweede tiental drie. Dit laatste tiental bestond uit knollen, die op 29 Maart nog niet waren afgesproten. De beide volgende keeren werden knollen zonder spruit gepoot, die zich niet meer ontwikkelden. Onder kunstmatig geregelde temperatuur werden op 5 Mei 4 knollen van beide groepen in een zaipan bij 8° en 4 bij 16° geplaatst. De spruiten der licht bewaarde knollen groeiden normaal op, de 4 donker bewaarde en bij 8° gepote knollen werden tot onderzeeërs, evenals 2 van de 4 bij 16° gepote; de beide andere vertoonden vrijwel geen ontwikkeling.

In de donker bewaarde knollen blijkt dus de neiging voor onderzeeërvorming te zijn ontstaan, hetgeen bij de licht bewaarde knollen niet het geval is.

Het groote voordeel van bewaren aan het licht is gelegen in de remmende werking van het licht op de spruitvorming, waardoor afspruiten overbodig wordt. Men kan ook aan duisternis een etioleerende werking op de spruit toeschrijven, waardoor deze zich sterk in de lengte ontwikkelt. Het is niet uitgemaakt of onder constante belichting nog spruitvorming optreedt. Hoe dit zij, voor de praktijk is het zeer belangrijk, dat in

het bewaren aan het daglicht een middel kan worden gevonden om te snelle spruitvorming tegen te gaan. Afspruiten wordt hierdoor overbodig, maar daarnaast ligt het voor de hand, dat door het grootere oppervlak der donker-spruiten meer verdamping plaats vindt dan door dat van de licht-spruiten. Om dit nader na te gaan werden op 8 Mei 2 partijen van 14 knollen genomen, die door bewaren bij 2° nog niet waren gesproten, behalve 5 van de 14 knollen, die gedurende 2 weken bij 16° een begin van spruitvorming waren gaan vertoonen. Een der partijen werd donker, de ander licht bewaard bij 18°. Bij het begin der proef werden alle knollen gewogen, hetgeen op 26 Juni en op 29 Juli herhaald werd. De gewichtsvermindering, die dus alleen tengevolge der verdamping en der ademhaling optrad, verliep regelmatig. Op 29 Juli werd de proef als geëindigd beschouwd en werd het percentage gewichtsverlies der knollen berekend. Als gemiddelden werden de volgende getallen verkregen.

	licht bewaard	donker bewaard	verschil
aanvankel. niet gesproten	18.3	25.6	7.3
aanvankel. zwak gesproten	20.3	31.7	11.4

Er is dus een aanmerkelijk grooter gewichtsverlies opgetreden bij de donker bewaarde knollen. Het gewichtsverlies bleek verder niet zoo sterk te varieeren als in gevallen, waarbij afgesproten werd; alleen 1 knol der licht bewaarde partij, aanvankelijk niet gesproten, wees een percentage aan van 34.5, hetgeen dus 16.2 % boven het gemiddelde en 16.6 % boven de op één na hoogste waarde gaat. De middelbare fout van het verschil in deze groep is dan ook groot, n.l. ± 6.8 ; in de tweede groep — aanvankelijk zwak gesproten — bedraagt hij ± 3.2 , zoodat dit verschil dus reëel is; zonder de sterk afwijkende knol in de eerste groep zou ook dit verschil reëel zijn. In ieder geval is de konklusie geoorloofd, dat bij bewaren in donker zonder meer een grooter direct gewichtsverlies optreedt dan bij bewaren aan het licht.

Men zou kunnen veronderstellen, dat de heilzame werking van het licht zich verder uitstrekt dan prophylaxis, m.a.w. dat het licht ook a.h.w. therapeutisch werkt. Dit is gebleken niet zoo te zijn. Knollen, waarin door warme bewaring in donker de neiging voor onderzeeërvorming ontstaan was, werden eenige weken aan het licht geplaatst bij 10°. Na uitpoten vormden alle onderzeeërs (verg. verder pag. 212—213).

In het voorgaande werd medegedeeld, dat te snelle spruitvorming bij bewaren in donker kan worden tegengegaan door

koele bewaring, zooveel mogelijk onder 6 à 8°. Ook bij hoogere temperaturen kan te snelle spruitvorming worden tegengegaan door de knollen aan het volle daglicht te bewaren; dit heeft bovendien het voordeel, dat er minder direct gewichtsverlies optreedt.

Nu zij er hier dadelijk op gewezen, dat een enkele maal ook onderzeeërvorming is opgetreden bij knollen, aan het licht bewaard. Later zal nader worden aangetoond, dat dit verschijnsel moet worden beschouwd als gevolg van te veel direct gewichtsverlies door de hoogere temperatuur (18 à 20°). Deze temperatuur is echter hooger dan de gemiddelde temperatuur in de bewaarplaatsen, zoodat onderzeeërvorming na zeer warme bewaring aan het licht alleen wetenschappelijke waarde heeft; hierop wordt nader teruggekomen (pag. 219).

Is men in zijn bewaarplaats verzekerd van voldoende lage temperaturen — onder 6 à 8° gemiddeld —, dan is licht-bewaring niet noodig. Is er kans, dat de temperatuur te hoog wordt, dan kan bewaren aan het volle licht te snelle spruitvorming voorkomen.

3. *Lucht-vochtigheid.*

Door technische moeilijkheden is de luchtvochtigheid niet in het experiment opgenomen. Er zal in het volgende echter worden aangetoond, dat de neiging voor ontijdige knolvorming optreedt tengevolge van vochtverlies en dat ook atspruiten als vochtverlies werkt. Om te snelle verdamping mede te voorkomen kan nu worden aangegeven, dat een voldoende luchtvochtigheid gewenscht is, anders zouden knol en spruit te veel kunnen uitdrogen. Hiertegenover staat, dat grootte luchtvochtigheid voor spruitvorming gunstig is, dat dus misschien een te snelle spruitvorming zou plaats hebben tengevolge van de te grootte luchtvochtigheid. Het is echter beter om spruitvorming tegen te houden door bewaring bij lage temperatuur of aan het licht dan om door grootte luchtvochtigheid te trachten sterke verdamping tegen te gaan.

4. *Behandeling van het pootgoed.*

In de proefreeksen over de behandeling van het pootgoed werd getracht een antwoord te vinden op de vraag, of er een bepaald gewichtsverlies is aan te geven, waarboven neiging voor ontijdige knolvorming ontstaat. Hiertoe werd de ontwikkeling na het poten vergeleken van knollen, die niet waren afgesproten met

knollen, die één keer, twee keer, enz. tot vijf keer toe waren afgesproten; het gewichtsverlies werd dus geregeld grooter.

Uitgegaan werd van eenige reeksen van 17 mandjes, ieder met 20 knollen. De behandeling was nu deze, dat toen de eerste spruit was gevormd, 20 knollen werden gepoot met deze spruit en 20 knollen na afspruiten. Tegelijkertijd werden de andere partijen op 4 na afgesproten en verder bewaard, tot de tweede spruit was gevormd; het boven beschrevene werd herhaald en zoo voorts.

Met het poten van 2 der 4 nog niet afgesproten partijen werd gewacht tot de spruit hiervan zich abnormaal lang had ontwikkeld; ook bij de tweede helft dezer 4 mandjes werd aldus gehandeld, nu natuurlijk t.o.v. de tweede spruit. Van iedere knol werd het gewichtsverlies bepaald, zoodat het verband tusschen gewichtsverlies en ontwikkeling na het uitpoten kon worden nagegaan. Verder werd dus de ontwikkeling vergeleken van knollen met spruit en knollen zonder spruit. Ten slotte werd iedere partij van 20 knollen bij het poten verdeeld in eenige kleinere groepen, die ieder onder verschillende temperatuur werden gekweekt; soms werd ook de bodemvochtigheid gevarieerd.

In totaal werden 3 parallel-reeksen genomen, die ieder bij verschillende temperatuur werden bewaard en wel na den inzet der proef op 10 September aanvankelijk bij 6°, 8° en 10°. Bij deze temperaturen verliep de spruiting voor de bedoeling der proef te langzaam; op 30 October werden resp. 8°, 10° en 12° genomen en op 21 December werd wederom verplaatst, nu naar resp. 10°, 12° en 16°. De reeks, die bij de laagste temperatuur werd bewaard, werd niet op boven omschreven wijze behandeld en het materiaal uit deze reeks werd gebruikt voor andere doeleinden, die later ter sprake komen.

Allereerst worden de resultaten vermeld van de reeks, aanvankelijk bij 8°, later bij 10° en daarna bij 12° bewaard. Het is het meest overzichtelijk dit in telegramstijl te doen.

Vooraf dient de reeds herhaaldelijk gemaakte opmerking te worden herhaald, dat het gewichtsverlies in een en dezelfde groep zoo sterk varieerde, dat het aangeven van gemiddelden niet veel waarde heeft en daarom niet zal worden gedaan. Een invloed van verschillende knolgrootte is buitengesloten, omdat het materiaal zoo zorgvuldig mogelijk uitgezocht was op gelijke grootte. Met A wordt aangeduid de partij, die direct werd gepoot, met B. de partij, die eerst werd afgesproten.

1e. *Poting*, 29 November. Gew. verl. van A 0.5—1.4 %; van B 0.7—3.9 %.

Bij 6°, 10° en 16° normale ontwikkeling; bij 2° geen ontwikke-

ling van B, de knollen van A vertoonden op 15 Maart een zeer zwakke verdikking der spruit.

2e Poting, 2 Januari. Gew. verl. van A 2.5—6.1 %; van B 3.7—9.0 %.

Bij 6°, 10° en 16° normale ontwikkeling; bij 2° als boven, verdikking der spruiten iets duidelijker.

Na deze poting kon de extreem lage temperatuur van 2° door plaatsgebrek niet meer worden toegepast; er werd nu uitgepoot bij 6°, 10° en 16°, terwijl bij de beide laatste temperaturen de bodem verschillend vochtig werd gehouden, n.l. „nat” of „droog”.

3e Poting, 5 Februari. Gew. verl. van A 7.3—13 %; van B 6.9—15.9 %.

Ontwikkeling van A normaal, behalve 1 knol bij 6°, die een zeer zwakke spruitverdikking vertoonde. Ontwikkeling van B normaal, behalve bij 10° droog, waarbij 2 der 4 knollen onderzeeërs werden en 1 een overgang tot onderzeeërvorming vertoonde; de twee onderzeeër-knollen hadden 15.9 en 14.7 % gewichtsverlies, de overgang had 12.9 % en de normale knol 8.5 %.

4e Poting, 22 Maart. Gew. verl. van A 11.7—24.6 %; van B 12.8—33.1 %.

Ontwikkeling van A normaal, behalve bij 6°, waarbij 2 der 4 knollen onderzeeërs werden; gew. verl. dezer knollen 17.7 en 20.4 %, der beide andere knollen 12.6 en 13.4 %.

Ontwikkeling van B:

bij 6°: 1 onderzeeër, de 3 andere knollen op 23 Mei nog niet ontwikkeld;

bij 10° nat: 1 onderzeeër, 1 overgang en 2 normaal;

bij 10° droog: 2 overgangen en 2 normaal;

bij 16° nat: alles normaal;

bij 16° droog: 2 onderzeeërs en 2 normaal.

5e. Poting, 5 Mei. Gew. verl. van A 17.0—28.5 %; van B 17.1—31.8 %.

Ontwikkeling van A:

bij 6°: 4 onderzeeërs;

bij 10° nat: 3 onderzeeërs, 1 normaal;

bij 10° droog: 4 onderzeeërs;

bij 16° nat: 3 onderzeeërs, 1 normaal;

bij 16° droog: 4 onderzeeërs.

Ontwikkeling van B:

bij 6°: 2 onderzeeërs, 2 niet ontwikkeld;

bij 10° nat: 2 onderzeeërs, 2 niet ontwikkeld;

bij 10° droog: 2 onderzeeërs, 1 normaal, 1 niet ontwikkeld

bij 16° nat: 2 onderzeeërs, 2 normaal;

bij 16° droog: 4 zwak ontwikkelde onderzeeërs.

6e Poting, 30 Juni. Gew. verl. van A 21.5 %—39.8 %; van B 23.9 %—43.6 %.

Het uitpoten geschiedde bij 6°, 8°, 12°, 15° en 18 à 20°. Alle knollen van A werden onderzeeërs. De knollen van B ontwikkelden zich niet meer, met één uitzondering bij 15°, die normaal groeide.

De knollen, waarvan de spruiten zich langer konden ontwikkelen voor het afspruiten dan normaal, leverden het volgende resultaat.

1e Poting, 28 Januari. Gew. verl. bij A 5.0—12.0 %; bij B 11.3—20.8 %.

Beide groepen ontwikkelden zich bij 10° nat, 10° droog, 16° nat en 16° droog normaal; bij 6° vertoonde groep A bij alle drie de knollen verdikkingen aan den spruittop, die een begin van onderzeeërvorming uitmaakten; van groep B werd 1 der 4 knollen tot onderzeeër; gew. verl. bij dezen knol 16.8 %, bij de andere 3 resp. 14.9, 15.1 en 15.7 %.

2e Poting, 15 April. Gew. verl. bij A 22.0—36.0 %; bij B 34.5—56.5 %.

Groep A ontwikkelde zich als volgt:

- bij 6°: 4 onderzeeërs;
- bij 10° nat: 3 onderzeeërs, 1 normaal;
- bij 10° droog: 4 onderzeeërs;
- bij 16° nat: 2 onderzeeërs, 2 normaal;
- bij 16° droog: 2 onderzeeërs, 2 normaal.

Groep B vormde uitsluitend onderzeeërs.

Wanneer wij het eerste gedeelte dezer proefreeks allereerst bezien, blijkt, dat naar mate meer was afgesproten de neiging voor onderzeeërvorming toenam.

De eerste en tweede poting met spruit leverden alleen een zeer zwakke aanduiding van spruitverdikking bij 2°. De derde poting met spruit gaf bij 6° een zwakke verdikking, de derde poting zonder spruit gaf onderzeeërs bij 10° droog. De vierde poting met spruit leverde bij 6° onderzeeërs op; de vierde poting zonder spruit gaf onderzeeërs bij 6°, 10° nat, 10° droog en 16° droog. De vijfde en zesde poting leverden bij alle gebruikte temperaturen onderzeeërs met uitzondering van de knollen der zesde poting die zonder spruit werden gepoot.

Er blijkt dus, dat naar mate meer was afgesproten, onderzeeërs ook meer gingen optreden bij hoogere temperaturen na het uitpoten; bij weinig afspruiten kwamen alleen onderzeeërs

bij de lagere temperaturen of bij droogte na het uitpoten.

We kunnen uit deze proefreeks de konklusie trekken, dat een zwakke neiging voor ontijdige knolvorming alleen tot uiting kan komen bij lage temperatuur of droogte na het uitpoten, terwijl naar mate de neiging sterker wordt — samengaan met een grooter gewichtsverlies — deze ook bij hoogere temperaturen en vochtigen grond tot uiting kan komen.

Bij vergelijking van de knollen met spruit gepoot en de knollen gepoot na afspruiten, blijkt uit de 1e en 2e poting, dat wanneer knollen zonder spruit zich niet ontwikkelen, knollen met spruit onder gelijke omstandigheden deze spruit kunnen verdikken. Spruitverdikking kan dus blijkbaar nog plaats hebben onder omstandigheden, waarbij nieuwe spruitvorming niet meer kan optreden. De derde en vierde poting wijzen er op hoe knollen zonder spruit bij voorkeur tot onderzeeër worden, wanneer de temperatuur laag of de grond droog is. Tenslotte leert de zesde poting, dat wanneer geen ontwikkeling meer optreedt bij de knollen zonder spruit, de knollen met spruit zich nog tot onderzeeërs ontwikkelen kunnen. Aanwezigheid van een spruit is echter geen noodzakelijke voorwaarde voor onderzeeër-vorming (verg. pag. 185).

Het tweede gedeelte van de proefreeks wijst erop hoe het aantal keeren afspruiten er weinig toe doet, wanneer het totaal gewichtsverlies maar groot genoeg wordt.

De parallel-proef, die bewaard werd bij 10°, later bij 12° en daarna bij 16° verliep iets vlugger door de snellere spruitvorming bij de hoogere temperatuur, gaf overigens geheel analoge resultaten als de zoo juist besproken reeks, zoodat het niet noodig is alle bijzonderheden mede te deelen. Alleen gaf de derde uitpoting iets sterker uitgesproken aanwijzingen voor het speciaal onder lage temperatuur of bij droogte vormen van onderzeeërs door knollen zonder spruit.

Wat nu het aangeven van het percentage gewichtsverlies betreft, dat noodig is voor onderzeeërvorming, zoo is gebleken, dat dit niet in het algemeen kan geschieden, omdat de omstandigheden na het uitpoten bepalen of een zekere aanleg zich al dan niet zal uiten. Er moet dus tevens mede zijn aangegeven onder welke omstandigheden een bepaald percentage gewichtsverlies tot onderzeeër-vorming kan leiden.

Door de groote variatie in het gewichtsverlies wordt het verder van weinig waarde om bepaalde grens-getallen te noemen voor bepaalde omstandigheden. Er moet worden volstaan met dezen regel, dat naar mate de neiging voor onderzeeër-vorming

door grooter gewichtsverlies sterker wordt, deze zich minder laat beïnvloeden door temperatuur en vocht na het uitpoten. Wel wijzen enkele getallen, genoemd in de opsomming der resultaten op een vrij scherpe grens tusschen knollen, die al of niet tot onderzeeër zijn geworden; een dergelijke grens is echter niet steeds gevonden. Zoo leverde de vijfde poting der niet voltallig vermelde proefreeks bij 10° droog het volgende: 1 knol met gew. verlies van 24.3 % groeide normaal, 2 knollen met gew. verlies van 31.3 %, resp. 33.0 % werden tot onderzeeër, terwijl de vierde knol met 32.4 % verlies zich weer normaal ontwikkelde.

Een waarneming, die zeer belangrijk is gebleken in verband met het onderzoek naar de inwendige veranderingen in den knol, die tot ontijdige knolvorming voeren, dient hier te worden vermeld. Het betreft het tijdstip, waarop de normale knolvorming intreedt, nadat de plant een zekere bovengrondsche ontwikkeling heeft bereikt. Het materiaal, dat bij 10° werd gekweekt, leende zich voor deze waarneming goed, omdat het aan het licht stond en de planten dus na het opkomen normaal konden assimileeren.

Er bleek nu, dat planten, gegroeid uit knollen met derde spruit, tot de normale knolvorming aanmerkelijk eerder overgingen dan de planten, uit knollen met eerste of tweede spruit gegroeid. En verder trad bij eerstgenoemde planten weer de normale knolvorming eerder in, wanneer na het uitpoten de grond droog werd gehouden. Dit laatste is ook in verschillende andere gevallen gebleken.

Normale knolvorming schijnt dus eerder op te treden bij planten, gegroeid uit knollen, die zijn afgesproten en dan bij voorkeur, wanneer zij droog worden gekweekt.

Het was de moeite waard de normale knolvorming na te gaan aan voor dit doel mooier materiaal dan de boven bedoelde proef leverde. Hiertoe diende een gedeelte van de derde parallelreeks, die in het voorgaande wel even genoemd is, maar waarvan de verdere bespreking werd uitgesteld.

De bedoeling van deze reeks was om een idee te verkrijgen omtrent de opbrengst van knollen, die niet waren afgesproten in vergelijking met knollen, die 1 ×, 2 ×, 3 × en 4 × waren afgesproten. Hiertoe was het dus zaak naast elkaar knollen te hebben met 1e, 2e, 3e, 4e en 5e spruit.

Om deze te verkrijgen, werden 2 mandjes na vorming der eerste spruit bij 2° geplaatst, waar geen verdere ontwikkeling bij plaats heeft; tegelijkertijd werd het resteerende materiaal afgesproten.

Na vorming der tweede spruit werden wederom 2 mandjes bij 2° geplaatst, de rest afgesproten en zoo voorts.

Op 23 Mei kon een gedeelte van het materiaal voor vergelijkend onderzoek naar het begin van de normale knolvorming worden uitgepoot. Omdat het voor de normale groei der plant bezwarend kon zijn door opgraven de knolvorming na te gaan, werd getracht dit opgraven overbodig te maken door de knollen te planten achter glas, dat door karton en vervolgens door een houten deksel van het licht was afgesloten. Hoewel het eigenlijke doel van de proef op deze wijze niet is bereikt — de knollen ontwikkelden zich alle aan de van het glas afgewende zijde — kon een ander punt worden nagegaan en wel de wortelvorming. Deze begon bij de knollen met vierde en vijfde spruit na drie dagen, bij de knollen met derde spruit na 4 dagen en bij de knollen met eerste en tweede spruit na 7 dagen. Er was dus een sterk verschil in snelheid van wortelvorming en dit verschil bleef bij de verdere ontwikkeling bestaan. Naar mate meer was afgesproten werd een grooter wortelsysteem gevormd, dat sterker vertakt was.

In begin Juli waren de planten reeds sterk ontwikkeld en door opgraven bleek toen, dat de normale knolvorming reeds in alle gevallen was begonnen. Er was echter een zeer sterk uitgesproken verschil te bemerken in dezen zin, dat de knollen bij de planten, uit eerste en tweede spruit gegroeid, nog zeer weinig waren ontwikkeld, daarentegen waren die van de planten, afkomstig uit de vierde en vijfde spruit, reeds vrij groot; de planten uit de derde spruit vormden een overgang. Hoewel het juiste tijdstip der normale knolvorming niet kon worden vastgesteld, bewijst deze proef toch voldoende, dat naar mate het pootgoed meer wordt afgesproten, de normale knolvorming bij de planten, uit deze poters gevormd, eerder optreedt.

Wat nu de opbrengst betreft van het verschillend behandeld pootgoed, valt het volgende op te merken.

Op 26 Mei werden 10 knollen met eerste spruit, 10 met tweede, 10 met derde, 10 met vierde en 10 met vijfde spruit gepoot, benevens 10 knollen met een aan het licht bij 10° gevormde spruit. De lichtspruiten kwamen het eerst op, n.l. gemiddeld na 9.7 dagen; de 1e, 2e enz. spruit kwamen resp. op na gemiddeld 14.4, 15.9, 11.7, 10.6 en 10.2 dagen. De eerste ontwikkeling is dus iets sneller geweest naar mate meer was afgesproten met uitzondering van de tweede spruit. Twee der knollen met vijfde spruit werden tot onderzeeërs. Eenige weken na de opkomst werden eenige mozaïek-zieke planten verwijderd.

Omstreeks half Augustus waren de verschillende planten in dusdanige mate aangetast door *Phytophthora infestans*, dat de proef beëindigd moest worden. Het maakte den indruk, dat de *Phytophthora*-aantasting iets sterker was in de meer afgesproten partijen; geheel regelmatig verliep de hevigheid van aantasting echter niet. Plant voor plant werd het aantal knollen, alsmede hun totaal gewicht bepaald. De volgende gemiddelden werden verkregen:

	Aantal planten	Gemidd. aantal knollen	Gemiddeld gewicht aan knollen per plant in grammen	Gemiddeld gewicht per knol in grammen
Bewaard aan het licht	8	12.9	538.0	41.8
Bewaard in donker { niet afgesproten	8	15.7	450.1	28.5
1 × "	9	14.6	406.0	27.6
2 × "	10	15.5	503.0	32.4
3 × "	9	15.5	628.6	40.4
4 × "	8	10.6	532.5	50.1

In deze getallen zit in het geheel geen regelmatig verloop, zoodat het trekken van konklusies omtrent een verband tusschen afspruiten en opbrengst uit het voorhanden materiaal niet mogelijk is. De proef werd echter op kleine schaal uitgevoerd en de poottijd was voor een proef als deze ruim een maand te laat. Er zij echter opgemerkt, dat een nauwkeurige opbrengstproef buiten het bestek van dit onderzoek valt.

Tot duidelijker resultaten kwam SNELL (9), die de totale opbrengst vergeleek van 30 één keer afgesproten knollen met die van 30 drie keer afgesproten knollen bij 7 verschillende rassen. Bij 6 rassen brachten de één keer afgesproten knollen meer op aan totaal gewicht dan de driemaal afgesproten knollen; bij het zevende ras was de opbrengst volkomen gelijk bij beide.

In de vorige proefreeksen werd reeds aangetoond, dat er praktisch geen verschil ontstaat, wanneer eenige keeren een mindere hoeveelheid stof wordt weggenomen met afspruiten in vergelijking met weinig keeren meer stof. In 'een aparte proefreeks werd getracht ieder begin van spruitvorming te onderdrukken door de knollen geregeld in een sublimaat-oplossing onder te dompelen. De knol ondervindt hiervan geen schade bij een onderdompeling, die voldoende lang is voor het dooden van de spruit.

Naast een absoluut onderdrukken der spruitvorming werden verschillende graden van spruit-ontwikkeling toegelaten door de behandeling vaker of minder vaak te herhalen. In totaal werden voor deze proef 5×2 mandjes, ieder met omstreeks 25 knollen, genomen. 2 mandjes werden vanaf 29 October wekelijks behandeld — 1 uur in $20/_{00}$ sublimaat —, 2 mandjes iedere 2 weken, 2 iedere 3 weken, 2 iedere 4 weken en 2 telkens wanneer een begin van spruiting duidelijk te zien was, hetgeen met vrij groote regelmaat om de 10 dagen het geval bleek te zijn. Het materiaal werd bewaard bij 16° , dus bij een voor krachtige spruiting gunstige temperatuur.

Er bleek allereerst, dat door de toegepaste behandeling de spruiten niet steeds waren gedood, wanneer het uiterlijk voorkomen ervan door bruine verkleuring hier op wees; onder de verkleurde plaats gingen ze dan krachtig vertakken. Ook wanneer de spruit werkelijk was gedood vormde de knol spoedig meer spruiten dan er aanvankelijk waren. Het geregelde vernietigen der spruit scheen dus een prikkel tot snelle nieuwe spruitvorming te zijn.

De laatste behandeling werd op 28 Januari uitgevoerd. De daarna optredende spruitvorming was bij de verschillende groepen vrij ongelijk; teneinde hierin verbetering te brengen werden alle knollen op 18 Februari afgesproten. Met opnieuw gevormde spruiten werden van iedere partij 10 knollen op 22 Maart buiten uitgepoot. Met een enkele uitzondering werden alle knollen tot onderzeeërs, evenals na de uitpotingen op 9 April en 21 Mei. Niet het minste verschil tusschen de verschillend behandelde groepen was op te merken, zoodat de konklusie kan getrokken worden, dat er geen verschil is gebleken tusschen weinig keeren veel afspruiten en meer keer minder afspruiten met betrekking tot onderzeeër-vorming.

Verder blijkt uit deze proef, dat het voorkómen van spruit-ontwikkeling door het geregelde vernietigen der spruit in een zeer jong ontwikkelingsstadium de totstandkoming der neiging tot onderzeeërvorming niet verhindert. Was dit zoo, dan zou in een geregelde sublimaat-behandeling een middel ter voorkoming bestaan.

Het voor de praktijk belangrijke resultaat uit de behandelde proefreeksen is dit, dat te snelle spruit-ontwikkeling, die afspruiten noodzakelijk maakt, zooveel mogelijk moet worden voorkomen.

Terloops worde even een merkwaardig verschijnsel beschreven, dat zich voordeed in de laatste proefreeks. Na herhaalde subli-

maat-behandeling bleek, dat enkele spruiten niet meer naar buiten groeiden, maar een weg zochten in het inwendige van den knol, hier dwars door heen groeiden en te voorschijn kwamen op een plaats, waar heelemaal geen oog was. Het maakte zoo-doende den indruk van endogene spruitvorming, tot nader onderzoek aan het licht bracht, hoe de vork in den steel zat. We kunnen dus spreken van pseudo-endogene spruitvorming. Soms ook verdikte de spruit zich tot een knol in het inwendige van den moederknol; ook wel groeide hij eenigen tijd vlak onder de kurkhuid.

Voor al na wekelijksche behandeling is dit verschijnsel waargenomen. De spruit vluchtte dus a.h.w. voor den dood en zocht een schuilplaats in het inwendige van den knol.

§ 6. INVLOEDEN NA HET UITPOTEN.

1. *Temperatuur.*

Reeds in het voor-onderzoek werd gevonden, dat verhooging van temperatuur na het uitpoten vermindering van onderzeeërvorming kan beteekenen, of, anders gezegd, dat lage temperatuur onderzeeërvorming in de hand werkt. Nu moet goed onderscheid gemaakt worden tusschen onderzeeërvorming en onderzeeërontwikkeling. Alleen de vorming van onderzeeërs — in tegenstelling met de normale groei van de spruit, waarbij strekking overheerscht — wordt door lage temperaturen in de hand gewerkt. Worden eenmaal onderzeeërs gevormd, dan is hun ontwikkeling sterker naar mate de temperatuur hooger wordt; in tal van proefreeksen met volkomen vergelijkbaar materiaal is deze regel gevonden.

In de proefreeksen over de behandeling van het pootgoed is verder gebleken, dat naarmate de neiging voor ontijdige knolvorming sterker is, deze ook bij hogere temperaturen na het uitpoten tot uiting kan komen, zich dus a.h.w. van de temperatuur na het uitpoten minder aantrekt. Er is dus geen grenstemperatuur aan te geven, waaronder in het algemeen onderzeeërvorming optreedt.

Het was in verband met de bestudeering van den invloed der temperatuur op de onderzeeërvorming gewenscht een idee te hebben omtrent den invloed van de temperatuur op het eerste stadium der normale ontwikkeling na het uitpoten. Hiertoe werden bij de temperatuur-reeks 2° — 4° — 6° — 8° — 10° — 12° — 16° telkens 2 zaaipannen met 4 knollen geplaatst. De knollen waren bij 10° aan het licht bewaard en waren voorzien van kleine, krachtige spruiten. Een der pannen werd droog, de ander

werd vochtig gehouden. Wanneer de bespreking van den invloed der droogte tot straks wordt uitgesteld, bleek met betrekking tot de temperatuur in de vochtig gehouden reeks, dat bij 2° geen groei plaats had.

Het gemiddelde aantal dagen, noodig voor groei tot aan de grondoppervlakte — de knollen waren met zorg even diep gepoot — was

bij 4°: 21.25	bij 10°: 7.75
bij 6°: 20.75	bij 12°: 6.5
bij 8°: 12.5	bij 16°: 6.75.

Stijging van temperatuur brengt dus snellere ontwikkeling met zich mede tot en met 12°; daarna is er eenige daling, hetgeen bevestigd werd door de snelheid der bovengrondsche ontwikkeling. Het verschil tusschen de ontwikkeling bij 12° en 16° is echter zeer gering en niet van dien aard, dat het bestaan van een optimum tusschen 12° en 16° bewezen is, al zijn er aanwijzingen in die richting.

Een belangrijk verschil in ontwikkeling bestond tusschen 6° en 8°; in verschillende andere gevallen werd dit bevestigd.

De wortelontwikkeling liep parallel met de spruitontwikkeling.

Vergelijken wij met deze resultaten de werking van de temperatuur op onderzeeërvorming, zoo is er reeds vroeger op gewezen — pag. 200 —, dat bij 2° nog eenige verdikking der spruit kan plaats hebben, al is het in zeer geringe mate. De minimum temperatuur voor onderzeeërvorming ligt dus wel zeer laag. Wanneer wij ons nu een voorstelling willen maken omtrent de werking van de temperatuur na het uitpoten, dan dienen wij te bedenken, dat er sprake is van twee processen, n.l. de normale groei van de spruit, waarbij strekking overheerscht en de ontijdige knolvorming, waarbij verdikking overheerscht. Door het optreden van de neiging voor ontijdige knolvorming wordt het vermogen voor normale groei vernietigd, hetgeen allereerst bij lage temperaturen na het uitpoten blijkt; een sterkere neiging kan zich ook bij hoogere temperaturen uiten. Bij dusdanig lage temperaturen, dat er geen of een zeer geringe normale groei mogelijk is, kan de ontijdige knolvorming nog plaats hebben.

VÖCHTING (12) heeft de veronderstelling geuit, dat er een verband kan bestaan tusschen de verdikking bij lage temperaturen en de geringere vormings-warmte van zetmeel tegenover die van cellulose. Voor strekking zou noodig zijn, dat uit de opgeloste suikers meer cellulose — voor meer celwanden — werd gevormd dan voor verdikking noodig was en wanneer voor

deze cellulosevorming niet voldoende warmte aanwezig is, zou dan nog wel zetmeel kunnen worden gevormd.

Deze hypothese heeft haar zwakke zijde. Allereerst is het verschil in vormingswarmte tusschen zetmeel en cellulose gering; het bedraagt volgens VÖCHTING 12—15 cal. De vraag is of een dusdanig klein verschil zulke sterk verschillende effecten kan teweegbrengen. Maar verder wordt het verschijnsel, dat bij één temperatuur de eene knol wel, de andere niet tot ontijdige knolvorming overgaat, niet verklaard. Er is aangetoond in het voorgaande, dat sommige knollen wel, andere niet de neiging voor ontijdige knolvorming bezitten en dat dit in eerste instantie bepaalt welke ontwikkelingsrichting de knol zal uitgaan. Waarop de neiging voor onderzeeër-vorming berust wordt later besproken.

Het voor de praktijk belangrijke punt met betrekking tot den invloed van de temperatuur na het uitpoten is dit, dat wanneer een bepaalde neiging voor onderzeeërvorming aanwezig is, deze zich kan uiten bij temperaturen, die onder een zekere grenswaarde liggen. Ligt de temperatuur boven deze grens, dan heeft normale ontwikkeling plaats. Het is dus belangrijk, dat na het uitpoten de temperatuur niet te laag is en dit kan worden bereikt door niet te vroeg te poten. Wanneer geen neiging voor onderzeeër-vorming bestaat, schaadt het zeer vroege uitpoten niet, maar het is veiliger dit niet te doen.

Nu is oogenschijnlijk een bezwaar tegen later uitpoten, dat de ontwikkeling der planten ook verlaat is. Om hierover te kunnen oordeelen, werden vanaf 27 Augustus wekelijks 10 knollen Schotsche Muis, 10 Eigenheimers en 10 Paul Krugers buiten gepoot. Tusschen 24 December en 14 Januari kon door vorst niet worden gepoot, evenmin als tusschen 11 Februari en 3 Maart. Er bleek nu, dat de Schotsche Muis en Eigenheimersknollen van de volgende 7 potingen, dus van 3 Maart tot en met 14 April alle vrijwel gelijktijdig opkwamen en wel omstreeks 5 Mei; de Paul Krugers waren iets later. Verschil tusschen vroeg poten — 3 Maart — en later poten — 14 April — met betrekking tot opkomst en verdere ontwikkeling was er niet. Ja, zeer vroeg poten beteekende een verlating in het opkomen, want de voor 3 Maart gepote knollen kwamen aanmerkelijk later op dan de later, tot en met 14 April, gepote knollen; het verschil bedroeg soms eenige weken. Dit laatste verschijnsel stemt overeen met het vroeger behandelde omtrent den invloed van lage temperatuur direkt na het rooien (zie pag. 194).

Deze proef leert dus, dat voor een vroege ontwikkeling al te

vroeg uitpoten in het geheel niet noodig is. Tot analoge resultaten kwam VON RAPPARD (5), die eenige knollen plantte op $7/2$, $15/3$ en $4/4$. De opkomst viel resp. op $21/4$, $18/4$ en $23/4$ bij 10 c.M. diep poten en op resp. $21/4$, $23/4$ en $23/4$ bij 15 c.M. diep poten. Verschil van eenige beteekenis was er dus niet.

Het aangeven van een bepaalde poot-datum is natuurlijk niet doenlijk door het verschil in temperatuur in verschillende jaren. Misschien is het als algemeene regel het meest aanbevelenswaardig om niet voor April te poten en in ieder geval dan nog te wachten, tot de temperatuur gemiddeld boven 6° is gestegen.

Het is nog de vermelding waard, dat in de laatst besproken proefreeks geen onderzeeërs zijn opgetreden voor Juli. De proef was n.l. aanvankelijk opgezet in het najaar van 1922 om na te gaan of lage temperatuur zonder meer onderzeeërvorming kan teweegbrengen. Van verschillende zijden was dit vermoeden uitgesproken. Reeds in het eerste jaar van de proef werd aangetoond, dat dit niet juist is en dat er voor onderzeeërvorming een neiging tijdens de bewaring moet zijn ontstaan. Om dit laatste te voorkomen is het materiaal voor de proef in 1923/'24 bij 10° aan het licht bewaard. Dat later in het jaar toch onderzeeërs werden gevormd — zonder dat was afgesproten — wordt later nader besproken (pag. 219).

2. Bodemvochtigheid.

Teneinde allereerst een idee te kunnen vormen omtrent de werking van meerdere of mindere bodemvochtigheid op het eerste stadium van den normalen groei, werd — zooals reeds terloops is vermeld — ook de bodemvochtigheid in de analoge proef over den invloed van de temperatuur gevarieerd. Bij iedere temperatuur werden 2 zaaipannen geplaatst; waarvan één vochtig en de ander droog werd gehouden. Bij 4° ontwikkelde zich geen der droog gehouden knollen, bij 6° slechts één, bij 8° , 10° en 12° was er weinig of geen vertraging in de ontwikkeling der droog gehouden knollen, het verschil bedroeg resp. gemiddeld — 0.75, + 1.75 en + 1 dag. Bij 16° was het verschil weer grooter, n.l. + 3.75. In het algemeen werkt droogte dus vertragend en het schijnt, dat deze vertraging bij zeer lage en hoge temperaturen sterker is dan bij de middelmatige temperaturen.

Op analoge wijze werd nu de werking der bodemvochtigheid op de ontijdige knolvorming nagegaan. Hiertoe werd als uitgangsmateriaal een partij van 240 knollen genomen, waarin de neiging voor onderzeeërvorming was te voorschijn geroepen door warme bewaring (16°). De inzet der proef had plaats op 2 October.

Afgesproten werd op 13 November, 12 December, 15 Januari en 26 Februari; de spruiting verliep telkens zeer gelijkmatig. Eenige knollen werden vóór de laatste afspruiting gepoot bij 8° om de neiging voor onderzeeërvorming na te gaan, die bij 8° na het uitpooten aanwezig bleek te zijn. Merkwaardig was het verschijnsel, dat eenige spruiten, die van den knol werden afgebroken en vervolgens geplant werden, zich ook aan den top verdikten. Nadat de vijfde spruit was gevormd werd het materiaal geplant op 1 April. Bij iedere temperatuur — de reeks werd gekompleteerd door een ruimte met temperatuur van 18°.— werden vier zaaipannen geplaatst, ieder met 4 knollen; in 2 van deze vier pannen waren knollen met spruit gepoot, in de beide andere knollen, waarvan de vijfde spruit was weggenomen. Verder werd een van beide pannen met gelijk pootgoed vochtig gehouden en werd de ander droog gehouden. Bij iedere temperatuur werd dus een pan geplaatst met knollen met spruit en één met knollen zonder spruit, welke beide vochtig werden gehouden en twee analoge pannen, welke droog werden gehouden. In onderstaande tabel zijn de resultaten vereenigd. Met n.o. is aangegeven dat geen ontwikkeling heeft plaats gehad; ond. = onderzeeër; norm. = normaal.

met spruit		zonder spruit	
nat	droog	nat	droog
2° { 1 zwak verdikt { 3 n.o.	{ 2 zwak verdikt { 2 n.o.	4 n.o.	4 n.o.
4° 4 ond.	4 ond.	4 n.o.	4 n.o.
6° { 3 ond. { 1 uitgeschakeld	4 ond.	{ 1 ond. { 3 n.o.	{ 2 ond. { 2 n.o.
8° { 2 ond. { 2 norm.	4 ond.	{ 2 ond. { 2 n.o.	{ 1 ond. { 3 n.o.
10° 4 normaal na aanvankelijk zwakke verdik- king	{ 3 ond. { 1 norm.	{ 2 ond. { 2 norm.	{ 3 ond. { 1 norm.
12° { 1 ond. { 2 overgangsge- vallen { 1 normaal	4 ond.	{ 1 norm. { 3 n.o.	4 ond.
16° { 2 ond. { 2 norm.	4 ond.	4 n.o.	{ 1 norm. { 3 n.o.
18° 4 norm.	4 norm.	{ 3 norm. { 1 n.o.	{ 3 norm. { 1 n.o.

Bij het bezien van deze resultaten valt allereerst op, dat bij de zonder spruit geplante knollen een groot aantal zich niet meer heeft ontwikkeld; dit maakt het nagaan van verschillen tusschen de nat en de droog gehouden knollen moeilijk. Beter is dit te doen bij de met spruit geplante knollen. Hier zijn met één uitzondering alle droog gehouden knollen vanaf 4° tot en met 16° tot onderzeeër geworden, terwijl bij de overeenkomstige temperaturen de nat gehouden knollen slechts voor een deel tot onderzeeër zijn geworden. Alleen bij 4° en 6° was er geen verschil, bij 8° begon er verschil te komen. Het schijnt dus, dat wanneer de temperatuur normale ontwikkeling mogelijk gaat maken, droogte de normale ontwikkeling weer te niet doet, dat dus in het algemeen lage temperatuur en geringe bodemvochtigheid onderzeeërvorming mogelijk maken, terwijl hoge temperatuur en groote bodemvochtigheid normale groei kunnen teweegbrengen. In de proefreeks, vermeld op pag. 31—33 werden reeds analoge resultaten verkregen. Ook VÖCHTING (12) verkreeg dezelfde uitkomsten (verg. pag. 183). Welke temperatuur en welke graad van bodemvochtigheid de grens vormen tusschen normale ontwikkeling en onderzeeërvorming hangt af van de sterkte der neiging voor ontijdige knolvorming.

Uit de resultaten bij 4° verkregen, wordt de vroeger reeds medegedeelde waarneming bevestigd, dat knollen met spruit tot onderzeeër kunnen worden onder omstandigheden, die vorming van een nieuwe spruit niet mogelijk maken. Door de afspruiting voor het poten van het materiaal, dat zonder spruit werd gepoot, schijnt zooveel reservestof te zijn weggenomen, dat verschillende knollen niet meer tot eenige ontwikkeling in staat waren; afgezien van de knollen bij 2° n.l. hebben alle knollen met spruit zich ontwikkeld, 't zij normaal, 't zij tot onderzeeër, terwijl van de knollen zonder spruit een groot gedeelte zich niet meer ontwikkelde.

Uit een praktisch oogpunt is het dus belangrijk den bodem na het poten voldoende vochtig te houden. Aangezien aan deze eisch in het voorjaar wel steeds is voldaan, behoeven maatregelen in deze richting niet te worden aanbevolen. Misschien is het zelfs beter te zorgen, dat het teveel aan vocht spoedig wordt verwijderd, omdat natte bodem in het voorjaar een koude bodem beteekent.

Er zij nog op gewezen, dat het materiaal uit deze proefreeks, dat niet op 1 April werd geplant, aan het licht werd geplaatst voor de proef, waarvan de resultaten reeds op pag. 197 zijn vermeld. De uitpoting van dit materiaal geschiedde op 15 April

bij 6°, 12°, 16° en 18°. Bij 6° werden alle vier de knollen onderzeeërs, bij 12° 3 van de 4, bij 16° 2 van de 4 en bij 18° 9 van de 10. Het uitpoten bij de laatste temperatuur geschiedde in een houten bak, waarvan een der zijwanden vervangen was door een glasruit, zoodat de ontwikkeling der spruiten kon worden nagegaan. Reeds na drie dagen was een begin van verdikking der spruit bij de a.s. onderzeeërs waar te nemen.

§ 7. SAMENVATTING: DE SAMENHANG DER VERSCHILLENDE FAKTOREN.

In het voorgaande werd de werking der verschillende factoren zooveel mogelijk afzonderlijk nagegaan. Het spreekt vanzelf, dat steeds verschillende factoren samenwerken, waarvan sommige elkanders werking kunnen versterken, sommige de werking van andere factoren kunnen verzwakken. Door een samenvatting te geven van de werking der afzonderlijke factoren blijkt hun samenhang het duidelijkst.

Voorgeschiedenis. Droogte in het laatste gedeelte van den groei der pots bespoedigt het begin der spruitvorming, echter heeft door vochtig kweken van het pootgoed een krachtiger spruitvorming plaats en daarmee gepaard gaande een grooter verlies van spruitmateriaal met afspruiten. Vroeg rooien beteekent een vervroeging der spruitvorming en tevens een krachtiger spruiting, wanneer de roottijd ten minste niet te ver afligt van het begin der afsterving van de plant.

Grootere knollen verliezen betrekkelijk minder spruitmateriaal door afspruiten dan kleinere en verkrijgen daardoor minder spoedig een neiging voor onderzeeërvorming.

De werking der factoren in de voorgeschiedenis der pots is zeer variabel en niet van dien aard, dat belangrijke verschillen in de ontwikkeling van het pootgoed er een gevolg van kunnen zijn. De invloed van de knolgrootte is wel het meest uitgesproken.

Bewaring. Hoogere bewaar-temperatuur beteekent meer verdamping, sterkere ademhaling en snellere spruitvorming. De temperatuur tijdens het allereerste begin der bewaring heeft grooten invloed op de inwendige processen, die aan spruitvorming voorafgaan. Bewaren onder de dagelijksche wisseling van licht en donker werkt in hooge mate remmend op de spruitvorming in vergelijking met bewaren in donker.

Grootere luchtvochtigheid beperkt snellere verdamping, is echter gunstig voor spruit-ontwikkeling.

Naar mate meer wordt afgesproten, neemt de neiging voor ontijdige knolvorming toe en naar mate deze neiging sterker is, hebben de uitwendige factoren na het uitpoten minder invloed op het ontstaan van onderzeeërs.

Invloeden na het poten. Lage temperatuur en droogte werken bevorderend op het ontstaan van onderzeeërs. Wanneer eenmaal onderzeeërs zijn gevormd, dan wordt hun ontwikkeling bevorderd door hoogere temperatuur.

De merkwaardigste samenhang van verschillende factoren is wel gebleken bij de invloeden na het poten, die minder sterk worden naar mate de tijdens de bewaring opgetreden neiging voor ontijdige knolvorming sterker wordt.

Voor het optreden van onderzeeërs is dus gunstig: vroeg rooien, kleine knol, warme bewaring in donker bij geringe luchtvochtigheid, vaak afspruiten, uitpoten bij lage temperatuur en droogte.

Voor normale ontwikkeling is gunstig: laat rooien, groote knol, koele bewaring aan het volle licht bij voldoende luchtvochtigheid, niet afspruiten, uitpoten bij hooge temperatuur en vochtige grond.

§ 8. INWENDIGE VERANDERINGEN IN DEN KNOL BIJ HET ONTSTAAN VAN DE NEIGING VOOR ONTIJDIGE KNOLVORMING.

In het voorgaande is aangetoond, dat ontijdige knolvorming op kan treden, wanneer bij het afspruiten veel stof verloren is gegaan. Welke veranderingen, die tot ontijdige knolvorming leiden, in den knol plaats hebben tengevolge van het afspruiten, is een vraag, waarvan de beantwoording een dieper inzicht geeft in het wezen van het verschijnsel in kwestie. We kunnen de vraag aldus formuleeren: Welk bestanddeel van de spruit is het, dat door zijn verloren-gaan de neiging voor ontijdige knolvorming doet ontstaan?

De hypothese, dat het water deze stof is, bleek vruchtbaar. Dit moge in het volgende nader worden verduidelijkt.

Bezien wij allereerst de omstandigheden, die de normale knolvorming bepalen. HUGO DE VRIES (14) kwam in zijn op dit gebied fundamenteele onderzoekingen tot de konklusie, dat omstandigheden, die voor groei van eenmaal gevormde knollen gunstig zijn, ook voor den aanleg van knollen gunstig zijn. Deze omstandigheden komen nu neer op een ophooping van voedsel

in de nabijheid van knoppen, hetgeen speciaal blijkt bij afgesneden, verwonde of geringde stengels; het gevolg hiervan is n.l. de bovengrondsche knolvorming.

Ook VÖCHTING (11) verkreeg bovengrondsche knolvorming in verschillende gevallen, die alle hierin overeenkomen, dat de normale afvoer der assimilaten naar het ondergrondsche gedeelte der planten is belemmerd. We kunnen hier nog bijvoegen de bovengrondsche knolvorming, die op kan treden, wanneer tengevolge van aantasting door *Rhizoctonia Solani* Kühn de door de assimilatie gevormde voedingsstoffen niet normaal naar het ondergrondsche gedeelte van de plant kunnen worden vervoerd.

Deze waarnemingen wijzen dus op het optreden van knolvorming tengevolge van ophooping der voedingsstoffen, een concentratievermeerdering der voedingsstoffen dus. Nu kan concentratievermeerdering behalve door ophooping der opgeloste stof ook plaats hebben door waterverlies. Het is waarschijnlijk, dat de ontijdige knolvorming, die optreedt tengevolge van afspruiten, berust op een te groot waterverlies en een daaruit resulterende concentratievermeerdering der opgeloste stof.

Allereerst wijst een vochtbepaling uit, dat een spruit een aanmerkelijk grooter vochtgehalte bezit dan een knol. Als gemiddelden van 6 bepalingen werden de volgende getallen gevonden.

Van een knol met eerste spruit bevatte de knol 76.85 ± 0.86 % water en de spruit 91.545 ± 0.61 % water; verschil is 14.695 ± 1.05 %.

VON RAPPARD (5) vermeldt als vochtgehalte van verse knollen 73.457 %; van gesproten knollen bevatte de knol 74.780 % en de spruit 91.061 %; deze getallen wijken dus weinig af van de boven genoemde. Het ras, waarmede VON RAPPARD werkte is niet aangegeven; hij spreekt alleen van „eine rothe Kartoffelsorte”.

Door het wegnemen van de spruit wordt dus betrekkelijk meer water weggenomen dan vaste stof en wat hiervan het gevolg is: de knol wordt verhoudingsgewijs armer aan water.

Een vochtbepaling in knollen met vierde spruit, dus na $3 \times$ afspruiten, leerde, dat de knol 73.90 ± 0.51 % en de spruit 88.46 ± 2.17 % water bevatte. Het verschil tusschen knol en spruit is hier 14.56 ± 2.23 %, hetgeen volkomen overeenstemt met het verschil tusschen knol en spruit zonder afspruiten, alleen iets meer variabel is.

Het verschil tusschen de niet afgesproten knol en de driemaal

afgesproten knol bedraagt 2.95 ± 0.99 %, hetgeen dus zoo goed als reëel is.

Het verschil tusschen de eerste spruit en de vierde spruit bedraagt 3.085 ± 2.17 %; strikt genomen is dit verschil niet reëel, het wijst echter wel op een grooter vochtgehalte in de eerste spruit.

Deze bepalingen wijzen er dus op, dat door het afspruiten de knol verhoudingsgewijs armer aan water dan aan vaste stof wordt, dat we ons dus voor kunnen stellen, hoe afspruiten eigenlijk als vochtverlies werkt. Het is dus zeer wel mogelijk, dat tengevolge van het afspruiten en het daaruit voortvloeiende betrekkelijke waterverlies, de concentratie der opgeloste stof gaat toenemen en dat dit na overschrijding van een zekere grens tot knolvorming kan voeren in plaats van tot normale groei, waarbij strekking overheerscht.

Aldadelijk wordt nu het op pag. 203—204 vermelde verschijnsel duidelijk en omgekeerd versterkt dit de theorie. Het betrof de vervroegde normale knolvorming bij materiaal, dat stamde uit afgesproten knollen. Voor ontijdige knolvorming was het gewichtsverlies blijkbaar niet voldoende, maar wel was er door het afspruiten, resp. door het vochtverlies, van het begin der groei af reeds eenige concentratievermeerdering in vergelijking met niet afgesproten materiaal. De aanvulling van de concentratie door de assimilatie tot een waarde, die voldoende hoog was voor normale knolvorming, was bij het afgesproten materiaal eerder bereikt dan bij het niet afgesproten materiaal: de knolvorming begon eerder. En waar de vervroegde normale knolvorming bij voorkeur intrad in drogen grond, kunnen wij ons indenken, dat in vochtigen grond, waar een veel sterkere wortelvorming werd waargenomen, door wateropname de aanvankelijke concentratievermeerdering weer teniet is gedaan.

Een maat voor de concentratie van de opgeloste stof wordt gevonden in de concentratie van de oplossing eener plasmolyseerende stof, waarbij juist plasmolyse intreedt. Getracht werd het beginpunt van de plasmolyse bij een eerste spruit en bij een vierde spruit te vergelijken.

Nu was het door de groote hoeveelheid zetmeel in de parenchymcellen van de spruiten niet mogelijk de plasmolyse in de spruitcellen zelf na te gaan. De spruitharen vormden echter een goed object en we mogen toch wel aannemen, dat er een ongeveer parallel verloop bestaat tusschen de concentratie in de spruit en die in de spruitharen. Zoowel KNO_3 als rietsuiker werden als plasmolyseerende stof beproefd. KNO_3 vertoonde eenige voor-

deelen, v.n.l. met betrekking tot het scherp vaststellen van het begin der plasmolyse. Het bleek, dat de plasmolyseerende werking van KNO_3 uiterst snel verliep. Meestal werd aanvankelijk de beginnende werking slechts op één punt van de cel zichtbaar door een ineenschrompeling van het plasma. Deze ineenschrompeling verdeelde zich daarna over het geheele plasma-oppervlak, zoodat na eenigen tijd het plasma over de geheele oppervlakte gelijkmatig was teruggetrokken, echter zoo weinig, dat zonder het waarnemen der voorafgegane gebeurtenissen, niet tot plasmolyse zou besloten zijn. Met een suiker-oplossing was het beginpunt der plasmolyse niet zoo gemakkelijk scherp vast te stellen.

Het scheen vervolgens alsof de temperatuur van de omgeving de plasmolyse sterk beïnvloedde; ook de temperatuur van de ruimte, waar de knollen waren bewaard, scheen de plasmolyse in de eerstvolgende uren na overbrenging bij kamertemperatuur te beïnvloeden. De knollen, waarvan de spruiten werden vergeleken, werden daarom minstens 24 uur voor het onderzoek overgebracht naar kamertemperatuur.

Bij materiaal met volkomen gelijke voorbehandeling bleek nu bij de eerste spruit plasmolyse der haren in te treden bij 3.5 % KNO_3 , nog niet bij 3.25 %; bij de vierde spruit begon de plasmolyse der haren bij 4.5 %, niet bij 4.25 %. Het verschil ligt dus tusschen 0.75—1.25 %. Op verschillende dagen verschilden soms het beginpunt der plasmolyse, het verschil tusschen eerste en vierde spruit bedroeg echter vrijwel steeds genoemd bedrag.

Dit verschil wijst er op, dat de plasmolyse bij de haren van een vierde spruit bij hogere KNO_3 -concentratie begint dan die bij haren van een eerste spruit, of dat in de vierde spruit zelf de concentratie waarschijnlijk hooger is dan in de eerste spruit en wel verhoudingsgewijs toegenomen is van 3.25—3.5 op 4.25—4.5, dat dus de verhooging inligt tusschen $\frac{4.25}{3.5} = 1.21$ en

$$\frac{4.5}{3.25} = 1.38.$$

We kunnen ons ook op de volgende eenvoudige, zij het dan ook ruwe wijze, een voorstelling maken van de stoffelijke veranderingen in den knol, die tengevolge van afspruiten plaats hebben.

Stel een knol van 100 gr. — die dus ongeveer 77 gr. water en 23 gr. vaste stof bevat — vormt ons uitgangspunt. Na drie keer afspruiten en vorming van de vierde spruit is het gewicht verminderd met 17 % — gemiddelde van de verschillend wegingen—,

dus met 17 gr. en is nu nog 83 gr. Van de 17 gr. die met afspruiten zijn verloren gegaan, is ongeveer 90 % of 15.3 gr. water en 10 % vaste stof of 1.7 gr. De knol bevatte aanvankelijk 77 gr. water of 77 %, na het afspruiten nog $77 - 15.3 = 61.7$ gr. water, of — daar het totaal gewicht na het afspruiten 83 gr. is — 74.3 %. Het vochtgehalte is dus met 2.7 % gedaald. Daarentegen is de concentratie toegenomen in de verhouding van $77 : 61.7 = 1.24$.

Bedenken wij nu, dat het gewichtsverlies waarop bovenstaande berekening berust, zeer variabel is en vergelijken wij de berekende waarde van het vochtverlies uit den knol, n.l. 2.7 % met de werkelijk gevonden waarde van 2.95 ± 0.99 %, dan blijkt hier goede overeenstemming te bestaan. De berekende concentratieverandering is 1.24, terwijl gevonden is een waarde tusschen 1.21 en 1.38; ook hier bestaat overeenstemming.

Ruw is deze berekening vooral hierom, dat het directe vochtverlies tengevolge van de verdamping, alsmede het gewichtsverlies tengevolge van de ademhaling, zijn verwaarloosd.

Het meest directe bewijs voor de boven ontwikkelde theorie is geleverd door knollen met eerste spruit kunstmatig uit te drogen. Dit geschiedde door van deze knollen een klein gedeelte kurkhuid te verwijderen en ze vervolgens te plaatsen in een afgesloten glazen bak, op den bodem waarvan chloorcalcium was gebracht. Er dient op te worden gewezen, dat het materiaal, waarmede deze proeven werden genomen, bewaard was bij 2°, nadat spruitvorming had plaats gehad; er was dus in geen geval eenige neiging voor ontijdige knolvorming aanwezig. De uitdroging geschiedde bij 8°. Het uitdrogen verliep snel en na den inzet ervan op 11 April bedroeg reeds op 1 Mei het gewichtsverlies 40—50 %. Voorloopig werd de proef genomen met 10 knollen, waarvan 5 bij 4° en 5 bij 8° werden gepoot. De knollen bij 4° vertoonden op 23 Mei verdikkingen aan de spruiten, die zich echter niet sterk ontwikkelden; op genoemden datum waren alle knollen bij 8° tot echte onderzeeërs geworden (fig. 9).

De proef werd herhaald met ongesproten knollen, tot nog toe bij 2° bewaard. Na uitdrogen werd het materiaal te spruiten gezet in een vochtige omgeving bij 16°; hier trad echter rotting in en de proef moest worden onderbroken.

Op 7 Juni werden opnieuw 16 knollen met eerste spruit te drogen gezet, die op 30 Juni gepoot konden worden; het gewichtsverlies beliep toen wederom 40—50 %. Bij 6°, 8°, 12° en 18°—20° werden telkens 4 knollen gepoot. Bij de hoogste dezer temperaturen trad normale groei in, bij alle andere temperaturen werden de knollen tot onderzeeërs (fig. 10).

Het blijkt dus, dat door vochtverlies zonder meer de neiging voor ontijdige knolvorming kan worden te voorschijn geroepen. Twee verschijnselen steunen deze waarneming.

Ten eerste is het een enkele maal voorgekomen, dat aan het licht bewaarde knollen zonder afspruiten toch tot onderzeeërs zijn geworden. De bewaartemperatuur was dan echter zeer hoog, 18 à 20°, of de bewaring duurde zeer lang. Reeds op pag. 198 werd dit laatste geval terloops vermeld; bij wekelijksche pottingen van bij 10° aan het licht bewaard materiaal, kwamen in Juli en later onderzeeërs. Vóór het poten was dan al te zien, of er onderzeeërs zouden worden gevormd door de sterke vertakking van de spruit, waaraan een enkele maal reeds bij het bewaren een klein knolletje werd gevormd. De veronderstelling, dat in beide gevallen een te sterk direkt vochtverlies heeft plaats gehad, ligt voor de hand.

Ten tweede wordt soms onderzeeërvorming waargenomen bij het bewaren in kuilen; ook hier kan een verklaring worden gegeven door aan te nemen, dat tengevolge van broei een dusdanig sterk vochtverlies heeft plaats gehad, dat de neiging voor ontijdige knolvorming is opgetreden.

Ook het omgekeerde van de laatst besproken proeven is geprobeerd, n.l. het doen opnemen van water door knollen, waarin door afspruiten de neiging voor ontijdige knolvorming was ontstaan. Dit slaagde echter niet in voldoende hoeveelheid.

Nog eenige feiten dienen te worden beschouwd in het licht van de besproken theorie. Wanneer eenmaal onderzeeërs zijn gevormd en de temperatuur wordt hooger, groeien er meestal nog wel normale planten van. Dit kan op twee wijzen geschieden en wel doordat een nieuwe spruit uit den knol ontstaat, die normaal groeit zonder zich te verdikken (fig. 7), of doordat een nieuw gevormd knolletje aan zijn top uitgroeit tot spruit (fig. 8). Waarnemingen aan materiaal, dat onder gekontroleerde omstandigheden groeide, hebben aangetoond, dat het doorgroeien vooral plaats had in vochtigen bodem, bij betrekkelijk hooge temperatuur. We kunnen ons nu voorstellen, dat door vocht-opname weer concentratievermindering plaats heeft, hetgeen tot normalen groei kan leiden, vooral wanneer ook de temperatuur hooger wordt; verhooging van temperatuur beteekent n.l. vermeerdering van wortelvorming (verg. pg. 208) en dus vermeerderde wateropname. Door weging van knollen voor en eenigen tijd na het poten kon steeds een gewichtsvermeerdering worden vastgesteld, hetgeen ook reeds door SCHACHT (7) is gekonstateerd.

Resumeerende kunnen wij ons voorstellen, dat de neiging voor ontijdige knolvorming ontstaat tengevolge van vochtverlies, hetgeen tot concentratie-verhooging der opgeloste stof voert. Afspruiten werkt als vochtverlies en zodoende zijn alle factoren, die snelle spruitvorming en daarmee veel afspruiten in de hand werken, ook gunstig voor het optreden van de neiging voor onderzeeërvorming.

Door water-opname kan de concentratie weer verlaagd worden en kan normale groei intreden, nadat onderzeeërs zijn gevormd.

Op deze wijze is een verband gelegd tusschen ontijdige knolvorming en normale knolvorming. Beide ontstaan tengevolge van concentratievermeerdering der opgeloste stof. Bij normale knolvorming is er een direkte vermeerdering door de assimilatie, bij de ontijdige knolvorming is er een indirecte betrekkelijke vermeerdering der concentratie door vochtverlies. Het effect is in beide gevallen gelijk, n.l. knolvorming. Alleen de tijd der knolvorming is verschillend.

§ 9. DE INVLOED VAN HET RAS.

In de tot nog toe beschreven experimenten was vrijwel uitsluitend sprake van het ras Schotsche Muis, dat in hevige mate „vatbaar” is voor onderzeeërvorming. Bij een aantal rassen werd nu nagegaan in hoeverre de neiging voor ontijdige knolvorming kon worden te voorschijn geroepen door bewaring bij hooge temperatuur (16°) in het donker, hetgeen afspruiten noodig maakte. Tevens werden alle rassen ook aan het licht bewaard bij hooge temperatuur om na te gaan of nu de spruiting voldoende geredemd werd, zoodat hierdoor geen neiging voor ontijdige knolvorming ontstond.

De volgende rassen werden in het experiment opgenomen: Schotsche Muis, als vergelijkingsobject.

Bloemgraafjes, Burbank, Early Harvest, Ehnola, Green Mountain, Irish Cobbler, Julinieren, Koksiaan, Milord, Ronde Eersteling, op 27 September van Dr. J. OORTWIJN BOTJES te Oostwold ontvangen en ingezet.

Blauwpitten, Duke of York, Eigenheimer, Excelsior, Franschen, Lieuwe, Mirabilis, Negenwekers, Thorbecke, Triumph, afkomstig van het Laboratorium voor Aardappel-onderzoek te Wageningen en ingezet op 10 October.

Andijker Muizen, Atlanta, Enorm, Ideal, Monopool, Ninetyfold, Schoolmeester, op 16 October van den Heer P. GLAS te Broek op Langendijk ontvangen en ingezet.

Op 20 November werd Paul Kruger aan de proef toegevoegd,

afkomstig van Dr. J. OORTWIJN BOTJES en op 14 December werden nog Gladblaadjes en Sharpe's Victor ingezet, afkomstig van den Heer J. G. HAZELOOP te Alkmaar.

Alle rassen vormden in het donker zoo spoedig spruiten, dat alle minstens één keer moesten worden afgesproten.

Het vergelijkingsobject, Schotsche Muis, werd voor het poten 4 keer afgesproten. Krachtige spruiters bleken verder vooral Early Harvest, Ehnola, Green Mountain, Koksiaan, Duke of York, Eigenheimer, Excelsior, Andijker Muizen, Atlanta, Enorm, Ideal, Ninetyfold, die drie of meer keer werden afgesproten. De in het licht bewaarde partijen werden in het geheel niet afgesproten.

Op 21 Maart, 8 April en 21 Mei werden telkens van ieder ras 10 in 't licht bewaarde en 10 in 't donker bewaarde knollen uitgepoot.

De invloed van het later uitpoten uitte zich, zooals verwacht was, in dezen zin, dat het aantal onderzeeërs in den regel afnam naar mate later werd uitgepoot. Aangezien de bedoeling van de proef was om na te gaan of onder voor onderzeeërvorming gunstige omstandigheden onderzeeërs optraden, kan hier worden volstaan met de mededeeling van de resultaten der eerste uitpoting.

Geen der aan het licht bewaarde knollen is tot onderzeeër geworden; enkele dezer knollen vertoonden echter een vervroegde normale knolvorming, in het bijzonder Green Mountain.

Onderzeeërs zijn na donker bewaren opgetreden in de volgende rassen, met vermelding van het aantal tusschen haakjes: Schotsche Muis (8), Burbank (5), Early Harvest (2), Ehnola (8), Green Mountain (10), Koksiaan (1), Ronde Eersteling (6), Duke of York (4), Mirabilis (4), Thorbecke (4), Triumph (1), Andijker Muizen (1), Atlanta (5), Monopool (4), Paul Kruger (7).

Al deze rassen kunnen dus onderzeeërs vormen, doch geen één in zulk een sterke mate als Schotsche Muis, met uitzondering van Green Mountain, die ook bij de latere uitpotingen uitsluitend onderzeeërs vormde en tijdens de bewaring in het donker veel eerder tot knolvorming overging — nadat de normale planttijd was verstreken — dan eenig ander ras.

Verder is in deze proef weer duidelijk de gunstige werking van het licht tijdens de bewaring gebleken.

IV. HET OPTREDEN VAN ONDERZEEËRS IN BEPAAALDE JAREN.

In de praktijk komen onderzeeërs slechts in bepaalde jaren in dusdanige mate voor, dat ze belangrijke schade aanrichten. Uit den laatsten tijd zijn het vooral de jaren 1919 en 1922 geweest, waarin onderzeeërs sterk voorkwamen, verder in 1912, 1915 en 1917. Ook in 1924 kwamen ze hier en daar voor, echter niet op groote schaal.

In de vóorloopige mededeeling van 1923 werd er op gewezen, dat de regenval in het laatste gedeelte van den groei der poters zeer gering was in de jaren, die aan onderzeeër-jaren voorafgingen; dat verder de maand October meestal warm was en de daaropvolgende winter, evenals de tijd na het uitpoten, nogal koud.

Nu vervroegt droogte in het laatste gedeelte van den groei der poters het begin der spruiting. De op pag. 20 e.v. vermelde proef wees echter verder uit, dat droog gekweekte knollen in totaal minder spruit vormden dan vochtig gekweekte. De invloed der droogte is dus twijfelachtig en bovendien is het vaststellen van droogte in den tijd voor het rooien zeer moeilijk, omdat er niet een bepaalde rooitijd bestaat; deze wisselt van jaar tot jaaren is ook niet bij verschillende kweekers dezelfde.

Van groote beteekenis is echter de bewaartemperatuur. Dat onderzeeërs bij voorkeur optraden na koude winters werd verklaard uit een kunstmatige verwarming der bewaarplaatsen bij vorst of vorst-verwachting. Dit is mogelijk, het is echter uitermate moeilijk te bewijzen. Wel is de groote invloed van hooge temperatuur in het eerste gedeelte der bewaring gebleken (verg. pag. 194). De hooge temperatuur in de maanden October van de voor-onderzeeër-jaren kan dus grooten invloed hebben gehad. Hetzelfde geldt voor de lage temperatuur na het uitpoten.

Nu is het achteraf verklaren van verschijnselen als de onderzeeërvorming uit vroeger jaren veel moeilijker dan het vaststellen van de omstandigheden, waaronder het verschijnsel in kwestie te voorschijn is te roepen. Vooral bij de onderzeeërvorming, waarop zooveel factoren invloed hebben, is het moeilijk achteraf na te gaan welke faktor in een bepaald jaar de hoofd-schuldige is geweest. De meeste invloed zal wel hooge bewaar-temperatuur hebben gehad, vooral in het eerste gedeelte van de bewaring, gevolgd door lage temperatuur, na het uitpoten.

V. KULTUURMAATREGELEN TER VOORKOMING.

Het spreekt vanzelf, dat een direkt bestrijdingsmiddel voor onderzeeërs niet bestaat. Men zou in het doorgroeien van eenmaal gevormde onderzeeërs een genezing kunnen zien en als bestrijding middelen aan kunnen wenden, die het doorgroeien bevorderen. Afgescheiden van de vraag of praktisch toepasbare middelen hiertoe aangegeven kunnen worden, is er van een volkomen genezing toch nooit sprake, want steeds blijven de planten, die ontstaan uit een doorgegroeide onderzeeër, kleiner dan normale planten en hun ontwikkeling is dus achterlijk.

Maar door enkele goed toepasbare kultuurmaatregelen is het ontstaan van de neiging voor onderzeeërvorming te voorkomen. Reeds bij de afzonderlijke bespreking der factoren, die onderzeeërvorming in de hand werken, is telkens de praktische zijde van het vraagstuk besproken. Door het belang voor de praktijk is het echter dienstig hier naast elkaar de verschillende maatregelen te resumeeren.

Wat de voorgeschiedenis der poters betreft, zoo is de werking der factoren niet van dien aard, dat het nemen van maatregelen in deze periode van groote beteekenis kan zijn. Gewenscht is het gebruik van groote poters, die liefst niet te vroeg gerooïd moeten worden.

De belangrijkste factoren tijdens de bewaring zijn temperatuur en licht. Het behoeft na de afzonderlijke bespreking dezer factoren geen nadere toelichting, dat de hoofd-bestrijding bestaat uit: bewaren bij zoo laag mogelijke temperaturen — boven het vriespunt natuurlijk — vooral in het begin der bewaring en aan het volle licht. Bewaren aan het licht is niet noodzakelijk, wanneer de gemiddelde bewaartemperatuur 6 à 8° C. bedraagt; is men hiervan niet zeker, dan is licht-bewaring gewenscht. Het bewaren aan het licht wordt in de praktijk nog zeer weinig toegepast. Plaatselijke omstandigheden maken het vaak moeilijk toepasbaar. Toch ligt er in de licht-bewaring zulk een groot voordeel, dat men zich gerust eenige kosten kan getroosten om het mogelijk te maken. Een ideaal-bewaarplaats is een apart gebouw met glazen wanden en een glazen dak. Wanneer de poters dan in bakjes worden bewaard, die, wanneer ze op elkaar gestapeld zijn, licht-toetreding niet belemmeren, is aan de vereischten voldaan. Dat een dergelijke bewaring ook uit econo-

misch oogpunt is toe te passen, bewees de Heer NOTEBOOM te Klundert, die zelfs in de dure jaren na den oorlog tot het bouwen van een bewaarplaats met glazen wanden en glazen dak overging. Deze bewaarplaats is nog niet vorstvrij; bij vorstgevaar moet er worden gestookt. Dit geldt ook voor warenhuizen, die overigens ook goed zijn te gebruiken als bewaarplaats, waarschijnlijk echter economischer kunnen worden gebruikt.

Is de bewaring dusdanig geweest, dat geen neiging voor onderzeeërvorming is ontstaan, dan heeft de tijd van uitpoten geen invloed; bestaat er kans op de aanwezigheid der neiging, dan is het niet gewenscht om zeer vroeg uit te poten. Dit is bovendien niet noodig voor snelle ontwikkeling en het is in ieder geval veilig om het niet te doen. In geen geval zal het voordeel opleveren om voor April te poten; dan nog wachte men tot de gemiddelde temperatuur boven 6° is gestegen.

De voornaamste middelen ter voorkoming, die door het onderzoek aan het licht zijn gebracht, zijn dus:

- 1e. koel bewaren,
- 2e. aan het volle licht bewaren,
- 3e. niet te vroeg uitpoten.

*Instituut voor Phytopathologie,
Laboratorium voor Mycologie
en Aardappelonderzoek.*

S. J. WELLENSIEK.

Wageningen, September 1924.

GECITEERDE LITTERATUUR.

1. BERKNER—BRESLAU. Ueber schlechtes Auflaufen von Kartoffeln. *Die Kartoffel* **2**, 1922, 137—138.
2. BOTJES, J. OORTWIJN. Het gebruik van onrijpe aardappelknollen als pootgoed. *Cultura* **35**, 1923, no. 420, 279—288.
3. DIJT, M. D. Invloed van den roeitijd van aardappels op het optreden van degeneratieziekten in de nateelt. *Landb.k. Tijdschrift* 1924, 209—217. Zie pag. 211.
4. LÖHNIS, M. P. Onderzoek over *Phytophthora infestans* (Mont.) de By op de Aardappelplant. Diss. Utrecht 1922, 96 pag., 6 pl. Zie pag. 28.
5. RAPPARD, KONRAD VON. Beitrag zu den Untersuchungen über die chemisch-physiologischen Vorgänge während der Keimung der Kartoffel, mit besonderer Berücksichtigung der Wanderung der Eiweissstoffe und der Stärke. *Ann. d. Landwirtsch.* **50**, 1867, 293—313.
6. SACHS, JULIUS. Ueber den Einfluss des Tageslichts auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane. *Bot. Ztg.* **21**, 1863, 2e Beilage, 30 pag.
7. SCHACHT, HERMANN. Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. Berlin 1856, 30 pag. 32 gekl. en 80 zwarte fig.
8. SCHANDER. Gutachten zum Prozess u.s.w. *Angew. Bot.* **4**, 1922, 280—284.
- 8a. SCHLUMBERGER, OTTO. Die Gruppe der Abbauerscheinungen und ihre Bewertung bei der Anerkennung. In: *Anl. z. Saatenanerkennung*, pag. 148—160, Berlin, D.L.G., 1924.
9. SNELL, K. Versuche über die Wirkung des Abkeimens der Pflanzkartoffeln auf den Ertrag. *Mitt. Biol. Reichsanstalt* **21**, 1921, 245—246.
10. SNELL, KARL. Die Kartoffel. Freiburg i. Br. 1922, 96 pag., 26 fig.
11. VÖCHTING, HERMANN. Ueber die Bildung der Knollen. *Bibliotheca Botanica* no. 4, 1887, 55 pag., 5 fig. en 5 pl. met 37 fig.
12. VÖCHTING, HERMANN. Ueber die Keimung der Kartoffelknollen. *Bot. Ztg.* **60**, 1902, 87—114, 2 pl. met 18 fig.
13. VRIES, HUGO DE. Beitræge zur speciellen Physiologie landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. IV. Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen. *Landw. Jahrb.* **7**, 1878, 217—249, 2 pl. en in: *Opera e periodicis collata* III, 200—246.
14. VRIES, HUGO DE. Beitræge zur speciellen Physiologie landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. V. Wachstumsgeschichte der Kartoffelpflanze. *Landw. Jahrb.* **7**, 1878, 591—682, 2 pl. en in: *Opera e periodicis collata* III, 247—376.
15. WELLENSIEK, S. J. Ontijdige knolvorming bij vroege aardappels, (voorloopige mededeeling). *Med. v. d. Landbouwhoogeschool* **27**, no. 3, 1923, 24 pag., 7 fig. Litteratuurlijst pag. 22—23.

VERKLARING DER FIGUREN.

- Fig. 1. 2 knollen, in donker bewaard bij 4° , niet afgesproten.
- Fig. 2. 2 knollen, in donker bewaard bij 16° , $5 \times$ afgesproten.
- Fig. 3. 2 knollen, aan het licht bewaard bij 10° .
- Fig. 4. 2 knollen, bewaard bij $\pm 18^{\circ}$, de linker-knol aan het licht, (niet afgesproten), de rechter-knol in donker ($3 \times$ afgesproten)
- Fig. 5. Knolvorming, na zeer lange bewaring in donker opgetreden.
- Fig. 6. Ontijdige knolvorming (onderzeeër), na het uitpoten van een bij hooge temperatuur in donker bewaarde en vaak afgesproten moederknol opgetreden.
- Fig. 7. Doorgroeiende onderzeeër (eerste vorm).
- Fig. 8. Doorgroeiende onderzeeër (tweede vorm).
- Fig. 9. Knolvorming aan kunstmatig uitgedroogde moederknollen, links bij 4° , rechts bij 8° na het uitpoten.
- Fig. 10. Knolvorming aan kunstmatig uitgedroogde moederknol, bij 8° na het uitpoten.



