

EEN ONDERZOEK NAAR DE FAKTOREN, DIE ONTIJDIGE KNOLVORMING BIJ VROEGE AARDAPPELS BEPALEN

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR
IN DE LANDBOUWKUNDE AAN DE LANDBOUW-
HOOGESCHOOL TE WAGENINGEN, OP GEZAG VAN
DEN RECTOR-MAGNIFICUS J. VAN BAREN, HOOG-
LEERAAR IN DE DELFSTOF- EN AARDKUNDE, VOOR
EEN, — OVEREENKOMSTIG ART. 46, LID 4 VAN DE
WET VAN 15 DECEMBER 1917 TOT REGELING VAN
HET HOOGER LANDBOUW- EN VEEARTSENIJKUN-
DIG ONDERWIJS (STAATSBLAD No. 700), — DAAR-
TOE BENOEMDE COMMISSIE UIT DEN SENAAT,
TE VERDEDIGEN OP VRIJDAG 7 NOVEMBER DES
NAMIDDAGS TE VIER UUR

DOOR

SUSAN JACOBUS WELLENSIEK
GEBOREN TE AMSTERDAM



H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

1924

Bij het bereiken van deze mijlpaal in mijn leven is het mij een behoefte een woord van hartelijken dank te brengen aan allen, die mij hierbij hebben geholpen.

Door Uw onvergetelijke lessen, Hooggeleerde GILTAY, is bij mij de lust tot eigen wetenschappelijk onderzoek ontwaakt. Gij leerde mij de hoofd-vereischte hiervoor, n.l. streven naar de grootst mogelijke exaktheid.

Van U, Hooggeleerde HONING, leerde ik niet alleen de groote bekoring kennen, die uitgaat van de studie der erffactoren, maar ook de noodzakelijkheid van nuchtere kritiek bij natuurwetenschappelijk onderzoek.

Veel verder dan met betrekking tot de tuinbouw-studie strekte Uw belangstelling, Hooggeleerde SPRENGER, zich tot mij uit. Zeer erkentelijk ben ik U voor de vele raadgevingen, die ik steeds van U mocht ontvangen, zoowel op het gebied van theorie en praktijk der tuinbouwplantenteelt als op dat van de praktijk van het dagelijksche leven.

Al mocht ik niet het voorrecht smaken, Hooggeleerde BLAAUW, eenigen tijd onder Uw persoonlijke leiding te werken, toch onder-vond ik vele malen bewijzen van Uw voortdurende belangstelling. In het bizonder dank ik U voor eenige zeer waardevolle opmerkingen in verband met het onderwerp mijner dissertatie.

Ik dank U, Hooggeachte HARTOGH HEYS VAN ZOUTEVEEN en RAMAER, dat Gij mij voor eenzijdigheid in mijn ontwikkeling hebt behoed en mijn oog hebt geopend voor het schoone in tuin, stad en landschap.

Gij, Hooggeleerde QUANJER, ontsloot voor mij het zoo uitermate boeiende gebied van het abnormale. Meer erkentelijk ben ik U nog, Hooggeachte Promotor, voor de vele moeite, die U zich hebt getroost om mij werkgelegenheid te verschaffen ten-einde mijn onderzoek te kunnen verrichten en voor Uw onvermoeide hulp en aanmoediging hierbij. Uw werkkraft en doorzettungsvermogen, die ik gedurende mijn assistentschap leerde kennen, zullen mij steeds als voorbeeld voor oogen blijven.

STELLINGEN.

1.

Het verschijnsel der draadvormige spruiten bij aardappels (Fadensprosse, spindling sprouts, filosité) komt in minstens twee verschillende vormen voor.

2.

Mits een monsterkeuring wordt gehouden, behoeft bij veldkeuring van aardappels op gezondheidstoestand niet op Rhizoctonia-aantasting te worden gelet, terwijl bij import of export het vóórkomen van Rhizoctonia-sklerotiën op de knollen geen reden behoeft te zijn deze uit te sluiten.

3.

De door DUGGAR vermeende identiteit tusschen Rhizoctonia Solani Kühn en Moniliopsis Aderholdii Ruhland bestaat niet. (Ann. Missouri Bot. Garden 3, 1916, 1—10.)

4.

Knopvariëties, optredende in heterozygoten en van de uitgangsvorm verschillend in één erfelijk kenmerk, kunnen worden verklaard door een uitwisseling van chromosoomstukken aan te nemen, in het metaphase-stadium van een aequatie-deeling.

5.

De genetische samenstelling der peulkleuren bij rassen van Pisum wordt bepaald door drie factoren, te symboliseeren door A_1 , Gp en P_1 , die aldus werken:

A_1 : Grondfaktor voor roode en violette kleur; identiek met of absoluut gekoppeld met de grondfaktor voor bloemkleur; op zichzelf zonder effect.

Gp: maakt zonder P_1 de peulkleur groen; de recessieve allelomorph maakt zonder P_1 de peulkleur geel.

P_1 : geeft met A_1 en met Gp violet, met A_1 en zonder Gp rood; zonder A_1 onwerkzaam.

6.

Voor een invoering van patenteering van nieuwe rassen der tuinbouwgewassen ontbreekt thans nog de noodige fundamentele kennis.

7.

In de groenteteelt verdient het om de twee of drie jaar verplaatsen van warenhuizen aanbeveling boven het voortdurend op dezelfde plaats blijven.

8.

De moderne eischen der steden-uitbreiding maken het noodzakelijk, dat aan den tuinkunstenaar hierbij een voorname rol wordt toegekend.

9.

Ter behoud van het laatste restje van het kultuur-historische Wageningsche Eng-landschap is beperking der bebouwing tot enkele gedeelten een gebiedende eisch.

10.

Het grondprincipe, waarop doelbewust ingrijpen in de ontwikkeling der kultuurgewassen berust, n.l. ontwikkeling van het genotype in een gewenschte richting onder invloed van bepaalde uitwendige faktoren, vormt tevens het grondprincipe, waarop opvoeding moet berusten.

INHOUD.

	Blz.
I. Inleiding.	10—13
§ 1. Het vraagstuk	10
§ 2. De knollen van Schotsche Muis en hun spruitvorming	11
§ 3. De behandeling der pootaardappels in de praktijk	13
II. De litteratuur.	14—16
III. Experimenteel gedeelte	17—53
§ 1. Vroegere resultaten	17
§ 2. Opzet van het verdere onderzoek	17
§ 3. Methode van onderzoek	18
§ 4. De voor-geschiedenis der poters	20—25
1. Bodemvochtigheid	20
2. Rooitijd	22
3. Knolgrootte	23
§ 5. De bewaring	25—39
1. Temperatuur	25
2. Licht	27
3. Lucht-vochtigheid	30
4. Behandeling van het pootgoed	30
§ 6. Invloeden na het uitpoten	39—45
1. Temperatuur	39
2. Bodemvochtigheid	42
§ 7. Samenvatting; de samenhang der verschil- lende factoren	45
§ 8. Inwendige veranderingen in den knol bij het ontstaan van de neiging voor ontij- dige knolvorming	46
§ 9. De invloed van het ras	52
IV. Het optreden van onderzeeërs in bepaalde jaren	54
V. Kultuurmaatregelen ter voorkoming	55
Geciteerde Litteratuur	57
Verklaring der figuren	58

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

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

²⁾ De nummers tusschen haakjes verwijzen naar de litteratuur-lijst op pg. 57.

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 SCHOTSCHER 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 langwerpige-ovaal. Aan de basis bevindt zich het navelende, waarmee de knol aan de stelo heeft vastgezet. 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 turgescens 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 POOTAARDAPPELS 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 rooitijd 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. Analooq 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. 39—45), 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 genummerd en 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 kaartstelsel 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 groter 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 spruitmateriaal 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 spruitvorming beginnen, doch dat het verdere verloop der spruitvorming 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 spruitmateriaal 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 eenerzijds 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 aardappels, 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:

rooitijd-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.*

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	Grenswaarden 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

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. nietspruiten, 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 hogere 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 hogere 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 hogere bewaartemperatuur 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 hogere 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 rootijdsproef direct na het rooien bij 2° werden gebracht en later werden geplaatst bij hogere 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 hogere 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 aller-eerste 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 plotseeling 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

koele bewaring, zooveel mogelijk onder 6 à 8°. Ook bij hogere 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 hogere temperatuur (18 à 20°). Deze temperatuur is echter hoger 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. 51).

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 afspruiten 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 groote luchtvochtigheid voor spruitvorming gunstig is, dat dus misschien een te snelle spruitvorming zou plaats hebben tengevolge van de te groote luchtvochtigheid. Het is echter beter om spruitvorming tegen te houden door bewaring bij lage temperatuur of aan het licht dan om door groote 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

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 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 hogere temperaturen na het uitpoten; bij weinig afspruiten kw

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.

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 uitpoten 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.

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 hogere 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 hoge 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

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.

VERKLARING DER FIGUREN.

- Fig. 1. 2 knollen, in donker bewaard bij 4°, niet afgesproten.
Fig. 2. 2 knollen, in donker bewaard bij 16°, 5 × 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 × afgesproten).
Fig. 5. Knolvorming, na zeer lange bewaring in donker opgetreden.
Fig. 6. Ontijdige knolvorming (onderzeeër), na het uitpoten van een bij hoge 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.

