

STICHTING VOOR AARDAPPELBEWARING

WAGENINGEN

•

Publicatie No 106 Serie A

**WAARNEMINGEN
OVER DE KNOLZETTING EN DE KNOLGROEI
VAN DE AARDAPPELPLANT**

DOOR

Mej. N. KRIJTHE



Wageningen, September 1955

INLEIDING.

Ondanks het omvangrijke onderzoek aan aardappelen verricht, is er tot nu toe betrekkelijk weinig aandacht besteed aan de groei van aardappelknollen vanaf de eerste aanleg tot het tijdstip van de oogst. De uitgebreidste onderzoekingen hierover zijn uitgevoerd in Amerika (Clark 1921; Smith 1938), terwijl ook in Duitsland aandacht aan dit vraagstuk werd besteed.

De directe aanleiding tot het volgende onderzoek was het vraagstuk over het verband tussen de voorkiem-methode, het aantal spruiten op de potter en de sortering bij de oogst. Er zijn echter ook andere vraagstukken op het gebied van het aardappelonderzoek, waarbij de nauwkeurige studie van de knolgroei een steun kan geven. Het huidige onderzoek zal nog over een aantal jaren worden voortgezet, waarbij met een groter aantal aardappelplassen zal worden gewerkt dan tot dusver, terwijl ook de omstandigheden, waaronder de planten groeien, zullen worden gevarieerd; tot nu toe werd alleen gewerkt met aardappelen, die op vochthoudende zandgrond groeiden.

WERKMETHODE.

Het onderzoek werd in de verschillende jaren uitgevoerd met enkele rassen, waarvan het pootgoed òf op verschillende wijzen was voorgekiemd (1953), òf van verschillende grootte was (1954), òf in de winter onder verschillende omstandigheden was bewaard en daarna op verschillende wijzen was voorgekiemd (1955). Dit werd gedaan om de invloed van deze behandelingen op de knolgroei te bestuderen.

Alle rassen en alle aardappelen van één ras, die verschillend waren behandeld, werden op dezelfde datum in het veld uitgepoot, elk jaar in vochthoudende zandgrond. Veertien dagen na het potten werden van elk object 10 planten geroid, daarna werd meestal elke week geroid. Na het rooien werden de planten nauwkeurig bestudeerd; in 1953 en in 1954 werden alle planten volledig beschreven, in 1955 werd dit laatste alleen gedaan bij de eerstgeroide planten. Bijzondere aandacht werd geschonken aan de ontwikkeling van de stolonen, hun plaats aan de stengels en de plaats, waar de grootste en de kleinste knollen zich bevinden. Als maat voor de grootte van de knollen werd hun lengte genomen, daar dat voor dit soort werk de meest geschikte methode bleek te zijn.

HET GEI RUIKTE Pootgoed EN ZIJN BEHANDELING

1953 rassen: Bintje, Eigenheimer, Voran.
potergrootte: 35/40 mm 1) (zie volgende pagina)

- behandelingen: 1. winterbewaring bij 2°C, voorkiemen bij 20°C - dit object is genoemd "snel voorkiemen" 2).
2. winterbewaring bij 2°C, voorkiemen bij geleidelijk hogere temperaturen: 5°-7°-9°C - dit object is genoemd "geleidelijk voorkiemen" 2).

- 1954 rassen: Bintje, Voran.
potergrootte: 35/40 mm 1), gesorteerd in 3 grootten: "groot", "midden" en "klein".
behandeling: winterbewaring bij 2°C, voorkiemen bij 20°C 2).
- 1955 rassen: Eersteling, Bintje, Eigenheimer, Meerlander, IJsselster.
potergrootte: 35/40 mm 1).
behandelingen: 1. winterbewaring in een glazen poterbewaarplaats.
2. winterbewaring bij 2°C, voorkiemen bij 9°C 2).
3. winterbewaring bij 2°C, voorkiemen bij 20°C 2).
4. winterbewaring met buitenluchtkoeling, voorkiemen bij 9°C 2).
5. winterbewaring met buitenluchtkoeling, voorkiemen bij 20°C 2).

RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

Bij de bestudering van de volledige planten van elke rooing werd geconstateerd, dat de plaats aan de plant, waar de grootste knollen groeien steeds ongeveer dezelfde is. Hetzelfde bleek het geval te zijn bij de middelgrote en de kleinere knollen. Hoewel de aardappelrassen verschillen vertonen wat betreft aantal en vertakking van de stengels en lengte, aantal en vertakking van de stolonen, is er toch een grote overeenkomst in de plaatsing van de grote, middelgrote en kleine knollen aan de planten. Zo is het mogelijk het in Fig. 1 afgebeelde, algemene schema van een aardappelplant te geven. Voor een nauwkeurige beschrijving van een aardappelplant wordt verwezen naar een voorgaande publicatie (Krijthe, 1946).

- 1) Deze sortering werd op de gewone manier, zoals ook in het commerciële verkeer gebruikelijk is, bepaald.
- 2) De poters van alle objecten hadden op het moment van poten dezelfde kiemlengte. Dit betekent, dat de tijd van voorkiemen bij 9°C langer was dan die bij 20°C.

A. Knol met spruit.

B. Toestand na planten, de stengel komt juist boven de grond.

C. Toestand tijdens de knolvormingsperiode.

1. hoofdstengel; de stengel die regelrecht uit de moederknol komt.
2. bovengrondse zijstengel; een stengel met bladeren, die ontspringt uit het bovengrondse deel van de hoofdstengel.
3. ondergrondse zijstengel; een stengel met bladeren, die ontspringt uit het ondergrondse deel van de hoofdstengel.
4. stoloon van de 1^o orde; deze ontspringt uit de hoofdstengel.
5. stoloon van de 2^o orde (zijstoloon); deze ontspringt uit een zijstengel of uit een stoloon van de 1^o orde.

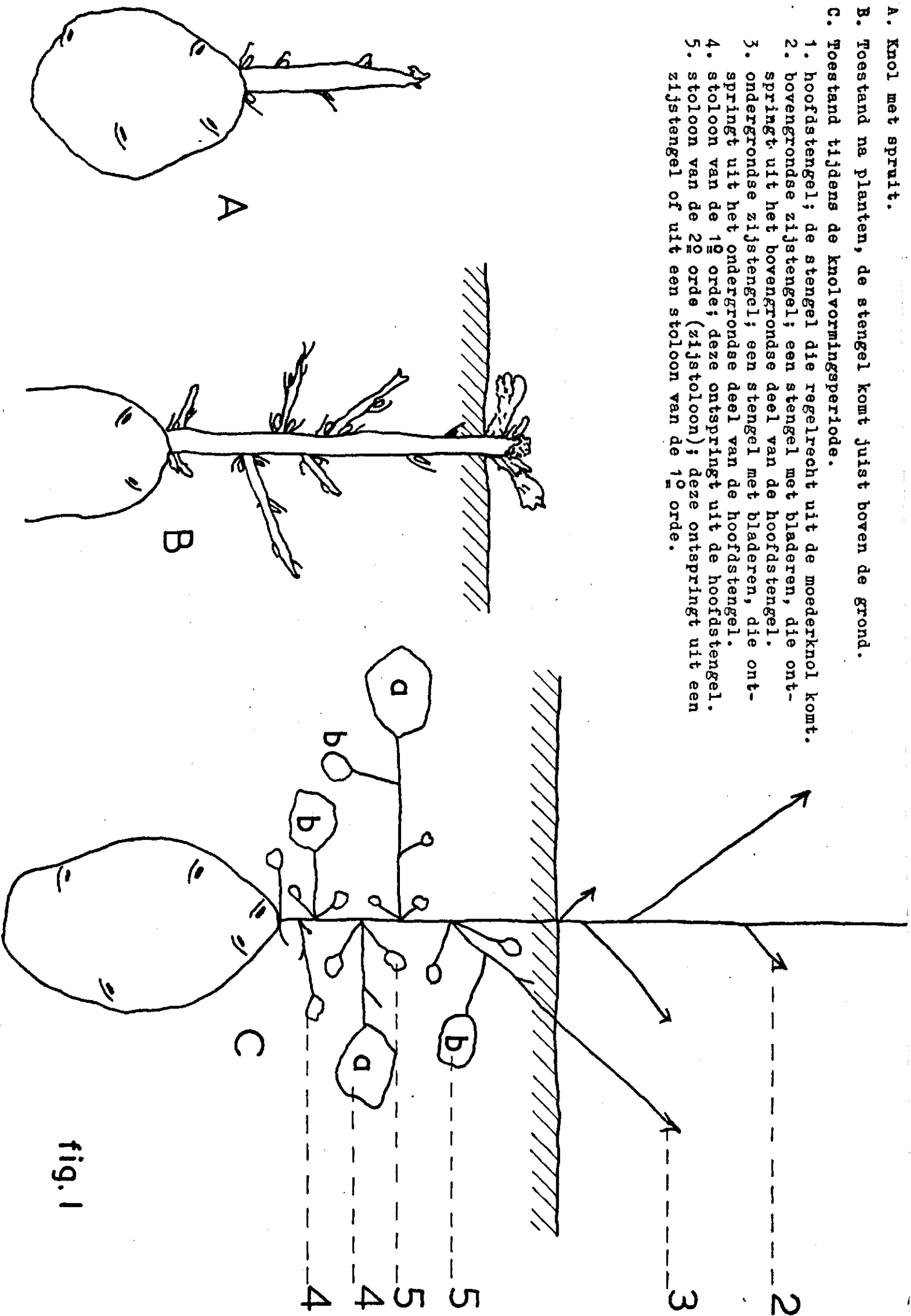


fig. 1

Een pootaardappel ontwikkelt een spruit (Fig. 1 A); dit is een compacte stengel met kleine bladeren en kleine knoppen in de oksels van de bladeren. Na het poten gaat de spruit zich strekken en beginnen de knoppen in de oksels van de kleine bladeren zich te ontwikkelen (Fig. 1 B). Deze zich ontwikkelende knoppen kunnen uitgroeien tot stolonen (Fig. 1 C-4) of tot stengels, die uit de grond komen en zich ontwikkelen tot stengels met bladeren (Fig. 1 C-3). De stolonen en de ondergrondse delen van deze stengels dragen op hun beurt weer kleine (rudimentaire) bladeren met knoppen in de oksels (Fig. 1 B), en deze knoppen kunnen zich ontwikkelen tot stolonen van de 2^e orde (Fig. 1 C-5).

De plaats van de knollen.

Aan de top van elke stoloon kan zich een knol ontwikkelen.

De grootste knollen worden niet gevonden aan de stolonen, die zich dicht bij de basis van de spruiten bevinden maar aan de stolonen, die de 3^e, 4^e of 5^e plaats vanaf de basis van de spruiten innemen (Fig. 1 C-a).

De knollen van gemiddelde grootte worden gevonden:

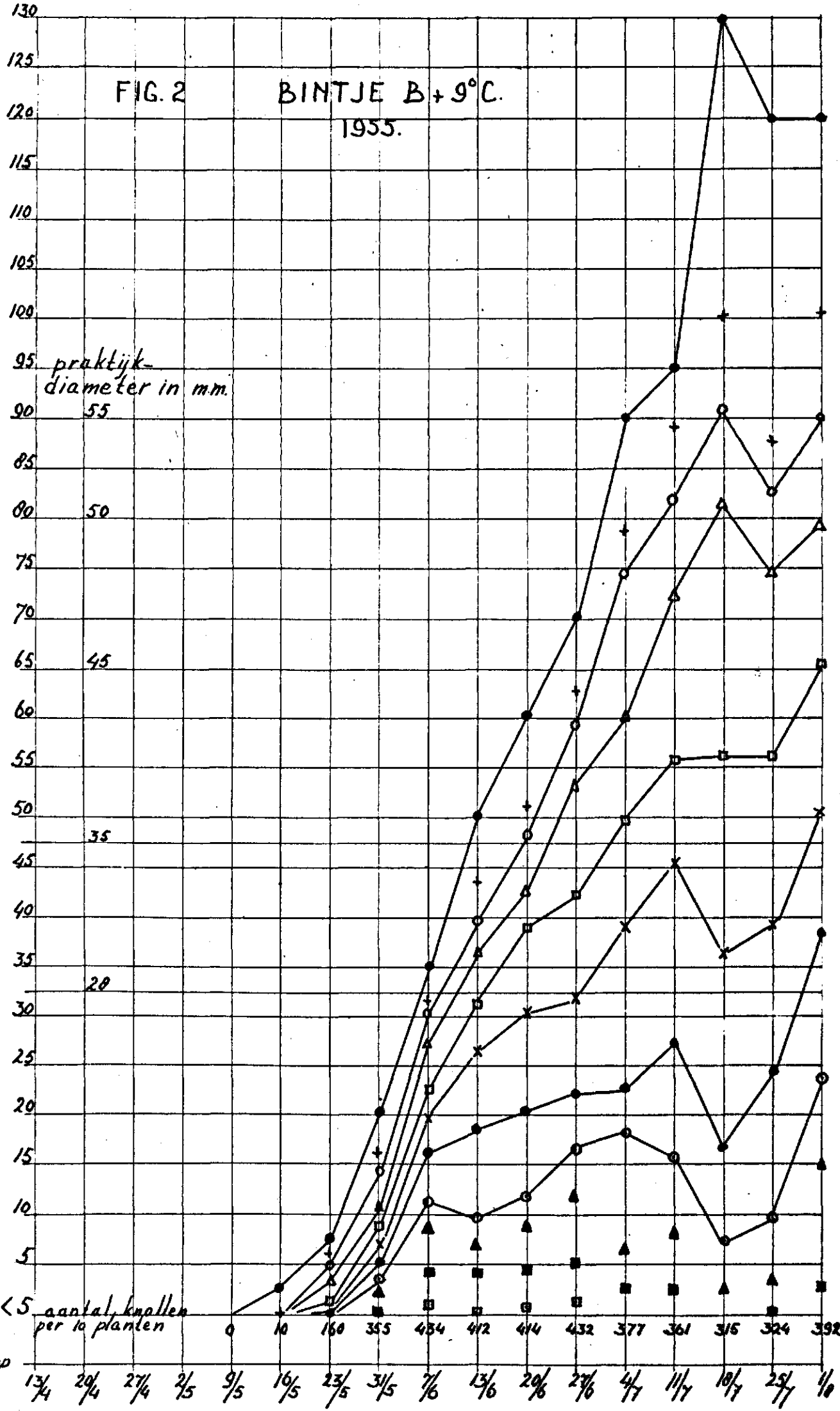
- 1^o aan stolonen van de 1^e orde meer of minder ver van de basis van de spruiten;
- 2^o aan stolonen van de 2^e orde, die zijn voortgekomen uit stolonen met de grootste knollen aan hun uiteinde;
- 3^o aan stolonen van de 2^e orde, die zijn voortgekomen uit een ondergrondse zijstengel.

Deze 3 typen van knollen van gemiddelde grootte zijn afgebeeld in Fig. 1 C-b.

De kleinere en kleinste knollen bevinden zich aan de andere stolonen; in het algemeen aan secundaire stolonen en aan stolonen van de 1^e orde, die een ongunstige plaats hebben.

Alvorens over te gaan tot bespreking van de resultaten van de metingen der geocogste knollen op de verschillende rooidata, zij de aandacht gevestigd op de volgende algemene tendenzen:

- 1^o Het schijnt, dat een grote knol aan het uiteinde van een stoloon een voedselstroom aantrekt, welke voedselstroom tegelijkertijd een betere ontwikkeling veroorzaakt van de knollen aan stolonen van de 2^e orde in de nabijheid van de grote knol.
- 2^o Als een plant verschillende stengels heeft, bevinden de grote knollen zich aan elk van deze stengels. Zo bevinden er zich van de 10 grootste knollen van een plant met 5 stengels 2 aan elke stengel. Dit is althans de regel; bij aanwezigheid van afwijkingen is hiervoor een



oorzaak aan te wijzen, bijvoorbeeld dat een der 5 stengels achterlijk is gebleven, in welk geval hij allicht niet twee van de grootste knollen zal dragen.

De knolzetting en de knolgroei.

In Fig. 2 zijn van het object Bintje 1955 de resultaten van de metingen der geogste knollen grafisch weergegeven. Op de abcis is uitgezet het tijdsverloop tussen poten en roeien; n.l. 2 weken, 4 weken, 5 weken etc. Op de ordinaat is uitgezet de lengte in mm van de geogste knollen. De cijfers 0, 10, 160 392 geven het totaal aantal aanwezige knollen per roeiing van 10 planten. De knollen zijn ingedeeld in verschillende grootteklassen:

- . lengte van de grootste knol van 10 geogste planten;
- △ de gemiddelde lengte bij 10 planten van de 4^e knol, d.w.z. de op 3 na grootste knol per plant;
- de gemidd. lengte bij 10 plantenv.d. 8^e knol, verkregen als te voren;
- × " " " " " " " 12^e " , " " " " " ;
- " " " " " " " 16^e " , " " " " " ;
- ⊙ " " " " " " " 20^e " , " " " " " ;
- ▲ " " " " " " " 24^e " , " " " " " ;
- ▣ " " " " " " " 32^e " , " " " " " ;
- ⊞ " " " " " " " 40^e " , " " " " " ;
- ∞ " " " " " " " 50^e " , " " " " " ;
- ∧ " " " " " " " 60^e " , " " " " " ;

Door de overeenkomstige tekens van de verschillende rooidata te verbinden, worden lijnen verkregen, die de groei weergeven van de knollen van de diverse lengteklassen.

In de Figuren 3 t/m 8 zijn van enkele objecten van verschillende rassen de resultaten van de metingen der geogste knollen in 1953, 1954 en 1955, op gelijke wijze uitgezet.

Om deze grafieken te kunnen samenstellen wordt van de veronderstelling uitgegaan, dat de grootste knollen vanaf de knolzetting tot aan de oogst de grootste blijven, evenzo voor alle andere knolgrootten. Zoals reeds werd uiteengezet, bevinden zich de grootste knollen bij elke roeiing op dezelfde plaats aan de plant. Dit laatste maakt de geopperde veronderstelling waarschijnlijk.

Uit de grafieken kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- I De initiële ontwikkeling (knolzetting) voltrekt zich over het algemeen in 2 tot 3 weken. Deze conclusie is gebaseerd op het feit, dat

FIG. 3 BINTJE "SNEL" 1953

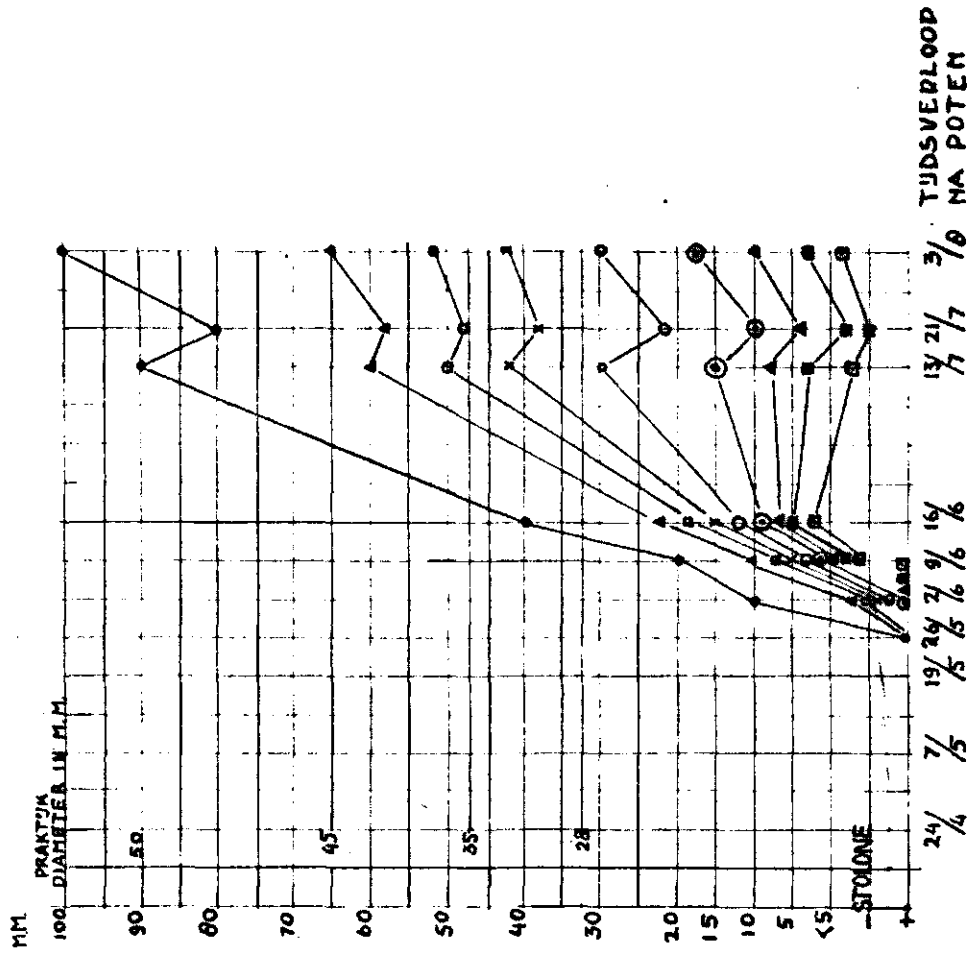


FIG. 4

EIGENHEIMER "SNEL" 1953

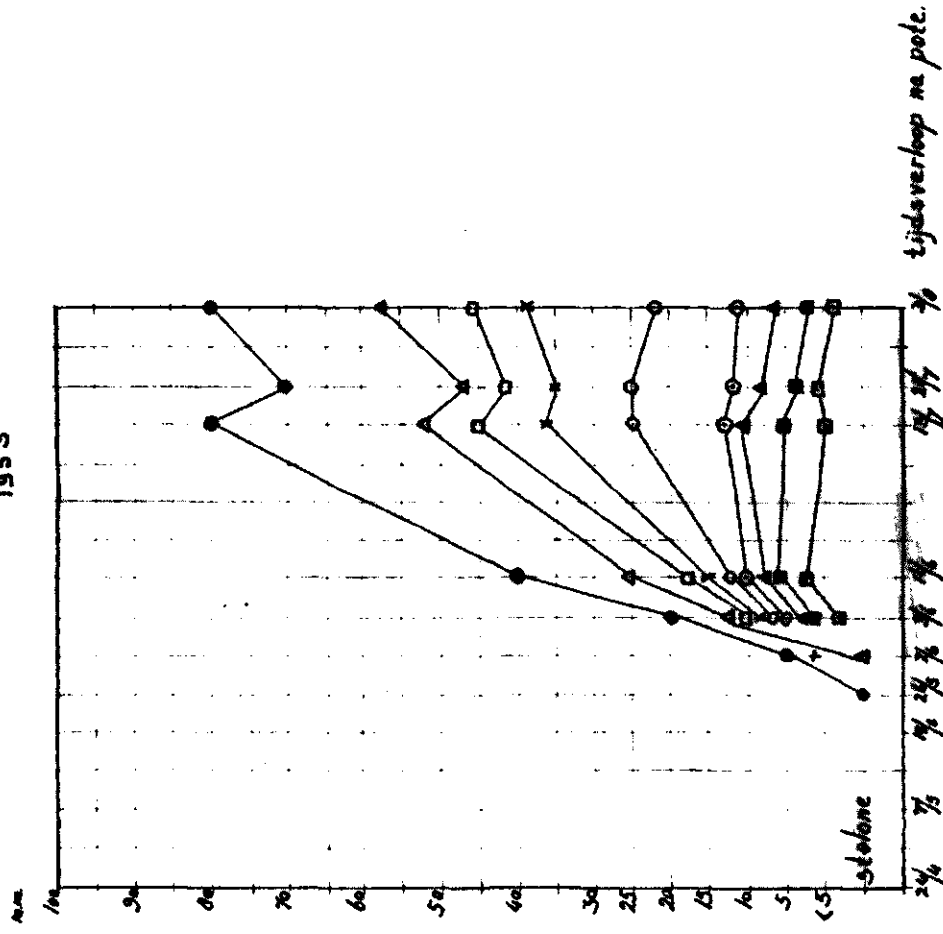


FIG. 5

VORAN "SNEL" 1953

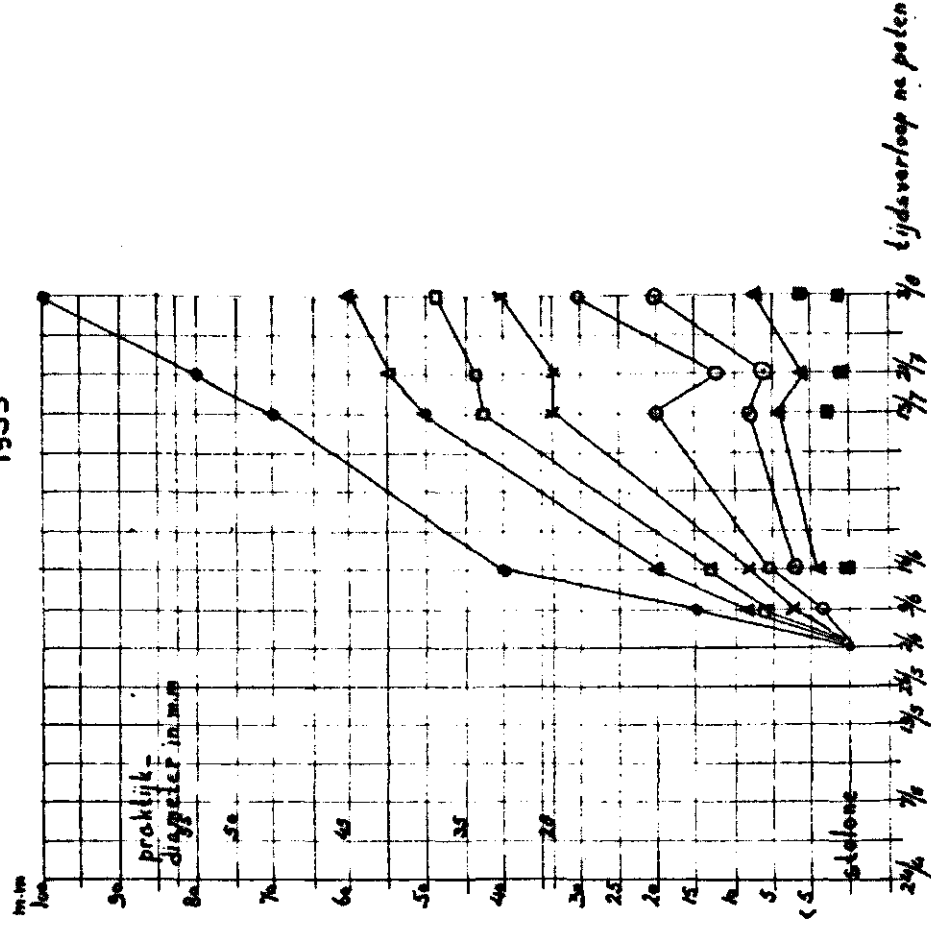


FIG. 6

BINTJE "KLEIN" 1954

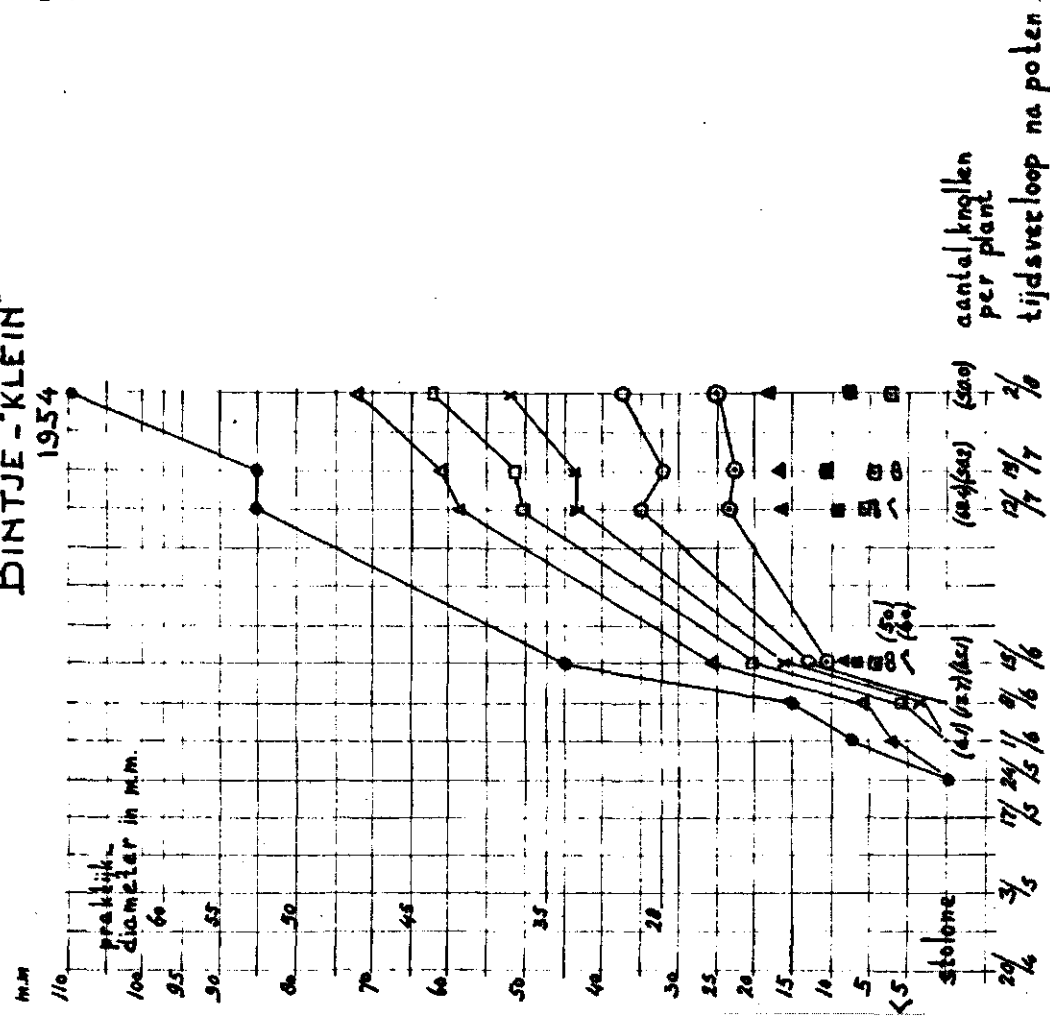


FIG. 7

VORAN "KLEIN" 1954

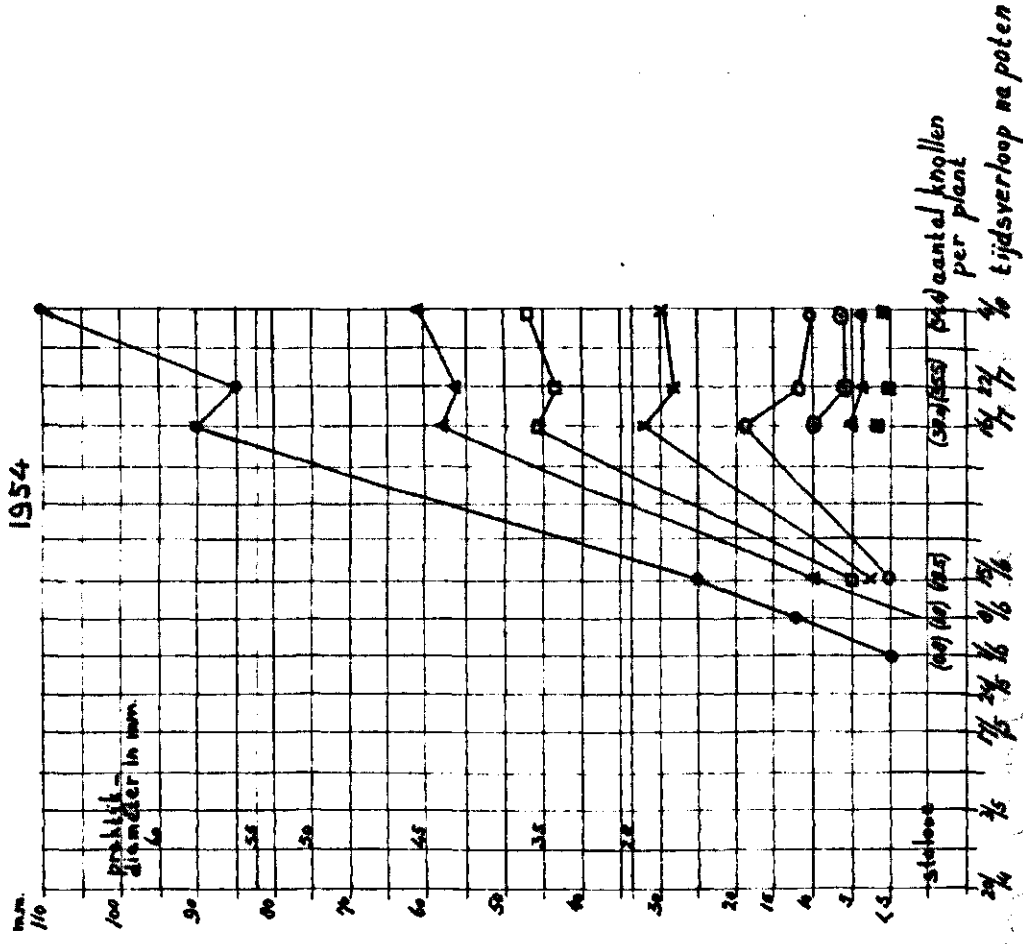
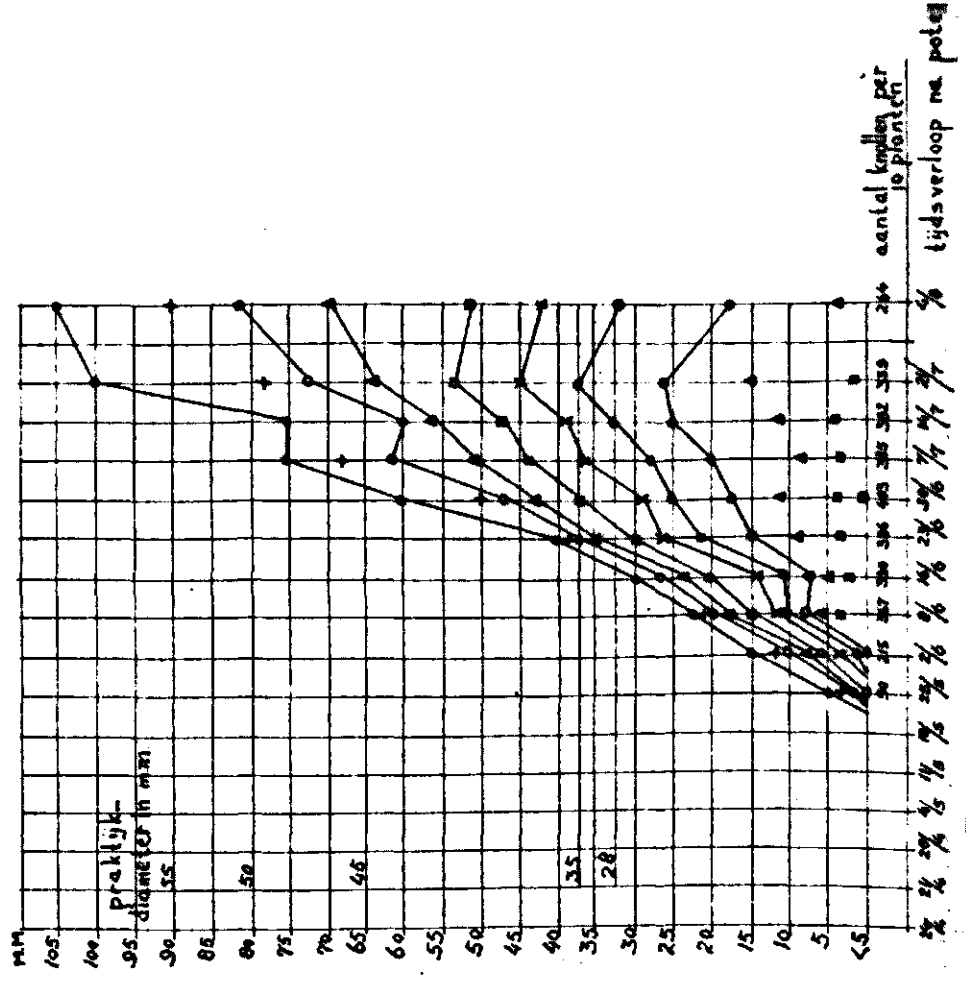


FIG. 8

IJSSELSTER B + 9°C 1955



zoals bijv. in Fig. 2, het aantal knollen dat op 7 Juni aanwezig is, later nooit meer wordt overtroffen en dat op deze datum alle categorieën zijn vertegenwoordigd (zie de verschillende tekens in de grafiek).

- II De lijnen divergeren hetgeen betekent, dat de grootste knollen het snelst groeien; hoe kleiner de knollen, hoe langzamer de groei. De knollen, die 20^e of 24^e in grootte zijn, of nog kleiner, groeien na de zetting helemaal niet meer en verdwijnen soms vóór het rooien in Augustus.
- III Er worden vele knollen gevormd, doch slechts ongeveer de helft van het totale aantal groeit uit tot een grootte van economisch belang. Bij telling bleken niet meer dan 16 tot 20 uit een totaal van 35 tot 50 knolzettingen, uit te groeien tot voldoende grootte.

Wat betreft de eerste conclusie zij nog het volgende opgemerkt. De periode van knolzetting begint 5 of 6 weken na het poten. Fig. 9 en Fig. 10 tonen respectievelijk Bintje 1955 en Eersteling 1955 in het veld tijdens het begin van de periode van knolzetting.



Fig. 9. Bintje 1955 in het veld op 24 Mei, 6 weken na het poten.



Fig. 10. Eersteling 1955 in het veld op 24 Mei, 6 weken na het poten.

Een aantal planten geroid op 24 Mei, zijn afgebeeld op Fig. 11 en 12.



Fig. 11. Bintje 1955, geroid op 24 Mei. Deze plant had 16 knollen waarvan de grootste knol 8 mm lang was.



Fig. 12. Eersteling 1955, geroid op 24 Mei. Deze plant had 47 knollen waarvan de grootste knol 10 mm lang was.

De Figuren 13 en 14 tonen Bintje één, respectievelijk twee weken later.



Fig. 13. Bintje 1955 op 31 Mei, 7 weken na het poten. Deze plant had 32 knollen, waarvan de grootste knol 15 mm lang was.



Fig. 14. Bintje 1955, op 6 Juni. Deze plant had 40 knollen, waarvan de grootste knol 3 cm lang was

In 1955 werd als gemiddeld aantal knollen per plant bij Bintje gevonden 39.

In verband met de tweede conclusie zij aangehaald een opmerking, die Ir A. Rozendaal maakte, toen hij de hierboven gepubliceerde grafieken zag: "de grote knollen groeien het hardst, dat verklaart waarom wij aan een plant altijd in de grootste knollen virus vinden en niet in de kleine".

De derde conclusie geeft aanleiding op te merken, dat wanneer een aardappelras of een op enigerlei wijze behandelde partij aardappelen te weinig knollen levert bij de oogst, dit niet daaraan moet worden geweten, dat de plant niet een voldoende groot aantal knollen vormde, maar dat een

te klein aantal van de gevormde knollen tot bruikbare knollen uitgroeide. Wij zijn er van overtuigd, dat voor elk aardappelras een behandeling, tijdens de bewaring en op het veld, te vinden is, waarbij een voldoende aantal knollen tot uitgroeien komt.

Verder kan over de grafieken nog de volgende opmerking worden gemaakt. Zij vertonen alle in 1953 en 1954 (ook de vele niet gepubliceerde) in de derde week van Juli een knik in de knolgroei-lijnen. Dit betekent dus, dat in deze derde week van Juli de knolgroei heeft stilgestaan. Daar tussen medio Juni en medio Juli niet werd gerooid (1953, 1954), is het niet bekend of deze stilstand eerder dan midden Juli is begonnen. Echter, de richting en de mate van stijging van de lijnen in 1953, 1954 en in 1955 duiden er wél op, dat de factor, die deze knik heeft veroorzaakt, niet veel eerder kan zijn gaan werken. Een verklaring voor dit verschijnsel kan niet worden gegeven doch wordt gezocht in twee verschillende richtingen:

- 1° in deze tijd hebben de aardappelplanten nieuwe groei vertoond uit de okselknoppen van de hoogste bladzjes aan de stengels: "het veld wordt weer groen";
- 2° in de derde week van Juli is in Nederland voor de aardappel het kritieke moment bereikt, waarop de watervoorraad in de grond niet voldoende meer is voor een gewas aardappelen, gemiddeld berekend over vele jaren (mondelinge mededeling van onderzoekers betrokken bij het onderzoek inzake klimaat-analyse - Laboratorium voor Natuurkunde, Wageningen en K.N.M.I. de Bilt).

Als slotopmerking over de knolvormingsperiode van 2 à 3 weken zij vermeld, dat wij de indruk hebben, dat juist in deze periode de plant zeer gevoelig is. Door in het veld elke week een rij planten weg te halen, zowel bij het begin als aan het eind van de knolvorming, kregen de overblijvende rijen de beschikking over een dubbele rijafstand. Het bleek, dat de planten, die deze dubbele ruimte kregen bij het begin van de knolvorming (1 Juni 1954), veel meer opbrachten dan de planten, die 14 dagen later vrij kwamen te staan. Hiervoor zijn 3 verklaringen mogelijk:

- 1° de grotere ruimte in een vroeg stadium werkt gunstig;
- 2° de wortelbeschadiging (door wegnemen van de belendende rijen) werkt op 14 Juni veel ongunstiger dan op 1 Juni (grotere droogte?);
- 3° de onder 1 en 2 genoemde factoren werken gelijktijdig.

Het staat echter wel vast, dat dit knolvormingsstadium belangrijk is voor de plant. Misschien mag zelfs worden gezegd, dat in deze periode voor de aardappelen in Nederland de beslissing valt over de grootte van de oogst.

Afwijkende knolvorming.

Het bovenstaande heeft betrekking op wat men zou kunnen noemen, de normale knolvorming. Ook hierover bestaan, bijv. in Nederland, meningsverschillen. Als tijdstip van de knolvorming wordt daar soms aangeduid: het begin van de bloei, Fig. 9 en 10 laten evenwel duidelijk zien, dat dit tijdstip veel vroeger valt. Echter moet worden bedacht, dat ons onderzoek betrekking heeft op voorgekiemde pootaardappelen, terwijl de zojuist medegedeelde mening misschien slaat op niet voorgekiemde poters; de laatste zijn niet in het onderzoek betrokken.

In de boven aangehaalde publicatie van Clark (1921) wordt gezegd: "tuberformation begins, in general, at about the end of the period of flowerbud development for late varieties when the buds have started to open". Dit was dus in Amerika, in Colorado (Greely) en Maine. Waarschijnlijk zijn in dit Amerikaanse onderzoek ook niet-voorgekiemde poters gebruikt, terwijl mogelijkerwijs ook andere invloeden een rol kunnen spelen, bijv. bodem- en klimaatverschillen.

Het is overigens gemakkelijk genoeg om naast de normale knolvorming ook een knolvorming te krijgen, die hetzij wat het tijdstip betreft, hetzij anderszins, afwijkend kan worden genoemd.

De literatuur vermeldt een aantal mogelijkheden om de aardappelplant tot nieuwe knolvorming te stimuleren (Schacht 1854; Hugo de Vries 1878; Vöchting 1887).

Wij noemen thans enkele zelf waargenomen gevallen:

1. In Fig. 15 is een Eersteling -plant afgebeeld, die reeds 15 dagen na het planten in het open veld knollen had gevormd en toch nauwelijks boven de grond kwam. Het was gedurende deze 14 dagen opvallend zonnig weer en er trad geen vorst op. In Januari was de eerste kiem verwijderd, waarna zich de "2^e" kiemen ontwikkelden waarmede werd geplant.

Fig. 15. Eersteling geplant 7 April, geoogst 22 April 1942. Potter bewaard vanaf 1 October 1941 bij 13°C in licht (kunstlicht 14 uur per etmaal).



Opgemerkt moet worden, dat niet alleen de temperatuur na het planten hoger was dan normaal, doch dat ook de bewaartemperatuur van de poter veel hoger is geweest dan in Nederland gebruikelijk. In een ander jaar werd het pootgoed van Eersteling op dezelfde wijze bewaard, maar was de grond na het planten koud (nachtvorst). In dat geval begon de knolzetting pas na 6 weken.

2. Ook Fig. 16 geeft een voorbeeld van nieuwe knolvorming. Dit is een plant (Vorán) waarvan bij het rooien de bovengrondse stengeldelen zijn afgesneden en alle knollen, ook de allerkleinste ter grootte van een speldeknoop, zijn verwijderd. De plant werd daarna in een papieren zak bij 16°C droog weggezet.



Fig. 16. Vorán, gerooid in Augustus 1954, gefotografeerd in October 1954.

3. Een afzonderlijk verschijnsel of groep van verschijnselen vormt de zgn. "doorwas". Dit verschijnsel moet o.i. geheel los van de normale knolvorming worden gezien.

Er zijn twee typen van "doorwas" bekend:

- 1° "Doorwas" waarbij alleen enkele ogen van de nieuwe knol, soms zijn dit topogen, soms doet ook het basisoog mee (Vorán), doorgroeien en een apart knolletje vormen boven op de eerste knol. Dit geeft "popperigheid". Dit verschijnsel zal over het algemeen niet worden beschouwd als een nieuwe periode van knolvorming.
- 2° "Doorwas" waarbij uit de top van de knol en soms ook uit enkele ogen dicht bij de top:
- a. eerst stolonen groeien waaraan zich knollen ontwikkelen, òf
 - b. stolonen groeien met knollen aan de top en knollen aan de zijstolonen van deze stolonen, òf
 - c. stengels groeien, die boven de grond bladeren vormen en onder de grond een enkele stolon met een knol hebben.

Deze "doorwas" - waarvan de typen 1^o en 2^o-a in Nederland elk jaar wel ergens worden aangetroffen, terwijl de typen 2^o-b en 2^o-c als zeer hevige, maar gelukkig zeldzaam voorkomende doorwasvormen zijn te beschouwen - is dus een verschijnsel waarbij een tweede periode van knolvorming wordt geconstateerd.

De oorzaak van "doorwas" wordt gezocht in stilstand van de knolgroei door ongunstige omstandigheden, waaronder droogte de hoofdrol speelt. Dit jaar kon echter worden geconstateerd, dat niet het vochtgehalte van de grond alleen het belangrijkste is, maar dat waarschijnlijk de verhouding tussen verdamping door de plant en de vochtopname door de wortels van grote invloed is

In 1955 werd door het wegnemen van rijen planten naast de planten, de verdamping van de overgebleven planten verhoogd. Tevens werd de vocht-opname door de wortels verminderd doordat waarschijnlijk enkele wortels door het weghalen van de belendende rijen werden beschadigd, terwijl tegelijk de grond rondom de overblijvende planten meer vocht kon verliezen door verdamping. Het bleek, dat onder deze omstandigheden de doorwas werd gestimuleerd.

LITERATUUR.

- Clark, C.F. (1921) Development of tubers in the potato. U.S.D.A. Bull. N^o 958.
- Krijthe, N (1946) De invloed van de bewaring der aardappelknollen op de bouw van de knoppen en op de ontwikkeling tot volwassen plant. Med. 71 Lab. v. Plantenphys. Onderz. Wageningen.
- Schacht, H. (1854) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gewächse.
- Smith, O. (1938) Growth and development of the potato as influenced especially by soil reaction. Cornell University Agric. Expt. Sta. Memoir 215.
- Vöchting, H. (1887) Ueber die Bildung der Knollen. Bibliotheca Botanica 4.
- Vries, H. de (1878) Wachstumgeschichte der Kartoffelpflanze. Landw. Jahrb. Bd. 7.