

OVER DEN INVLOED DER
KNOPPEN OP DE
WORTELFORMING VAN STEKKEN

(WITH A SUMMERY)

H. A. A. VAN DER LEK
(LABORATORIUM VOOR TUINBOUWPLANTENTEELT)



*Mededeelingen van de Landbouwhoogeschool
Deel 38 — Verhandeling 2*

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN — 1934

2050262



OVER DEN INVLOED DER KNOPPEN OP DE WORTELVORMING DER STEKKEN

door H. A. A. van der Lek, Wageningen

I

In het onderzoek „Over de wortelvorming van houtige stekken” (1925) werd in de eerste plaats de anatomisch-morphologische zijde van de zich hierbij voordoende vragen bestudeerd. Daarnaast werd echter ook aan de physiologie, in het bijzonder aan de correlaties, die hierbij een rol spelen, aandacht geschonken, zoowel in het literatuur-overzicht, als in het verslag der eigen onderzoekingen.

Op de groote beteekenis, die de aanwezigheid en vooral ook het uitloopen der knoppen heeft voor de wortelvorming, werd in genoemde publicatie herhaaldelijk gewezen.

De hierop betrekking hebbende waarnemingen werden vrijwel alle in het voorjaar gedaan. Daarbij kwam steeds een sterke, positieve invloed voor den dag: verwijdering der knoppen werkte steeds remmend op de wortelvorming, zoowel in die gevallen, waar wortelbeginsels gepraeformeerd aanwezig waren (*Populus* en *Salix spec. Ribes*), als waar dit niet het geval was (b.v. *Vitis*).

Alleen één proef werd vermeld (p. 172-173), die op 31 October, dus kort na de vegetatie-periode werd ingezet, met eenjarige *Vitis*-stekken; hierbij bleek geen remming op te treden door het verwijderen der knoppen. Vergelijkt men de tabellen op pag. 172 en 173, dan bemerkt men, dat de wortelvorming der ontknopte stekken over het geheel genomen zelfs iets sterker is (wat zich vooral uit in het totaal gewicht, 27,5 g bij de knopdragende, 37,5 bij de ontknopte) en bovendien ook regelmatiger: bij de ontknopte ligt de gezamenlijke lengte der wortels van de helft der stekken tusschen 30 en 50 cm, bij de knopdragende loopt de gezamenlijke lengte veel meer uiteen. Opmerkelijk is voorts, bij deze laatste, dat bij no 4 en no 18, waarbij een begin van uitloopen der knoppen genoteerd werd, de wortelvorming zéér gering was (resp. 4,4 en 6,5 cm); bij no 12, waar de bovenste knop was uitgelopen, hebben we daarentegen maximale wortelvorming (103,4 cm).

Dit wijst er reeds op, dat bij deze *Vitis*-stekken, kort na de afsluiting der vegetatie-periode, de knoppen over het geheel veeleer een remmen dan een bevorderenden invloed op de wortelvorming uitoefenen. Het is, alsof er in dit stadium een antagonisme bestaat tusschen knoppen en wortels, wat dan op een zeker moment (zooals bij no 12) kan omslaan in protagonisme (bevordering).

Uit deze proef werd reeds toen de conclusie getrokken (zie p. 180), „dat de invloed der knoppen in hooge mate afhangt van den tijd van

het jaar, in verband met de normale periodiciteit van de ontwikkeling der plant".

Bij de in het voorjaar genomen proeven was vooral dit zeer opmerkelijk, dat niettegenstaande de meeste proeven in volslagen donker genomen werden, het krachtig uitloopen der knoppen de wortelvorming sterk bevordert. Ondanks het feit dus, dat wij hier alleen te doen hebben met krachtige onttrekking van bouwstoffen en dissimilatie: sterke bevordering van de wortelvorming. Het is een verschijnsel, dat aanvankelijk zeer paradoxaal aandoet en de vraag doet rijzen of er dan volstrekt geen strijd is om de voorhanden bouwstoffen, of, algemeen uitgedrukt, geenerlei antagonisme tusschen de uitgroeiende scheuten en de zich ontwikkelende wortels?

Bovengenoemde proef met *Vitis*-stekken wees er reeds eenigszins op, dat een zoodanig antagonisme wel degelijk bestaat; hiermede is nog niet gezegd, dat dit op te vatten is, als een strijd om de voorhanden bouwstoffen.

Het resultaat van een in 1930 genomen proef wees in dezelfde richting:

Op 25 Maart 1930 werden 4 groepen van eenjarige stekken van *Populus candicans* in een verwarmde kas geplaatst met de ondereinden in water. Iedere groep bestond uit 7 stekken; zij waren als volgt behandeld:

Groep A, de knoppen aan de apicale helft intact, aan de basale helft verwijderd;

Groep B, idem, doch in het midden, tusschen de beide helften, „geringd”, d.w.z. een schorsring verwijderd tot op het hout;

Groep C, geheel ontknopt, doch niet geringd;

Groep D, geheel ontknopt, tevens op halve hoogte geringd.

Daar er van iedere groep tijdens de proef twee stekken werden afgenomen voor anatomisch onderzoek, heeft het eind-resultaat (9 April) slechts betrekking op 4 groepen van 5 stekken.

Dit resultaat komt hierop neer (zie tabel I):

Groep A heeft verreweg de krachtigste wortelvorming.

Bij groep B heeft het ringen de wortelvorming ongeveer tot $\frac{1}{5}$ teruggebracht (uitgedrukt in verhouding van het versch gewicht zelfs tot $\frac{1}{7}$). Het uitloopen der knoppen is door het ringen wel wat geremd, maar lang niet in die mate, dat dit het groote verschil in wortelvorming kan verklaren. Wij moeten aannemen, dat de voortgeleiding van den invloed, die er van de uitlopende knoppen uitgaat, belet is door het ringen. Tusschen de groepen C en D is weinig onderscheid; het is de vraag of het waargenomen verschil reële beteekenis heeft, gezien de groote variabiliteit. Het versch gewicht der wortels is nagenoeg gelijk. Dit resultaat (wat betreft de groepen C en D) was te verwachten; bij de totaal ontknopte stekken is geen sprake van een onderbreking van

een van het apicale deel uitgaanden invloed en het ringen is hier dus zonder uitwerking.

Opmerkelijk is echter het verschil tusschen de groepen B eenerzijds en C en D anderzijds; aanvankelijk scheen het alsof de wortelvorming van groep B ongeveer gelijken tred hield met die van C en D (zie fig. 1); ten slotte bleef B echter aanmerkelijk achter bij deze beide groepen (zie tabel I)

Zoowel wat betreft het aantal wortels, als w.b. de totale lengte, is de wortelvorming in de groep B slechts ongeveer de helft van die van C en D. Hieruit volgt, dat tengevolge van het ringen niet alleen de positieve invloed der knoppen op de wortelvorming is opgeheven, maar dat deze zelfs heeft plaats gemaakt voor een negatieve, m.a.w. er komt hier een antagonisme tot uiting tusschen de uitlopende knoppen en de zich vormende wortels. Vermoedelijk zullen wij ons dit zoo moeten voorstellen, dat bij groep B, de knoppen wel bouwstoffen onttrekken uit de basale helft (onder den ring) nl. uit het houtlichaam, terwijl de positieve invloed, de correlatie tusschen de uitlopende knoppen en de wortelvorming is opgeheven. De „ring” vormt hiervoor een belemmering, zooals ook blijkt uit de opzwellingen daarboven, wat er op wijst, dat hier de wortelvorming in gang gezet is. Wij krijgen dus door deze proef den indruk, *dat de uitlopende knoppen tegelijkertijd een remmenden en een bevorderenden invloed hebben op de wortelvorming*. Daar echter op het tijdstip, dat de proef genomen werd, de laatst genoemde werking veel sterker was, werd daardoor de remming (bij groep A) geheel gemaskeerd.

Op deze proef hebben de volgende foto's betrekking:

Fig. 1-2; 9 April, de vijf stekken van groepen A en B. Zij toonen, dat het uitloopen der knoppen bij B minder krachtig is dan bij A, doch niet in die mate, dat dit de zeer geringe wortelvorming bij deze groep kan verklaren. Deze is merkbaar zwakker dan bij C en D (vergelijk de cijfers van tabel I). In het bijzonder valt bij B het geringe aantal wortels op.

Betreffende de *callusvorming* valt bij deze proef op te merken:

1. Callusvorming aan de ringwond. Deze is bij B meestal veel krachtiger dan bij D. Deze callusvorming schijnt dus wel bevorderd te worden door de uitlopende knoppen. Dit is des te meer opmerkelijk, omdat bij 3 van de 5 stekken de sterkste callusvorming aan den onderrand van den ring was waar te nemen (dus aan de apicale wond van het basale deel).

Dit maakt den indruk, alsof deze stimuleerende werking zich dus wel door het houtlichaam voortplant.

2. Callusvorming aan de wonden ontstaan door het afsnijden der knoppen. Deze ontbreekt nagenoeg bij A; zij is sterk bij B, en even-

eens vrij sterk bij C en D. Het optreden van adventiefscheuten uit de callusknobbels is op figuur 2 op enkele plaatsen zichtbaar.

De remmende werking, die (bij groep A) de scheuten blijkbaar uitoefenen op de callusregeneratie aan de knopwonden, wordt dus eveneens onderbroken door het ringen.

Deze waarnemingen betreffende de callusvorming zijn echter voor algemeene conclusies nog te gering in aantal; zij dienen op groter schaal herhaald te worden.

II

Teneinde deze correlatie tusschen knoppen en wortels nader te onderzoeken, werden in den winter 1930-31 een aantal proeven gedaan met *Populus candicans*. Hierbij werden steeds eenjarige twijgen gebruikt en alle stekproeven werden in het donker gedaan in een thermostaat bij 20°, de bases der stekken in water.

Voor de *eerste proef* van deze reeks werd materiaal gebruikt, dat op 22 November van de boomen was gesneden en daarna onder het vriespunt (de temperatuur was $\pm -2^\circ$, doch schommelde iets, tusschen -1° en -3°) was bewaard.

Opmerking: Deze koeling werd toegepast teneinde de winterrust te verkorten, m.a.w. het uitloopen van knoppen en de vorming van wortels te bespoedigen. De proef werd nl. aanvankelijk ingezet met het doel materiaal te verkrijgen voor anatomisch onderzoek, betreffende het verband tusschen knopontluiting, cambiumwerkzaamheid en wortelvorming, in verband met de door Priestley en Sledge ontwikkelde denkbeelden. Daar echter het resultaat van de proef wees op een remming van de wortelvorming door de knoppen, wordt deze proef hier als eerste van deze reeks aangevoerd.

Op 5 December werden van dit materiaal twee groepen van vijf twijgen genomen, die ieder in twee stekken werden gesneden, zoodat twee groepen van tien stekken werden verkregen:

K. stekken, waarbij aan het apicale deel 3 à 4 knoppen werden gelaten;

OK. (ontknopt), stekken, waarbij alle knoppen werden verwijderd.

Bij het doorsnijden der twijgen werden aanvankelijk de basale en de apicale stekken niet uit elkaar gehouden. Eerst later, toen bleek, dat er zich tusschen beide groepen interessante verschillen voordoen, werd hierop gelet. Wij hebben dus bij deze proef aanvankelijk alleen 10 knopdragende en 10 ontknopte stekken vergeleken.

Reeds binnen 14 dagen bleek, dat de ontknopte stekken sneller wortels vormden, dan de knopdragende en op 30 December was het resultaat:

Groep K: in totaal 66 wortels, tezamen 2310 mm.

Groep OK: in totaal 90 wortels, tezamen 4482 mm.

Zoowel het aantal wortels, als de gemiddelde lengte is bij groep OK veel grooter dan bij groep K, waardoor de totale wortelvorming der ontknoppte bijna het dubbele is, van die der knopdragende. Ondanks de groote variatie (zie tabel II) mogen wij m.i. hieruit concludeeren, dat er in dit stadium nog duidelijk een antagonisme tusschen knoppen en wortels voor den dag komt; de aanwezigheid der knoppen werkt remmend op de wortelvorming.

Klaarblijkelijk hangt dit samen met het feit, dat de knoppen nog niet gereed zijn voor ontluiking; van de tien stekken zijn er acht, waarvan de knoppen nog niet zijn uitgelopen of slechts een eerste begin vertoonen (uiteenschuiven der knopschubben); bij twee zijn een of twee knoppen begonnen uit te loopen.

Opmerking: Merkwaardig is, dat de regeneratie van scheuten niet deze remmende werking uitoefent op de wortelvorming (of althans in veel mindere mate). Bij groep B zijn bij meerdere stekken op de knopwonden zijscheuten geregeneerd, zonder dat dit de wortelvorming omhoog schijnt te drukken.

Bij nadere beschouwing van de cijfers voor de wortelvorming der afzonderlijke stekken kwam nu aan den dag, dat de wortelvorming der apicale stekken over het geheel aanmerkelijk krachtiger was, dan die der basale (zie tabel II).

Wij kunnen de resultaten aldus samenvatten:

	K (knopdragend)		OK (ontknoppt)	
Apicale stekken	41 wortels	1537 mm	58 wortels	3244 mm
Basale stekken	25 wortels	773 mm	32 wortels	1238 mm

Uit deze getallen blijkt voorts, dat bij deze proef de wortelvorming der apicale stekken, wanneer de invloed der knoppen was opgeheven (groep OK) ruim 2,6 maal zoo groot was als die der basale. Waar de knoppen hun invloed uitoefenen (groep K) is het verschil geringer (ruim $2 \times$ zoo groot). Dit wijst er op, dat de remmende invloed der knoppen bij de apicale stekken grooter is dan bij de basale.

Vergelijking van de groepen K en OK toont, dat dit inderdaad het geval is. In de knopdragende groep ondergaat de wortelvorming door deze remming bij de apicale een reductie van $\pm 52\%$, bij de basale van 38% van die der ontknoppte, zoodat we globaal genomen kunnen zeggen, dat de door de knoppen uitgeoefende remming (in deze proef) bij de apicale stekken ongeveer $1\frac{1}{3}$ maal zoo groot is als bij de basale stekken.

Men zou kunnen betwijfelen, gegeven het geringe aantal waarne-
mingen en de groote individuele verschillen, of aan deze gemiddelde

eenige beteekenis mag gehecht worden. Dat dit inderdaad het geval is, blijkt uit de resultaten der volgende proeven.

Tevens leerden deze, dat *dit onderscheid in remming niet* — zooals ik aanvankelijk dacht — *samenhangt met een verschil in de grootte der knoppen aan de verschillende twijgdeelen, maar naar alle waarschijnlijkheid uitsluitend is toe te schrijven aan den toestand, waarin de knoppen bij het inzetten van de proef verkeerden.*

Fig. 3 heeft op deze proef betrekking; zie bldz. 10.

Voor de *tweede proef* (zie tabel III en grafiek 1 II) werden op 15/12-1930 zes eenjarige twijgen van den boom gesneden (*Populus candicans*) en in twee groepen van drie verdeeld. Iedere twijg werd daarna verdeeld in een basaal en een apicaal stuk, zoodat 2 groepen van 6 stekken (3 basale en 3 apicale) verkregen werden. Deze werden zoo genummerd, dat no 1 (basaal) en no 4 (apicaal) bij elkaar behoorden, evenzoo no 2 en 5, no 3 en 6; inrichting der proef als bij de vorige.

De wortelvorming werd op 5 Jan. en op 13 Jan. gemeten:

	5 Januari		13 Januari	
Groep K (knopdr.)	55 w.	679 mm	55 w.	2460 mm
Groep OK (ontknopt)	51 w.	671 mm	51 w.	2534 mm

Hieruit blijkt, — gegeven de groote individueele variabiliteit — dat de wortelvorming hier bij beide groepen ongeveer gelijk is; zoowel het aantal wortels als de gemiddelde wortellengte ontloopt elkaar slechts weinig, m.a.w. de knoppen werken, alles tezamen genomen, noch remmend, noch stimulerend op de wortelvorming.

Beschouwen wij thans echter apicale en basale stekken afzonderlijk, dan hebben wij deze resultaten:

	K (knopdragend)			OK (ontknopt)		
5 Jan. Apic. st. ...	33 w.	388 mm	Apic. st. ...	29 w.	448 mm	
Bas. st.	22 w.	291 mm	Bas. st.	22 w.	223 mm	
13 Jan. Apic. st. ...	33 w.	1277 mm	Apic. st. ...	27 w.	1505 mm	
Bas. st.	24 w.	1185 mm	Bas. st.	24 w.	1029 mm	

Wanneer wij aannemen, dat het geringe aantal sterk varieerende cijfers (tabel III) toelaat hieruit iets af te leiden, dan blijkt uit dit overzicht, dat de gelijkheid der wortelvorming van de groepen K en OK slechts schijnbaar is en veroorzaakt wordt, doordat de wortelvorming der apicalen OK die der apicalen K overtreft, terwijl het bij de basalen juist andersom is; m.a.w. bij de apicale stekken vindt nog een remming onder invloed der knoppen plaats, terwijl deze bij de basale

stekken reeds is opgeheven (of misschien reeds eenigszins omgeslagen in stimuleering).

Ook hier geldt dezelfde opmerking als bij de vorige proef: Het is inderdaad zeer twijfelachtig of het geringe aantal waarnemingen en de groote variabiliteit hier streng genomen, deze conclusies toelaat. Aangezien echter de resultaten der volgende op grooter schaal genomen proeven er geheel mee overeenstemmen, meen ik ook deze hier in dezen vorm te kunnen geven.

Het resultaat komt dus in hoofdzaak overeen met dat van de vorige proef. Dáár hadden wij zowel bij de apicale als bij de basale stekken remming onder invloed der knoppen, doch bij de basale in geringere mate. Hier begint die afname der remming bij de basale stekken reeds in stimuleering om te slaan. Ook hier is de wortelvorming der apicale stekken krachtiger dan die der basale, maar het verschil is minder groot, dan bij de vorige proef. Bij de ontknopen is thans de wortelvorming der apicale stekken $\pm 1,5 \times$ die der basale. (Voor de drie paren van groep OK afzonderlijk was dit op 13 Jan.:

$$\frac{\text{W.V. No. 4}}{\text{W.V. No. 1}} = 1.3, \quad \frac{\text{W.V. No. 5}}{\text{W.V. No. 2}} = 1.4, \quad \frac{\text{W.V. No. 6}}{\text{W.V. No. 3}} = 1.6$$

Bij de knopdragende is aanvankelijk een gering verschil ten gunste der apicale stekken eveneens waar te nemen: Op 5 Januari was het aantal wortels der apicale $1\frac{1}{2} \times$ zoo groot als dat der basale; zij zijn echter over het geheel wat korter, zoodat de totale lengte slechts $1\frac{1}{3} \times$ die der basale bedraagt.

Bij de ontknopen is op 5 Januari de gemiddelde lengte van de wortels der apicale stekken $1\frac{1}{2} \times$ zoo groot als die der basale. Dit toont, dat de lengtegroei der wortels bij groep K apicaal eenigszins geremd is door de knoppen, terwijl bij K basaal reeds het tegendeel het geval schijnt te zijn. De gemiddelde lengte bedraagt voor K basaal 13,4, OK basaal 10,1, K apicaal 11,7, OK apicaal 15,4. Op 13 Januari vinden wij voor de gemiddelde lengte K basaal 53,9, OK basaal 42,9 dus eveneens stimuleering, voor K apicaal 38,6, OK apicaal 55,7 dus remming. Het groote aantal bij K apicaal maakt echter, dat een geringe voorsprong op K basaal behouden blijft.

Beschouwen wij de afzonderlijke paren, dan blijkt, dat op 5 Jan. de verhoudingen waren in groep K:

$$\frac{\text{W.V. No. 4}}{\text{W.V. No. 1}} = 1.8, \quad \frac{\text{W.V. No. 5}}{\text{W.V. No. 2}} = 0.9, \quad \frac{\text{W.V. No. 6}}{\text{W.V. No. 3}} = 1.5$$

en op 13 Jan.:

$$\frac{\text{W.V. No. 4}}{\text{W.V. No. 1}} = 0.7, \quad \frac{\text{W.V. No. 5}}{\text{W.V. No. 2}} = 1.8, \quad \frac{\text{W.V. No. 6}}{\text{W.V. No. 8}} = 0.9$$

Dit toont, dat bij 2 paren aanvankelijk de wortelvorming der basale stekken achter bleef bij die der apicale, evenals bij de ontknopte. Alleen bij één paar (5 en 2) was aanvankelijk de wortelvorming bij beide deelen bijna gelijk en later ver in het voordeel van de apicale stek. Dit is nu juist dáár het geval, waar reeds op 5 Jan. ook bij de apicale stek een knop begon uit te loopen (evenals bij de drie basale). Het vermoeden ligt dus voor de hand, dat hier de knop aanvankelijk nog iets remmend gewerkt heeft (waardoor de reeds talrijke wortels (11) in hun lengtegroei geremd werden), maar daarna meer en meer stimuleerend is gaan werken, zoodat ten slotte ook bij dit knopdragende paar de wortelvorming van de apicale stek, die van de basale ver overtrof.

Het verschillend gedrag der basale en der apicale stekken hangt dus klaarblijkelijk samen met een verschil in den toestand der knoppen van beiderlei stekken. Dat dit inderdaad het geval is, blijkt thans zeer duidelijk bij de op 5 December ingezette stekken; fig. 3 toont den toestand dezer stekken op 7 Jan. Wij zien hier, dat thans de bovenste zijknop der basale stekken (de vijf links) zich bij alle tot een krachtigen scheut heeft ontwikkeld (bij de meest rechtsche zijn twee knoppen uitgelopen), terwijl de eindknop der apicale stekken zich pas begint te ontplooien. Aangezien de beworteling der basale stekken geringer is dan die der apicale kan het verschil in het uitloopen moeilijk uit iets anders verklaard worden, dan uit den toestand, waarin de knoppen zelf verkeerden. Wij krijgen hier dus den indruk, *dat de remmende werking van de knoppen op de wortelvorming, m.a.w. het antagonisme tusschen knoppen en wortels, verband houdt met het ontwikkelingsstadium, waarin ze verkeerden; naarmate ze verder zijn voortgeschreden door het ruststadium en het punt naderen, waarop ze in staat zijn zich te ontplooien, neemt deze remming meer en meer af, om tenslotte om te slaan in stimuleering, het antagonisme maakt plaats voor protagonisme.* Het feit, dat de wortelvorming der basale stekken in dezen tijd minder geremd wordt door de knoppen, dan die der apicale stekken (of wellicht zelfs reeds iets gestimuleerd), wordt dus verklaard door aan te nemen, dat de meer basaal geplaatste knoppen hun rustperiode eerder doorloopen hebben dan de meer apicale.

Uit de volgende proeven is gebleken, dat deze opvatting door vele waarnemingen gesteund wordt.

De derde proef werd ingezet op 7 Januari (zie tabel IV en grafiek I III), eveneens met *Populus candicans*, doch op grooter schaal.

24 eenjarige twijgen werden afgesneden, in twee groepen van 12 verdeeld en vervolgens alle verdeeld in een basale en een apicale helft; 24 stekken werden geheel ontknopt, 24 behielden bovenaan eenige knoppen; alle met de basis in water geplaatst, in donkere thermostaat, 20°. De resultaten werden genoteerd op 22 en 27 Jan., dus na 15 en 20 dagen (zie tabel IV).

Zie hier een overzicht der resultaten op 22 Januari:

	K met knoppen		OK geheel ontknopt	
Totale wortelvorming	1357 mm		2344 mm	
Aantal wortels	164 „		227 „	
Gem. lengte der wortels	8,3 „		10,3 „	
Gem. wortelvorming per stek	56,6 „		98 „	
Gem. aant. wortels per stek .	6,8 „		9,5 „	
	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>
Totale wortelvorming	1026 mm	331 mm	1442 mm	902 mm
Aantal wortels	106 „	58 „	118 „	109 „
Gem. lengte der wortels	9,7 „	5,7 „	12,2 „	8,3 „
Gem. wortelvorming per stek	85,5 „	27,6 „	120 „	75,1 „
Gem. aantal wortels per stek	8,8 „	4 „	9,8 „	9,1 „

De verhouding van de totale wortelvorming voor de groepen $\frac{OK}{K}$ in hun geheel is dus 1,7.

Voor de basale stekken afzonderlijk: 1,4.

Voor de apicale stekken afzonderlijk: 2,7.

En op 27 Januari:

	K met knoppen		OK geheel ontknopt	
Totale wortelvorming	6496 mm		13065 mm	
Aantal wortels	289 „		387 „	
Gem. lengte der wortels	22,5 „		33,7 „	
Gem. wortelvorming per stek	270,7 „		544,4 „	
Gem. aantal wortels per stek	12,4 „		16,1 „	
	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>
Totale wortelvorming	4295 mm	2201 mm	6389 mm	6679 mm
Aantal wortels	146 „	143 „	160 „	227 „
Gem. lengte der wortels	29 „	15,4 „	39,9 „	29,9 „
Gem. wortelvorming per stek	357,9 „	183,4 „	532,4 „	556,6 „
Gem. aantal wortels per stek	12,2 „	11,9 „	13,3 „	18,9 „

De verhouding van de totale wortelvorming voor de groepen K en OK in hun geheel is thans: 2.

Voor de basale stekken afzonderlijk: 1,5.

Voor de apicale stekken afzonderlijk: 3.

Uit dit overzicht blijkt in de eerste plaats, dat het verschil tusschen de wortelvorming der basale en apicale stekken in de OK-groep hier slechts gering is. De voorsprong der apicale op 27 Jan. (6679 tegen 6389) is veel geringer dan dit bij de meeste andere proeven het geval is. Weliswaar is het aantal wortels (227 tegen 160) veel grooter, maar de gemiddelde lengte is bij de apicale slechts $\frac{3}{4}$ van die der basale, waardoor de totale wortelvorming slechts weinig meer bedraagt. Voorts merken wij op, dat er vergeleken bij de vorige proef een sterke toename in de wortelvorming is waar te nemen, zoowel in de K als in de OK groep.

Opmerking: Eenige dagen voor het afsnijden van de twijgen, voor deze proef gebruikt, was de eerste vorstperiode van dezen winter ingevallen. Het is mogelijk, dat de sterke toename der wortelvorming hiermede samenhangt. Het is een feit, dat in deze proef een exceptioneel hoog getal bereikt werd voor de wortelvorming der knoplooze stekken. Met zekerheid is echter omtrent deze samenhang nog niets te zeggen.

Zeer duidelijk blijkt, dat wij ook hier nog te doen hebben met een remming van de wortelvorming door de knoppen. In totaal is de wortelvorming der ontknopte stekken na 20 dagen tweemaal zoo groot als die der knopdragende. Voorts blijkt, dat ook hier deze remming bij de apicale stekken veel sterker is dan bij de basale. Bij de basale stekken wordt de wortelvorming door de aanwezigheid der knoppen teruggebracht tot twee derde bij de apicale tot een derde. Tevens bleek ook hier, dat de knoppen der basale stekken reeds meer voor ontlouking vatbaar zijn, dan die der apicale. Ook viel bij vergelijking der basale stekken onderling op te merken, dat er een verband is tusschen de mate van ontlouking en de wortelvorming. Wanneer wij deze twaalf basale stekken rangschikken naar de toenemende mate van het uitloopen der knoppen en er vervolgens de getallen voor de wortelvorming achter plaatsen (de door een boogje verbonden nummers waren gelijk in uitloopen), krijgen wij het volgende:

No 3.....149 mm	No 8..... 292 mm
„ 4..... 299 „	„ 9..... 173 „
„ 2..... 245 „	„ {10..... 552 „
„ {5..... 94 „	„ {11..... 772 „
„ {7..... 170 „	„ 6..... 569 „
„ 1..... 190 „	„ 12..... 790 „

De groote variabiliteit in aanmerking genomen, is hierin, naar het mij voorkomt, het bedoelde verband wel aangeduid.

Fig. 4 heeft op deze proef betrekking. Deze is van 2 Febr.; de getallen, die in de plaatverklaring vermeld zijn, geven echter de maten der wortelvorming op 27 Jan.

Van links naar rechts ziet men: 3 apicaal, van OK en K, met groot verschil in wortelvorming ten gunste van OK; dan 3 basaal, van K en OK, eveneens met een groot verschil in wortelvorming ten gunste van OK; vervolgens 6 basaal, OK en K, zonder noemenswaard verschil. Bij vergelijking van 3 basaal en 6 basaal ziet men, dat de knoppen van 3 basaal nog zeer weinig zijn uitgelopen, terwijl die van 6 basaal zich reeds tot scheuten ontwikkeld hebben; de eerstgenoemde werken nog sterk remmend, de laatstgenoemde reeds niet meer.

De vierde proef werd ingezet op 23 Januari (zie tabel V en grafiek I IV), geheel conform aan de vorige, doch met 10 stekken in iedere groep.

Wij geven weer een overzicht der resultaten:

a. op 7 Februari:

	K met knoppen		OK geheel ontknopt	
Totale wortelvorming	2297 mm		1770 mm	
Aantal wortels	169 „		166 „	
Gem. lengte der wortels	13,6 „		10,7 „	
Gem. wortelvorming per stek	114,9 „		88,5 „	
Gem. aantal wortels per stek	8,5 „		8,3 „	
	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>
Totale wortelvorming	1549 mm	748 mm	837 mm	933 mm
Aantal wortels	95 „	74 „	63 „	103 „
Gem. lengte der wortels	16,3 „	10,1 „	13,3 „	9,1 „
Gem. wortelvorming per stek	154,9 „	74,8 „	83,7 „	93,3 „
Gem. aantal wortels per stek	9,5 „	7,4 „	6,3 „	10,3 „

De verhouding van de totale wortelvorming voor de groepen $\frac{OK}{K}$ in hun geheel is thans: 0,77.

Voor de basale stekken afzonderlijk 0,54.

Voor de apicale stekken afzonderlijk 1,25.

b. op 11 Februari:

	K met knoppen		OK geheel ontknopt	
Totale wortelvorming	5272 mm		4551 mm	
Aantal wortels	189 „		208 „	
Gem. lengte der wortels	27,9 „		21,9 „	
Gem. wortelvorming per stek	263,6 „		227,6 „	
Gem. aantal wortels per stek	9,5 „		10,4 „	
	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>
Totale wortelvorming	3170 mm	2102 „,m	2113 mm	2438 mm
Aantal wortels	97 „	92 „	78 „	130 „
Gem. lengte der wortels	37,7 „	22,8 „	27,1 „	18,8 „
Gem. wortelvorming per stek	317 „	210,2 „	211,3 „	243,8 „
Gem. aantal wortels per stek	9,7 „	9,2 „	7,8 „	13 „

De verhouding van de totale wortelvorming voor de groepen $\frac{B}{A}$ in hun geheel is thans: 0,86.

Voor de basale stekken afzonderlijk: 0,67.

Voor de apicale stekken afzonderlijk: 1,16.

Uit dit overzicht blijkt, dat thans de wortelvorming der knopdragende (K), die der ontknopte (OK) iets overtreft.

Na twee weken (7 Febr.) is het aantal wortels ongeveer gelijk, maar de wortels zijn bij K gemiddeld wat langer, waardoor de wortelvorming van OK slechts $\pm \frac{4}{5}$ van die van K wordt. Deze voorsprong wordt echter uitsluitend veroorzaakt door de basale stekken, waarbij de knopdragende, zoowel wat aantal als wat gemiddelde lengte betreft, de ontknopte aanmerkelijk overtreffen. De totale wortelvorming is bijna $2 \times$ zoo groot.

Tusschen de beide apicale groepen is geen duidelijk verschil. Het aantal wortels is bij de ontknopte veel grooter, wat er misschien op wijst, dat zich bij de apicale aanvankelijk nog een door de knoppen veroorzaakte remming doet gevoelen. (Ook de totale wortelvorming der ontknopte apicale is wat grooter dan die der knopdragende apicale, doch de cijfers zijn zeer onregelmatig).

Vergelijken wij de afzonderlijke paren, dan blijkt, dat bij de knopdragende in 9 van de 10 gevallen de basale een duidelijken voorsprong vertoonen op de apicale; bij de ontknopte hebben in 5 gevallen de basale een voorsprong, in 3 gevallen de apicale (bij twee paren hebben beide geen wortelvorming).

Dit alles toont duidelijk, dat er bij de basale stekken hier een vrij krachtige stimuleering (van de wortelvorming door de knoppen)

plaats vindt, terwijl er bij de apicale nog geen sprake is van stimuleering, veeleer nog van eenige remming.

De cijfers van de 2de meting (11/12), geven in hoofdzaak hetzelfde beeld, zooals ook blijkt uit de grafiek (no 1 IV). Ook hier steekt alleen de knopdragende basale groep merkbaar uit boven de andere drie groepen, wat betreft de totale wortelvorming.

Dat we bij deze groep inderdaad te doen hebben met van de knoppen uitgaande stimuleering, blijkt ook uit het feit, dat (bij de meting van 11/2), de nummers 2, 3, 4 en 10 (zie tabel Vb) de sterkst uitlopende knoppen vertoonen, zoodat zij thans reeds scheuten met ontplooide blaadjes dragen. Wel is no 7 (met de maximale wortelvorming) slechts een matig uitlopende, doch dit is blijkbaar een twijg met een individueel sterk wortelvormend vermogen, zooals ook blijkt uit het getal 585 voor 7 apicaal.

De grootere totale wortelvorming, der knopdragende basale (vergeleken met de ontknopte basale) schijnt hier in hoofdzaak het gevolg te zijn van sterkeren groei der wortels, niet zoozeer van het aantal. Dit aantal wordt bij OK basaal wel wat te veel omlaag gedrukt, doordat 2 stekken in 't geheel geen wortels gevormd hadden. Maar de gemiddelde lengte is bij OK basaal nog niet $\frac{3}{4}$ van die bij K basaal.

Ook bij de tweede meting (11/2) steekt de ontknopte apicale groep sterk uit boven de knopdragende, wat betreft het aantal wortels.

Deze feiten schijnen er dus op te wijzen, dat althans in dit geval de stimulerende werking der knoppen in hoofdzaak zich doet gelden op de lengte der wortels, doch de daaraan voorafgaande remmende werking zoowel op het aantal wortels, dat tot ontwikkeling komt, als op de lengte, die zij bereiken.

In de vijfde plaats vermelden wij hier een proef met stekken van *Populus canadensis*; zie tabel VI a en b en grafiek 2.

Deze werd een week vroeger ingezet dan de vorige, 16 Januari, maar door de veel langzamere wortelvorming werden de resultaten later waargenomen; de beworteling werd genoteerd op 10 en 17 Februari.

Het is een proef met 40 eenjarige stekken, die weder met de basis in water geplaatst werden, in het laboratorium dus bij kamertemperatuur (15° à 18°) en niet in het donker. Deze afwijkingen van de inrichting der vorige proeven, doet m.i. aan de principieele overeenstemming in de resultaten geen afbreuk.

Hier volgt een overzicht der metingen:

a. op 10 Februari:

	K met knoppen		OK geheel ontknopt	
Totale wortelvorming	1582 mm		561 mm	
Aantal wortels	80 „		53 „	
Gem. lengte der wortels	19,8 „		15,8 „	
Gem. wortelvorming per stek	79,1 „		28 „	
Gem. aantal wortels per stek	4 „		2,7 „	
	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>
Totale wortelvorming	1333 mm	249 mm	284 mm	277 mm
Aantal wortels	54 „	26 „	22 „	31 „
Gem. lengte der wortels	24,7 „	9,6 „	12,9 „	8,9 „
Gem. wortelvorming per stek	133,3 „	24,9 „	28,4 „	27,7 „
Gem. aantal wortels per stek	5,4 „	2,6 „	2,2 „	3,1 „

b. op 17 Februari:

	K met knoppen		OK geheel ontknopt	
Totale wortelvorming	4538 mm		2278 mm	
Aantal wortels	108 „		71 „	
Gem. lengte der wortels	42 „		32,1 „	
Gem. wortelvorming per stek	226,9 „		113,9 „	
Gem. aantal wortels per stek	5,4 „		3,6 „	
	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>	<i>basaal</i>	<i>apicaal</i>
Totale wortelvorming	3522 mm	1016 mm	1205 mm	1073 mm
Aantal wortels	75 „	33 „	35 „	36 „
Gem. lengte der wortels	47 „	31,4 „	34,4 „	29,8 „
Gem. wortelvorming per stek	352,2 „	101,6 „	120,5 „	107,3 „
Gem. aantal wortels per stek	7,5 „	3,3 „	3,5 „	3,6 „

Uit dit overzicht, (zie ook grafiek 2), blijkt, dat de knopdragende groep in haar geheel genomen, sterk voor is bij de ontknopte, zoowel t.o. van het aantal wortels als van hun gemiddelde lengte, waardoor de totale wortelvorming der ontknopte op 10 Februari slechts ruim een derde en op 17 Februari de helft bedraagt van die der knopdragende. Uit de cijfers der basale en apicale afzonderlijk blijkt, dat de groep der knopdragende basale de drie andere groepen sterk overtreft. Deze drie groepen ontknoopen elkaar weder weinig, in 't bijzonder toont de vergelijking van OK basaal en OK apicaal, dat het wortelvormend vermogen der basale en der apicale twijgstukken, na verwijdering der knoppen, op 10 Februari nagenoeg gelijk is. (Bij de apicale is het aantal

wortels grooter, bij de basale zijn de wortels langer; de totale wortelvorming is bijna gelijk).

De groote voorsprong van K basaal op K apicaal, zoowel in aantal als in gemiddelde lengte der wortels, moet dus een gevolg zijn van den verschillenden invloed der knoppen. Bij de basalen is reeds sterke stimulering der wortelvorming opgetreden, bij de apicalen nog niet. Inderdaad zijn er verschillen in de knoppen zichtbaar: de knoppen der basale stekken beginnen (7 Februari) reeds alle min of meer uit te loopen, die der apicale meerendeels nog in 't geheel niet. Het feit, dat deze stekken reeds 3,5 week bij kamertemperatuur staan, zonder eenige werking te vertoonen, wijst er wel op, dat de knoppen nog niet door het ruststadium heen zijn. In dit opzicht is er tusschen deze beide groepen een zeer sprekend verschil, wat een week later (zie fig. 5) nog duidelijker is. Ook schijnt een enkele maal het verschil tusschen de knopen aan één stek tot uiting te komen. Bij no 7 loopt, zoowel bij de basale als bij de apicale stek, niet de bovenste, maar juist de onderste knop het sterkst uit, wat er dus ook op wijst, dat de meer basaal geplaatste knoppen verder door hun winterslaap („dormancy”) heen zijn, dan de meer apicale.

Terwijl er dus tusschen de beide groepen (K basaal en K apicaal) een duidelijk onderscheid bestaat, is er geen zuivere parallelie te constateeren tusschen knopwerking en wortelvorming binnen iedere groep op zichzelf. Dit is ongetwijfeld een gevolg van het feit, dat een groote mate van individueele variatie bestaat in het wortelvormend vermogen der stekken, hetwelk blijkbaar nog door een aantal andere inwendige factoren bepaald wordt, dan alleen de invloed der knoppen.

Samenvattend toont dus deze proef:

1e dat het wortelvormend vermogen der basale en der apicale stekken bij deze soort nagenoeg gelijk is, voor zoover het de as zelf betreft.

2e dat deze gelijkheid, in dit stadium (bij de half Januari afgesneden twijgen) door den invloed der knoppen, wordt verstoord, waarbij de basale helften een aanmerkelijk sterkere wortelvorming vertoonen.

3e dat deze zoo verschillende invloed der knoppen (geheel of gedeeltelijk) is toe te schrijven aan het feit, dat de knoppen aan de basale helften de rusttoestand reeds grootendeels doorloopen hebben, terwijl dit met de apicale nog niet het geval is.

Opmerking: Het is niet uitgesloten, dat, behalve dit verschil in den toestand der knoppen, een nauwkeurige analyse van de verschijnselen ook rekening heeft te houden met een verschil in den toestand der ashelften zelf; een zoodanig verschil zou wel kunnen bestaan zonder bij de ontknopte stekken duidelijk tot uiting te komen. Het viel mij in sommige gevallen op, dat de bevorderende werking van het uitloopen der knoppen, gegeven een zelfde mate van uitloopen, bij de basale

stekken grooter schijnt te zijn, dan bij de apicale. Zoo ging bij K basaal no 7 en K basaal no 4 met het krachtig uitloopen der knoppen een sterke bevordering der wortelvorming samen (zie tabel VI), terwijl bij K apicaal no 7 en K apicaal no 4, de eenige der apicale, die een krachtig uitloopen der knoppen vertoonden, die bevordering in veel geringere mate was waar te nemen. Misschien wijst dit er op, dat wanneer de knoppen door warmte min of meer „geforceerd” worden, ze de wortelvorming alleen dan sterk bevorderen, wanneer ook de toestand in de twijg zelf beantwoordt aan het uitloopstadium van den knop. Misschien moeten wij dus aannemen, dat ook het basale deel van de as vroeger in dit stadium treedt en daardoor sterker reageert met wortelvorming op het uitloopen der knoppen.

Op deze proef hebben de volgende afbeeldingen betrekking:

Fig. 5, toont de knopdragende bovineinden van de stekken der groepen A basaal (onder) en A apicaal (boven). Zij zijn in elke groep gerangschikt naar de afdalende mate van uitloopen. De getallen in de plaatverklaring (3522 en 1016 mm) geven de totale wortelvorming der beide groepen aan op 17 Februari.

Fig. 6 toont de nummers 4 van elk der vier groepen van links naar rechts:

1) OK basaal no 4 (wortelvorming 5 mm), 2) K basaal no 4 (844 mm),
3) OK apicaal no 4 (342 mm), 4) K apicaal (392 mm).

Hierbij is op te merken, dat OK basaal no 4 ver onder het gemiddelde (120.5 mm) is.

Fig. 7, toont vijf andere stekken:

1) K basaal no 6 (485 mm), 2) K apicaal no 6 (30 mm),
3) OK basaal no 6 (105 mm), 4) K basaal no 7 (810 mm),
5) K apicaal no 7 (182 mm).

III

Een tweede reeks van proeven werd gedaan, gedurende de maanden Januari–April 1931. Hierbij bestonden de proeven steeds uit drie groepen, nl. K en OK, conform aan die der reeds beschreven reeks, en een groep VOK (vooraf ontknopt), bestaande uit stekken van takken, die reeds eenigen tijd van te voren ontknopt waren. Hiertoe waren op 17 December vijftig eenjarige twijgen aan een boom geheel ontknopt, zonder ze van den boom te snijden. De bedoeling hiervan was na te gaan of de aanwezigheid (respect. afwezigheid) der knoppen invloed uitoefent op de samenstelling der twijgen, in zooverre deze in de wortelvorming tot uiting zou kunnen komen. Vergelijking met de eerst later, bij het inzetten van de proef, ontknopte en met normale knopdragende stekken, zou misschien licht kunnen werpen op de vraag in hoever de omzettingen in de twijgen beheerscht worden door

de knoppen of zich onafhankelijk daarvan voltrekken. Deze vraag hangt samen met een meer algemeenere betreffende de rustperiode, den winterslaap („dormancy”) der houtgewassen. Volgens sommige onderzoekers, zooals b.v. HOWARD (1915) en DENNY en STANTON (1928) zijn feitelijk alleen de knoppen „dormant”. Mij lijkt de opvatting juist, dat de plant als geheel genomen in een rusttoestand verkeert, al komt dit dan ook hoofdzakelijk in de knoppen tot uiting. Dit wil natuurlijk niet zeggen, dat ook in het inwendige van de plant volkomen rust zou heerschen. Evenzeer als bij de rusttoestanden der dieren (slaap, winterslaap) in het inwendige belangrijke processen en omzettingen plaats grijpen, evenzeer is dit het geval bij de planten. Ik behoef hier slechts te wijzen op de onderzoekingen van FISCHER, NIKLEWSKI, COMBES, e.a., die betrekking hebben op de stengels (stammen) van houtgewassen. Doch ook in het inwendige der knoppen zelf heerscht geen rust (zie b.v. ASKENASY, 1877, Ueber die jährliche Periode der Knospen). De „rusttoestand” (winterslaap, dormancy) der planten is uitsluitend op te vatten als een stilstand (of zeer sterke vertraging) van verschillende levensprocessen, in de eerste plaats van groei, voorafgegaan door de vorming van organen (knoppen) en gepaard met inwendige processen, die een krachtige, snelle hervatting van den groei mogelijk maken, zoodra de uitwendige voorwaarden dit weder toelaten. Wij doen daarom m.i. beter van „winterslaap” (dormancy) te spreken, dan van „rusttoestand”, want wij hebben hier, evenals bij den slaap, veeleer te doen met een proces dan met een toestand; een proces, dat zich niet direct naar buiten uit (vandaar schijnbare stilstand, „rusttoestand”), doch inwendig een reeks van in elkaar grijpende omzettingen omvat, die de plant weer voorbereiden voor verderen groei. Wij moeten dus aannemen, dat er in de knoppen bepaalde veranderingen plaats grijpen, doch tevens óók in de takken en stammen daarmede corresponderende, zoodat in deze laatste, wanneer de knoppen gaan uitloopen, toestanden geschapen zijn, die de knoppen het uitloopen en verderen groei veroorloven.

Het was deze gedachtegang, die aanleiding gaf tot bovengenoemde proevenreeks. Stellen wij ons voor (met DENNY e.a.) dat gedurende den winterslaap de knoppen inderdaad in rust verkeeren, doch de rest van de plant volkomen actief is en bezig met stofwisselingsprocessen, die op een bepaald moment het uitloopen der knoppen (zoomede hernieuwden wortelgroei) mogelijk maken, dan kan men hieruit afleiden, dat het van te voren (17 December) verwijderen der knoppen weinig invloed zal hebben op de omzettingen in takken en twijgen, m.a.w. het zal weinig verschil maken of wij de twijgen bij het snijden der stekken ontknopen of dit een tijdlang van te voren doen: het wortelvormend vermogen der groepen OK en VOK zal elkaar weinig ontloopen.

Bestaat er echter niet deze tegenstelling tusschen rustende knoppen en actief levende stam en takken, dan mogen wij aannemen, dat er ook gedurende de „dormancy” een wisselwerking bestaat tusschen knoppen en twijgen en zelfs bestaat dan de mogelijkheid, dat de omzettingen in de twijgen sterk beheerscht worden door de daarop aanwezige knoppen, die misschien als „points vitals” bepaalde invloeden kunnen uitoefenen op het takstelsel. In dat geval mogen wij verwachten, dat het verwijderen der knoppen remmend zal werken op deze omzettingen, waardoor dan waarschijnlijk ook het wortelvormend vermogen van uit deze, van te voren ontknopte twijgen, gesneden stekken, om laag zal gedrukt worden; zoodat dan het wortelvormend vermogen van groep VOK niet alleen bij K, maar ook bij OK (sterk) achter zal blijven.

Zooals wij zullen zien, wezen echter de resultaten van deze proefreeks er op, dat geen van deze beide opvattingen geheel juist was; veelal wezen zij op een derde mogelijkheid, waaraan ik bij den aanvang van het onderzoek niet gedacht had.

In deze proefreeks hebben wij dus steeds drie groepen:

K met eenige knoppen aan het apicale deel der stekken;

OK geheel ontknopt bij het inzetten van de proef;

VOK gesneden van de reeds van te voren (17 December) aan den boom ontknopte twijgen.

De reeks bestaat uit acht proeven; bij proef 4, 7 en 8 werden de twijgen verdeeld in een basale en een apicale stek, bij 1, 2, 3, 5 en 6 werd uit iedere twijg slechts een stek gesneden. Evenals bij de meeste der reeds beschreven proeven, werden de stekken steeds met de basis in water geplaatst, in het donker, in thermostaat bij 20°.

De eerste proef werd ingezet op 30 December '30 (zie tabel VII en grafiek 31), 6 stekken in iedere groep.

Het resultaat der metingen was:

op 15 Januari, groep	K, in totaal	21 wortels,	185 mm
„	OK, „ „	39 „	356 „
„	VOK, „ „	21 „	159 „
op 20 Januari, „	K, „ „	32 „	1304 „
„	OK, „ „	52 „	1911 „
„	VOK, „ „	38 „	1156 „

Deze cijfers (vergelijking van K en OK) toonen, dat ook hier weer een remming van de wortelvorming door de knoppen duidelijk aan het licht komt; op 15 Januari is de wortelvorming van OK (zooewel w.b. aantal wortels als totale wortelvorming) bijna het dubbele van die van K; op 20 Januari is de verhouding wat gunstiger voor K, maar niettemin behoudt OK een grooten voorsprong. Vergelijken wij echter OK met VOK, dan merken wij op, dat het van te voren verwijderen der

knoppen eveneens remmend gewerkt heeft: ook de wortelvorming van VOK blijft ver achter bij die van OK. Het eenige verschil tusschen OK en VOK was, dat bij OK de twijgen van 17-30 December knoppen droegen, bij VOK niet. Dit wijst er dus op, dat de aanwezigheid der knoppen aan de takken onder normale omstandigheden een toestandsverandering daarin bevordert, die na het afsnijden der stekken — gunstig is voor de wortelvorming. Immers alleen zóó is het m.i. te verklaren, dat de wortelvorming bij OK (waar de knoppen eerst bij het inzetten van de proef verwijderd werden) zooveel krachtiger is dan bij VOK. Worden echter de knopdragende stekken afgesneden voor de winterslaap voltooid is en onder omstandigheden gebracht (temperatuur van 20°), die wel de wortelvorming, maar niet het normale verloop van de winterrust bevorderen en „forceerend” op de knoppen werken, dan wordt deze (voorafgegane bevorderende) werking weer opgeheven, door de reeds meermalen geconstateerde remming, zoodat de wortelvorming weer ongeveer gelijk wordt aan die van groep VOK, d.w.z. die stekken, waarbij de bevorderende werking (door aanwezigheid der knoppen aan de twijgen uitgeoefend) sinds 17 December, was geëlimineerd.

Op te merken valt verder: 1e Het verschil tusschen K en VOK, ten gunste van K kan, gegeven de groote variatie en het gering aantal objecten (zie tabel VII) niet als reëel beschouwd worden. Toch valt op te merken, dat de beide volgende proeven een soortgelijk beeld geven (zie de grafieken 2, 3 en 4).

2e Men zou kunnen aanvoeren, dat misschien het wortelvormend vermogen van VOK omlaag kan gegaan zijn, tengevolge van de verwondingen, door het verwijderen der knoppen. Daar echter ook bij OK alle, en bij K het meerendeel der knoppen verwijderd werden, zijn ook de stekken van deze groepen op vele plaatsen verwond. Ik meen dan ook bij deze en de volgende beschouwingen van den invloed dezer verwondingen te kunnen afzien.

De tweede proef werd ingezet op 9 Januari (zie tabel VIII, a, b, c en grafiek 3 II); 5 stekken in iedere groep.

Het resultaat der metingen was:

	23 Januari		26 Januari		30 Januari	
K	32 wortels	197 mm	45 wortels	1103 mm	49 wortels	2745 mm
OK	21 „	178 „	33 „	689 „	36 „	1111 „
VOK	22 „	121 „	29 „	407 „	33 „	738 „

Deze cijfers toonen, dat ook hier, evenals bij de vorige proef, de wortelvorming van VOK achterblijft bij die van OK; terwijl echter bij de vorige proef het aantal wortels bij OK veel grooter was dan bij VOK, is het hier bijna gelijk.

De wortelvorming van VOK is aanvankelijk ongeveer gelijk aan

die van de vorige proef (dáár 26,5 per stek na 16 dagen hier 24,2 na 14 dagen), doch later blijft VOK in deze proef achter bij de vorige (dáár 192,7 na 21 dagen, hier 147,6; de gemiddelde wortellengte is dan dáár 30,4, hier 22,4).

Ook de wortelvorming van OK blijft achter bij die van de vorige proef (dáár 318,5, hier 222,2, na 21 dagen). Daarentegen overtreft de wortelvorming van K thans die in de vorige proef aanmerkelijk; dit is reeds op te merken bij de eerste meting en in toenemende mate bij de beide volgende (dáár 217 per stek na 21 dagen, gemiddelde wortellengte 41; hier 549, gemiddelde wortellengte 53).

Het resultaat van deze proef stemt dus in zoover overeen met dat van de vorige proef, dat VOK duidelijk achterblijft bij OK, maar wijkt er van af, doordat K thans OK ver overtreft.

Het verschil tusschen OK en VOK is wel niet zoo heel groot, maar bij OK is er één (no 5) die ongetwijfeld abnormaal laag is; was dit niet het geval, dan zou VOK nog meer achterblijven bij OK. Bovendien uit het zich in de geringere lengte der wortels, die bij VOK de beide eerste metingen ongeveer $\frac{2}{3}$ die van OK is en bij de derde meting slechts $\frac{3}{5}$.

De verhouding tusschen K en OK is geheel anders dan bij de voorafgaande proef: Vanaf de eerste metingen is de wortelvorming van K sterker dan die van OK; bij de eerste meting uit dit zich reeds in het veel grooter aantal wortels, dat tot ontwikkeling komt. De totale wortelvorming ontloopt elkaar nog slechts weinig (in aanmerking genomen de abnormale OK 5). Bij de volgende metingen wordt de voor-sprong reeds grooter en na 21 dagen is de totale wortelvorming van A bijna $2\frac{1}{2} \times$ die van OK; zoowel het aantal wortels als de gemiddelde wortellengte overtreft, die van OK sterk (en nog veel meer die van VOK. Men merke ook op (zie tabel VIII), dat bij K reeds een vierde deel der wortels zich begint te vertakken, bij OK slechts een enkele, zoodat dus feitelijk de totale wortellengte nog meer verschilt.

Vergelijken wij de cijfers van 30 Januari met die van 23 Januari (tabel VIII a en c), dan zien wij duidelijk, dat de wortelontwikkeling bij K in veel sneller tempo gaat dan bij OK en VOK.

Bij K is de totale wortelvorming op 30 Januari nagenoeg $14 \times$ die op 23 Januari; bij OK $6,2 \times$, bij VOK $6,1 \times$.

Wij kunnen dus opmerken, dat bij OK en VOK het aantal wortels elkaar weinig ontloopt en de wortelgroei ongeveer in dezelfde mate toeneemt; alleen is deze van den aanvang af bij VOK wat zwakker en blijft dit ook; de verhouding in totale wortelvorming van $\frac{OK}{VOK}$ blijft dan ook steeds $\pm 1,5$.

Daarentegen is de toename van K veel sterker, de totale wortelvorming is, nog afgezien van de vertakking, na een week $14 \times$ zoo groot, wat ten deele veroorzaakt wordt door toename van het aantal wortels, maar vooral door den sterkeren lengtegroei: gemiddeld zijn

de wortels bij K $9 \times$ zoo lang geworden, tegen die van OK en VOK slechts $\pm 4,5$.

De mate, waarin het aantal wortels in de drie groepen is toegenomen bedraagt 1,5 à 1,7 (in groep K: $\frac{49}{32} = 1,53 \times$, groep OK: $\frac{36}{21} = 1,71 \times$, groep VOK: $\frac{33}{22} = 1,5 \times$).

Wij zien dus, dat OK en VOK alleen verschillende in tempo, zij vormen nagenoeg evenveel wortels, maar de groei is langzamer bij VOK; dit verschil in tempo is toe te schrijven aan een in de stek van den aanvang afgegeven toestand, welk verschil zich gedurende de proef handhaaft.

Geheel anders bij K. Deze toont reeds spoedig een aanmerkelijk grooter aantal wortels, maar de totale wortelvorming ontloopt die van OK weinig, de gemiddelde wortellengte is zelfs geringer dan bij OK. Aanvankelijk (23/1) is dan ook alleen te constateeren, dat de remming door de knoppen is opgeheven. Drie dagen later is de toestand reeds geheel gewijzigd: het aantal wortels overtreft dat van OK en VOK sterk, maar bovendien begint ook de gemiddelde wortellengte thans die van OK en VOK te overtreffen; weer 4 dagen later (zie ook grafiek 3 II) zien wij, dat de totale wortelvorming van K in steeds sneller tempo omhoog gaat. Het is duidelijk, dat hier, behalve de van den aanvang af gegeven toestand in de twijg zelf, een andere factor in het spel is: de knopremming is omgeslagen in stimuleering, door de uit de „dormancy” ontwaakte en zich ontwikkelende knoppen.

Opmerking: Een verklaring van het opmerkelijke verschil in het gedrag van de groep K in de eerste en tweede proef, waarvan de inzetdatum slechts tien dagen uiteen loopt is met zekerheid niet te geven. Ik vestig er echter de aandacht op, dat de eerste vorstperiode, met toenemende nachtvorsten van $-2,5^\circ$ tot -9° juist in deze dagen viel.

De derde proef werd ingezet op 19 Januari (zie tabel IX, a, b en c en grafiek 3 III); 6 stekken in iedere groep.

Het resultaat der metingen was:

	5 Februari		7 Februari		9 Februari	
K	37 wortels	988 mm	34 wortels	1472 mm	42 wortels	2096 mm
OK	41 „	761 „	44 „	1119 „	42 „	1155 „
VOK	33 „	442 „	38 „	785 „	38 „	1133 „

Deze cijfers (en in 't bijzonder ook grafiek 4) toonen, dat de resultaten van deze proef in hoofdzaak overeenstemmen met die van de vorige proef. Ook hier heeft groep K van af de eerste meting een voor-sprong op OK en VOK, die in de volgende metingen steeds toeneemt. Met dit verschil, dat K hier niet door grooter aantal wortels, maar uitsluitend door grootere wortellengte overheerscht; deze is (zie tabel IX) in de beide laatste metingen niet ver onder het dubbele van die der

beide andere groepen (vooral wanneer men de vertakking mede in aanmerking neemt).

OK en VOK toonen een verloop, dat betrekkelijk weinig verschilt van dat in de vorige proef; VOK heeft echter wat sterker wortelvorming dan in de vorige proef, waardoor VOK vooral in de derde meting (9/2) zeer dicht bij OK komt te liggen.

Zelfs kan men op grond van de cijfers (tabel IX) betwijfelen of de wortelvorming van VOK geringer is te achten, dan die van OK, aangezien het hoogere getal voor OK uitsluitend is toe te schrijven aan het abnormaal hooge cijfer van OK 1 (517), terwijl bij de vier andere paren steeds VOK aanmerkelijk hooger ligt dan OK. Ook is opmerkelijk, dat de gemiddelde wortellengte bij VOK aanvankelijk wel geringer is dan bij OK, maar deze bij de 3de meting overtreft. Wij mogen dus m.i. veilig aannemen, dat wij hier voor het eerst de tendens opmerken van VOK om OK achter zich te laten en wij zullen door de volgende proeven dit nader bevestigd zien. Wij zien dus, dat OK eerst door K en daarna door VOK wordt overtroffen; in de volgende proeven zal steeds deze volgorde: K, VOK, OK, als eindresultaat optreden.

Beschouwen we nu de cijfers van tabel IX nader, dan merken wij in de groep K een groote onregelmatigheid op. Deze hangt nu hier zeer duidelijk samen met den toestand der knoppen. Ook in het uitloopen zijn groote verschillen, zoodat twee groepen te onderscheiden zijn: K 1, K 4 en K 3, met krachtig uitlopende knoppen (in volgorde van de mate daarvan gerangschikt), met wortelvorming (5 Febr.): 453, 288, 133.

K 6, K 2 en K 5, met zwak of nauwelijks uitlopende knoppen, met wortelvorming (5 Febr.): 13, 94, 7.

Vooral K 1 en K 4 loopen zeer krachtig uit, K 3 reeds merkbaar minder, K 2 en K 6 ontloopen elkaar weinig.

K 5 heeft 2 kleine knoppen, die nagenoeg nog niet uitloopen.

Het is duidelijk, dat bij K 5 en K 6 nog remming door de knoppen aanwezig is; vooral als men de cijfers van K 5 en K 6, op 5 Februari, vergelijkt met die van OK en VOK, waar geen enkele zoo laag is. Wij zien dan, dat het gemiddelde (afgezien van de abnormaal hooge OK 1) ongeveer bij 80 ligt; K 5 en K 6 zijn dus ongetwijfeld geremd.

Op 7 Februari ligt dit gemiddelde bij ± 120 , de remming van K 5 en K 6 is dus nog merkbaar. Op 9 Februari bij ± 150 , waaruit blijkt, dat K 5 nog sterk geremd is, terwijl K 6 nu OK 6 en VOK 6 voorbij gestreefd is.

De cijfers der groepen OK en VOK toonen (vooral op 5 Februari) een grooter gelijkmatigheid dan die voor K. Alleen OK 1 valt hier sterk uit. Nu is no 1 in alle drie de groepen een stek, die afwijkt, doordat hij aanmerkelijk zwaarder is. Dit verklaart wel het feit, dat de cijfers voor K 1 en OK 1 op 5 Februari en voor K 1, OK 1 en

VOK 1 op 7 en op 9 Februari zoo hoog zijn.

Betreffende grafiek 3 III is dus op grond van het voorafgaande op te merken, dat het verloop van lijn K wel in hoofdzaak een juist beeld geeft, doch dat van OK en VOK vermoedelijk niet. Immers, wanneer wij afzien van de afwijkende no 1 vinden wij als gemiddelde respect. op 5, 7 en 9 Februari:

voor OK: 75,114 en 127,

voor VOK: 71,122 en 172; een verloop, dat met de resultaten der volgende proeven veel beter in overeenstemming is.

De vierde proef werd ingezet op 28 Januari (zie tabel X a, b, c en grafiek 3 IV). Hierbij werden van ieder der drie groepen 5 eenjarige twijgen gebruikt, maar deze werden thans in twee deelen gesneden, zoodat elke groep uit 5 basale en 5 apicale stekken bestond.

Zie hier het overzicht der resultaten:

		11 Februari		14 Februari		18 Februari	
		aant. w.	mm	aant. w.	mm	aant. w.	mm
K	geheele groep	55	363	112	1755	142	6381
	basale stekken	25	217	36	675	41	1842
	apicale stekken	30	146	76	1080	101	4539
OK	geheele groep	66	417	104	1198	120	2655
	basale stekken	18	88	24	248	27	529
	apicale stekken	48	329	80	950	93	2126
VOK	geheele groep	85	771	128	2141	134	4550
	basale stekken	18	84	45	512	44	879
	apicale stekken	67	687	83	1629	90	3671

Deze cijfers zijn m.i. zeer opmerkelijk. Bepalen wij ons eerst tot die van 11 Februari. Vergelijken wij deze met die van de beide vorige proeven, dan bemerken wij, dat — terwijl dáár de groep K steeds merkbaar voor was op de beide andere — thans een geheel andere volgorde optreedt: VOK (771), OK (417) en K (363). Deze vergelijking is echter niet zuiver; bij de vorige proeven werd steeds één stek gesneden uit een eenjarige twijg en het spreekt vanzelf, dat daarvoor als regel meer het basale dan het apicale deel gebruikt werd. Een zuiverder vergelijking krijgen wij dus, als wij de basale groep vergelijken met de resultaten der vorige proeven. Wij hebben dan hier:

K basaal (217), OK basaal (88), VOK basaal (84). Wij merken nu op, dat de volgorde overeenstemt met die van de beide vorige proeven en dat de verhouding van de totale wortelvorming dezer basale stekken, na twee weken, niet zoo heel veel afwijkt van die, welke bij de beide vorige proeven werd bereikt na 2 à 3 weken.

Uit tabel X blijkt echter, dat deze voorsprong van K basaal, verge-

leken met OK basaal en VOK basaal, hoofdzakelijk is toe te schrijven aan het hooge cijfer voor K basaal 4; wij hebben hier (11 Febr.): K basaal 4, 128; OK basaal 4, 10; VOK basaal 4, 10. Deze cijfers wijzen er op, dat alleen bij K basaal 4 thans reeds een sterke van de knoppen uitgaande stimuleering bestaat.

Letten wij nu op de metingen van 14 en van 18 Februari dan zien wij, dat de voorsprong van de groep K basaal, steeds grooter wordt: Op 11 Februari overtreft de wortelvorming van K basaal die van OK basaal met 129, die van VOK basaal met 133 mm, op 14 Februari waren die verschillen respect. 427 en 163, en op 18 Februari respect. 1313 en 963. Zeer duidelijk is vooral het verschil tusschen de groepen K basaal en OK basaal. Terwijl op 11 Februari alleen K 4 een zeer duidelijken voorsprong op OK 4, toonde op 14 Februari K 1, K 4 en K 5 dezen voorsprong op de corresponderende nummers en op 18 Februari kon dit eveneens van K 2 en K 3 gezegd worden. In deze basale stekken is dus de voortdurend nog stijgende invloed der knopstimulatie duidelijk waarneembaar.

Nog sterker komt een dergelijk verloop in de apicale stekken tot uiting. 11 Februari is hier bij vergelijking van K apicaal met OK apicaal nog duidelijk remming waarneembaar, die zich zoowel in de totalen voor aantal wortels als die voor wortellengte uit. (K apicaal 30 wortels, 146 mm, OK apicaal 48 wortels, 329 mm) en die vooral ook bij vergelijking der afzonderlijke paren (zie tabel Xa) zeer duidelijk aan het licht komt. Drie dagen later (tabel Xb) begint dit reeds om te slaan en op 18 Februari (tabel Xc) merken wij op, dat K apicaal OK apicaal ver overtreft: het aantal wortels is thans grooter, de gemiddelde wortellengte van K apicaal is bijna het dubbele van OK apicaal en bij vergelijking der afzonderlijke paren, zien we ook, dat K apicaal in 4 van de 5 gevallen OK apicaal aanmerkelijk overtreft. Wij nemen bij deze apicale stekken dus waar: aanvankelijk nog eenige remming, daarna duidelijke stimuleering door de knoppen.

Tevens merken wij op, dat de wortelvorming der apicale stekken (reeds bij de 2e meting en nog veel sterker bij de 3e) die der basale stekken overtreft, een feit, dat zich ook bij de eerste proefreeks bij de ontknopte voordeed (zie tabellen III, IV en V), maar hier bij alle drie de groepen zeer sterk tot uiting komt. Het volgende overzicht ter verduidelijking:

		Aant. Wortels			Gemidd. lengte			Totale Wortelv.		
Bij	K bas. bij de drie metingen:	25	36	41	8.7	18.8	44.9	217	675	1842
"	K apic. " " " "	30	76	101	4.9	14.2	44.9	146	1080	4539
"	OK bas. " " " "	18	24	27	4.9	10.3	19.6	88	248	529
"	OK apic. " " " "	48	80	93	6.8	11.9	22.7	329	950	2126
"	VOK bas. " " " "	18	45	44	4.7	11.4	20.-	84	512	879
"	VOK apic. " " " "	67	83	90	10.3	19.4	40.8	687	1629	3671

Hieruit blijkt, dat dit feit bij de groepen K en OK hoofdzakelijk is toe te schrijven aan de vorming van een veel grooter aantal wortels bij de apicale stekken, bij VOK in gelijke mate dááaraan en aan den snellen groei; zoowel aantal als groeisnelheid zijn bij VOK apicaal ten slotte ongeveer dubbel zoo groot als bij VOK basaal.

Wij zien voorts uit deze cijfers (zie ook de grafieken 5 en 6), dat de verschuiving van VOK ten opzichte van K en OK (die wij reeds bij de vorige proef constateerden) hier verder voortgaat. Grafiek 3 iv toont, hoe van de drie groepen (in hun geheel genomen) groep VOK met de krachtigste wortelvorming inzet en nog op 14 Februari zoowel K als OK aanmerkelijk overtreft. Eerst tusschen 14 en 18 Februari wordt VOK door K, waar nu de knopstimulatie zich meer en meer doet gelden, achterhaald. Beschouwing van de krommen voor de basale en de apicale stekken afzonderlijk (grafiek 4) toont, dat deze voorsprong van VOK hoofdzakelijk gelegen is in de apicale stekken. Bij de eerste meting hebben wij de volgorde: VOK apicaal, OK apicaal, K basaal, K apicaal, OK basaal, VOK basaal;

drie dagen later: VOK apicaal, K apicaal, OK apicaal, K basaal, VOK basaal, OK basaal;

en weer vier dagen later: K apicaal, VOK apicaal, OK apicaal, K basaal, VOK basaal, OK basaal.

Wij zien dus, dat ten slotte zoowel VOK apicaal voor is bij OK apicaal, als VOK basaal bij OK basaal en tabel X toont, dat dit niet alleen geldt voor de gemiddelden, maar tevens, dat ook, bij beschouwing van de afzonderlijke paren, in 8 van de 10 gevallen VOK een aanzienlijke voorsprong heeft op OK.

Dit alles toont m.i., dat thans de verwijdering der knoppen van te voren aan den boom, het wortelvormend vermogen der later van deze takken gesneden stekken niet doet afnemen, maar integendeel doet stijgen. Wij zien, dat na 17 dagen (2e meting, 14/2) de totale wortelvorming der VOK-groep die der K-groep en vooral der OK-groep ver overtreft.

Deze voorsprong van groep VOK wordt hoofdzakelijk te weeg gebracht door de apicale. VOK apic. zet bijzonder krachtig in, zoowel wat betreft het aantal wortels (bij de eerste meting 67, tegen 48 bij OK apicaal en 30 bij K apicaal), als wat betreft de gemiddelde lengte (10,3 tegen 6,8 bij OK en 4,9 bij K). Daarentegen komt VOK basaal aanvankelijk vrij nauwkeurig met OK basaal overeen (VOK basaal 18 w., gemiddeld 4,7 mm, OK basaal 18 w., gemiddeld 4,9 mm); de gemiddelde lengte der wortels van VOK basaal en OK basaal blijft ook bij de volgende metingen nagenoeg gelijk, maar het aantal wortels stijgt bij VOK basaal tot 44 en bij OK basaal slechts tot 27, zoodat ook OK basaal door VOK basaal nog ver overtroffen wordt. (Vergelijk ook de afzonderlijke paren, tabel X).

Alles tezamen krijgen wij hier dus sterk den indruk, dat er in de *twijgen aan den boom, van 17 December tot 28 Januari, veranderingen hebben plaats gegrepen, waardoor op zichzelf genomen, het wortelvormend vermogen (van de later uit deze twijgen gesneden stekken) sterk is toegenomen. Dit zijn veranderingen, die niet geschieden onder invloed van de aan deze twijgen zich bevindende knoppen; integendeel blijkt, dat de aanwezigheid der knoppen (aan de twijgen in samenhang met den boom) dit wortelvormend vermogen weder omlaag drukt: bij de metingen van 11 en 14 Februari overtreft VOK zoowel K als OK in aantal en in gemiddelde lengte der wortels; eerst op 18 Februari overtreft groep K de groep VOK, doordat nu de stimuleerende werking van de uitlopende knoppen zich meer en meer doet gelden.*

Wij hebben dus te maken met de volgende factoren:

a. de veranderingen in de twijgen zelf, die in de tweede helft van December en in Januari hebben plaats gegrepen, onafhankelijk van de aanwezigheid der knoppen aan de twijgen, en die het wortelvormend vermogen doen toenemen;

b. de aanwezigheid der knoppen aan de twijgen, die in het stadium van de winterrust, onmiddellijk voorafgaande aan dat waarin ze, bij gunstige uitwendige voorwaarden zich kunnen ontplooien, het wortelvormend vermogen weder doet afnemen;

c. de aanwezigheid der knoppen (aan de stekken nu, tijdens het proces der wortelvorming), die, wanneer ze het stadium bereikt hebben, waarin ze zich kunnen gaan ontplooien — in steeds toenemende mate stimuleerend werken op de wortelvorming.

Groep VOK toont dus aanvankelijk de sterkste wortelvorming, doordat de factor *a* zich heeft kunnen uitwerken en de factor *b* is uitgeschakeld, terwijl de factor *c* zich nog niet doet gelden (bij groep K).

Groep K toont aanvankelijk de zwakste wortelvorming, doordat *a* weliswaar optrad, doch evenzeer *b*, die eerst nog doorwerkt, terwijl *c* eerst langzamerhand zich doet gelden.

Groep OK staat aanvankelijk tusschen K en VOK in, doordat *a* evenzeer optrad, doch *b* niet werd uitgeschakeld, terwijl *c* geheel achterwege blijft.

Reeds vroeger (zie blz. 15) kregen wij den indruk, dat de remmende werking door de knoppen uitgeoefend (op te merken aan *stekken*, waarvan de knoppen nog niet onmiddellijk voor ontplooiing vatbaar zijn) zoowel op het aantal wortels, dat tot ontwikkeling komt, als op de lengte, die zij bereiken, van invloed is.

Is dit inderdaad juist, dan mogen wij verwachten, dat dit ook geldt voor de remmende werking, die wij nu leeren kennen, van de knoppen aan de *twijgen*, voorafgaande aan het snijden der stekken.

Het vooraf verwijderen der knoppen zal dus in het algemeen zoowel het aantal als de lengtegroei moeten bevorderen. De cijfers op pag.

26 toonen, dat dit althans voor de apicale stekken (vergelijk VOK en OK) ongetwijfeld juist is. Wij zullen zien, dat over het geheel dit verschil in aantal der gevormde wortels, tusschen de groepen OK en VOK zeer geregeld optreedt (zie bijv. tabel XII, XIII en XIV).

Betreffende de zeer markante verschillen tusschen de apicale en de basale stekken is nog het volgende op te merken: Bij OK (waar de deels remmende, deels stimuleerende werking der knoppen tijdens de proef is opgeheven) zien wij, dat het aantal wortels der apicale stekken in alle drie de metingen $3 \text{ à } 4 \times$ zoo groot is als dat der basale, terwijl de gemiddelde lengte elkaar weinig ontloopt (iets grooter bij de apicale).

Bij groep K zien wij, dat — nadat de knopremming bij de apicale is opgeheven, dus bij de 2de en vooral de 3de meting — eveneens de gemiddelde lengte elkaar weinig ontloopt (bij de 3de meting is ze geheel gelijk), terwijl het aantal wortels bij de apicale $2 \text{ à } 3 \times$ zoo groot is.

Daarentegen zien wij bij groep VOK, dat het aantal wortels der apicale eveneens $2 \times$ zoo groot is dan dat der basale, doch tevens, dat de gemiddelde lengte der apicale ongeveer het dubbele is van dat der basale.

Ook bij de proeven der eerste reeks was herhaaldelijk op te merken, dat, waar de invloed der knoppen was uitgeschakeld, het aantal wortels der apicale stekken grooter was, dan dat der basale (zie bijv. tabel II, III, IV, (OK, 27/1) en V (OK)).

Deze feiten wijzen er m.i. op, dat er tusschen de apicale en de basale deelen een inhaerent verschil is in de wortelvorming, in dien zin, dat de apicale een grooter aantal wortels kunnen vormen, doch dat in de groep VOK het onderscheid, in de wortelvorming der basale en de apicale stekken nog door een andere factor versterkt wordt, die bij K en OK ontbreekt. Ter beantwoording van de vraag welke dit kan zijn, kunnen wij het volgende overwegen:

Bij beide groepen K en OK droegen zoowel basale als apicale twijgstukken van 17/12–28/1 knoppen en de basale twijgstukken grensden, zoowel naar onder als naar boven, aan knopdragende takdeelen (immers ook aan de tweejarige takdeelen zijn knoppen aanwezig).

Bij VOK daarentegen, waar reeds van 17/12–28/1, de knoppen ontbreken, grenzen de basale twijgstukken naar onder aan de knopdragende tweejarige takdeelen, de apicale zijn daarvan echter gescheiden, door deze ontknopte basale twijgstukken.

Het is dus geen wonder, dat de invloed van het te voren ontknopen zich vooral uit in de apicale deelen en deze invloed schijnt nu vooral in den krachtigeren lengtegroei van de wortels aan deze apicale deelen tot uiting te komen.

Behalve aan dit verschil in situatie der basale en apicale twijgdeelen ten opzichte van de overige plant, kunnen wij ook nog denken aan het volgende: Uit de proeven der eerste reeks is reeds gebleken (en het

volgende zal dit nog duidelijker toonen), dat er ook in de knoppen dezer twijgdeelen een verschil bestaat, in dien zin, dat de basale knoppen verder zijn voortgeschreden door den rusttoestand, eerder gereed zijn voor de ontluijing dan de apicale. Wanneer wij aannemen, dat dit proces gepaard gaat met een onttrekking van bepaalde stoffen aan de twijg, dan zullen op een zeker moment, de basale knoppen dit dus reeds in sterkere mate gedaan hebben dan de apicale knoppen. Een verschil in wortelvormend vermogen ten gunste van de apicale twijgdeelen, kan hierdoor gedeeltelijk weer opgeheven worden. Het verwijderen der knoppen (half December) zal dan echter dit inhaerente verschil nog duidelijker aan den dag doen komen.

Vermoedelijk zijn wel de beide hier genoemde factoren: verschil in situatie der basale en apicale twijgstukken en verschil in ontwikkelingsphase der zich op beide bevindende knoppen, werkzaam om in de groep VOK apicaal, den wortelgroei zoo zeer te versnellen, dat vanaf de eerste meting (11/2) de gemiddelde wortellengte van VOK apicaal die van K en OK sterk overtreft en zelfs nog bij de 3de meting (18/2), die lengte slechts weinig minder is dan die van K, waar zich de stimuleerende werking der uitlopende knoppen intusschen zoo krachtig begint te doen gevoelen.

De vijfde proef werd ingezet 6 Februari (zie tabel XI en grafiek 3 v). Van ieder der drie groepen werden acht eenjarige twijgen gebruikt. Wij geven hier een overzicht van de resultaten der drie metingen:

	20 Februari			23 Februari			27 Februari		
	aant. w.	mm	gem. per w.	aant. w.	mm	gem. per w.	aant. w.	mm	gem. per w.
K	43	473	11	90	1974	21,9	102	4525	44,4
OK	52	803	15,4	61	1850	30,3	67	2930	43,7
VOK	54	733	13,5	66	2042	30,9	73	3378	46,3

Hieruit blijkt, dat groep K in haar geheel genomen bij de eerste meting nog eenige remming toont, zoowel wat betreft het aantal wortels als de gemiddelde wortellengte. Het is echter zeer goed mogelijk, dat deze remming slechts schijnbaar is: reeds drie dagen later was het aantal wortels bij K veel grooter dan bij de beide andere groepen. Waarschijnlijk zijn dus reeds onmiddellijk bij K veel meer wortelbeginsels hun ontwikkeling begonnen, waardoor de totale lengte van meetbare (uitwendig zichtbare) wortels geringer kan zijn.

Na drie dagen is de remming, in totaal genomen, dan ook reeds op-

geheven; de krachtige wortelvorming bij groep K uit zich in het groote aantal wortels, dat thans dat van OK en VOK ver overtreft; de totale wortellengte der drie groepen loopt nu weinig uiteen, alleen in gemiddelde lengte der wortels is K nog merkbaar achter bij OK en VOK. Bij de laatste meting (27 Februari) is ook dit verschil opgeheven: K overtreft thans de beide andere groepen aanmerkelijk: het aantal wortels is nagenoeg $1,5 \times$ zoo groot als van de beide andere groepen; de gemiddelde wortellengte in de drie groepen ontloopt elkaar weinig.

Beschouwen wij de wortelvorming der stekken afzonderlijk (tabel XI), dan zien wij, dat bij de eerste meting de cijfers voor K zeer uiteen loopen en dat bij 5 van de 8 drietallen K sterk achter is, zoowel bij OK als bij VOK; maar bij no K 5 is de remming klaarblijkelijk reeds omgeslagen in stimuleering: K 5 heeft 9 wortels, tezamen 202 mm, tegen OK 5 slechts 6 wortels, tezamen 58 mm en VOK 5 vijf wortels, tezamen 72 mm.

In overeenstemming hiermede is dan ook, dat K 5 uitmunt door reeds krachtig uitlopende knoppen. Hetzelfde geldt voor K 3, die eveneens in aantal wortels en in totale wortelvorming ver bij OK 3 en VOK 3 vooruit is.

Na drie dagen is K in drie gevallen veel voor bij OK en VOK (no 1, 3 en 5); in drie gevallen merkbaar achter (no 2, 6 en 7). De groep OK schijnt iets achter te blijven, zoowel ten opzichte van het aantal wortels als van de totale wortellengte.

Dat de remming bij K meer en meer verdwijnt en plaats maakt voor stimuleering blijkt ook uit het feit, dat op 27 Februari K in drie gevallen veel voor is bij OK en bij VOK (no 3, 5 en 8) en slechts in een geval nog belangrijk achter is bij OK en VOK (no 6). No K 3 heeft een buitengewoon hoog getal voor de totale wortelvorming. Zonderen wij deze uit, dat vinden wij voor de zeven andere toch nog een gemiddelde van 462, dus aanmerkelijk hooger dan voor de ontknopte groepen.

Het verloop van K ten opzichte van OK en VOK is dus ongetwijfeld in hoofdzaak juist uitgedrukt in de grafiek: eerst achterblijven van K bij OK en VOK (door knopremming), daarna K en VOK voorbij streven: knop-stimuleering met als gevolg, in dit geval, de aanleg van veel meer wortels.

Twijfelachtig is het echter, bij de groote variatie in de wortelvorming, of de verhouding tusschen K en VOK, door de grafiek juist wordt uitgedrukt. Het totaal aantal wortels is bij OK in de drie metingen iets achter bij VOK, de gemiddelde lengte is aanvankelijk bij OK wat grooter, daarna gelijk, ten slotte wat geringer.

Wat betreft de totale wortellengte is bij de eerste meting OK voor bij VOK in 4 gevallen (no 1, 3, 4 en 7), achter bij VOK in 3 gevallen (no 2, 5 en 8); no 6 is \pm gelijk bij OK en VOK.

Bij de derde meting:

OK voor bij VOK in 3 gevallen (no 4, 5 en 7), achter in 5 gevallen (1, 2, 3, 6 en 8). Er is echter nog iets anders: Reeds bij de 2de meting viel het op, dat de wortels van de groep OK zichtbaar dikker, krachtiger, zijn dan van de beide andere groepen. Bij de 3de meting was dit verschil zeer duidelijk, terwijl K en OK elkaar in dit opzicht weinig ontlepen (misschien een klein verschil ten gunste van K).

Dit maakt den indruk, dat de voedingsvoorwaarden voor de wortels bij VOK het beste zijn, terwijl bij K een bepaalde factor werkzaam is, die in dit geval in de eerste plaats stimulerend werkt op den aanleg van wortels (het aantal is bij de 2de en 3de meting $\pm 1,5 \times$ dat van OK en van VOK) en vervolgens ook op den lengtegroei, waardoor de gemiddelde wortellengte, die aanvankelijk geringer was dan die van OK en VOK bij de laatste ongeveer gelijk was.

(Het aantal vertakte wortels was bij OK het grootst: 16 van 67; daarna volgde K met 15 van de 102 en VOK met 9 van de 73. Opmerkelijk was, dat bij VOK de wortels onder 56 mm nog niet vertakt waren, terwijl bij OK dit reeds met 5 wortels tusschen 40 en 56 mm het geval was).

Alles tezamen maakte het dus wel den indruk, dat de wortelvorming der groep VOK ook hier die van OK begon voor te komen.

De zesde proef werd ingezet 10 Februari (zie tabel XII en grafiek 1 VI); vijf eenjarige twijgen in elke groep. Overzicht van de resultaten der metingen:

	24 Februari			27 Februari			3 Maart		
	aant. w.	mm	gem. per w.	aant. w.	mm	gem. per w.	aant. w.	mm	gem. per w.
K	17	72	4,2	46	708	15,4	52	2569	49,4
OK	17	116	6,8	32	473	14,8	32	595	18,6
VOK	51	558	10,9	57	1639	28,8	58	1864	32,1

Deze cijfers toonen groote verschillen met die van de vorige proef. Niettemin zijn er belangrijke punten van overeenkomst. Ook hier vertoont groep K aanvankelijk nog eenige remming (vooral ook als men in aanmerking neemt, dat OK 2 abnormaal laag is, (zie tabel XII): het aantal wortels van K is bij de eerste meting gelijk aan dat van OK, maar de gemiddelde lengte slechts $\frac{2}{3}$. Wij zien dan, dat K reeds na drie dagen (27/2) OK overtreft, door een grooter aantal wortels, terwijl dan in de volgende vier dagen deze wortels veel sneller groeien, zoodat aan het eind van de proef de totale wortelvorming van K ongeveer $4 \times$ die van OK bedraagt. (Nemen wij in aanmerking, dat OK 2

abnormaal laag is, dan komen we toch altijd nog tot een wortelvorming voor K van ongeveer $3 \times$ die van OK). Wil zien dan, dat K ten slotte waarden bereikt, die niet veel onder doen voor die in de vorige proef en zonderen wij (bij proef V) de abnormaal hoge K 3 (1291) uit, dan deze zelfs nog overtreft. OK daarentegen blijft ver daaronder; terwijl bij de vorige proef het verschil tusschen K en OK geheel door het grootere aantal wortels werd bepaald, vinden wij hier een opmerkelijk langzamen groei bij OK. Alle vijf de cijfers, door OK bereikt na 21 dagen, blijven hier onder de minimale in de vorige proef, eveneens aan het eind van de proef (OK 1: 213).

De wortelvorming van de groep VOK zet in deze proef ongewoon krachtig in: bij de eerste meting (24/2) overtreffen alle vijf de ex. van VOK, de corresponderende K's en OK's verre in totale wortelvorming, in aantal der wortels; in 4 van de 5 gevallen in de gemiddelde lengte.

Drie dagen later is VOK nog sterk voor: de gemiddelde wortellengte is nagenoeg $2 \times$ zoo groot als bij K en bij OK; alle VOK's zijn stuk voor stuk nog voor bij de corresponderende K's en OK's. Na vier dagen echter volkomen wijziging: de gemiddelde wortellengte van K is thans $1,5 \times$ die van VOK, de totale wortelvorming daardoor aanmerkelijk grooter, 4 van de 5 K's overtreffen thans de corresponderende VOK's.

Wij zien dus, dat ook hier de groep K aanvankelijk eenige remming vertoont en daardoor bij OK en VOK achter is; ook hier wordt eerst OK, daarna VOK ingehaald. Hoofdzakelijk is dit het gevolg van den veel snelleren wortelgroei bij K. De snelheidstoename vertoont hier een geheel ander beeld dan bij OK en VOK. In alle drie der groepen wordt de gemiddelde lengte der wortels van 24/2-27/2 twee à drie maal zoo groot. In de volgende vier dagen zien wij echter bij OK en VOK nog slechts een geringe lengtetoe name, terwijl bij K de wortellengte weder ruim drie maal zoo groot wordt. Bovendien zien wij bij K het aantal wortels ook nog toenemen, terwijl dit bij OK en VOK nagenoeg hetzelfde blijft. Opmerkelijk is, dat VOK reeds bij de eerste telling nagenoeg even veel wortels heeft als K bij de laatste. Ook de gemiddelde wortellengte is bij VOK op 24 Februari veel hooger dan bij de beide andere groepen. Dit toont, dat de sterke wortelvorming bij VOK het gevolg is van een van den aanvang af gegeven toestand in de twijgen, terwijl die van K is toe te schrijven aan een gaandeweg optredende en krachtiger wordende factor, nl. het uitloopingsproces der knoppen.

Vergeleken bij de vorige proef constateeren wij een sterke daling van OK, terwijl VOK, althans bij de twee eerste metingen nog eenige stijging vertoont. Dientengevolge zien we de omslag in de verhouding der groepen OK en VOK (in vorige proeven reeds min of meer aangeduid) thans zeer duidelijk aan het licht komen: Van de eerste meting af laat

groep VOK groep OK ver achter zich, zoowel wat het aantal als wat de gemiddelde lengte der wortels betreft. Het geheele proces der wortelvorming bij de groep VOK verloopt bij deze proef sneller dan bij de vorige: na 17 dagen werd daar per stek 255,3 mm bereikt bij een gemiddelde wortellengte van 30,9, hier respect. 327,8 mm bij 28,8. Daarna zien we echter bij de vorige proef nog sterke toename tot 422,3 en 46,3, terwijl hier slechts 372,8 en 23,1 bereikt wordt.

De afbeelding (fig. 8) toont de toestand bij de tweede meting; het verschil tusschen de drie groepen is duidelijk zichtbaar.

De zevende proef werd ingezet op 14 Februari (zie tabel XIII, grafiek 3 VII), geheel volgens het schema van die, welke op 28/1 werd ingezet (zie vierde proef, pag. 13).

Overzicht der resultaten:

		28 Februari		3 Maart		6 Maart	
		wort.	mm	wort.	mm	wort.	mm
K	geheele groep	130	2034	167	5508	175	7342
	basale stekken	53	851	60	2385	66	3210
	apicale stekken	77	1183	107	3123	109	4132
OK	geheele groep	134	1740	140	2542	142	3006
	basale stekken	38	380	40	509	41	684
	apicale stekken	96	1360	100	2033	101	2322
VOK	geheele groep	195	2856	197	4029	200	4580
	basale stekken	60	584	69	914	76	1077
	apicale stekken	135	2272	128	3115	124	3503

Uit deze cijfers blijkt, dat ook hier in de groep K aanvankelijk nog eenige remming was waar te nemen, maar tevens, dat wederom deze remming alleen in de apicale stekken aan den dag kwam: bij de eerste meting was K apicaal achter bij de beide andere apicale groepen (terwijl daarentegen K basaal onmiddellijk vóór was bij de beide andere basale groepen). Maar reeds drie dagen later (3/3) is deze remming geheel verdwenen: het getal van K apicaal overtreft nu dat van OK apicaal aanmerkelijk en is nagenoeg gelijk aan dat van VOK apicaal. Weder drie dagen later (6/3) is K apicaal ook VOK apicaal voorbij gestreefd. De cijfers, die wij in deze proef vinden, toonen veel overeenkomst met die van de vierde proef, welke 17 dagen vroeger werd ingezet. Ook hier zien wij, dat, bij uitschakeling van den invloed der knoppen, de wortelvorming der apicale stekken in totaal 3 à 4 × die der basale bedraagt.

Terwijl bij de vierde proef, die twee weken vroeger werd ingezet, de invloed der knoppen bij basale en apicale stekken nog zoozeer verschilde, dat in de K-groep de wortelvorming der apicale aanvankelijk

geringer was, dan die der basale, zien we thans, dat reeds bij de eerste meting de apicale stekken de basale overtreffen, zij het ook in veel mindere mate dan bij de knoplooze. Dit laatste wijst er op, dat het verschil in den invloed der knoppen zich nog op dezelfde wijze, doch in mindere mate doet gevoelen. Ook in het eindresultaat is groote overeenkomst. De meting van 28 Februari had plaats 21 dagen na het inzetten, die van 6 Maart 20 dagen na het inzetten van de proef. Wanneer wij aannemen, dat bij deze laatste de groei nog een dag met ongeveer dezelfde snelheid zou hebben plaats gehad als van 3-6 Maart, komen wij tot de volgende schatting, waarbij wij ter vergelijking nu de cijfers van de vorige groep er naast plaatsen:

		Proef VII, 14/2-7/3		Proef IV, 28/1-18/2	
K	geheele groep	175 wortels	8000 mm	142 wortels	6381 mm
	basale stekken ...	66 "	3500 "	41 "	1842 "
	apicale stekken ..	109 "	4500 "	101 "	4539 "
OK	geheele groep	142 "	3150 "	120 "	2655 "
	basale stekken ...	41 "	750 "	27 "	529 "
	apicale stekken ..	101 "	2400 "	93 "	2126 "
VOK	geheele groep	200 "	4760 "	134 "	4550 "
	basale stekken ...	76 "	1130 "	44 "	879 "
	apicale stekken ..	124 "	3630 "	90 "	3671 "

Hieruit blijkt, dat bij de VIIe proef, 14 dagen na de IVe ingezet, bijna over de geheele linie de wortelvorming krachtiger is dan bij de IVe. Toch is dit verschil niet zoo heel groot: de verhouding der wortelvorming in alle drie de groepen tezamen is $\frac{15910}{13584} = \pm \frac{100}{85}$ en in de ontknopte groepen $\frac{7910}{7205} = \pm \frac{100}{91}$ terwijl bij de groepen K en VOK apicaal zelfs in 't geheel geen stijging is waar te nemen (ofschoon het aantal wortels hier ook bij de VIIe proef grooter is).

Vergelijken wij echter de cijfers, die na 14 dagen bereikt waren, dan krijgen wij een geheel ander beeld:

		Proef VII (14/2-7/3, met. op 28/2)		Proef IV (28/1-8/1), met. op 11/2	
K	geheele groep	130 wortels	2034 mm	55 wortels	363 mm
	basale stekken ...	53 "	851 "	25 "	217 "
	apicale stekken ..	77 "	1183 "	30 "	146 "
OK	geheele groep	134 "	1740 "	66 "	417 "
	basale stekken ...	38 "	380 "	18 "	88 "
	apicale stekken ..	96 "	1360 "	48 "	329 "
VOK	geheele groep	195 "	2856 "	85 "	771 "
	basale stekken ...	60 "	584 "	18 "	84 "
	apicale stekken ..	135 "	2272 "	67 "	687 "

Uit dit overzicht blijkt, dat het aantal wortels bij proef VII, na 14 dagen, ruim $2 \times$ zoo groot is, als bij proef IV, en de totale wortelvorming zelfs ruim $4 \times$ zoo groot is; m.a.w. bij de 14 dagen later ingezette proef zet de wortelvorming veel sneller, krachtiger, in; het eindresultaat na 21 dagen overtreft echter dat van proef IV betrekkelijk weinig; alleen blijft het opmerkelijk, dat bij proef VII het aantal wortels zoo veel groter blijft dan bij proef IV; zelfs bij groep VOK apicaal, waar de totale wortelvorming na drie weken nagenoeg gelijk is in beide proeven, overtreft het aantal wortels in proef VII (124) dat van proef IV (90) aanmerkelijk. Dit wijst er m.i. op, dat bij de later ingezette proef de krachtige wortelvorming mede tot uiting komt in het feit, dat spoedig een zooveel groter aantal wortels zich gaan ontwikkelen: bij proef IV bedroeg dit na 14 dagen 206, bij proef VII 459, dus ruim twee maal zooveel. Later wordt echter, zooals van zelf spreekt, bij deze waterculturen in het donker, de ontwikkeling van het wortelstelsel meer en meer beperkt door andere factoren, zooals bijv. de hoeveelheid aanwezig reservevoedsel. Dit veroorzaakt vermoedelijk dan, dat, daar waar de maximale waarden bereikt worden, ondanks het grootere aantal wortels (bij proef VII), de totale wortelvorming ten slotte nagenoeg gelijk is; zooals blijkt bij vergelijking van K apicaal (proef VII: 4500, Proef IV: 4539) en van VOK apicaal (proef VII: 3630, proef IV: 3671). Dat deze begrenzenende factoren echter niet alleen in de hoeveelheid aanwezig reservevoedsel te zoeken zijn, blijkt m.i. uit het feit, dat in beide proeven juist in groep K, waar toch ook de zich ontwikkelende knoppen bouwstoffen moeten onttrekken, de totale wortelvorming $1\frac{1}{4} \times$ die van groep VOK bedraagt (althans voor zoover deze kan beoordeeld worden naar de gezamenlijke lengte der wortels).

Overeenkomst en verschil tusschen de proeven IV en VII blijkt duidelijk bij vergelijking der graphieken 3 IV en 3 VII. Het eindresultaat (respect. op 18/2 en 6/3) ontloopt elkaar weinig, is echter bij proef VII iets hooger gelegen. De onderlinge ligging der punten K, OK, VOK in proef IV grafiek 3 IV) na 17 dagen bereikt, toont veel overeenkomst met die welke in proef VII (grafiek 9) na 14 dagen bereikt werd.

De ligging van K, OK, VOK, in proef IV, na 14 dagen, waarbij K zich onderaan bevindt, wijzend op de nog betrekkelijk sterke remming, is bij proef VII niet meer geconstateerd; maar het verloop der lijnen (grafiek 3 VII) doet vermoeden, dat een dergelijke ligging vroeger, vermoedelijk op den 9en of 10en dag, was waar te nemen geweest. In beide grafieken is zichtbaar, dat de K-lijn eerst de OK-, daarna de VOK-lijn snijdt; de sterkere invloed der knop-stimulatie bij proef VII komt tot uitdrukking in het feit, dat de OK- en de VOK-lijn vroeger door K gesneden worden. De verschuiving van de geheele figuur toont, dat de geheele wortelvorming bij proef VII sneller en krachtiger inzet.

Een juister beeld geven echter de grafieken van de afzonderlijke

groepen (zie grafiek 4). Vergelijken wij grafiek 4 IV met 4 VII, dan zien wij, dat bij proef IV na 17 dagen een onderlinge ligging der zes punten bereikt werd, die in hoofdzaak overeenstemt met die, welke in proef VII na 14 dagen bereikt werd, waarbij echter in het laatste geval alle punten reeds hooger liggen. Bij proef IV hebben wij na 17 dagen deze volgorde der groepen: VOK apicaal, K apicaal, OK apicaal, K basaal, VOK basaal, OK basaal; bij proef VII na 14 dagen: VOK apicaal, OK apicaal, K apicaal, K basaal, VOK basaal, OK basaal. Deze volgorde stemt goed overeen, slechts zijn K apicaal en OK apicaal van plaats verwisseld. De basale groepen hebben alle drie bij proef VII na 14 dagen reeds hogere waarden bereikt, vooral K basaal (sterkere knopstimuleering). Van de apicale is vooral VOK apicaal reeds sterk omhoog gegaan, ook OK apicaal; K apicaal echter veel minder (vandaar de verwisseling in de volgorde van K apicaal en OK apicaal), wat ongetwijfeld een gevolg is van de aanvankelijk nog steeds heerschende knopremming, welke dan echter in de eerstvolgende dagen geheel wordt opgeheven, zooals blijkt uit de zeer sterke stijging van K apicaal van den 14en tot den 17en dag.

Een onderlinge ligging der punten, die geheel overeenstemt met die van proef IV na 17 dagen, zal, te oordeelen naar grafiek 4 VII, in proef VII na ± 15 dagen bereikt zijn.

De afbeeldingen, die op deze proef betrekking hebben (fig. 9 en 10) toonen de groepen K basaal en K apicaal tijdens de tweede meting (3 Maart). Duidelijk is zichtbaar, dat de knoppen der basale stekken ook nu nog krachtiger uitloopen, dan die der apicale. Desondanks is de totale wortelvorming der apicale stekken (3123 mm) grooter dan die der basale (2385 mm), een gevolg van het sterker wortelvormend vermogen der apicale twijgstukken op zich zelf, zooals blijkt uit de voor de ontknopste stekken gevonden getallen (Tabel XIII).

De achtste proef werd ingezet op 28 Februari (zie tabel XIV en grafiek 3 VIII, volgens hetzelfde schema als de beide voorafgaande.

Overzicht der resultaten:

		10 Maart		14 Maart		17 Maart		21 Maart	
		wort.	mm	wort.	mm	wort.	mm	wort.	mm
K	geheele groep	23	62	219	2960	276	10181	263	15053
	basale stekken	7	27	82	1426	98	4370	87	5953
	apicale stekken	16	35	137	1534	178	5811	176	9120
OK	geheele groep	28	81	153	1694	175	3965	189	6551
	basale stekken	12	28	37	340	45	772	41	1245
	apicale stekken	16	53	116	1354	130	3193	148	5306
VOK	geheele groep	127	590	199	2863	201	5334	210	7276
	basale stekken	35	144	72	656	81	1433	85	2398
	apicale stekken	92	446	127	2207	120	3901	125	4878

Bij deze proef werd nog een vroegere meting (10 Maart, na tien dagen) ingevoegd, omdat ik verwachtte, dat de wortelvorming nog weer sneller zou plaats grijpen. Dit bleek echter niet zoo te zijn. Vergelijkt men de cijfers van 14 Maart in bovenstaande tabel met die, welke in proef VII na 14 dagen bereikt werden (nl. op 28 Februari, zie de tabel op blz. 34, dan treft ons de groote overeenkomst in de getallen, een overeenkomst, die — gegeven de groote variabiliteit — zeer merkwaardig is: de getallen voor de OK en VOK groepen ontlopen elkaar slechts weinig, vooral wat de totale wortelworming betreft. Aangezien echter in proef VII iedere groep uit 5, en in proef VIII uit 8 exemplaren bestaat, blijkt hieruit, dat de wortelvorming in de laatste proef minder krachtig inzette. Wat de knopdragende betreft, hiervan ontlopen de basale stekken elkaar weinig na 14 dagen (proef VIII: $\frac{5}{8} \times 1426 = 891$; proef VII: 851), terwijl de apicale (A) bij proef VII vóór zijn bij die van proef VIII (Proef VIII: $\frac{5}{8} \times 1539 = 959$; Proef VII: 1183).

Toch is de meting van 10 Maart wel interessant, want zij toont zeer duidelijk het opmerkelijk krachtige inzetten van groep VOK vergeleken bij K en OK: Wij zien (tabel XIV), dat na 10 dagen 15 van de 16 stekken van groep VOK geworteld waren, in totaal 127 wortels, 590 mm, terwijl er in groep K slechts 5 geworteld waren (23 wortels, 62 mm) en in groep OK 9 (28 wortels, 81 mm).

Een van de knoppen uitgaande remming (in groep K) blijkt feitelijk alleen nog, in de metingen van 10 en van 14 Maart, uit de verhouding tusschen wortelvorming der basale en apicale stekken: Ook bij deze proef (evenals bij de beide conforme IV en VII) constateeren wij, dat bij uitschakeling van den invloed der knoppen, de wortelvorming der apicale stekken aanmerkelijk veel meer bedraagt dan die der basale (in totaal hier ten slotte bijna $3 \times$ zoveel) Bij de meting van 14 Maart is deze verhouding in groep OK $\frac{1354}{340} = 4$, in groep VOK: $\frac{2207}{656} = \pm 3,4$. Daarentegen uit zich bij de knopdragende (K), op 14 Maart de krachtige wortelvorming der apicale alleen nog slechts in het groote aantal wortels (137 bij de apicale, 82 bij de basale) terwijl de totale wortelvorming elkaar nog weinig ontloopt (resp. 1534 en 1426). Dit toont, dat ook hier aanvankelijk onder invloed der knoppen in de apicale groep nog eenige remming aanwezig is. Deze aanvankelijke remming veroorzaakt dan ook, dat de *totale* wortelvorming van K op 14 Maart ongeveer gelijk is aan die van VOK, terwijl zij drie dagen later reeds het dubbele daarvan nadert.

Zetten wij nog eens de eindresultaten van die drie overeenkomstige proeven (IV, VII en VIII) naast elkaar, waarbij wij die van proef VIII op 5 stekken omrekenen, en brengen wij bovendien nog een correctie aan: in de groep OK is er één met een zeer abnormaal hoog

eindcijfer, nl. OK apicaal no 7, met eindcijfer 1774. Deze valt er blijkbaar geheel uit; hij overtreft zelfs de maximale in de groep VOK ver en komt \pm overeen met de maximale in groep K. Daarom werd deze geëlimineerd en het getal voor OK apicaal verkregen door te nemen: $\frac{5}{7} (5306-1774) = 2523$. In de grafieken 3 VIII en 4 VIII stelt de gestippelde lijn voor OK de aldus gecorrigeerde kromme voor.

		Proef IV 28/1-18/2		Proef VII 14/2-7/3		Proef VIII 28/2-21/3	
		wort.	mm	wort.	mm	wort.	mm
K	geheele groep	142	6381	175	8000	164	9408
	basale stekken	41	1842	66	3500	54	3708
	apicale stekken	101	4539	109	4500	110	5700
OK	geheele groep	120	2655	142	3150	118	3301
	basale stekken	27	529	41	750	26	778
	apicale stekken	93	2126	101	2400	92	2523
VOK	geheele groep	134	4550	200	4760	131	4548
	basale stekken	44	879	76	1130	53	1499
	apicale stekken	90	3671	124	3630	78	3049

Dit overzicht toont, dat ook proef VIII een getallenreeks oplevert, die een zeer bevredigende parallelie vertoont met de beide vorige. In het bijzonder geldt dit, wat het aantal wortels betreft, dat een opmerkelijke overeenkomst vertoont, met dat van proef IV; dit aantal vertoont, hiermede vergeleken, alleen in groep K een belangrijke stijging. Eigenaardig is, dat het aantal wortels in proef VIII voor bijna alle groepen (K apicaal uitgezonderd) geringer is dan in proef VII. Desondanks is de totale wortelvorming in de meeste groepen wat grooter, waaruit blijkt, dat de gemiddelde groeisnelheid der wortels in proef VIII, die aanvankelijk geringer was dan in proef VII, later toch grooter geweest moet zijn.

De zuiverste vergelijking is m.i. mogelijk tusschen proef IV en VIII (waarbij de laatste juist 4 weken na de eerste genomen werd), die in het aantal der gevormde wortels zoo opmerkelijk goed overeenstemmen.

Wij zien dan, wanneer wij eerst de drie groepen in hun geheel beschouwen, dat ten slotte bij groep K de wortelvorming in proef VIII bijna 50% grooter is dan in proef IV, in groep OK 25%, terwijl de getallen voor groep VOK in de beide proeven nauwkeurig overeenstemmen (ook in proef VII, ondanks het zooveel grootere aantal wortels, is het slechts weinig hoger). Dit toont, dat de sterke toename in de wortelvorming bij groep K ten deele is toe te schrijven aan een versterking van de stimuleerende werking der uitlopende knoppen gedurende de proef, ten deele (zooals groep OK toont) aan veranderingen in de samenstelling der twijgen, die plaats grijpen vóór het inzetten

van de proef en die dus van 28 Januari—28 Februari die samenstelling zoodanig wijzigen, dat de wortelvorming met 25% toeneemt. Stellen wij de vraag of deze veranderingen in de twijgen al of niet (geheel of gedeeltelijk) beheerscht worden door de knoppen dan dienen wij de groepen OK en VOK te vergelijken. Wij merken dan op — wat die groepen in hun geheel betreft — dat, terwijl groep OK nog een stijging vertoont van 25%, groep VOK vrijwel constant is gebleven; m.a.w., dat bij groep VOK, waar wij tot proef IV (dus tot eind Januari) een stijging waarnamen, waardoor VOK ver boven OK uitkwam, na eind Januari geen stijging meer plaats vindt, terwijl dit bij OK wel het geval is: Dit zou derhalve den indruk kunnen geven, alsof de aanwezigheid der knoppen deze veranderingen in de twijgen (van eind Januari tot eind Februari) in de hand gewerkt heeft. Beschouwen wij echter de *basale* en *apicale groepen afzonderlijk*, dan is er nog iets anders op te merken: De groep VOK blijft weliswaar in haar geheel genomen ongeveer op een hoogte, maar dit is een gevolg van het feit, dat de wortelvorming der basale in de drie groepen geregeld omhoog staat, terwijl die der apicale daalt.

De basale VOK-stekken, zijn van proef IV tot VIII omhoog gegaan van 879 tot 1499, d.i. $\pm 70\%$; in de groep K basaal is de wortelvorming 10% omhoog gegaan, in groep OK basaal bijna 50%. De apicale VOK-stekken hebben weliswaar ook in proef VIII nog ruim het dubbele bereikt van het getal der basale, maar niettemin vertoonen zij achteruitgang bij de apicale VOK stekken in proef IV; zij zijn gedaald van 3671 tot 3049, dus $\pm 17\%$. In de basale stekken zet zich dus de toename der wortelvorming nog steeds voort; in de apicale begint zich nu in tegenstelling met de zeven andere groepen, daling bemerkbaar te maken.

Wij willen ter nadere bestudeering van dit feit, de getallen van de afzonderlijke groepen nog wat nader beschouwen en daarbij niet alleen op het eindresultaat letten, maar ook op de snelheid, waarmede dit bereikt werd.

Wij vinden, achtereenvolgens in de drie proeven voor de totale wortelvorming (in mm) per stek:

Na 14 dagen:

	IV	VII	VIII
K basaal	43	170	178
K apicaal	29	237	192
OK basaal	18	76	43
OK apicaal	66	272	169
VOK basaal	17	117	82
VOK apicaal	137	454	276

Na 17 dagen:

	IV	VII	VIII
K basaal	135	477	546
K apicaal	216	625	725
OK basaal	50	102	97
OK apicaal	190	407	399
VOK basaal	102	183	179
VOK apicaal	325	623	488

Na 21 dagen:

	IV	VII	VIII
K basaal	368	642	742
K apicaal	908	826	1140
OK basaal	106	137	156
OK apicaal	425	464	663
VOK basaal	176	215	300
VOK apicaal	734	707	610

Vergelijken wij nu de wortelvorming der verschillende groepen in proef VIII met die van proef IV, telkens na eenzelfde tijdsverloop, dan vinden wij:

voor groep K:	na 14 dagen	basaal VIII = 4,1 × basaal IV
		apicaal VIII = 6,6 × apicaal IV
	na 17 dagen	basaal VIII = 4 × basaal IV
		apicaal VIII = 3,4 × apicaal IV
voor groep OK:	na 21 dagen	basaal VIII = 2 × basaal IV
		apicaal VIII = 1,3 × apicaal IV
	na 14 dagen	basaal VIII = 2,4 × basaal IV
		apicaal VIII = 2,6 × apicaal IV
voor groep VOK:	na 17 dagen	basaal VIII = 2 × basaal IV
		apicaal VIII = 2,1 × apicaal IV
	na 21 dagen	basaal VIII = 1,5 × basaal IV
		apicaal VIII = 1,6 × apicaal IV
voor groep VOK:	na 14 dagen	basaal VIII = 4,8 × basaal IV
		apicaal VIII = 2 × apicaal IV
	na 17 dagen	basaal VIII = 1,8 × basaal IV
		apicaal VIII = 1,5 × apicaal IV
	na 21 dagen	basaal VIII = 1,7 × basaal IV
		apicaal VIII = 0,8 × apicaal IV

Het verschijnsel, dat uit deze cijfers ongetwijfeld het duidelijkst voor den dag komt, is, dat de verhouding wortelvorming VIII: wortel-

vorming IV bij alle groepen het grootst is na 14 dagen, kleiner na 17 dagen, wederom kleiner na 21 dagen, m.a.w. het verschil is in den aanvang het grootst, het proces der wortelvorming zet bij alle groepen van proef VIII veel sneller in, maar het verschil wordt langzamerhand geringer, naarmate de eindtoestand wordt genaderd. Het regelmatigst, met het geringste verschil tusschen basale en apicale stekken, zien wij dit bij de OK-stekken, die in normalen toestand verkeerden (aanwezigheid der knoppen aan den boom), doch waarbij tijdens de wortelvorming de invloed der uitlopende knoppen was uitgeschakeld. Hier zien wij de verhouding tusschen VIII en IV (van 14 tot 21 dagen) dalen van $2\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{2}$.

Bij K, eveneens normale stekken, maar met invloed der knoppen tijdens de wortelvorming zien wij, dat de verhouding w. v. VIII: w. v. IV, na 14 dagen en 21 dagen meer uiteenloopt, sterker daalt; en tevens, dat de beide groepen, basaal en apicaal, meer verschillen. Deze daling gaat hier voor de geheele groep K, ongeveer van 5 tot $1\frac{1}{2}$ en dit groote verschil is, zooals reeds meermalen aangetoond, te wijten aan de knopremming, die bij proef IV zich in den aanvang zooveel sterker deed gevoelen, doch gaandeweg afneemt.

Voor K apic. merken wij op een daling van de verhouding w. v. VIII: w. v. IV van 6,6 na 14 dagen, tot 3,4 na 17 dagen en tot 1,3 na 21 dagen; voor K basaal van 4,1 tot 4 en daarna tot 2; dit verschil tusschen de apicale en de basale stekken (dat bij OK ontbreekt of hoogstens aangeduid is), brachten wij in verband met het feit, dat de bedoelde knopremming zich bij de apicale sterker doet gevoelen dan bij de basale.

Bij VOK basaal vinden wij een soortgelijk verloop van de verhouding: wortelvorming in proef VIII: wortelvorming in proef IV, nl. 4,8; 1,8; 1,7. Dus ook voor deze groep geldt, dat aanvankelijk bij de 4 weken later ingezette proef de wortelvorming veel krachtiger is, wat in dit geval dus toegeschreven moet worden aan veranderingen in de stekken zelf, die zich dus ondanks de aanwezigheid van knoppen daaraan voltrekken; doch spoedig, na 17 en 21 dagen, nadert ook hier de verhouding dezelfde waarden als bij de meeste andere, d.w.z. een getal, dat niet ver van 1,5 is gelegen (voor K basaal 2; K apicaal 1,3; OK basaal 1,5; OK apicaal 1,6; VOK basaal 1,7).

Bij VOK apicaal nemen wij echter het opmerkelijke verschijnsel waar, dat de wortelvorming reeds bij proef IV, na 14 dagen buitengewoon hoog is, en ook na 17 dagen nog alle andere groepen ver overtreft. Maar in proef VIII gaat deze betrekkelijk weinig meer omhoog om ten slotte zelfs te dalen, waardoor wij voor VOK apicaal voor de verhouding w. v. VIII: w. v. IV achtereenvolgens vinden: 2; 1,5; 0,8.

Dit wijst er m.i. op, dat de veranderingen, die in de ontknoppte twijgen plaats grijpen, onafhankelijk van de knoppen en die wij (volgens

het op p. 27-30 uiteengezette) hoofdzakelijk in de apicale twijgstukken goed kunnen constateeren, inmiddels hier tot staan gekomen zijn, zoodat er geen verdere stijging van de wortelvorming is waar te nemen. Het laat zich denken, dat op den duur de ontknopte takken aan den boom aan levenskracht inboeten. Zulke takken sterven na verloop van tijd af. Het is mogelijk, dat hier een zoodanige factor in het spel is. Op deze wijze is het wellicht te verklaren, dat in deze apicale stekken wel de stoffen optreden of aangevoerd worden, die een krachtige wortelvorming mogelijk maken en waardoor ook in proef VIII VOK apicaal nog inzet met opmerkelijk krachtige wortelvorming (zie de metingen na 14 en na 17 dagen, tabel XIV), doch deze niet meer zulk een sterke stijging vertoont als in proef IV, waardoor na 21 dagen de wortelvorming in proef VIII zelfs geringer is dan die in proef IV.

IV

De resultaten der in het voorafgaande beschreven proeven wezen er herhaaldelijk op, dat de invloed van de knoppen op de wortelvorming nauw samenhangt met het ontwikkelingsstadium, waarin ze verkeerden. De mate van remming werd in verband gebracht met het meer of minder ver gevorderd zijn van het proces der „dormancy”. In het bijzonder werd gewezen op het verschillend gedrag der basale en der apicale stekken en opgemerkt, dat dit klaarblijkelijk samenhangt met een verschil in den toestand der knoppen van beiderlei stekken; de meer basaal geplaatste knoppen schenen hun rustperiode eerder doorloopen te hebben dan de meer apicale. Reeds de vergelijking van het uitloopen der knoppen aan deze verschillende stekken wees hierop. Het kwam mij niettemin gewenscht voor, door eenige speciaal op dit punt gerichte stekproeven, dit denkbeeld nader te toetsen.

Hiertoe werden lange, zooveel mogelijk gelijkmatige ontwikkelde, eenjarige takken van één boom van *Populus candicans* in een groot aantal stukken gesneden. In het algemeen gebeurde dit zoo, dat telkens met overspringing van twee knoppen een internodium ongeveer in het midden werd doorgesneden. Op deze wijze werd de tak verdeeld in een aantal korte stekjes, ieder met twee knoppen; hiervan werd de bovenste behouden, de onderste verwijderd. Alleen het topstuk (en soms ook het meest basale), waar de knoppen veel dichter bijeen staan, bestond uit meerdere internodiën; dit was noodig om de stukken althans ongeveer dezelfde afmetingen te geven. Al deze stekjes werden van een nummer voorzien. Zoo werd bijv. een tak, die als taknummer I kreeg, in 14 stukken gesneden (zie fig. 14), genummerd 1 tot 14. Deze nummers moeten in het volgende niet verward worden met de knopnummers; in dit geval b.v. (fig. 14), vinden wij aan st. 1 de knop 2 uitge-

loopen, aan st. 2 de knop 4 enz., terwijl het eindstuk, no 14, vier knoppen droeg, waarvan alleen de eindknop behouden bleef. Deze kleine stekjes werden alle met de bases in water geplaatst, bij 20°, in het donker.

Daar de boom, die mij het materiaal voor deze proeven verschaftte, slechts weinig takken opleverde, die hiervoor geschikt waren, was het niet mogelijk ze op grooter schaal te doen. In het geheel werden vijf takken op deze wijze behandeld.

8 Januari '31; twee takken, I en II. Hierop hebben de figuren 11-14 betrekking.

21 Januari '31, twee takken, III en IV; de figuren 15-16. 11 Maart '31, één tak, V; de figuren 17-18.

De knoppen van de takken I en II liepen vrij langzaam uit en reeds spoedig kwam hierin, min of meer regelmatig, een afdalende gradatie voor den dag. Fig. 11 toont den toestand van eenige dezer stekken op 24 Januari, dus na 16 dagen. De bovenste reeks toont van tak I de volgende stekken, waarbij het volgnummer der knoppen er tusschen haakjes is achtergeplaatst: st. 1 (2), st. 2 (4), st. 5 (10), st. 6 (12), st. 10 (20), st. 11 (22), st. 14 (30). Het verschil in de snelheid van knopontluiking, afnemend van de basis naar den top is hier reeds duidelijk zichtbaar. De onderste reeks van fig. 11 toont van tak II de volgende stekken: st. 1 (3), st. 2 (5), st. 3 (7), st. 4 (9), st. 5 (11), st. 6 (11), st. 14 (29), st. 15 (33).

De eerst genoemde reeks geeft dus (van tak I) eenige stekken op verschillende hoogte van de twijg, de tweede reeks (van tak II) de zes basale en de twee apicale stekken. Bij beide is in het bijzonder het verschil in uitloopsnelheid der meest basale en apicale knoppen zeer duidelijk waarneembaar, terwijl hij tak II zich ook in de zes basale stekjes reeds een gradatie begint af te teekenen. Dit laatste feit is twee dagen later nog veel beter zichtbaar (zie fig. 12, die deze zes stekjes toont op 26 Januari), terwijl de tegenstelling tusschen de basale en de apicale knoppen duidelijk blijkt uit fig. 13, die van tak I drie basale en drie apicale stekjes toont. De basale knoppen zijn reeds tot krachtige scheuten uitgelopen, de apicale nog slechts zwak ontwikkeld; vooral ook de eindknop is traag in 't uitloopen.

Ofschoon er dus wel een duidelijke tegenstelling bestaat tusschen de basale en de apicale knoppen, kan men toch niet zeggen, dat er een zuivere regelmatige gradatie is waar te nemen. Nu is het niet te vermijden, dat er bij deze proefinrichting, behalve de plaats van den knop aan de twijg, nog andere factoren in het spel zijn. Zoo is er steeds een verschil in de afmetingen der stekken, zoowel in lengte als dikte; in het algemeen nemen deze afmetingen naar den top toe af. Dit kan natuurlijk invloed uitoefenen op het uitloopen van den knop, b.v. door krachtiger opname van water bij de stekken met grootere doorsneden

of (wat minder waarschijnlijk is) door verschillen in de hoeveelheid reservemateriaal. Toch kreeg ik niet den indruk, dat deze afmetingen van grooten invloed zijn op de uitloopsnelheid der knoppen (zie hierover verder bij tak V). Iets anders is echter, dat ook de omvang der knoppen zelf van invloed kan zijn. De knoppen, die men aan deze lange eenjarige twijgen vindt, loopen nogal uiteen in grootte en het komt mij voor, dat veelal de groote knoppen krachtiger uitloopen dan de zwakker ontwikkelde. Ik kreeg den indruk, dat vooral deze factor vaak de regelmatige gradatie, waar het hier om gaat, verstoort.

Toch komt deze hier en daar wel voor den dag. Zij is b.v. bij de zes basale stekjes van tak II, na 12 dagen (fig. 11, onderste reeks), reeds onmiskenbaar en vooral op fig. 12 zeer fraai zichtbaar. Het zijn hier de knoppen 3, 5, 7, 9, 11 en 13. De dan volgende knoppen vertoonden echter een minder duidelijk beeld. Op 23 Januari rangschikte ik de stekjes van deze tak II in afdalende volgorde naar de mate van knopontwikkeling en noteerde daarna de nummers der stekjes als volgt (waarbij de nummers tusschen haakjes even krachtig waren uitgelopen): 1, 2, 3, 4, (5, 12), (6, 7, 8, 9, 11), 10, 13, 14. Zooals men ziet, was hier de gradatie vrij zuiver waar te nemen. Alleen 12 staat veel te ver naar voren; dit was echter een bijzonder krachtige knop, zwaarder b.v. dan 9, 10, 11 en 13. Vermoedelijk hangt het krachtige uitloopen hier wel mee samen. Minder duidelijk kwam de gradatie uit bij tak I, waarvoor (eveneens op 23 Januari) deze volgorde genoteerd werd:

2, 1, 4, (5, 7, 8, 9, 10, 13), (6, 11), 3, 12, 14. (De afbeelding van fig. 15, bovenste reeks, geeft dus in dit geval een geflatteerd beeld van de gradatie, doordat er op verschillende hoogten van de twijg eenige zijn uitgenomen, die, ondanks de onregelmatigheden, de gradatie wel toonen.)

In deze reeks vormt st. 3 de grootste onregelmatigheid, terwijl st. 13 te ver naar voren staat.

Fig. 14 geeft nu een beeld van alle stekjes van tak I op 6 Februari (st. 1 links onderaan, st. 14 rechts bovenaan). Wij zien hier, dat st. 3 de achterstand heeft ingehaald en dat, ondanks eenige schommelingen over het geheel de gradatie in het uitloopen (scheutontwikkeling en bladontplooiing) toch zeer opmerkelijk is. Vooral het verschil tusschen de basale knoppen en den eindknop is zeer sprekend. De hier afgebeelde toestand is die, welke vier weken na het inzetten van de proef, in het donker, bereikt werd; het is ook ongeveer wel de eindtoestand, want — ook in het licht geplaatst — bleken de scheuten niet vatbaar voor noemenswaardige verdere ontwikkeling. Dit wijst er m.i. wel op, dat deze verschillende deelen van de twijg op 8 Januari toestandsverschillen vertoonden, in een zekere gradatie van den top naar de basis. In hoever nu deze toestandsverschillen in hoofdzaak in de knoppen of in de twijgdeelen zelf gelocaliseerd zijn, laat ik in het midden.

Na 13 dagen (21 Januari) werden op dezelfde wijze de reeksen van de takken III en IV ingezet. Het kwam mij voor, dat deze over het geheel een weinig sneller uitliepen dan I en II. Het verschil was niet groot. Vergelijkt men echter fig. 15, die de reeks IV toont na 24 dagen met fig. 14, reeks I na 29 dagen, dan ziet men wel, dat IV zich in 24 dgen minstens evenver, zoo niet verder, ontwikkeld heeft dan I in 29 dagen.

Bij deze takken III en IV vond ook het uitloopen der verschillende knoppen reeds iets gelijkmatiger plaats. Niettemin was ook hier de gradatie nog wel waar te nemen. Tak III toonde na 19 dagen, reeds een gelijkmatiger uitloopingsbeeld dan wij zien op de figuren, die op I en II betrekking hebben. Toch bleek, dat er nog wel gradatie bestond. Op 13 Februari rangschikte ik de stekjes van III naar volgorde van afnemende ontluiking en kreeg daarbij deze reeks: (2, 3, 5), 4, 7, 6, 10, (8, 11), (9, 12, 13), 14.

Tak IV gaf, eveneens op 13 Februari, deze reeks: (1, 2), 3, (4, 5, 6), 7, (9, 10), (11, 12), (8, 13), 14, 15.

Hieruit blijkt, dat de gradatie nog duidelijk waarneembaar is; vooral bij IV is deze zeer regelmatig en, behalve de verspringing van 8, bijna compleet.

Fig. 15 toont reeks IV, na 24 dagen, fig. 16, reeks III na 31 dagen; beide vertoonen de gradatie nog zeer duidelijk.

Over het geheel genomen stemt dus het beeld van deze beide op 21 Januari ingezette reeksen nog overeen met die van 8 Januari.

Een scherp contrast hiermede vormt het beeld, dat tak V opleverde, waarvan op 11 Maart een reeks werd ingezet (zie figuren 17 en 18). Hierbij was een over het geheel krachtiger, maar vooral een in het oog vallend gelijkmatige knopontluiking waar te nemen. Fig 17 toont deze reeks na 10 dagen (21 Maart). Het is duidelijk, dat hier volstrekt geen sprake is van eenige gradatie; de eindknop is hier het verst, daarna komt de knop van de daaraan voorafgaande stek 9; de middelste knoppen blijven wat achter bij de basale en de apicale.

Fig. 18 toont dezelfde reeks op 27 Maart. Zij toont ons een opmerkelijke gelijkmatigheid in de ontluiking der knoppen; de scheuten zijn nagenoeg even lang en er is weinig onderscheid in de bladontplooiing, de middelste scheuten zijn nog iets achter gebleven.

Hieruit blijkt dus, dat de gradatie, die bij de in Januari ingezette takken zoo duidelijk aan het licht kwam, niet kan worden toegeschreven aan de afmetingen (lengte, doorsnede) der stekjes, want ook bij reeks V bestaan deze verschillen (vergelijk b.v. st. 2 en 3 met st. 10).

Het belangrijkste is echter, dat de takken in Januari duidelijk een gradatie vertoonen in de knopontluiking van de basis naar den top en dat deze gradatie een gevolg moet zijn van inwendige verschillen tusschen de stekjes, waarin zij verdeeld waren; terwijl half Maart deze

gradatie en dus ook de haar veroorzakende verschillen, verdwenen zijn.

De vraag rijst nu of deze verschillen in de twijgstukken zelf of in de knoppen te zoeken zijn. Het waarschijnlijkst komt het mij voor, dat de gradatie in hoofdzaak is toe te schrijven aan de knoppen en niet (of in mindere mate) aan de twijgstukken. Aan deze lange eenjarige twijgen hebben uit den aard der zaak, de basale deelen eerder hun ontwikkeling voltooid dan de apicale; de basale knoppen zijn dus vermoedelijk ook eerder gereed dan de apicale. Men mag dus aannemen, dat de rusttoestand voor de eerstgenoemde eerder ingaat en het lijkt mij plausibel, dat hij dan ook eerder doorgelopen zal zijn.

Het denkbeeld, dat de invloed der knoppen op de wortelvorming, en de verschillen, die in dit opzicht basale en apicale stekken vertoonen, in verband gezien moet worden met toestandsverschillen in de knoppen, (zich uitend in de meer of mindere vatbaarheid voor ontluiking) krijgt hierdoor m.i. een groote mate van waarschijnlijkheid.

V

NADERE BESCHOUWING EN SAMENVATTING DER RESULTATEN

Sommige reeds vroeger gepubliceerde resultaten (VAN DER LEK, 1925) wezen er op, „dat de invloed der knoppen op de wortelvorming afhangt van den tijd van het jaar, in verband met de normale periodiciteit van de ontwikkeling der plant”; m.a.w. de correlatieve betrekking, die er in stekken bestaat tusschen de knoppen en de wortelvorming, is niet ten allen tijde dezelfde. Zij hangt af van de phase, waarin deze knoppen — en volgens mijn opvatting dus ook de plant in haar geheel beschouwd — verkeerden, als de stekken gesneden worden.

De bedoelde resultaten hebben betrekking op de wortelvorming van druivestekken. Deze zijn niet voorzien van gepraeformeerde wortelbeginsels; de wortels moeten hier dus geheel opnieuw aangelegd worden en zich dan verder ontwikkelen. Bij de thans gepubliceerde proeven, met *Populus*-stekken (in hoofdzaak *Populus candicans*) hebben wij te doen met planten, voorzien van krachtige wortelbeginsels; het proces der wortelvorming bestaat hier dus in het zich verder ontwikkelen, uitgroeien, zich vertakken van reeds voorhanden wortelbeginsels en het zich vertakken van de aldus gevormde wortels. Sommige plantkundigen (bijv. BOUILLENNE en WENT, 1933) maken in hun beschouwingen een scherp onderscheid tusschen deze beide vormingswijzen. Ik ben er echter niet zeker van, dat dit inderdaad gewenscht of zelfs noodzakelijk is. Maar ongetwijfeld is het noodig dit verschil niet uit het oog te verliezen. Wanneer ik dus in het vervolg spreek van de wortelvorming der *Populus*-stekken, weet men wat er mede bedoeld wordt.

De hier gepubliceerde proeven geven ook voor deze planten een bevestiging van het in den aanvang van dit hoofdstuk uitgesproken denkbeeld. De eerst vermelde proef (blz. 4) toont, dat de invloed, dien de normaal uitlopende knoppen op de wortelvorming uitoefenen van gecompliceerden aard is: er gaat tegelijkertijd een remming en een stimuleering van uit. Bij opheffing van deze laatste, door het verwijderen van een bastring tusschen het knopdragende en het wortelvormende deel, komt de remming voor den dag. In normale gevallen echter wordt, bij normaal uitlopende knoppen, de remming geheel gemaskeerd door de sterke stimuleering.

De eerste reeks van vier proeven, met eenjarige twijgen van *Populus candicans*, loopend van 22 Nov. tot 11 Febr., waarbij in elke proef de wortelvorming van normale en van ontknopte stekken werd vergeleken, leert het volgende:

1. Bij stekken gesneden gedurende de winterrustperiode, oefenen de knoppen *een remmenden invloed* uit op de wortelvorming. Dit geldt zoowel wat betreft het aantal der wortels, dat tot ontwikkeling komt, als w. b. de lengte, die zij bereiken. (Zie bijv. de cijfers van de eerste proef dezer reeks, op blz. 7 en tabel II).

2. Snijdt men uit eenjarige twijgen twee stekken, dan is bij *Populus candicans* in het algemeen het wortelvormend vermogen der apicale deelen grooter dan dat der basale. De cijfers voor de ontknopte stekken gevonden toonen, dat dit verschil, onafhankelijk van den invloed der knoppen, bestaat. Het moet dus aan verschillen in de twijgdeelen zelf worden toegeschreven. In de eerste proefreeks is dit verschil, ofschoon duidelijk, niet zoo heel groot. Het getal, dat de verhouding aangeeft tusschen het aantal wortels van de basale en van de apicale stekken (beide ontknapt) varieert hier tusschen 1 en 1,6; dat van de voor de totale lengte der wortels tusschen 1 en 2,6. In de tweede proefreeks — waarin nog een derde serie was opgenomen, waarop wij verderop terug komen — was merkwaardigerwijze het verschil tusschen de wortelvorming der basale en der apicale stekken, in de serie der ontknoppen (die met die van de eerste proefreeks vergelijkbaar waren) veel grooter. Hier varieerde het eerstgenoemde getal (betr. het aantal der wortels) tusschen 2,5 en 3 en het andere (betr. de totale wortellengte) zelfs tusschen 3,6 en 4. Waardoor dit verschil in deze tweede proefreeks zooveel grooter is, kan ik niet bevroeden. De reeds uit de resultaten der eerste reeks getrokken conclusie wordt er echter nog door versterkt.

3. De door de knoppen uitgeoefende remming deed zich gevoelen in December (proef 1, van 5/12 tot 30/12 en in Januari (proef 3, van 7/1 tot 27/1) en wel in de apicale twijgdeelen sterker en langduriger (d.w.z. tot later in den winter), dan in de basale. Zoo nemen wij in proef 3, die geheel in Januari valt, in de apicale stekken nog een sterke, van de

knoppen uitgaande remming waar, in de basale een vrij geringe. In proef 4 (van 23 Jan. tot 11 Febr.) is de remming in de basale twijgstukken reeds in een zeer merkbare stimuleering omgeslagen, bij de apicale echter is ze nog nauwelijks opgeheven.

4. Dit verschil in remmende werking van de knoppen der basale en der apicale twijgstukken kan, op een bepaald tijdstip ten gevolge hebben, dat bij de intacte stekken de wortelvorming der basale stekken die der apicale overtreft, terwijl de beide groepen der ontknopte stekken het tegengestelde vertoonen.

5. Er zijn in de resultaten der proeven duidelijke aanwijzingen, dat *de mate der remming, door de knoppen op de wortelvorming uitgeoefend, nauw verband houdt met de ontwikkelingsphase, waarin deze verkeerden. Naarmate de knoppen het punt naderen, waarop de autonome rust ten einde loopt, waarop dus de knoppen voor onmiddellijke ontluiking gereed zijn, neemt de remming af.*

6. Het onder 2 genoemde verschil tusschen de apicale en basale twijgdeelen, is er ongetwijfeld *geen*, dat men algemeen bij stekken van houtgewassen kan waarnemen. Het is misschien veeleer een uitzondering, dan een regel, dat de wortelvorming der apicale deelen die der basale overtreft. Een proef met eenjarige twijgstekken van *Populus canadensis* (van 16 Jan. tot 17 Febr., zie tabel VIa en b) toonde, dat hier het wortelvormend vermogen der basale en der apicale stekken elkaar weinig ontloopt, voor zoover het de twijgdeelen zelf betreft (dus bij ontknopte stekken). Werden de knoppen aan de stekken gelaten, dan overtrof in dezen tijd de wortelvorming der basale stekken die der apicale verre, wat ook hier weer wijst op den verschillenden invloed van de knoppen dezer beide groepen van stekken.

7. Het onder 4 genoemde verschijnsel laat zich, in verband met het onder 5 gezegde, ongedwongen verklaren, door aan te nemen, *dat niet bij alle knoppen gelijktijdig de autonome rust ten einde is*, maar dat veeleer de knoppen der eenjarige twijgen, over het geheel genomen, *achtereenvolgens*, van de basis naar den top voortgaande, het einde van de autonome rust bereiken.

8. De waarnemingen aan lange eenjarige twijgen (vermeld in hoofdstuk IV), die in een groot aantal kleine stekken, ieder met één knop, verdeeld werden, geeft veel steun aan deze (onder 7 genoemde) opvatting. Deze toch toonden, dat de twijgen in Januari nog een duidelijke gradatie vertoonen in de knopontluiking van de basis naar den top, in afnemenden zin. Bij de in Maart op dezelfde wijze behandelde twijgen was deze gradatie verdwenen.

9. In de *literatuur* vindt men zeer weinig vermeld, wat betrekking heeft op een phasenverschil bij de knoppen aan eenjarige twijgen. Wel vindt men eenige opmerkingen omtrent verschillen bij ongelijksoortige knoppen.

Het leerboek van WIESNER-LINSBAUER (6e druk, p. 314) vermeldt: „Die Dauer der Ruheperiode ist übrigens für die verschiedenartigen Knospen (Basalknospen, Terminal-, Blütenknospen) verschieden.” Het gaat daar verder niet op in. JOST (1893) toonde, dat bij verschillende boomen reeds gedurende de voorrust binnen vier weken eenige knoppen tot uitloopen te brengen waren: „Und zwar sind es im Allgemeinen nicht die apicalen, am stärksten entwickelten Knospen, also diejenigen, welche normalerweise zur Laubentwicklung gelangt wären, sondern kleine, basale, womöglich mehrjährige, die an den Stecklingen der folgenden Bäume vorgefunden wurden”: (volgt tabel). Hier nadert JOST de door ons opgeworpen vraag. Zijn waarnemingen zijn evenwel voor ons van geringe beteekenis, aangezien hij hier niet scherp onderscheiden heeft tusschen overjarige („slapende”) knoppen en de basale knoppen der eenjarige twijgen. Het is echter duidelijk, dat deze t.o. der periodiciteit afzonderlijk beschouwd moeten worden. JOHANSEN (1906, 2e druk, p. 24) vermeldt, dat men bij het aetheriseeren van seringen vaak verschillen tusschen basale en apicale knoppen kan waarnemen: „Werden Flieder in der enger begrenzten Mittel-Ruhe ätherisiert, bekommt man beim Treiben eine recht sonderbare Erscheinung: die kleineren, niederen Laubknospen sowie viele schlafende Augen brechen dann in reicher Fülle hervor, während die oberen Knospen sitzen bleiben.”

Verder zegt hij nog (blz. 46): „In der Mittelruhe zeigt sich eine gewisse Variation, indem nicht alle Knospen ganz Schritt halten; sämtliche Knospen eines Strauches sind nicht genau in derselben Ruhephase. Die Blätter- und Laubknospen sind nicht hier gleichgestellt, und die kleinen niederen Knospen folgen nicht ganz den grösseren höher am Zweige gestellten. Auf diese Frage kann ich aber nicht näher eingehen; die genannte Variabilität ist aber eine Sache, die wohl einer besonderen Untersuchung wert wäre.” SIMON (1906), die den groei en het uitloopen der knoppen gedurende de rustperiode bestudeerde, komt tot de conclusie, dat feitelijk alleen de eenjarige knoppen in autogene rust verkeeren. Zwak ontwikkelde knoppen, zooals de kleine, basale knoppen vormen veelal een uitzondering (Syringa, Tilia, Ulmus enz.). Deze missen, in verband met het feit, dat ze nog onvolkomen ontwikkeld zijn, de „reminrichting” (Hemmungseinrichtung, Arrestierungsvorrichtung) der volkomen ontwikkelde knoppen. Wij vinden echter ook hier geen waarnemingen, die betrekking hebben op een geleidelijke afneming van deze remming bij de knoppen van eenjarige twijgen, van den top naar de basis.

Toen nu gebleken was, dat de knoppen gedurende de winterrust remmend werken op de wortelvorming van in deze phase gesneden stekken, rezen de volgende vragen:

a. Hoe uit zich de periodiciteit der plant in de wortelvorming der stekken, afgescheiden van den door de knoppen daarop uitgeoefenden invloed? b. Hoe wijzigen zich de uitingen van deze in de twijgdeelen zelf gegeven periodiciteit onder den invloed der knoppen? c. Oefenen de knoppen ook van te voren, aan de nog intacte twijgen, een invloed uit, die later — wanneer de stekken gesneden worden — in de wortelvorming tot uiting komt? Deze derde vraag hangt samen (zie den aanvang van hoofdstuk III) met de vraag naar het wezen van de winterrust in het algemeen; het probleem, dat in de laatste jaren vooral door Amerikaansche onderzoekers werd besproken, in hoever wij hierbij met een algemeene rusttoestand van de plant als geheel beschouwd te doen hebben of alleen met een „winterslaap” (dormancy) der knoppen. Ten einde deze derde vraag te bestudeeren, werd aan de beide reeksen (knopdragende stekken, K en stekken ontknopt bij het begin van de bewortelingsproef, OK) een derde toegevoegd VOK, stekken gesneden uit van te voren (tijdens de winterrust, 17 Dec.) aan den boom ontknopte twijgen. Wij zullen deze reeksen in het vervolg kortheidshalve aanduiden met de letters K, OK en VOK. De nu volgende resultaten vloeien dus voort uit de reeksen K en OK van de eerste proefreeks (22 XI, '30 tot 11-II, '31) en uit de reeksen K, OK en VOK van de tweede reeks (30-XII, '30 tot 21-III, '31).

Wij beschouwen eerst de groep OK: Bij de eerste proeven, gedurende de winterrust, staat deze wat de wortelvorming betreft bovenaan. Wij zien dit in de proeven van reeks I (grafiek I I, II en III), waar K OK overtreft, tengevolge van de knopremming. Wij zien dit ook nog in de eerste proef van reeks II (grafiek 3 I), waar OK zoowel K als VOK overtreft. Deze wortelvorming van OK neemt dan in de wintermaanden niet toe (grafiek 3 en 5); veeleer is er eenige daling waar te nemen. In het begin van Februari zien wij dan een langzame stijging. Wanneer wij ons veroorloven de resultaten van proef V en VI, die met een tusschenpoos van slechts vier dagen werden ingezet, samen te vatten, krijgen wij een langzaam voortgaande stijging te zien, ook bij deze, telkens bij het inzetten der afzonderlijke proeven ontknopte, stekken. Ofschoon zij langzaam is, is het toch duidelijk zichtbaar, dat het wortelvormend vermogen, ook zonder medewerking der knoppen toeneemt: De wortelvorming van OK VIII, in Maart, was ongeveer twee maal zoo groot als die van OK III, half Januari-beginFebruari. Het feit, dat bij deze stekken, de wortelvorming der apicale twijgdeelen die der basale (gewoonlijk belangrijk) overtreft, is vooral in grafiek 4 duidelijk zichtbaar (vergelijk OK apic. en OK basaal). Men krijgt ook den indruk, dat de toeneming van het wortelvormend vermogen der apicale stekken sterker is dan die der basale. Beschouwen wij nu groep K, dan nemen wij in beide proefreeksen aanvankelijk duidelijk de door de knoppen uitgeoefende remming waar. (Zie grafiek I I II en III en

grafiek 3 I). Nemen wij voorloopig de resultaten der basale en der apicale twijgdeelen samen, dan zien wij, dat deze remming over het geheel genomen in de eerste proefreeks duidelijk zichtbaar is, in de in December en begin Januari ingezette proeven (I, II en III); in de tweede reeks eveneens in de 30 Dec. ingezette proef. *Daarna echter maakt de remming plaats voor stimuleering.* In de tweede proefreeks is reeds bij proef II (ingezet 9 Jan.) een krachtige stimuleering merkbaar (grafiek 3 II). Wij zien dan hoe bij het naderen van het voorjaar, deze stimuleering zeer krachtig toeneemt (grafiek 3 en 5), zoodat bij de laatste proef (28 Febr. ingezet), de wortelvorming ruim vier maal zoo veel bedraagt als bij de op 30 Dec. ingezette. Een zwakke aanduiding van het antagonisme tussehen knoppen en wortelbeginsels blijft nog lang waarneembaar: In de proeven IV, VI en VII (grafiek 3) vinden wij bij de eerste waarnemingen, steeds 14 dagen na het inzetten, K altijd onderaan. Hetzelfde is bij proef VIII het geval na 10 dagen; hier echter is 4 dagen later K zoowel OK als VOK reeds voorbij gestreefd. Wij kunnen, in verband met hetgeen de reeks OK te zien geeft, nu het volgende concludeeren: *In de wortelvorming der stekken spiegelt zich de periodiciteit in de ontwikkeling der plant af*, en wel zoo, dat omstreeks eind Jan.—begin Febr. een krachtiger worden van dit proces is waar te nemen, toenemend gedurende Februari—Maart (d.w.z. zoo ver als de waarnemingen zich uitstrekten). Dit krachtiger worden is deels een gevolg van veranderingen in de twijgen zelf, deels een gevolg van den invloed, die de aan de stekken aanwezige knoppen daarop uitoefenen. De ontknopte stekken vertoonen het nog slechts in vrij zwakke mate. De stimuleerende invloed der knoppen komt in deze proeven reeds in den loop van Januari tot uiting. Ongetwijfeld treedt hij eerst dan op, wanneer de autonome rust ten einde loopt. De vergelijking van de basale en de apicale stekken — waarop ik nog terug kom — maakt dit nog duidelijker. Bij deze knopdragende stekken wordt dus het periodiciteitsverschijnsel gecompliceerd, doordat aan den tijd, waarin de knoppen stimuleerend werken een phase voorafgaat, waarin de knoppen remmend werken op de wortelvorming, de phase van de autonome rust der knoppen.

Wij beschouwen nu de derde groep, VOK, de stekken uit reeds tevoren (17 Dec.) aan de boom ontknopte twijgen gesneden. Wij zien dan (grafiek 3 en 5), dat ook hier hetzelfde periodiciteitsverschijnsel en wel zeer duidelijk valt waar te nemen: In de proeven I en III is de wortelvorming zelfs nog geringer dan van OK. Dan zien wij echter bij IV plotseling een sterke stijging, waardoor nog bij de tweede meting (na 17 dagen) VOK zoowel K als OK overtreft en bij de laatste meting OK nog ver te boven gaat. In de volgende proeven (V—VIII) zien wij dan VOK in haar geheel genomen, ongeveer op dezelfde hoogte blijven. Het verschil tussehen VOK en OK wordt nu gaandeweg weer

geringer, dat tusschen VOK en K steeds grooter. Dit laatste is in hoofdzaak het gevolg van de toenemend stimuleerende invloed der knoppen. Minder eenvoudig is de verhouding van VOK tot OK. Het beeld van de grafieken I-III (grafiek 5) toont, dat aanvankelijk het tevoren weggenomen der knoppen (van de twijgen aan de boom) het regeneratieproces ongunstig beïnvloedt. De snelle stijging, die wij dan eind Jan.-begin Febr. bij VOK waarnemen, wijst er m.i. op, dat in dezen tijd in den boom processen optreden, die veranderingen ook in de ontknopte twijgen veroorzaken, waardoor deze laatste — van den boom gesneden — een veel krachtiger regeneratievermogen aan den dag leggen. In de knopdragende twijgen hebben deze veranderingen ongetwijfeld ook plaats. Het zeer merkbare achterblijven van OK bij VOK laat zich m.i. het best aldus verklaren: In dezen tijd, voorafgaande aan het begin der vegetatieperiode beginnen vermoedelijk de knoppen reeds bepaalde stoffen uit de twijgen tot zich te trekken. Bij VOK, waar dit uitgesloten is, kunnen deze stoffen aan de wortelvorming ten goede komen. Het is in dezen tijd (als VOK vrij plotseling stijgt en OK overvleugelt, zie grafiek 3 IV-VII), dat wij bij K aanvankelijk nog een duidelijke van de knoppen uitgaande remming opmerken, die echter tijdens de proef zelf (bewortelingsperiode van drie weken van af het inzetten der stekken) meer en meer wordt opgeheven en voor stimuleering plaats maakt. Het feit, dat bij de op het eind van December en in Januari ingezette proeven de wortelvorming van VOK geringer is dan van OK, is waarschijnlijk het best zoo te verstaan, dat in dezen tijd het proces der wondheeling in deze stekken een zeker verbruik aan bouwstoffen en energie meebrengt. Eind Jan.-begin Februari moeten er dan groote veranderingen plaats grijpen in het inwendige van den boom — hetzij omzettingen, hetzij transporten van uit wortelstelsel en stam naar hooger gelegen deelen, wellicht beide —, die ook in de ontknopte twijgen niet achterwege blijven. Klaarblijkelijk zijn het deze veranderingen, die thans ook het wortelvormend vermogen der twijgdeelen snel doen stijgen. Dit komt vooral tot uiting in de groep VOK, omdat hier de knoppen (reeds half Dec.) zijn weggenomen, zoodat deze niet een deel van de in de twijgen optredende, gemobiliseerde, stoffen tot zich kunnen trekken: de wortelvorming van VOK stijgt snel boven die van OK. Bij K is dit echter wel het geval; hier zien wij dientengevolge nog langen tijd aanvankelijk een zekere remming ten gevolge van de aanwezigheid der knoppen.

Maar meer en meer loopt nu de autonome rust ten einde, de knoppen worden gereed voor ontluiking en de van hun uitgaande remming maakt steeds sneller plaats voor stimuleering. In het verdere verloop (proef V-VIII) zien wij dan VOK, in haar geheel beschouwd op dezelfde hoogte blijven. Bij OK nemen wij, gelijk vermeld, nog een langzame stijging van het wortelvormend vermogen waar. In dit tijdsver-

loop schijnt er dus over het geheel nog een geleidelijke versterking van het regeneratieve vermogen op te treden. Men kan zich voorstellen, dat dit in de groep VOK niet is waar te nemen, doordat de levenskracht van deze ontknopte twijgen vermoedelijk gaandeweg afneemt. Het is bekend, dat zulke twijgen op den duur afsterven en afgestooten worden. Bij K echter, waar bovendien de steeds krachtiger stimulering door de uitlopende knoppen in het spel komt, zien wij nu verder een snelle stijging.

Het hier ontwikkelde denkbeeld wordt, naar het mij voorkomt, bevestigd door de resultaten van een onderzoek van R. COMBES (1933), waarvan ik eerst kennis nam, nadat het bovenstaande was opgesteld. Vroegere onderzoekingen van COMBES en van zijn leerling PINEY (1929) hadden geleerd, dat bij jonge beuken reeds in den loop van Februari, dus ongeveer twee maanden voor de ontluiking, een hervatting van de physiologische activiteit intreedt, die in de eerste plaats gericht is op de solubilisatie van de stikstofhoudende reservestoffen, m.a.w. een proteolyse. Uit het laatste onderzoek (1933) blijkt nu, eveneens bij jonge beuken, dat onder natuurlijke omstandigheden de knoppen voor zij ontluiken opgeloste stikstofverbindingen tot zich trekken en deze omzetten in gecompliceerdere bouwstoffen. De in deze voorperiode aanvangende proteolyse, die dus geruimen tijd voor het begin der vegetatieperiode intreedt, maakt m.i. den indruk van een autonoom proces. De vrij nauwkeurige evenwijdigheid van de beide curven voor de proteogenese, gedurende Februari en Maart in de knoppen van de planten, die bij 20° gehouden werden en die, welke buiten bleven, wijst er op, dat ook deze proteogenese tot op zekere hoogte onafhankelijk is van de uitwendige factoren, althans zich in die maanden buiten bijna even snel voltrekt als bij 20°.

Forceert men nu de jonge beuken in Februari (door warmte, 15° of 20°), dan gaan zich een zeker aantal knoppen openen, alvorens dit proces van opname en verwerking der stikstofverbindingen voltooid is; dan wordt echter (zie de curven bij Combes, 1933, fig. 1, p. 138) tijdens het ontluiken dit tekort klaarblijkelijk zoo snel mogelijk aangevuld.

Wij kunnen veilig aannemen, dat zich bij onze proefplanten in hoofdzaak dezelfde processen, waarschijnlijk reeds vroeger, afspelen. Snijdt men nu de twijgen van den boom, voor dit proces goed is doorlopen en dwingt men de knoppen door een abnormaal hoge temperatuur tot uitloopen, dan onttrekken deze laatste, tegelijkertijd dat de wortelvorming plaats vindt, in sterke mate de oplosbare stikstofverbindingen tot zich, waardoor de wortelvorming dan vermoedelijk geremd wordt. Bij onze groep VOK is deze remming uit den aard der zaak uitgeschakeld; hier kunnen de uitgroeïende wortels over de geheele voorraad aan oplosbare stikstofverbindingen beschikken. Snijdt men echter de twijgen later af, nadat in de knoppen deze voorbereidende

opname en verwerking van stikstofverbindingen nagenoeg voltooid is (de toestand dus, die beantwoordt aan de curve „p.a.” (plein air), in fig. 1, Combes, 1933) dan is uit den aard der zaak de strijd om de voorhanden opgeloste stikstofverbindingen tusschen knoppen en wortels veel minder hevig en de stimuleerende werking, die de krachtig uitloopende knoppen op de wortelvorming uitoefenen, kan zich nu ten volle doen gelden. Over den aard hiervan laat zich met zekerheid nog niets zeggen; het is m.i. echter wel duidelijk, dat hierbij andere factoren, dan levering en onttrekking van bouwstoffen in het spel komen.

Wij moeten nu nog even stil staan bij de drie proeven (IV, VII en VIII), waarbij de twijgen van alle drie de groepen in een basale en een apicale stek verdeeld waren (grafiek 4). Op blz. 39-40 werd aan de hand van de tabellen getoond, dat groep VOK in één opzicht belangrijk afwijkt van K en OK. Wij zien in OK de wortelvorming, zoowel der basale als der apicale stekken, geleidelijk omhoog gaan; de verhouding in de getallen voor de wortelvorming wijzigt zich wel, maar blijft in hoofdzaak dezelfde. Ook bij K zien wij in beide groepen de wortelvorming omhoog gaan; daarbij daalt de verhouding (w.v. apic. st.: w.v. bas. st.) van 2,5 tot 1,5, in welke verandering ongetwijfeld de zich wijzigende invloed der knoppen een groot aandeel heeft. Maar bij VOK is in de betrekking tusschen de wortelvorming der basale en apicale stekken iets anders waar te nemen: De wortelvorming van de groep VOK apic. bereikt reeds in proef IV (ingezet 28 Jan.) haar maximum en vertoont dan verder, van IV-VIII, weer eenige daling. Daarentegen vertoont de groep VOK basaal van IV-VIII nog voortdurend stijging, waardoor de genoemde verhouding bij de proeven IV, VII en VIII wordt, respect. 4,2 4; 3,2 en 2. Wij zien dus, dat de voor de wortelvorming optimale toestand in de apicale stekken van groep VOK reeds bij IV (28/1-18/2) bereikt werd, in de basale eerst bij VIII (28/2-21/2). Men zou geneigd kunnen zijn hieruit af te leiden, dat de veranderingen, die zich in de takken voltrekken in de apicale deelen beginnen (ook in de ontknopte twijgen) en van daaruit in basale richting verder gaan. Deze opvatting zou in overeenstemming zijn met de denkbeelden van sommige onderzoekers, die zich hebben bezig gehouden met het herbeginnen van de vegetatieperiode der houtgewassen. Zoo komt bijv. F. HALMA (1926), in zijn onderzoekingen naar aanleiding van ontluikende Citrus-twijgen tot de conclusie, dat wij hier te doen hebben met „een geleidelijke transformatie van voedselreserven in groeibevorderende stoffen”, welk proces volgens hem van den top naar de basis voortgaat.

Ik betwijfel echter of deze opvatting de juiste zou zijn van de door ons waargenomen verschijnselen. Ik ben veel eer geneigd met COMBES aan te nemen, dat de proteolytische processen — die hierbij waarschijnlijk toch wel een groote rol spelen — in hoofdzaak in stam en takken

(wellicht ook in de wortels) plaats vinden en dat er van hier uit een transport in apicale richting plaats heeft. Indien dit inderdaad het geval is, kunnen wij ons verder voortstellen, dat de laagst geplaatste knoppen aan de eenjarige twijgen, die volgens de hier vermelde waarnemingen (hoofdstuk IV) het eerst hun rust beëindigd hebben, m.a.w. het eerst voor normale ontluijing vatbaar zijn, ook het eerst de noodige opgeloste stikstofverbindingen tot zich zullen trekken voor de in hun plaats grijpende proteolytische processen. Eerst geleidelijk aan zullen hierbij ook voor de meer apicale deelen deze stikstofverbindingen beschikbaar komen. Bij onze groep VOK echter, waar de knoppen verwijderd werden voor deze proteolyse en dit transport een aanvang nam, is de toestand anders. Hier ontbreken de stengelgroei punten, die de aangevoerde stoffen tot zich kunnen trekken en het is m.i. zeer goed denkbaar, dat dientengevolge een sterker transport in apicale richting plaats vindt. Op deze wijze is het wellicht te verklaren, dat wij in proef IV zulk een opmerkelijk sterke stijging waarnemen van het wortelvormend vermogen der apicale deelen: deze zou dus volgens deze opvatting zijn toe te schrijven aan een ophooping van opgeloste stikstofverbindingen in de toppen der twijgen. Deze vrij plotselinge en sterke stijging van het wortelvormend vermogen van de apicale deelen der van te voren ontknopte twijgen was inderdaad verrassend. Grafiek 4 v, IV toont hoe sterk dit vermogen der apicale stekken gestegen is, in vergelijking met de dat der basale (C basale); VII en VIII toonen dan hoe er verder bij C apicaal geen stijging meer plaats vindt, veel- eer daling, (begin van afsterving der ontknopte twijgen?), terwijl in de stekken van de groep C basaal nog een geleidelijke stijging is waar te nemen.

Onze resultaten geven dus in de eerste plaats weder een bevestiging van het feit, dat bij planten met een periodieke ontwikkeling *de phase, waarin de plant op een gegeven moment verkeert van grooten invloed is op de regeneratieprocessen in op dat tijdstip afgescheiden deelen*. Hiervan zijn reeds vele voorbeelden bekend: zeer fraaie vinden wij ook bij de bladstekken, zooals bijv. dat beschreven door HAGEMANN (1931) voor *Lunaria biennis*.

Wat speciaal de wortelvorming van houtige stekken betreft (*Populus* en *Ampelopsis*), hierover zijn eenige waarnemingen te vinden bij SIMON (1906).

Ook SIMON kwam tot de conclusie, dat bij zulke stekken de invloed van de autogene rustperiode onmiskkenbaar is, zoowel wat betreft de snelheid der ontwikkeling als de hoeveelheid van de geproduceerde wortels. Tevens echter, dat van een volkomen autonome rust, wat deze processen betreft geen sprake is: „dasz eine Periode totaler Untätigkeit nur für die meisten Meristeme, und zwar für den grössten Teil

der aktiven Vegetationspunkte des Stammes und für das Kambium besteht; für einen groszen Teil der Wurzelvegetationspunkte ist diese Untätigkeit schon weniger ausgeprägt" ... Ook dit laatste werd door onze waarnemingen volkomen bevestigd, immers de wortels, waarmede wij in dit onderzoek te doen hebben, ontstonden alle uit gepraeformeerde vegetatiepunten. Het is gebleken, dat voor deze geen autogene rust bestaat. De ontwikkeling en groei ondergaan echter den invloed van de phase, waarin de plant, als geheel genomen en in het bijzonder ook de knoppen, verkeerden. Aan dit laatste feit, de zich wijzigende correlatie tusschen knoppen en wortelbeginsels, heeft SIMON geen aandacht geschonken.

Evenmin deed MOLISCH dit, in een onderzoek „Ueber das Treiben von Wurzeln" (1917). Deze onderzoeker heeft takken van Salix, Populus, Philadelphus en Viburnum geforceerd (Sept., Oct., Nov.), sommige door een warm-waterbad, andere door middel van rook en hij heeft daarbij opgemerkt, dat aan deze twijgen de adventiefwortels in den regel aanmerkelijk sneller voor den dag komen dan bij onbehandelde. Zijn conclusie luidt nu: „Es lassen sich also nicht bloss Laub- und Blütenknospen, sondern auch die Anlagen von Adventivwurzeln treiben." Dit zou er dan volgens schr. op wijzen, dat de periodiciteit, die men vaak heeft opgemerkt in den wortelgroei niet steeds een „unfreiwillige" (gedwongen, ektonome) zou zijn, maar veelal een „freiwillige" (endonome). Het komt mij echter voor, dat deze gedachten-gang niet juist is. Er valt niet aan te twifelen, dat ook de periodiciteit, die men in den wortelgroei heeft opgemerkt, niet geheel door de uitwendige factoren bepaald wordt, m.a.w., dat zij geheel of ten deele endonoom is. Maar het is m.i. niet juist, dat wij hierbij te doen zouden hebben met een aan de wortels of wortelbeginsels inhaerente periodiciteit. Veeleer acht ik het waarschijnlijk, dat in de intacte plant deze periodiciteit in de eerste plaats beheerscht wordt door de correlaties met de bovengrondsche deelen van de plant. Ik ben dan ook van oordeel, dat wij in de meeste, zoo niet in alle door MOLISCH beschreven gevallen te doen hebben met een „Treiben" der knoppen en niet van de wortels; de invloed op de wortelvorming is secundair en heeft plaats via de knoppen. Dit blijkt ook duidelijk uit de door MOLISCH gegeven afbeeldingen: bij Salix (fig. 2) zien wij, dat de warm gebade takken reeds loof- en bloemknoppen doen uitloopen; bij de ongebade zien wij pas een allereerste begin van uitloopen. Bij Viburnum (fig. 4) is het verband zeer duidelijk. Bij de gerookte takken loopen de terminale knoppen uit en wij zien dan ook de wortels hoofdzakelijk in de onmiddellijke nabijheid daarvan zich ontwikkelen. Ook bij andere, niet afgebeelde gevallen wordt vermeld, dat de knoppen der berookte of gebade twijgen uitliepen. Bij de behandeling van bebladerde takken van Philadelphus coronarius met tabaksrook (24 uur) verloren deze de

bladeren eerder dan de contrôle-takken. Bij deze zeer vroeg behandelde twijgen (23 Aug.-1 Oct.) is niet na te gaan in hoever er een correlatie met de knoppen in het spel was. Het lijkt mij waarschijnlijk, dat wij hier te doen hebben met den invloed van afvoer van bouwstoffen uit de bladeren. Alles tezamen acht ik het hoogst onwaarschijnlijk, dat wij in de door MOLISCH beschreven gevallen te doen zouden hebben met een onmiddellijke inwerking op de wortelbeginsels. Dat een directe stimuleering daarvan ten eenen male zou zijn uitgesloten zou ik niet willen beweren. Deze is echter alleen aan te toonen, door een onderzoek, waarbij aan de correlatie met de knoppen aandacht geschonken wordt. Een aantal hierop betrekking hebbende waarnemingen, hoop ik later te publiceeren.

Ten slotte mogen hier enkele voorloopige opmerkingen naar aanleiding van de onlangs verschenen publicatie van BOUILLENNE en WENT „Recherches expérimentales sur la néoformation des racines, dans les plantules et les boutures des plantes supérieures” (1933) een plaats vinden. Ongetwijfeld zullen de schrijvers van deze belangrijke bijdrage tot het probleem der wortelvorming van oordeel zijn, dat de hier door mij beschreven waarnemingen slechts weinig verband houden met de vraagstukken, die zij in genoemde publicatie behandelen. Zooals ik reeds in den aanvang van dit hoofdstuk opmerkte, zijn zij van meening, dat men een scherp onderscheid dient te maken tusschen de echte „néoformation” en de ontwikkeling van wortels uit reeds bestaande wortelreserven, zooals die van *Populus candicans*, waarmede wij ons hier bezig hielden. Ik ben er niet van overtuigd, dat wij hier inderdaad met een principieel onderscheid te doen hebben. Ik wil in dit verband slechts op één punt wijzen: Ook bij de vorming van een wortelstelsel, dat zijn uitgangspunt neemt uit een of meer wortelbeginsels, komen dezelfde invloeden tot uiting, in de eerste plaats op de vertakking der wortels, als bij de neoformatie. Ook bij deze vertakking der wortels echter zijn, naar de schr. aannemen, wortelvormende stoffen, „rhizocalinen” in het spel. Indien er dus ook al door de vorming van het wortelbeginsel een begin gemaakt is met de wortelvorming en er in dit meristeem wellicht een zekere hoeveelheid rhizocaline is vastgelegd, dan toch moeten wij m.i. aannemen, dat deze betrekkelijk spoedig is uitgeput, waardoor de verdere ontwikkeling van den wortel op volkomen dezelfde wijze van den aanvoer van rhizocaline afhankelijk is, als dit bij de door neoformatie gevormde wortels het geval is.

Hoe dit echter ook zij, de conclusies, die BOUILLENNE trekt uit mijn waarnemingen betreffende de wortelvorming van *Vitis*-stekken, waarbij wij toch in elk geval met neoformatie te doen hebben, (VAN DER LEK, 1925, p. 145-173) zijn m.i. niet geheel juist. Het komt me voor, dat deze minder steun geven aan zijn opvattingen, dan hij meent.

Op p. 136 zegt BOUILLENNE: „Cette série de VAN DER LEK nous permet de conclure: il y a dans les branches en automne, après que les feuilles sont tombées, une grande quantité de substances spéciales et de réserves nutritives; ces réserves se maintiennent à peu près intactes jusqu'au printemps; mais la substance spéciale disparaît peu à peu d'abord des branches, ensuite des bourgeons au repos; elle est constituée par photosynthèse dans les feuilles adultes.” Hiertegen is het volgende aan te voeren: Ie de hier bedoelde proeven werden gedaan (gelijk vermeld is) met eenjarige twijgen, die in November waren afgesneden (snoeisels) en in de buitenlucht waren bewaard. Van een regelmatig afvoeren van rhizocaline kan dus m.i. geen sprake zijn. 2e Een der proeven (13 Dec.—31 Jan., blz. 150 en 165) wijst er op, dat de knoppen reeds voor het uitloopen, ja zelfs in gedwongen rust (door ingipsen) hun wortelvormingbevorderende invloed doen gelden. *Ook in volkomen duister uiteenlopende knoppen bevorderen deze neoformatie der wortelvorming zeer krachtig*, volkomen op dezelfde wijze, als ik dit reeds vaak constateerde bij planten met wortelbeginsels (Salix, Ribes); 3e Wijst het resultaat van een andere proef (2 Oct.—21 Oct., blz. 156 en 170—171) er op, dat in het begin van de rustperiode de aanwezigheid der knoppen volstrekt niet onverschillig is, maar dat zij *remmend* werkt, ook dit weer volkomen analoog met wat van wortelbeginsels voorziene stekken vertoont. Het is dan ook m.i. niet goed mogelijk de verschijnselen, die zich bij deze stekken voordoen, te verklaren met behulp van de hypothese der rhizocaline, zeker niet als men veronderstelt, dat deze stoffen gedurende den winter uit takken en knoppen verdwijnen.

Een meer uitvoerige bespreking van de door BOUILLENNE en WENT medegedeelde feiten en ontwikkelde denkbeelden wil ik echter liever uitstellen, tot mijn onderzoekingen van de wortelvorming der druivestekken tot een zekere afsluiting zijn gekomen.

TABEL I.

BEWORTELINGSPROEF MET 20 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS. 25/3-9/4 '30

A. met knoppen niet geringd			B. met knoppen geringd		
No	Aant. Wortels	Lengte in cm	No	Aant. Wortels	Lengte in cm
1	16	121	1	8	42,5
2	31	180	2	4	32,5
3	11	78,5	3	4	21
4	12	107	4	6	9,5
5	6	31,5	5	0	0
	<u>76</u>	<u>518</u>		<u>22</u>	<u>105,5</u>
Gewicht 2,75 g			Gewicht 0,38 g		
C. ontknopt, niet geringd			D. ontknopt, geringd		
No	Aant. Wortels	Lengte in cm	No	Aant. Wortels	Lengte in cm
1	15	77,5	1	11	44
2	9	56	2	8	60,5
3	6	30	3	8	44,5
4	10	21,5	4	5	17
5	9	25	5	6	9,5
	<u>49</u>	<u>210</u>		<u>38</u>	<u>175,5</u>
Gewicht 0,52 g			Gewicht 0,51 g		

TABEL II

BEWORTELINGSPROEF MET 20 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS. 5/12-30/12 '30

K, met knoppen

Basaal			Apicaal		
No	Aant. Wortels	Lengte in mm	No	Aant. Wortels	Lengte in mm
1	8	333	1	13	487
2	7	144	2	9	356
3	5	116	3	8	290
4	3	113	4	5	227
5	2	67	5	6	117
	<u>25</u>	<u>773</u>		<u>41</u>	<u>1537</u>
Gem. per wortel 30,9 mm			Gem. per wortel 37,5 mm		

OK, ontknopt

Basaal			Apicaal		
No	Aant. Wortels	Lengte in mm	No	Aant. Wortels	Lengte in mm
1	7	459	1	16	1256
2	8	240	2	11	879
3	6	185	3	12	462
4	5	184	4	10	427
5	6	170	5	9	220
	<u>32</u>	<u>1238</u>		<u>58</u>	<u>3244</u>
Gem. per wortel 38,7 mm			Gem. per wortel 55,9 mm		

TABEL III

BEWORTELINGSPROEF MET 12 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS. 15/12 '30-13/1 '31

a. eerste meeting, 5/1 '31

K, met knoppen					OK, ontknopt				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	aant. w.	mm	aant. w.	mm	No	aant. w.	mm	aant. w.	mm
1	8	65	13	116	1	7	90	10	96
2	6	118	11	112	2	9	107	12	187
3	6	108	9	160	3	6	26	7	165
	22	291	33	388		22	223	29	448
Groep K 55 wortels			679 mm		Groep OK 51 wortels			671 mm	
Gem. per wortel			12,3 mm		Gem. per wortel			12,2 mm	

b. tweede meeting, 13/1 '31

K, met knoppen					OK, ontknopt				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	aant. w.	mm	Aant. w.	mm	No	aant. w.	mm	aant. w.	mm
1	8	458	9	327	1	6	218	8	285
2	6	330	13	585	2	9	518	11	740
3	8	397	11	365 ¹⁾	3	9	293	8	480
	22	1185	33	1277		24	1029	27	1505
Groep K 55 wortels			2462 mm		Groep OK 51 wortels			2534 mm	
Gem. per wortel			44,7 mm		Gem. per wortel			46,5 mm	

¹⁾ Hier werd 284 gemeten, doch daar een der wortels was afgebroken op 19 mm, die naar zijn dikte te oordeelen minstens 100 mm lang geweest moest zijn, werd dit cijfer op 365 gebracht.

TABEL IV

**BEWORTELINGSPROEF MET 48 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 71/-27/1 '31**

a. eerste meting, 22/1 '31

<i>K, met knoppen</i>					<i>OK, ontknopt</i>				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	Aant. w.	mm	aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm
1	8	46	0	0	1	13	182	20	294
2	13	84	8	35	2	5	44	6	35
3	0	0	6	30	3	12	150	6	30
4	19	177	6	28	4	10	125	11	78
5	3	21	1	7	5	7	87	11	66
6	9	175	8	39	6	11	72	4	25
7	8	39	1	1	7	10	77	6	45
8	7	57	5	22	8	15	186	9	69
9	8	66	9	66	9	6	52	9	52
10	10	68	12	97	10	7	69	4	24
11	10	116	0	0	11	12	314	14	137
12	11	177	2	6	12	10	84	9	47
	<u>106</u>	<u>1026</u>	<u>58</u>	<u>331</u>		<u>118</u>	<u>1442</u>	<u>109</u>	<u>902</u>

b. tweede meting, 27/1 '31

<i>K, met knoppen</i>					<i>OK, ontknopt</i>				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm
1	11	190	8	92	1	13	752	21	1000
2	12	245	11	181	2	14	271	12	374
3	13	149	10	201	3	17	513	19	529
4	16	299	11	271	4	9	357	13	513
5	9	94	3	39	5	10	498	28	727
6	12	569	13	240	6	21	513	20	354
7	7	170	3	10	7	20	517	11	578
8	12	292	18	287	8	20	870	23	594
9	8	173	11	50	9	13	275	22	361
10	14	552	13	240	10	14	417	19	357
11	18	772	26	201	11	14	825	23	836
12	14	790	16	289	12	16	511	16	153
	<u>146</u>	<u>4295</u>	<u>143</u>	<u>2201</u>		<u>160</u>	<u>6389</u>	<u>227</u>	<u>6676</u>

TABEL V

BEWORTELINGSPROEF MET 40 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 23/1-11/2 '31

a. eerste meting, 7/2 '31

K, met knoppen					OK, ontknopt				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm
1	3	15	18	151	1	10	259	15	194
2	18	283	17	149	2	13	168	15	140
3	11	177	6	32	3	10	113	29	220
4	11	318	11	119	4	3	24	0	0
5	11	75	0	0	5	6	22	5	16
6	9	89	3	6	6	7	23	22	121
7	12	360	15	256	7	5	28	0	0
8	2	13	0	0	8	9	200	17	242
9	7	17	0	0	9	0	0	0	0
10	11	202	4	35	10	0	0	0	0
	95	1549	74	748		63	837	103	933

b. tweede meting, 11/2 '31

K, met knoppen					OK, ontknopt				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm
1	4	40	20	719	1	12	658	17	521
2	18	542	19	309	2	11	364	14	235
3	10	342	6	25	3	14	473	30	588
4	12	635	10	272	4	6	45	12	126
5	9	166	2	9	5	10	139	11	122
6	8	122	7	76	6	9	75	28	289
7	12	669	17	585	7	7	111	3	15
8	3	74	2	14	8	9	248	15	542
9	9	103	0	0	9	0	0	0	0
10	12	477	9	93	10	0	0	0	0
	97	3170	92	2102		78	2113	130	2438

TABEL VI

BEWORTELINGSPROEF MET 40 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANADENSIS, 16/1-17/2 '31

a. eerste meting, 10/2 '31

<i>K, met knoppen</i>					<i>OK, ontknopt</i>				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm
1	7	53	1	2	1	3	29	4	31
2	5	217	2	17	2	5	79	2	11
3	1	8	0	0	3	1	7	3	18
4	10	504	7	68	4	0	0	11	55
5	2	20	3	74	5	0	0	0	0
6	9	225	2	9	6	3	18	0	0
7	12	236	2	25	7	4	125	2	8
8	3	28	0	0	8	2	6	0	0
9	5	42	5	24	9	2	9	2	11
10	0	0	4	30	10	2	11	7	143
	<u>54</u>	<u>1333</u>	<u>26</u>	<u>249</u>		<u>22</u>	<u>284</u>	<u>31</u>	<u>277</u>

b. tweede meting, 17/2 '31

<i>K, met knoppen</i>					<i>OK, ontknopt</i>				
Basaal			Apicaal		Basaal			Apicaal	
No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	Aant. w.	mm
1	9	331	1	7	1	3	133	4	95
2	7	447	2	18	2	4	306	2	37
3	3	77	3	5	3	3	71	4	94
4	12	844	9	392	4	2	5	13	342
5	3	74	2	126	5	2	6	0	0
6	9	485	2	30	6	4	105	0	0
7	12	810	4	182	7	6	367	3	55
8	8	147	1	2	8	4	36	0	0
9	5	205	5	144	9	5	94	3	68
10	7	102	4	110	10	2	72	7	382
	<u>75</u>	<u>3522</u>	<u>33</u>	<u>1016</u>		<u>35</u>	<u>1205</u>	<u>36</u>	<u>1073</u>

N.B. Alleen bij K basaal zijn op 17/2 enkele wortels boven 100 mm vertakt.

TABEL VII

BEWORTELINGSPROEF MET 18 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 30/12 '30-20/1 '31

a. meting van 15/1 '31

K, met knop			OK, ontknopt 30/12			VOK, ontknopt 12/12		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	3	12	1	7	77	1	3	47
2	5	47	2	6	85	2	3	57
3	7	84	3	8	33	3	2	6
4	4	31	4	5	59	4	4	18
5	2	11	5	3	12	5	3	17
6	0	0	6	10	90	6	3	14
	<u>21</u>	<u>185</u>		<u>39</u>	<u>356</u>		<u>21</u>	<u>159</u>
Gem. per stek 30,8 mm			Gem. per stek 59,3 mm			Gem. per stek 26,5 mm		

b. meting van 20/1 '31

K, met knop			OK, ontknopt 30/12			VOK, ontknopt 17/12		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	6	190	1	7	348	1	3	134
2	5	170	2	7	377	2	6	324
3	6	448	3	9	227	3	5	146
4	4	245	4	7	233	4	10	256
5	7	158	5	11	351	5	8	118
6	4	93	6	11	375	6	6	178
	<u>32</u>	<u>1304</u>		<u>52</u>	<u>1911</u>		<u>38</u>	<u>1166</u>
Gem. per stek 217 mm			Gem. per stek 318,5 mm			Gem. per stek 192,7 mm		

TABEL VIII

BEWORTELINGSPROEF MET 15 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 9/1-30/1 '31

a. meting van 23/1 '31

K, met knop			OK, ontknopt 9/1			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	7	65	1	2	13	1	6	15
2	9	57	2	7	64	2	1	2
3	2	3	3	5	66	3	7	35
4	8	52	4	7	35	4	4	28
5	6	20	5	0	0	5	4	41
	<u>32</u>	<u>197</u>		<u>21</u>	<u>178</u>		<u>22</u>	<u>121</u>
Gem. p. stek 39,4 mm			Gem. p. stek 35,6 mm			Gem. p. stek 24,2 mm		
Gem. p. wortel 6,1 mm			Gem. p. wortel 8,5 mm			Gem. p. wortel 5,5 mm		

b. meting van 26/1 '31

K, met knop			OK, ontknopt 9/1			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	7	270	1	4	67	1	5	55
2	10	279	2	9	224	2	7	56
3	7	44	3	6	238	3	7	112
4	11	365	4	13	155	4	6	62
5	10	145	5	1	5	5	4	122
	<u>45</u>	<u>1103</u>		<u>33</u>	<u>689</u>		<u>29</u>	<u>407</u>
Gem. p. stek 220,6 mm			Gem. p. stek 137,8 mm			Gem. p. stek 81,4 mm		
Gem. p. wortel 24,5 mm			Gem. p. wortel 20,9 mm			Gem. p. wortel 14 mm		

c. meting van 30/1 '31

K, met knop			OK, ontknopt 9/1			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	7 (5*)	514	1	4	136	1	6	85
2	11 (2*)	657	2	10	358	2	9	170
3	9	264	3	6 (2*)	328	3	7	165
4	10 (4*)	804	4	13	267	4	7	149
5	12 (1*)	506	5	3	22	5	4	169
	<u>49</u>	<u>2745</u>		<u>36</u>	<u>1111</u>		<u>33</u>	<u>738</u>
Gem. p. stek 549 mm			Gem. p. stek 222,2 mm			Gem. p. stek 147,6 mm		
Gem. p. wortel 53 mm			Gem. p. wortel 38,6 mm			Gem. p. wortel 22,4 mm		

N.B. De cijfers tusschen haakjes, met * teeken, geven aan hoeveel er ver-
takt zijn.

TABEL IX

**BEWORTELINGSPROEF MET 18 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 19/1-9/2 '31**

a. meting van 5/2 '31

K, met knop			OK, ontknopt 19/1 '31			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	15	453	1	22	366	1	9	88
2	4	94	2	4	71	2	5	93
3	7	133	3	6	82	3	7	60
4	6	288	4	3	82	4	5	41
5	1	7	5	4	88	5	4	77
6	4	13	6	2	72	6	3	83
	<u>37</u>	<u>988</u>		<u>41</u>	<u>761</u>		<u>33</u>	<u>442</u>
Gem. per stek 164,7 mm			Gem. p. stek 126,8 mm			Gem. p. stek 73,7 mm		
Gem. p. wortel 26,7 mm			Gem. p. wortel 18,5 mm			Gem. p. wortel 13,4 mm		

b. meting van 7/2 '31

K, met knop			OK, ontknopt 19/1 '31			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	13	631	1	23	551	1	10	176
2	4	135	2	4	122	2	5	127
3	6	220	3	8	117	3	8	133
4	6	397	4	3	106	4	6	88
5	1	19	5	4	138	5	5	130
6	4	70	6	2	85	6	4	131
	<u>34</u>	<u>1472</u>		<u>44</u>	<u>1119</u>		<u>38</u>	<u>785</u>
Gem. p. stek 245,3 mm			Gem. p. stek 186,5 mm			Gem. p. stek 130,8 mm		
Gem. p. wortel 43,3 mm			Gem. p. wortel 25,4 mm			Gem. p. wortel 21,6 mm		

c. meting van 9/2 '31

K, met knop			OK, ontknopt 19/1 '31			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	15 (7*)	844	1	21 ¹⁾	517	1	12	274
2	4	161	2	4	123	2	5	139
3	6 (1*)	325	3	8	148	3	8	219
4	7 (5*)	555	4	3	117	4	5	144
5	1	34	5	4	154	5	5	200
6	9	177	6	2 (1*)	96	6	3	157
	<u>42</u>	<u>2096</u>		<u>42</u>	<u>1155</u>		<u>38</u>	<u>1133</u>
13 w. vertakt			1 w. vertakt					
Gem. per stek 349,3 mm			Gem. p. stek 192,5 mm			Gem. p. stek 188,8 mm		
Gem. p. wortel 49,9 mm			Gem. p. wortel 27,5 mm			Gem. p. wortel 29,8 mm		

1) Hier zijn blijkbaar 2 wortels verloren gegaan.

TABEL X

**BEWORTELINGSPROEF MET 30 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS 28/1-18/2 '31**

a. eerste meting, 11/2 '31

<i>K, met knop</i>				<i>OK, ontknopt 28/1 '31</i>				<i>VOK, ontknopt 17/12 '30</i>			
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal	
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	
1	4	18	10 61	1	4	22	14 81	1	4	20	19 235
2	1	6	0 0	2	0	0	0 0	2	0	0	8 59
3	4	21	4 10	3	9	47	4 25	3	9	44	14 156
4	8	128	9 56	4	3	10	14 125	4	3	10	11 118
5	8	44	7 19	5	2	9	16 98	5	2	10	15 119
25		217	30 146	18		88	48 329	18		84	67 687
Gem. per stek in mm: bas. 43,4; apic. 29,2				Gem. per stek in mm: bas. 17,6; apic. 65,8				Gem. per stek in mm: bas. 16,8; apic. 137,4			
Gem. per wortel in mm: bas. 8,7; apic. 4,9				Gem. per wortel in mm: bas. 4,9; apic. 6,8				Gem. per wortel in mm: bas. 4,7; apic. 10,3			

b. tweede meting, 14/2 '31

<i>K, met knop</i>				<i>OK, ontknopt 2/81 '31</i>				<i>VOK, ontknopt 17/12 '30</i>			
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal	
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	
1	10	117	20 343	1	4	31	22 248	1	11	128	21 553
2	1	21	6 33	2	0	0	3 7	2	5	48	10 105
3	5	86	17 135	3	11	136	15 140	3	17	199	19 331
4	11	301	17 343	4	4	45	16 180	4	3	35	16 277
5	9	150	16 226	5	5	36	24 375	5	9	102	17 363
36		675	76 1080	24		248	80 950	45		512	83 1629
Gem. per stek in mm: bas. 135; apic. 216				Gem. per stek in mm: bas. 49,6; apic. 190				Gem. per stek in mm: bas. 102,4; apic. 325,8			
Gem. per wortel in mm: bas. 18,8; apic. 14,2				Gem. per wortel in mm: bas. 10,3; apic. 11,9				Gem. per wortel in mm: bas. 11,4; apic. 19,4			

c. derde meting, 18/2 '31

<i>K, met knop</i>				<i>OK, ontknopt 28/1 '31</i>				<i>VOK, ontknopt 17/12 '30</i>			
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal	
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	
1	11	345	25 1220	1	4	33	22 560	1	13	281	21 1370
2	2	81	14 342	2	1	6	5 43	2	4	60	11 125
3	7	319	22 1224	3	10	272	21 489	3	17	365	22 652
4	13	746	17 990	4	7	138	17 203	4	2	37	17 648
5	8	351	23 763	5	5	80	28 831	5	8	136	19 876
41		1842	101 4539	27		529	93 2126	44		879	90 3671
Gem. per stek in mm: bas. 368,4; apic. 907,8				Gem. per stek in mm: bas. 105,8; ap. 425,2				Gem. per stek in mm: bas. 175,8; ap. 734,2			
Gem. per wortel in mm: bas. 44,9; apic. 44,9				Gem. per wortel in mm: bas. 19,6; apic. 22,9				Gem. per wortel in mm: bas. 20; apic. 40,8			

TABEL XI

**BEWORTELINGSPROEF MET 24 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 6/2-27/2 '31**

a. eerste meting, 20/2 '31

<i>K, met knop</i>			<i>OK, ontknopt 6/2 '31</i>			<i>VOK, ontknopt 17/12 '30</i>		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	6	43	1	6	55	1	6	33
2	3	17	2	5	76	2	9	207
3	10	134	3	6	76	3	7	41
4	4	45	4	10	161	4	8	92
5	9	202	5	6	58	5	5	72
6	2	8	6	7	131	6	7	129
7	3	4	7	7	182	7	4	60
8	6	20	8	5	64	8	8	99
	<u>43</u>	<u>473</u>		<u>52</u>	<u>803</u>		<u>54</u>	<u>733</u>
Gem. p. stek 59,1 mm			Gem. p. stek 100,4 mm			Gem. p. stek 91,4 mm		
Gem. p. wortel 11 mm			Gem. p. wortel 15,4 mm			Gem. p. wortel 13,5 mm		

b. tweede meting, 23/2 '31

<i>K, ontknopt</i>			<i>OK, ontknopt 6/2 '31</i>			<i>VOK, ontknopt 17/12 '30</i>		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	9	262	1	7	117	1	10	164
2	8	107	2	4	170	2	10	508
3	17	530	3	5	175	3	13	175
4	14	186	4	14	456	4	9	252
5	10	483	5	11	189	5	6	156
6	6	76	6	7	272	6	8	409
7	11	88	7	8	331	7	3	129
8	15	242	8	5	140	8	7	249
	<u>90</u>	<u>1974</u>		<u>61</u>	<u>1850</u>		<u>66</u>	<u>2042</u>
Gem. p. stek 246,8 mm			Gem. p. stek 231,3 mm			Gem. p. stek 255,3 mm		
Gem. p. wortel 21,9 mm			Gem. p. wortel 30,3 mm			Gem. p. wortel 30,9 mm		

c. derde meting, 27/2 '31

<i>K, met knop</i>			<i>OK, ontknopt 6/2 '31</i>			<i>VOK, ontknopt 17/12 '30</i>		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	9	499	1	7	213	1	11	520
2	11	338	2	5	300	2	9	509
3	19	1291	3	7	280	3	18	490
4	12	483	4	15	657	4	11	294
5	11	785	5	13	389	5	6	239
6	8	239	6	7	367	6	7	698
7	19	330	7	8	493	7	4	183
8	13	560	8	5	231	8	7	355
	<u>102</u>	<u>4525</u>		<u>67</u>	<u>2930</u>		<u>73</u>	<u>3378</u>
Gem. p. stek 565,6 mm			Gem. p. stek 366,3 mm			Gem. p. stek 422,3 mm		
Gem. p. wortel 44,4 mm			Gem. p. wortel 43,7 mm			Gem. p. wortel 46,3 mm		

TABEL XII

BEWORTELINGSPROEF MET 15 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 10/2-3/3 '31

a. eerste meting, 24/2 '31

K, met knop			OK, ontknopt 10/2 '31			VOK, ontknopt 17 12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	5	11	1	3	20	1	15	198
2	3	27	2	0	0	2	8	48
3	1	4	3	5	34	3	11	121
4	6	24	4	3	27	4	10	142
5	2	6	5	6	35	5	7	49
	<u>17</u>	<u>72</u>		<u>17</u>	<u>116</u>		<u>51</u>	<u>558</u>
Gem. p. stek 14,4 mm			Gem. p. stek 23,2 mm			Gem. p. stek 111,6 mm		
Gem. p. wortel 4,2 mm			Gem. p. wortel 6,8 mm			Gem. p. wortel 10,9 mm		

b. tweede meting, 27/2 '31

K, met knop			OK, ontknopt 10/2 '31			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	13	280	1	6	115	1	14	464
2	5	153	2	2	15	2	10	195
3	7	69	3	7	81	3	13	440
4	11	158	4	5	120	4	10	330
5	10	148	5	12	142	5	10	210
	<u>46</u>	<u>708</u>		<u>32</u>	<u>473</u>		<u>57</u>	<u>1639</u>
Gem. p. stek 141,6 mm			Gem. p. stek 94,6 mm			Gem. p. stek 327,8 mm		
Gem. p. wortel 15,4 mm			Gem. p. wortel 14,8 mm			Gem. p. wortel 28,8 mm		

c. derde meting, 3/3 '31

K, met knop			OK, ontknopt 10/2 '31			VOK, ontknopt 17/12 '30		
No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm	No	Aant. w.	mm
1	12	870	1	5	153	1	14	506
2	5	321	2	2	22	2	9	212
3	9	326	3	6	88	3	14	506
4	13	555	4	7	154	4	11	403
5	13	497	5	12	178	5	10	237
	<u>52</u>	<u>2569</u>		<u>32</u>	<u>595</u>		<u>58</u>	<u>1864</u>
Gem. p. stek 513,8 mm			Gem. p. stek 119 mm			Gem. p. stek 372,8 mm		
Gem. p. wortel 49,4 mm			Gem. p. wortel 18,6 mm			Gem. p. wortel 32,1 mm		

TABEL XIII

BEWORTELINGSPROEF MET 30 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 14/2-6/3 '31

a. eerste meting, 28/2 '31

K, met knop				OK, ontknopt 14/2 '30				VOK, ontknopt 17/12 '30			
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal	
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	
1	4	63	21 416	1	5	80	13 339	1	15	186	25 435
2	7	105	19 448	2	3	21	14 218	2	8	57	18 358
3	10	75	11 142	3	6	53	25 373	3	19	194	21 387
4	24	428	12 64	4	18	170	24 224	4	10	84	34 475
5	8	180	14 113	5	6	56	20 206	5	8	63	37 607
53		851	77 1183	38		380	96 1360	60		584	135 2272
Gem. p. stek in mm: bas. 170,2; apic. 236,6				Gem. p. stek in mm: bas. 76; apic. 272				Gem. p. stek in mm: bas. 116,8; apic. 454,4			
Gem. p. wortel in mm: bas. 16; apic. 15,4				Gem. p. wortel in mm: bas. 10; apic. 14,2				Gem. p. wortel in mm: bas. 9,7; apic. 16,8			

b. tweede meting, 3/3 '31

K, met knop				OK, ontknopt 14/2 '30				VOK, ontknopt 17/12 '30			
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal	
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	
1	5	140	20 719	1	4	80	13 365	1	13	224	23 695
2	7	353	20 614	2	3	24	13 267	2	13	97	16 591
3	11	265	24 749	3	8	96	28 685	3	21	299	20 382
4	4	993	21 351	4	19	244	23 457	4	13	177	31 752
5	13	634	22 690	5	6	65	23 259	5	9	117	33 693
60		2385	107 3123	40		509	100 2033	69		914	128 3115
Gem. p. stek in mm: bas. 477; apic. 624,6				Gem. p. stek in mm: bas. 101,8; apic. 406,6				Gem. p. stek in mm: bas. 182,8; apic. 623			
Gem. p. wortel in mm: bas. 39,8; apic. 29,2				Gem. p. wortel in mm: bas. 12,7; apic. 20,3				Gem. p. wortel in mm: bas. 13,3; apic. 24,3			

c. derde meting, 6/3 '31

K, met knop				OK, ontknopt 14/2 '30				VOK, ontknopt 17/12 '30			
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal	
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm		No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	
1	6	177	20 868	1	3	67	12 371	1	12	198	22 734
2	9	495	19 733	2	2	29	12 288	2	13	135	19 625
3	11	423	22 945	3	8	163	25 853	3	21	304	21 430
4	25	1303	24 508	4	21	327	24 369	4	14	210	28 974
5	15	812	24 1078	5	7	98	28 441	5	16	230	34 740
66		3210	109 4132	41		684	101 2322	76		1077	124 3503
Gem. p. stek in mm: bas. 642; apic. 826,4				Gem. p. stek in mm: bas. 136,8; apic. 464,4				Gem. p. stek in mm: bas. 215,4; apic. 700,6			
Gem. p. wortel in mm: bas. 48,6; apic. 35,1				Gem. p. wortel in mm: bas. 16,2; apic. 23				Gem. p. wortel in mm: bas. 14,2; apic. 28,2			

TABEL XIV

**BEWORTELINGSPROEF MET 48 EENJARIGE STEKKEN VAN
POPULUS CANDICANS, 28/2-21/3 '31**

a. eerste meting, 10/3 '31

K, met knop				OK, ontknopt 14/2 '31				VOK, ontknopt 17/12 '30						
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal				
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm			
1	0	0	1	1	5	3	13	1	4	10	10	58		
2	3	14	5	2	2	0		2	4	11	15	61		
3	0	0	3	0	0	0		3	1	1	16	65		
4	0	0	4	2	3	0		4	7	42	7	54		
5	2	5	0	5	2	8	0	5	5	24	15	99		
6	0	0	6	0	0	1	1	6	4	20	12	47		
7	0	11	25	7	3	3	12	39	7	0	3	9		
8	2	8	0	8	2	7	0		8	10	36	14	53	
7		27	16	35	12		28	16	35	35		144	92	446

Gem. per stek in mm:
bas. 3,4; apic. 4,4

Gem. p. wortel in mm:
bas. 3,8; apic. 2,2

Gem. p. stek in mm:
bas. 3,5; apic. 6,6

Gem. p. wortel in mm:
bas. 2,3; apic. 3,3

Gem. p. stek in mm:
bas. 18; apic. 55,8

Gem. p. wortel in mm:
bas. 4,1; apic. 4,8

b. tweede meting, 14/3 '31

K, met knop				OK, ontknopt 14/2 '31				VOK, ontknopt 17/12 '30						
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal				
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm			
1	11	119	23	1	1	22	12	180	1	8	44	16	391	
2	8	188	20	2	7	52	21	158	2	11	98	17	257	
3	17	292	13	3	5	39	0		3	11	61	15	206	
4	7	149	2	4	3	46	5	22	4	7	109	11	227	
5	16	418	17	5	3	45	16	93	5	11	110	16	422	
6	6	76	17	6	6	32	13	113	6	7	62	21	350	
7	6	68	13	7	7	25	32	621	7	4	11	14	58	
8	11	116	32	8	5	79	17	167	8	13	161	17	296	
82		1426	137	1534	37		340	116	1354	72		656	127	2207

Gem. p. stek in mm:
bas. 178,3; apic. 191,7

Gem. p. wortel in mm:
bas. 17,4; apic. 11,9

Gem. p. stek in mm:
bas. 42,5; apic. 169,2

Gem. p. wortel in mm:
bas. 9,7; apic. 11,6

Gem. p. stek in mm:
bas. 82; apic. 275,9

Gem. p. wortel in mm:
bas. 9,1; apic. 17,4

TABEL XIV (vervolg)

c. derde meting, 17/3 '31

K, met knop				OK, ontknopt 14/2 '31				VOK, ontknopt 17/12 '30						
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal				
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm			
1	15	553	32	910	1	1	35	11	339	1	9	75	16	772
2	8	394	21	1065	2	7	138	24	383	2	12	224	18	542
3	19	877	26	677	3	6	95	0		3	13	243	17	354
4	11	470	11	86	4	3	92	10	141	4	7	183	12	360
5	17	1152	24	696	5	3	9	21	362	5	11	203	16	544
6	7	262	18	817	6	7	99	11	261	6	7	106	20	553
7	9	191	14	458	7	8	536	33	1262	7	11	75	14	136
8	12	471	32	1102	8	10	164	20	445	8	11	325	17	640
98		4370	178 5811		45		772	130 3193		81		1433	120 3901	
Gem. p. stek in mm: bas. 546,2; apic. 726,4				Gem. in p. stek mm: bas. 96,5; apic. 399,1				Gem. p. stek in mm: bas. 179,1; apic. 487,6						
Gem. p. wortel in mm: bas. 44,6; apic. 32,6				Gem. p. wortel in mm: bas. 17,2; apic. 24,5				Gem. p. wortel in mm: bas. 17,9; apic. 32,5						

d. vierde meting, 21/3 '31

K, met knop				OK, ontknopt 14/2 '31				VOK, ontknopt 17/12 '30						
Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal		Basaal		Apicaal				
No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm	No	Aant. w. mm	Aant. w. mm			
1	15	947	29	1339	1	1	35	11	444	1	7	126	15	999
2	6	565	20	1348	2	7	218	29	718	2	13	427	18	857
3	20	1166	27	1102	3	6	134	3	43	3	13	451	16	360
4	10	704	13	409	4	3	111	10	485	4	7	199	12	425
5	17	1373	23	1050	5	3	130	23	599	5	10	248	15	553
6	4	195	17	1314	6	8	214	11	561	6	7	133	16	714
7	5	272	17	763	7	5	135	38	1774	7	16	264	16	221
8	10	741	30	1795	8	8	268	23	682	8	12	550	17	749
87		5933	176 9120		41		1245	148 5306		85		2398	125 4878	
Gem. p. stek in mm: bas. 741,5; apic. 1140				Gem. p. stek in mm: bas. 155,6; apic. 663,2				Gem. p. stek in mm: bas. 299,8; apic. 609,8						
Gem. p. wortel in mm: bas. 68,2; apic. 51,8				Gem. p. wortel in mm: bas. 30,4; apic. 35,8				Gem. p. wortel in mm: bas. 28,2; apic. 39						

ON THE INFLUENCE OF THE BUDS ON ROOT-DEVELOPMENT IN CUTTINGS

(*Discussion and conclusions*)

In a paper on „Root development in woody cuttings” (1925) the writer came to the conclusion (p. 218): „that the influence of the bud on root development depends also in a large degree upon the time of the year in connection with the normal periodicity of the plant”; in other words: the correlation between buds and roots is not always the same; the effect of this correlation depends upon the phase in which the buds are, at the moment when the cuttings are taken from the plant. Most of his earlier rooting experiments were made at the beginning of the vegetation period and as a rule the stimulating influence of the sprouting buds on root formation was clearly demonstrated in these trials. Yet, in one experiment starting on Oct. 31, with two groups of Vine cuttings, each of 21 pieces, a different result was obtained. This can be clearly seen from the table (1925, p. 172 and 173) in which „groep a” represents the cuttings with buds intact, „groep b” the disbudded ones. These tables show that, on the whole, the root development of the disbudded cuttings is somewhat stronger than that of the cuttings provided with two buds. This fact is particularly noticeable in the total weight: in the disbudded group the total fresh weight of the roots is 37,5 g, in the other group it is only 27,5. Moreover we see that the root formation in group *a* is more irregular than that in group *b*. In group *a* the highest point is reached by no 12 (root development 103,4 cm), in which the uppermost of the two buds had sprouted during the experiment („*bov. kn. uitgel.*”).

But this number is surpassed by two specimens of group *b* (2 and 12), the root development of which was about 108 cm. From this result we may conclude that in this case, in which material in the first phase of dormancy was used, the buds did not exercise a stimulating influence on root formation but, on the contrary, *acted more or less as a check*. This contrary effect seems to be related to the fact that the buds were not yet in a condition to sprout.

The experiments published in the present paper show that this observation was not an exceptional one. The trials are being carried out with material of *Populus* (mainly *Populus candicans*). This means that the cuttings used are well provided with preexisting „root-primordia”, whereas in vine-cuttings the roots arise entirely *de novo*. Some botanists, such as BOUILLENNE and WENT (1933), are inclined to make a sharp discrimination between these two types of root formation. The question will be referred to later. Here it should be noted that when reference is made in this paper to root development or root formation, development from preexisting „root-primordia” is intended.

The first experiment with *Populus candicans* (29/3-9/4) shows that the influence of the normally sprouting bud on root development is a complicated one. We are here dealing (Table I) with four groups of five cuttings each: Group *A* with buds intact, group *B* idem, but „ringed”, (a narrow ring of bark removed), group *C* disbudded, group *D* idem, ringed. (See also figures 1-2). Table I shows the following: The root development of *A* far surpasses that of the other groups. No real difference is to be observed between *C* and *D*, but evidently the root development of *B* is less than that of *C* and of *D* (number of roots, total weight and length). From this result it appears that in this phase the influence of the sprouting buds on root development acts at the same time, *both as a stimulus and as a check*. When the first factor is eliminated (by bark ringing), the latter comes to light, whereas normally in this phase the check influence is wholly masked by the stimulating effect.

To study these phenomena more closely two series of experiments were started. In the first series, running from November 22 till February 11, the root formation of cuttings provided with buds was compared with that of wholly disbudded cuttings (one-year-old twigs of *Populus candicans*). In all trials the shoots have been divided into a basal and a apical part. In this way two cuttings were obtained from every shoot. The results of these experiments are shown in tables II-V and graphs 1, I-IV. (See also fig. 3 and 4.)

From this series it was possible to draw the following conclusions:

1. In cuttings taken during dormancy the buds have a checking influence on root development both with regard to the number of roots and to their total length (See for example the figures given in the account of the first experiment, page 7; here K (Knoppen) = buds intact, OK (ontknopt) = disbudded; „wortelvorming” = root development; see also table II).

2. On the whole the root development of the apical parts is stronger than that of the basal parts (in *Populus candicans*). This difference is also shown by the disbudded cuttings, whence it appears that the fact may be explained at least partly by differences existing in the axes themselves. In the first series the ratio between the number of roots of the basal and that of the apical cuttings varies from 1 to 1,6; the ratio between the total lengths of the roots between both groups from 1 to 2,6. (In the second series these ratios varied for the numbers from 2,5 to 3 and for the total lengths from 3,6 to 4.)

3. The check exercised by the buds on root development could be observed in December (experiment 1, from 5/12 till 30/12) and in January (exp. 3, from 7/1 till 27/1). This check was stronger and more persistent in the apical cuttings than in the basal ones. For instance, in exp. 3, in January, the apical cuttings showed a fairly strong check, the basal ones only a slight one. In exp. 4 (23/1-11/2) in the basal cuttings the check had already made way for a very marked stimulus, whereas in the apical ones the check had scarcely disappeared.

4. This difference between the checking influence exercised by the buds on the apical part and on the basal part of one and the same shoot may result — in certain phases and in the case of cuttings provided with buds — in root development being stronger in basal than in apical cuttings, whereas in comparing both groups of disbudded cuttings the contrary may be observed.

5. The results of this first series clearly point to the fact, that the degree of checking caused by the buds is closely connected with the phase of development of the buds. As the buds approach nearer and nearer to the end of dormancy when they will be ready for immediate sprouting, so the check progressively decreases.

6. The difference mentioned above (2) is doubtless not such as may be generally observed in woody cuttings. Probably it is rather an exception that the root development of the apical parts is superior to that of the basal ones. An experiment with one-year-old cuttings of *Populus canadensis* (from Jan. 16th till Febr. 17th, see table VI, a and b) showed that in disbudded cuttings of this plant the rooting capacity of both parts is about the same. If on the contrary some buds were left on them, the root development of the basal cuttings by far surpassed that of the apical ones, which shows that the same difference between the influence exercised by the buds of the two parts is to be observed here as in *Populus candicans*.

7. A reasonable explanation of the fact mentioned above (4) in relation with 5, is afforded by the supposition that dormancy does not come to an end at the same time in all buds of one shoot, and that generally, in one-year-old shoots this stage is reached by the buds successively from the base to the top.

8. In chapter V some observations are recorded that give considerable support to this theory. These observations may be summarized as follows (see

figures 11–18): Long one-year-old shoots of *Populus candicans* were cut into pieces, each provided with two buds, the lower of which was removed. Only the most apical piece consisted of three or more internodes, this being necessary to ensure that they were all about the same size.

These small cuttings were numbered from the base to the top. For instance, fig. 14 represents 14 cuttings, all from one twig, number 1 (with bud 2) bottom row left hand side, number 8 (with bud 16) top row, left hand side, number 14 (with the apical bud) top row, right hand side.

All these small cuttings were put with their bases in water, at 20° C., in the dark.

Five shoots were treated in this way:

Shoot I, January 8; fig. 11, top row; fig. 13, fig. 14.

Shoot II, January 8; fig. 11, bottom row; fig. 12.

Shoot III, January 21; fig. 16 (the basal cutting with an abnormal bud is here omitted).

Shoot IV, January 21; fig. 15.

Shoot V, March 11; fig. 17 and 18.

These photographs and the accompanying explanation show that in all the trials from January a gradation may be clearly seen, in the sense, that sprouting and growth of the sprout as well as leaf development, takes place earlier and more vigorously in the basal cuttings and that the processes slow down as one goes from the base to the top of the shoot. This does not mean, of course, that the phenomena in bud n are always more prominent than in bud $n + 1$; yet on the whole the fact is unmistakable, both in the trials starting the 21th, and in those starting the 8th January. The complete regularity of the gradation may be disturbed to a smaller or greater degree by other factors, the principal being the size of the buds.

If we compare these photographs with those of shoot V (fig. 17 and 18) starting 11th of March, it is quite obvious that the latter yielded a very different result.

In the cuttings from shoot V all the buds sprouted at about the same rate, and more rapidly than those from I–IV. Here evidently in all buds, from the base to the top, dormancy had come to an end.

In view of this fact it can be considered most probable that *the different influence exercised on root formation by the buds of the basal and of the apical parts of one and the same shoot (in rooting experiments starting before the beginning of the vegetation period) is closely connected with the different stages in which the buds are at that moment.*

There is but little mention in botanical literature of differences in phase of the buds on one-year-old shoots, varying according to their position on the shoot. Some brief remarks, relating however to dissimilar buds, are to be found in the writing of WIESSNER-LINSBAUER (1920), JOST (1893), SIMON (1906) and JOHANSEN (1906). Of these only the last is closely related to the phenomena studied here (see quotation, p. 50).

Once it had been established that during dormancy the buds have a checking influence on root development, whereas later their effect is stimulating, the following questions arose:

a. Is the periodicity of the mother plant still shown in the root formation of the cuttings, even when the influence exercised by the buds on this process is eliminated?

b. If so, how is this periodicity which is shown by the axis itself modified by bud influence?

c. Do the buds exercise such an influence on the periodicity of the shoots — while still on the tree — as later may be shown in root development when the shoots are used as cuttings?

The third question is closely connected with problems of dormancy in general, and is whether we are here dealing with a resting condition of the plant taken as a whole, or only with that of the buds. The problem was discussed by the early botanists, and of late years it has occasionally been ventilated in American literature.

DENNY and STANTON (1925), following HOWARD (1915) are of opinion that the buds only are dormant, on the ground that it is possible to awaken individual buds on a shoot without influencing the remainder. These writers even go so far as to say that any analysis made to elucidate the rest period should not include other tissues. This view is not shared by the author. GARDNER (1929) very properly observed that individual buds can also be roused from dormancy by injury to the stem: „Injury to the bark, such as ringing, notching or bruising, will initiate the growth of buds immediately below the injury, although the buds themselves are not touched”. This writer therefore „inclines to the view that the rest period is systemic in the sense that it is common to the meristems of the entire plant whether in the bud, stem or root, and that any localized portion of the meristem will renew activity when the conditions either within that portion of meristem or in the tissues surrounding it are favorable for growth”. In the opinion of the present writer GARDNER falls between two stools. For „...if any portion of the meristem will renew activity, when the conditions... in the surrounding tissues are favorable for growth”, then it is clear that these tissues also are involved in the alternating phases of activity and dormancy.

It can be admitted that *dormancy is systemic* in the sense that the plant taken as a whole is in a rest condition. This of course does not entail that the life processes throughout the plant come to a stop or even that they are greatly reduced. No doubt during dormancy of plants, as also in the rest conditions of animals (sleep, hibernation), many processes, by which the plant is prepared for renewed activity after dormancy, still go on.

For the purpose of studying this third question a second series (II) of experiments was started, involving three groups of cuttings: K, with buds; OK, disbudded at the beginning of each separate rooting experiment; VOK, cuttings from previously (17 December) disbudded shoots, which remained on the tree till the beginning of the experiment. From this series, considered in conjunction with the results of series I it was possible to draw the following conclusions:

During dormancy results in group OK are best. This we see in the experiments of series I (see graphs 1, I, II and III; tables II-V) and also in the first experiment of series II (see graph 3, I) in which the results of OK are superior to those of K and VOK. During the mid-winter months the root development of OK does not increase (graphs 3 and 5). Then, at the beginning of February, a rise in the root development of OK can be observed. If the results of experiments V and VII of the second series (starting with an interval of only four days, see graph 5) are considered together, then a continuous rise in the root development of this group may be observed.

It is quite clear, that the rooting-capacity of the axes themselves (apart from the influence of the buds) increases though only slowly. The root development of OK VIII, in March, was about twice as great as that of OK III in January-February. That the root development of the apical parts of the shoots in these disbudded cuttings is much superior to the basal parts, is clearly shown in graphs 4, IV, VI and VII (compare OK apic. to OK bas.). In both series of experiments the initial check influence exercised by the buds in group K is clearly seen (see graphs 1, I-III and 3, I). Taking together the results, obtained with the basal and the apical cuttings it will be seen that this check is apparent in the trials started in December and January. Afterwards the check effect lapses in favour of a stimulating effect. In series II a strong stimulus is already

noticeable in the 2nd experiment, started the 9th of January (graph 3, II; table VIII).

Then, on the approach of spring, this stimulus increases very strongly (graphs 3 and 5; see the rise of K); so that in the last experiment, started February 28th, root development is over four times as great as it was in the experiment started two months earlier (30 December). However, even in later experiments also indications of the antagonism between buds and root primordia may be observed. In trials IV, V and VI (graph 3), the first measurement, 14 days after the beginning of the experiment, shows in every case that the root development of group K is less than that of both the other groups, though K very soon overtakes OK as the stimulating effect of the sprouting bud gets the upper hand of the check influence. In the VIIIth experiment (started February 28th) the check was noticeable at the end of ten days (but at the end of fourteen days it had given way to the stimulus. Measurements on the 14th of March show (graph 3, VIII) that the K group was considerably ahead of the OK group, its root development being about equal to that of VOK. Again a week later (21th of March) the root development of K was more than twice as great as that of OK and of VOK.

A comparison of root development in groups K and OK allows us to draw the following *conclusions*: The root development from pre-existing primordia even in disbudded cuttings clearly reflects the periodicity of the mother-plant in the sense that about the end of January and the beginning of February (and still more in February and March) the root development increases. In cuttings provided with buds the same fact is more strongly shown. Consequently in these (normal) cuttings this increase is due partly to changes in the axis, partly to the changing influence of the buds on the process of root formation. The stimulating effect of the buds, in our experiments, appeared during January. Evidently it is asserted only, when the period of dormancy or autonomic rest has drawn to a close. In these cuttings the expression of the periodicity is complicated by the fact that during dormancy the buds have a preventive effect on root development.

The third group of cuttings (VOK) from shoots already previously (December 17th) disbudded on the tree, must now be considered. Here also the same periodicity is shown very clearly (graphs 3 and 5). In experiments I and III root development is even less than that of OK. Then, in IV (started January 28th) we observe a sudden rise, with the result that even in the second measurement (17 days after the beginning of the experiment) VOK is far ahead of both K and OK (see also fig. 9-10 and explanation, which shows the same phenomenon in experiment VII). In the following trials, V-VIII, (taking together the results obtained from the basal and of the apical cuttings) the root development of VOK remained more or less stationery, with the result that the difference between VOK and OK gradually decreased, while that between VOK and K increased more and more owing to the persistently increasing stimulating effect in K. A comparison of the root development of the groups VOK and OK leads to the following observations: At first the previous removal of the buds appears to influence root development unfavourably. Then, at the end of January and the beginning of February, a rapid rise is shown in the root development of VOK demonstrating that at this time of the year certain changes take place in the tree, also in the disbudded parts of it.

This results in a much stronger root development in the cuttings from these previously disbudded shoots. What is then the reason for the fact that the cuttings from normal shoots, in which doubtless the same changes occurred, but which were disbudded at the start of each separate rooting experiment, are so inferior in root development? The following explanation is suggested: In

group OK the metabolic changes in the tree produce certain substances which may be partly consumed by the buds. During the time, which precedes the beginning of the vegetative period the buds no doubt begin to take up certain substances from the shoots. Now in group VOK the possibility is eliminated, and very probably as a result the mobilized products accumulate in the shoots; in group VOK therefore they are wholly available for root development. In this respect group K is in the same position as OK. In both groups the buds on the tree took up these substances from the twigs. This may explain the fact that K originally is inferior to OK in root development (see graphs 3, IV-VII).

However, initial arrears in K are soon wiped out as the result of the increasingly stimulative effect of the buds, and after 2 or 3 weeks it takes the lead. The root development of group VOK however, taken as a whole remains more or less unchanged, whereas in OK a rise occurs. This may be explained perhaps by the gradual decrease in vitality of the shoots that were disbudded on 17 December. It is well known that such shoots die off in course of time and are thrown off by the tree.

The results of a investigation of COMBES (1933) which came to the author's knowledge after the above explanation had been written appear entirely to support this view. Earlier investigations of COMBES and PINEX (with young beeches) showed that some time during February, i.e. about two months before the opening of the buds, a renewed activity sets in throughout the plant, being seen primarily in proteolytic processes.

In the paper of 1933 COMBES demonstrates that under natural conditions the buds, in the period prior to sprouting, take up from the shoots soluble nitrogen compounds, which are converted in the buds into more complicated building material. The results of COMBES, in my opinion, show that these proteolytic and proteogenetic processes may be considered as autonomic. When young beeches were forced in February by warmth (15° or 20° C.) a certain number of buds sprouted before the taking up and assimilation of the nitrogen compounds was completed in which case the deficiency was soon made up during sprouting. We may suppose that similar processes occur in our experimental material, but earlier, as the beech sprouts later than *Populus candicans*. Consequently when the shoots are cut from the tree before the due completion of these processes and the buds are forced to sprout by abnormal temperatures, they consume a great deal of the soluble nitrogen compounds from the shoots at the same time that root development is going on. Obviously in the case competition arises for these substances between buds and root primordia, and this may cause a slowing down in root development. But if the shoots are removed from the tree later when these processes of taking up and assimilation are about finished (i.e. when the plant is in the condition corresponding with the graph „plein air” in fig. 1, COMBES, 1933), the competition between buds and root primordia will be much less keen and the stimulating influence exercised by the sprouting buds on root development can be fully exerted. At present it is difficult to venture any theory as to the real character of this stimulation influence, but it seems to be quite clear that other factors than the supply of food material are involved.

As shown above the root development of group VOK, taken as a whole, remains at the same level. Yet, if the root development of the apical and the basal cuttings are observed separately (in experiments IV, VII and VIII of the second series), it will be noted that certain changes take place in this group (VOK) also (see graph 4). In group OK the root development both of the basal and of the apical cuttings increases gradually (from IV to VIII), but the ratio between the root development of these two groups does not change materially.

Also in group K the root development, both of apical and of basal cuttings, increases; at the same time the above named ratio decreases from about 2,5 to 1,5. In this decrease the changing influence of the buds finds its expression. But in C the root development of the apical cuttings is already at its maximum in the IVth experiment (started January 20th), after which some decrease may be noticed in the VIIth and VIII th trials. The group C basal shows on the contrary a regular increase, so that it reaches its maximum in the VIIIth experiment (from February 28th to March 21st). HALMA's observations (1926) on sprouting citrus shoots, may possibly explain this fact by supposing that certain changes in the shoots — which in this case must take place also on the disbudded shoots — begin in the tops and thence proceed downwards. There is however, another and more probable view: If it be accepted with COMBES, that the proteolytic processes, which probably play a great part in these phenomena, take place mainly in the trunk and branches (perhaps also in the roots), it must be admitted that transport is taking place from these parts in an apical direction. If so, it is reasonable to suppose that the most basal buds on the one-year-old shoots (which according to the above observations finish dormancy first) are also the first to take up the soluble nitrogen compounds and that, in assimilating these substances they become ready for sprouting. Gradually then these substances will reach the more apical buds. In group VOK, however, (where all the buds were removed before the beginning of these processes) there are no growing points to attract these substances. This may result in the apical part being provided with them much sooner. If this view is accepted, the remarkable and rather surprising rise, observed in the root development of the apical cuttings in the IVth experiment would be the result of an accumulation of soluble nitrogen compounds in the tops of the shoots. Graphs 3, IV shows the great increase of the rooting capacity of the apical parts of the group VOK in comparison with that of the basal parts. The graphs VII and VIII then show that no further increase is to be observed in the root development of the apical parts but rather a decrease (perhaps resulting from a beginning to die off, whereas in group VOK basal some increase may still be observed.

The first question raised above is answered by these results in the affirmative. Taken on the whole *the periodicity of the mother-plant influences the root development* also after the elimination of the stimulating effect of the buds. It may be considered as an instance of the general and well-established fact that the phase of development of an organism at any moment influences the regeneration processes of the parts separated from it. A very clear instance of the same fact has been described by HAGEMANN (1931) in leaf cuttings of *Lunaria biennis*. In relation to the root development of woody cuttings some observations of SIMON and MOLISCH are of interest. SIMON (1906) found that in such cuttings the influence of the autogenic rest-period is clearly seen. At the same time, however, there is no question of a complete (autogenic) rest as regards these processes of regeneration: „dasz eine Periode totaler Untätigkeit nur für die meisten Meristeme, und zwar für den grössten Teil der aktiven Vegetationspunkte des Stammes und für das Kambium besteht; für einen groszen Teil der Wurzelvegetationspunkte is diese Untätigkeit schon weniger ausgeprägt...” The results given in the present paper are in full harmony with this view. The root primordia are not subject to an autogenic rest period; but their growth and development in parts cut off from the plants are highly dependent on the phase in which the plant was at the moment of severing. No attention had been paid however by SIMON to the great significance of the changing correlation between buds and root primordia. It has been shown that the answer to the second question raised is as follows: *The reduction of the root development to be observed during the period of autonomic rest (dormancy) is still increased by the*

influence of the dormant buds; this reduction is greater the further the buds are from the end of dormancy. We have attempted to explain this fact as due to the competition that sets in between buds and root primordia when the cuttings are exposed during dormancy to higher temperatures than are normal for this period. MOLISCH in his paper on the forcing of roots (1917) has overlooked the part played by the correlations which exist between buds and root primordia. This botanist has forced shoots of *Salix*, *Populus* and *Viburnum* (Sept., Oct., Nov.), some by a warm water bath, others by means of smoke. He observed that roots developed much faster on these shoots than on the checks. In his conclusion he remarks: „Es lassen sich also nicht bloß Laub- und Blütenknospen, sondern auch die Anlagen von Adventivwurzeln treiben." He is of opinion therefore that the periodicity in root-growth which had often been recorded in earlier investigations, should not be considered in general as „unfreiwillige" (ectonomic) but rather as „freiwillige" (endonomic or autogenic). The writer cannot subscribe to this conclusion. No doubt this periodicity in the growth of roots is not wholly the result of exterior conditions, in other words it is certainly of endonomic character in part. But the theory that we are here dealing with a periodicity which should be considered as inherent in the roots or root primordia themselves cannot be accepted. More probably this periodicity, so far as it is not caused by exterior conditions, is the result of the interaction between the root and the aerial parts of the plant. It is surely far more likely that in most or all of the cases described by MOLISCH a forcing of the buds and not of the roots is involved; the effect on root development is not direct but only secondary, by way of the buds. This fact is also demonstrated by the photographs given by MOLISCH: In *Salix* (fig. 2) it can be seen that on shoots which received warm water treatment leaf and flower buds are sprouting; while those on the untreated shoots are only just beginning to show signs of bursting. In *Viburnum* (fig. 4) the relation is very obvious: In the shoots that were treated (by smoke) the terminal buds are sprouting and the roots develop mainly in the immediate neighbourhood of these buds. Also other cases are mentioned by this writer where the buds on the treated twigs actually sprouted. It seems therefore to be highly improbable that MOLISCH's experiments really show a direct effect of the forcing agent on the root primordia. It is not intended to assert that a direct stimulation of these primordia is necessarily quite impossible, but that it can be proved only by experiments in which the correlation with the buds is kept in view. Some observations on this point will be published later.

As to the third question raised above it appears that the observations regarding group VOK indicate that the periodic changes in the interior of the shoots (the reflection of which may be seen in the changing capacity for rooting) take place there without direct cooperation of the buds. Consequently phenomena of periodicity should be studied in the first place from the point of view of the whole plant. I am well aware however that observations on trees of which only some twigs were disbudded, while the majority of the buds on the tree remained intact, are insufficient to elucidate thoroughly what significance the buds have in influencing periodicity. Hence further experiments are in preparation from which it is hoped to get a clearer insight into these processes.

A final word on a recent publication by BOUILLENNE and WENT (1933). The root formation studied in the present paper is exclusively growth from pre-existing primordia, that studied by BOUILLENNE and WENT a formation *de novo*.

These writers may then be of the opinion that the observations made here have no relation at all to the problems treated by them. It has not been demonstrated however that a sharp discrimination between these types of root formation

(in connection with these problems) is entirely warranted. The question cannot be treated here in detail, but the following points should be stressed: The same factors are concerned in the development of a root system from a pre-existing primordia as in formation de novo and they influence primarily the branching of the roots. BOUILLENNE and WENT are inclined to the view that here also „rhizocaline” plays a part. It is certainly true that root development from root primordia goes on more easily and quickly than in formation de novo: a certain quantity of rootforming substance may be accumulated in the primordia. But, if so, it must be exhausted rather soon in the formation of the root after which the further development of the root system depends entirely on the other factors regulating the supply of rhizocaline, just as in the type of root formation studied by BOUILLENNE and WENT. However this may be, it must be stressed here that BOUILLENNE's conclusions from the present writer's observations on *Vitis* cuttings (in which doubtless root formation de novo is involved) cannot be right. BOUILLENNE says (p. 136): „Cette série de VAN DER LEK (1925, p. 145-173) nous permet de conclure: il y a dans les branches en automne, après que les feuilles sont tombées, une grande quantité de substances spéciales et de réserves nutritives; ces réserves se maintiennent à peu près intactes jusqu'au printemps mais la substance spéciale disparaît peu à peu, d'abord des branches, ensuite des bourgeons au repos; elle est constituée par photosynthèse dans les feuilles adultées.”

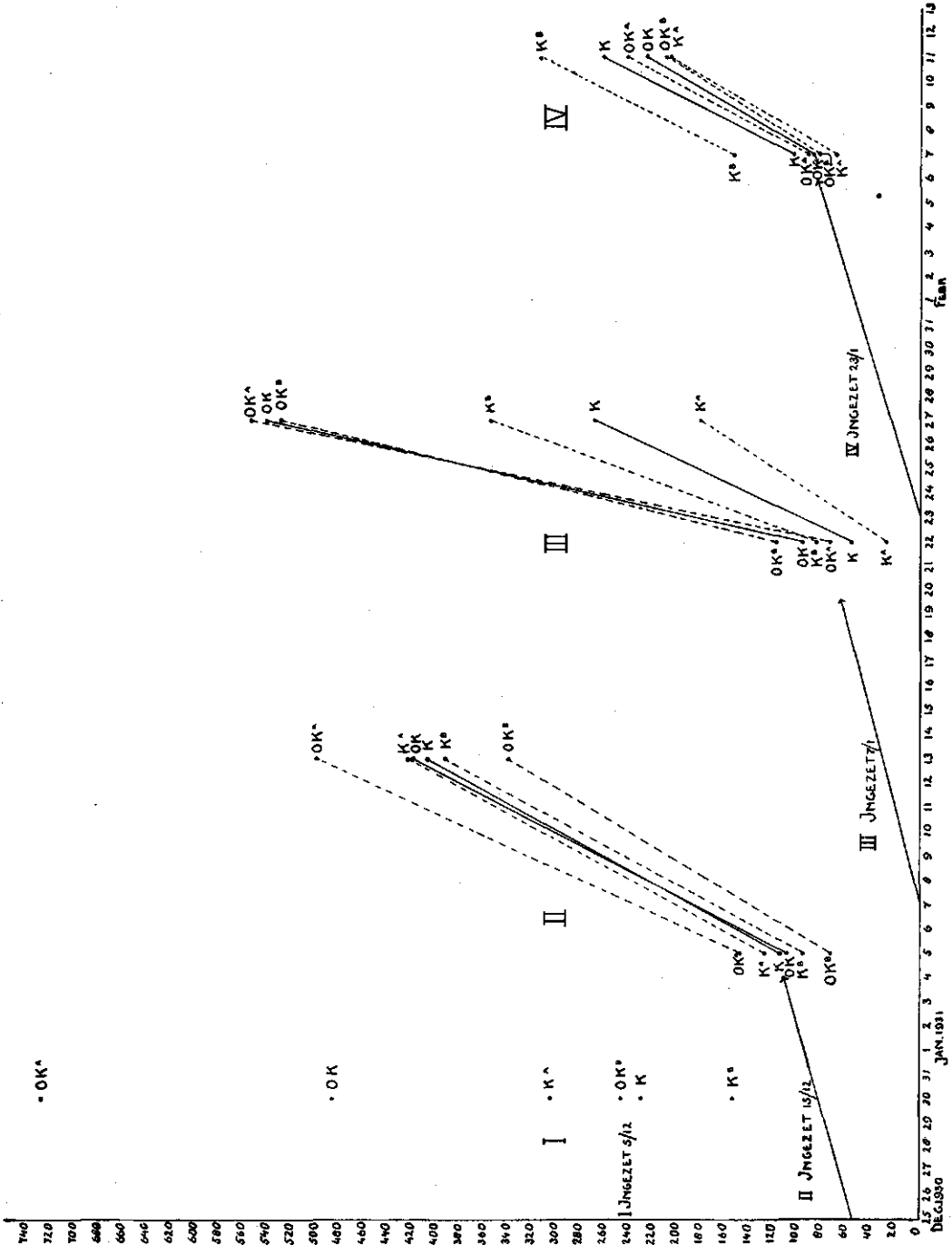
In answer to this the following objections must be raised: 1. the experiments cited by BOUILLENNE were all performed (as mentioned in VAN DER LEK's paper), with material (one-year-old shoots) cut off in November and kept in the open; consequently a gradual removal of the rhizocaline was impossible in this case; 2. one of the experiments (from Dec. 13th-Jan. 31st; p. 150 and 165) shows that the buds even before sprouting and though prevented from developing by a gypsum covering, have a stimulating effect on root development. Also shoots that were formed in absolute darkness have the same effect, in precisely the same way as observed several times in plants provided with root primordia (*Salix*, *Ribes*); 3. The result of another experiment with *Vitis* (Oct. 2nd-Oct. 21st, p. 156 and 170-171) shows that at this stage the presence of the buds is not a matter of indifference as regards root formation, but that it checks the process to a certain degree; this is also in complete agreement with the author's observations on cuttings with root primordia, recorded in the present paper. It does not seem possible to me that the above fact can be brought into line with BOUILLENNE's theory that root development is regulated by a substance, which disappears from the branches and buds during winter. It is hoped to return to this question again, when the investigations on *Vitis* cuttings have been brought to a close.

LITERATUUR.

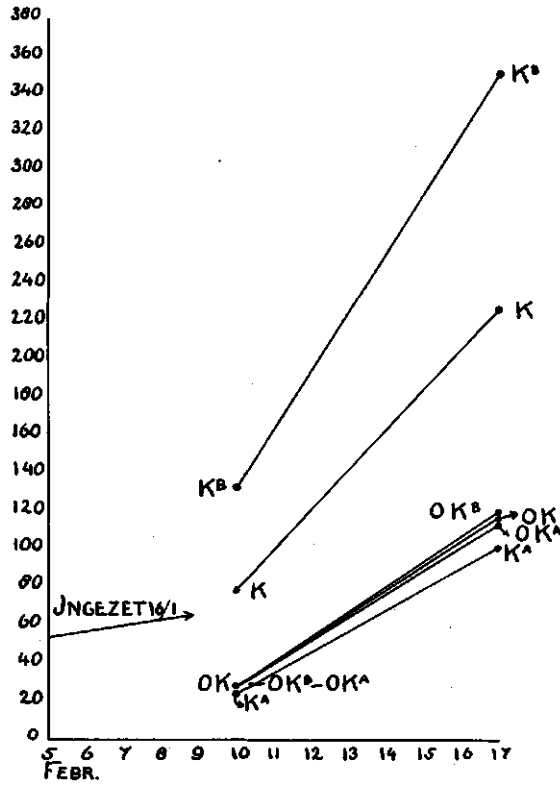
- ASKENASY, E., 1877; Ueber die jährliche Periode der Knospen. Bot. Zeitung, 35.
- BOUILLENNE, R. et F. WENT; 1933; Recherches experimentales sur la néoformation des racines dans les plantules et les boutures des plantes supérieures (Substances formatrices de racines). Ann. du Jardin. Bot. de Buitenzorg, Vol. 43.
- COMBES, R., 1927; Absorption et migration de l'azote chez les plantes ligneuses. Ann. de physiologie et physicochimie biologique, 3.
- COMBES, R. et M. PINEY, 1929; Protéolyse et protéogénèse chez les plantes ligneuses au début de la période active de végétation. C. R. Acad. Sc., 188.
- COMBES, R. et M. PINEY, 1929; Protéolyse et protéogénèse chez les plantes ligneuses au cours de l'été et de l'automne. C. R. Acad. Sc., 189.
- COMBES, R., 1933; Contribution à l'étude bio-chimique du forçage des plantes ligneuses. Rev. gén. de Bot., 45.
- DENNY, F. E. and E. N. STANTON, 1928; Localisation of response of woody tissues to chemical treatments that break the rest period. Amer. Journ. of Bot. 15.
- GARDNER, F. E., 1929; Composition and growth initiation of dormant Bartlett pear shoots as influenced by temperature. Plant Physiology, 4.
- HAGEMANN, A., 1931; Untersuchungen an Blattstecklingen. Dissertatie Hamburg, Gartenbauwissenschaft, 6.
- HALMA, F. F., 1926; Factors governing the initiation of sprout growth in Citrus shoots; Hilgardia, 1.
- HOWARD, W. L., 1915; An experimental study of the rest period in plants. Missouri Agr. Exp. St. Research, Bull. 16.
- JOHANNSEN, W., 1900; Das Aetherverfahren beim Fröhrtreiben, mit besonderer Berücksichtigung der Flödertreiberei. G. Fischer, Jena, 2e Auflage, 1906.
- JOST, L., 1893; Ueber Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Gefäßbildung in der Pflanze. Bot. Zeitung, 51.
- LEK, H. A. A. VAN DER, 1925; Over de wortelvorming van houtige stekken (with a summary in English). Med. van het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt, no 1 (Med. van de Landbouwhoogeschool te Wageningen, 28).
- MOLISCH, H., Ueber das Treiben von Wurzeln, 1917; Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wiss. Math. Naturw. Kl. Abt. I, Bd. 126.
- PINEY, M., 1929; Variations qualitatives et quantitatives des substances azotées chez une plante ligneuse au début de la période de végétation. Mémoire présenté à la faculté des Sc. de Paris.
- SIMON, S., 1906; Untersuchungen über das Verhalten einiger Wachstumsfunktionen sowie der Atmungstätigkeit der Laubholzer während der Ruheperiode. Jahrb. wiss. Bot. 43.
- WIESNER-LINSBAUER, 1920; Anatomie und Physiologie der Pflanzen, 6e Auflage, A. Hölder, Wien und Leipzig.

TOELICHTING BIJ DE GRAFIEKEN

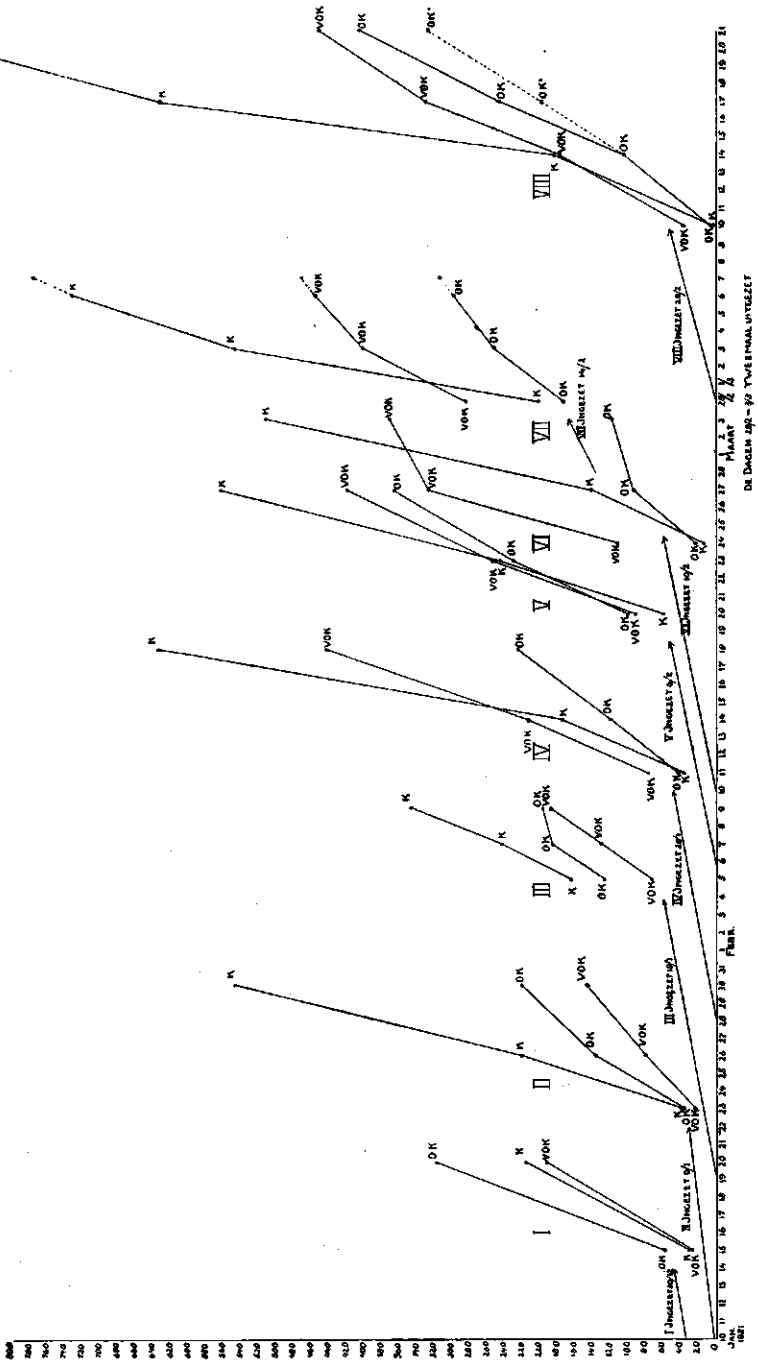
- Grafiek 1 behoort bij de vier proeven der eerste reeks, met stekken van *Populus candicans*, waarin alleen de beide groepen K en OK waren opgenomen en van beide zoowel basale als apicale twijghelften.
- Grafiek 2 behoort bij de vijfde proef (blz. 15), met stekken van *Populus canadensis*; dezelfde groepen als in de eerste reeks.
- Grafiek 3 behoort bij de acht proeven der tweede reeks, met *Populus candicans*, waarin drie groepen K, OK en VOK waren opgenomen. In deze grafiek zijn de resultaten der basale en der apicale stekken samengevat. De grafiek van proef VIII is duidelijkheidshalve iets naar rechts verschoven (de dagen 28/2-3/3 zijn twee maal uitgezet).
- Grafiek 4 behoort bij proef IV, VII en VIII van de tweede reeks en geeft de resultaten van de groepen der apicale en der basale stekken afzonderlijk.
- Grafiek 5 geeft een samenvatting van de eindresultaten van de proeven I-VIII der tweede reeks.



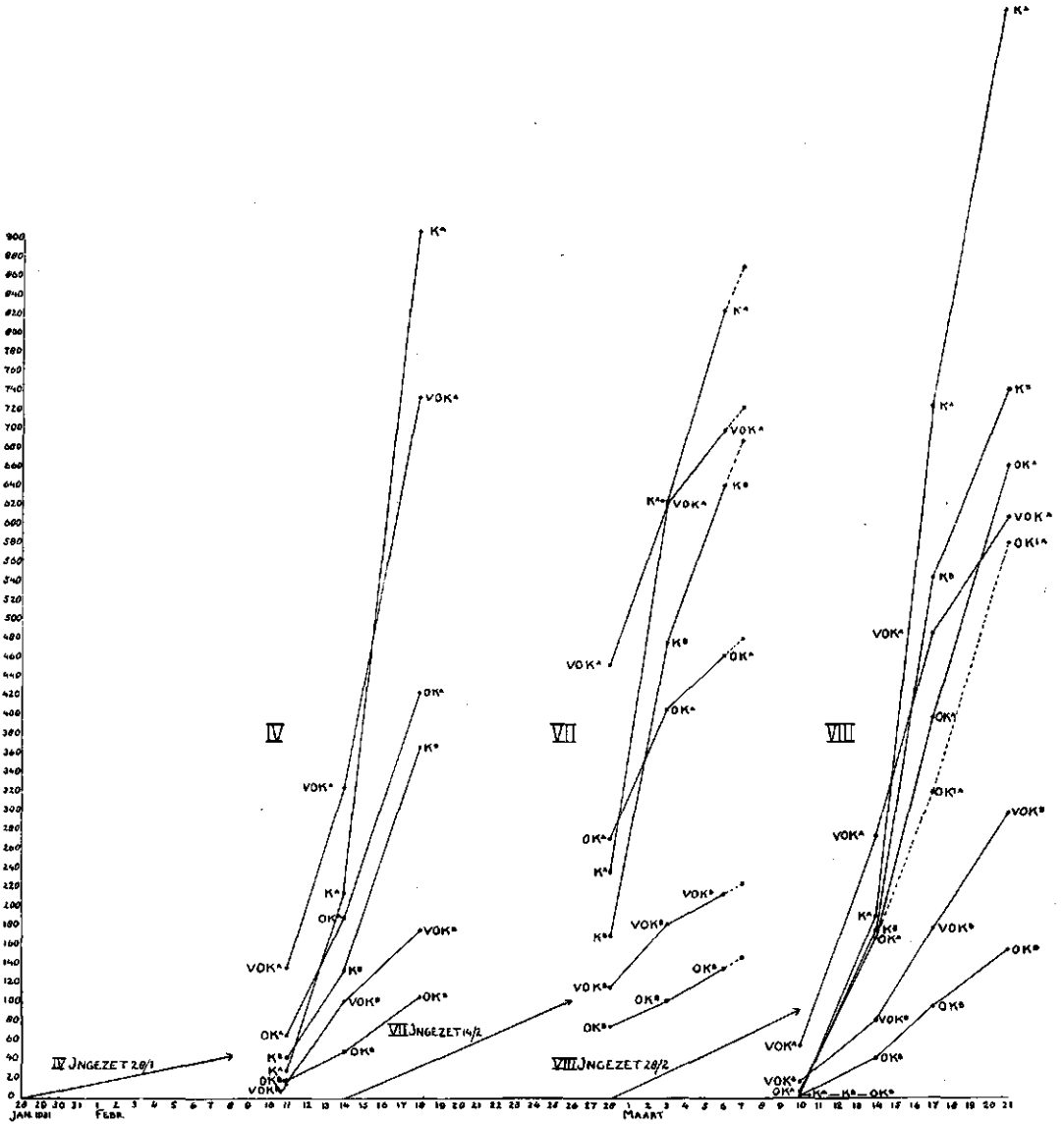
Grafiek I



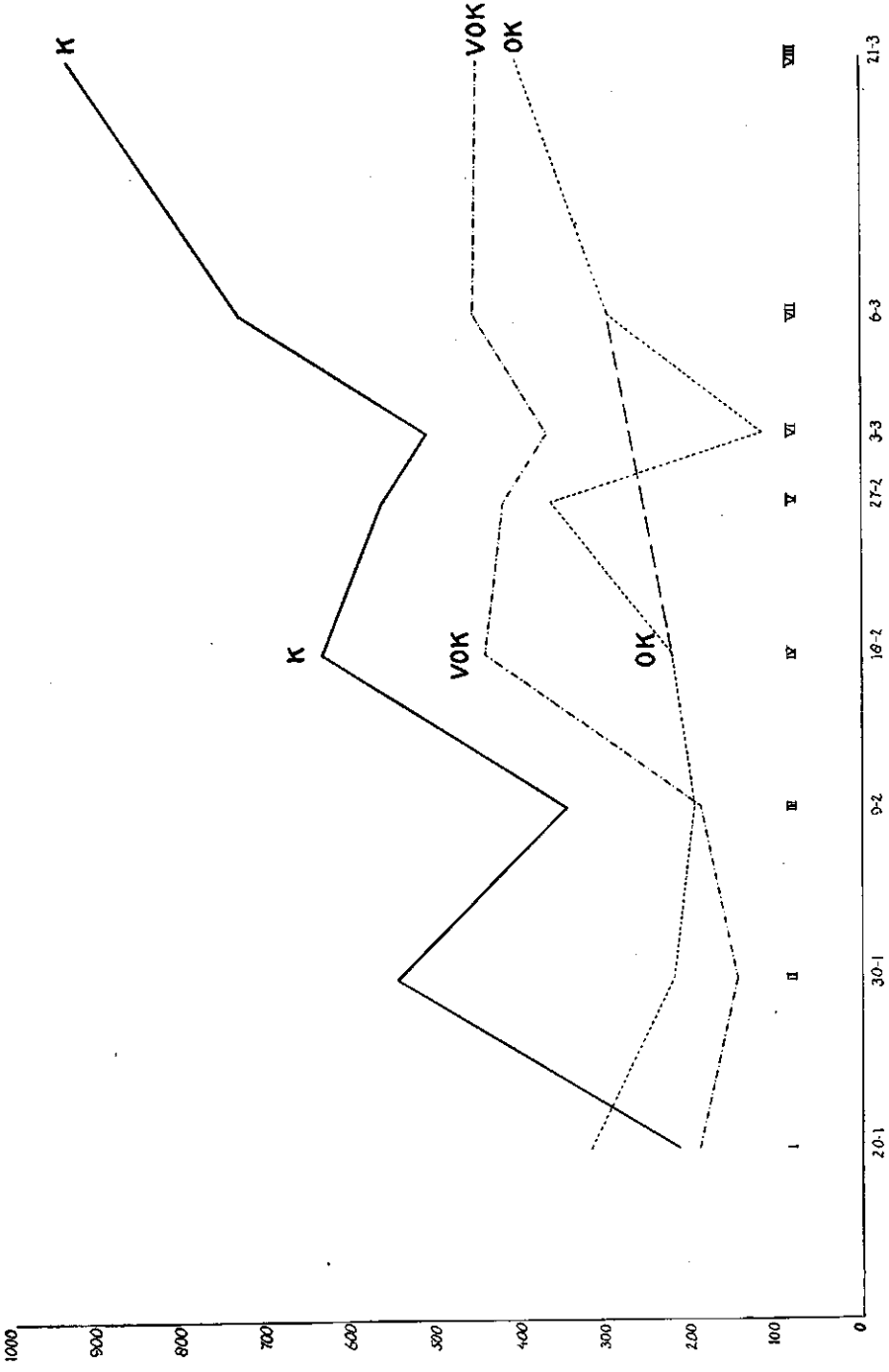
Grafiek 2



Grafiek 3



Grafiek 4



Grafik 5

VERKLARING DER PLATEN

- Fig. 1-2. Deze figuren hebben betrekking op een proef met vier groepen van eenjarige stekken van *Populus candicans*, ingezet 25/3 1930; (vergelijk tabel I).
- Fig. 1. Groep A, knoppen zeer krachtig uitgelopen; krachtige wortelvorming, uit gepraeformeerde beginsels; totale wortellengte 518 cm; gewicht 2,75 g.
- Fig. 2. Groep B (geringd); knoppen vrij krachtig uitgelopen, ofschoon minder dan bij A; wortelvorming gering; totale wortellengte 105,5 cm; gewicht 0,38 g.
- Fig. 3. Heeft betrekking op proef I, zie tabel II. Uit deze tabel blijkt, dat bij de ontknopte stekken de totale wortellengte der apicale stekken ruim 2,6 maal zoo groot was als die der basale stekken. Bij de knopdragende stekken was de verhouding ongeveer als 2 : 1. Hier uit blijkt, dat in dit stadium de remmende werking der knoppen op de wortelvorming bij de apicale stekken grooter was dan bij de basale. De photo toont nu, dat in dit stadium de apicale knop nog aanmerkelijk zwakker uitloopt (de vijf stekken rechts), dan de ongeveer ter halver hoogte van de twijf geplaatste, bovenste knop der basale twijfhelften (de vijf stekken links).
- Fig. 4. Zes stekken van proef III, eenjarige twijgen van *Populus candicans*; zie tabel IV. Deze stekken geven een beeld van de individueele verschillen, die zich in de wortelvorming voordoen, in verband met den toestand der knoppen. De photo toont, van links naar rechts:
 No 3, apicaal, ontknopt; totale wortellengte: 529 mm.
 No 3, apicaal, met knop; totale wortellengte: 201 mm.
 De nog zeer zwak uitlopende knop remt de wortelvorming.
 No 3, basaal, met knop; totale wortellengte: 149 mm.
 No 3, basaal, ontknopt; totale wortellengte: 513 mm.
 Ook hier remmen de nog slechts zwak uitlopende knoppen de wortelvorming.
 No 6, basaal, ontknopt; totale wortellengte: 573 mm.
 No 6, basaal, met knop; totale wortellengte: 569 mm.
 Hier is de wortelvorming nagenoeg gelijk; de reeds krachtig uitlopende knoppen oefenen geen remming meer uit op de wortelvorming.
 N.B. Alle wortellengten zijn vermeld volgens de meting van 27 Januari; d.i. 20 dagen na het inzetten van de proef. De photo is van 2 Februari.
- Fig. 5. Bewortelingsproef met vier groepen van tien eenjarige stekken van *Populus canadensis*, 16 Jan.-16 Febr. Onderste rij, de topdeelen der basale twijfhelften, gerangschikt naar de volgorde van uitloping; bijna alle hebben reeds een of meer krachtig uitlopende knoppen. Bovenste rij, topdeelen der apicale twijfhelften; de knoppen loopen nog weinig of niet uit. Totale wortellengte der basale twijfhelften 3522 mm., en der apicale twijfhelften 1016 mm.
 Tabel VI toont, dat bij de *ontknopte* stekken de wortelvorming van basale en apicale stekken ongeveer gelijk is; ook de wortelvorming der knopdragende apicale stekken bedraagt bijna evenveel als die der ontknopte, wat bewijst, dat de remming door de knoppen op de wortelvorming uitgeoefend hier juist is opgeheven. Bij de basale twijfdeelen bedraagt de wortelvorming driemaal zooveel; hier stimuleeren de krachtig uitlopende knoppen de wortelvorming reeds sterk.

- Fig. 6. toont van dezelfde proef (zie bij fig. 5) de vier nummers 4; van links naar rechts:
 No 4, basaal, ontknopt; totale wortelvorming: 4 mm.
 No 4, basaal, met knop; totale wortelvorming: 844 mm.
 No 4, apicaal, ontknopt; totale wortelvorming: 342 mm.
 No 4, apicaal, met knop; totale wortelvorming: 392 mm.
 (Van de eerst genoemde dezer vier is de wortelvorming ver onder het gemiddelde dezer groep.)
- Fig. 7. toont van dezelfde proef (zie fig 5 en 6) nog vijf andere stekken; van links naar rechts:
 No 6, basaal, met knop; totale wortelvorming: 485 mm.
 No 6, apicaal, met knop; totale wortelvorming: 30 mm.
 No 6, basaal, ontknopt; totale wortelvorming: 105 mm.
 No 7, basaal, met knop; totale wortelvorming: 810 mm.
 No 7, apicaal, met knop; totale wortelvorming: 182 mm.
- Fig. 8. heeft betrekking op de zesde proef met drie groepen K, OK en VOK ingezet op 10 Februari; vergelijk tabel *II*. De afbeelding toont de toestand bij de tweede meting, 17 dagen na het inzetten (27/2). Men ziet, dat de knoppen stimuleerend werken op de wortelvorming: groep K, met een totale wortellengte van 708 mm, met uitlopende knoppen is voor bij groep OK, totale lengte 473 mm. Beide groepen zijn echter nog ver achter bij groep VOK, die een totale wortellengte van 1639 mm heeft. Vier dagen later (zie de derde meting, tabel *XIIc*) is echter groep K ook VOK reeds voor gekomen.
- Fig. 9 en 10. hebben betrekking op de zevende proef met de drie groepen van stekken K, OK en VOK, ingezet 14 Februari. Zij toonen de groepen K basaal en K apicaal tijdens de tweede meting (5/3). Duidelijk is zichtbaar, dat de knoppen der basale stekken ook nu nog krachtiger uitloopen dan die der apicale. Desondanks is de totale wortelvorming der apicale stekken (3123 mm) grooter dan die der basale (2385 mm); dit is een gevolg van het sterkere wortelvormende vermogen der apicale twijgdeelen op zich zelf, zooals blijkt uit de voor de ontknopte stekken gevonden getallen (tabel *XIII*).
- Fig. 11. Bovenste reeks: Een lange twijg van *Populus candicans*, in kleine stekken verdeeld, ieder met twee knoppen, waarvan de onderste verwijderd werd (twijg I); alleen het topdeel, met zeer korte internodien aanvankelijk met meer knoppen. De stekjes werden op 8 Januari gesneden en in water geplaatst, bij 20°, in het donker. De photo geeft de toestand weer op 24 Januari en wel van links naar rechts de stekken 1, 2, 5, 6, 10, 11 en 14. Zij toont de gradatie in het uitloopen der knoppen. In het bijzonder is het verschil in het uitloopen der basale knoppen (knop 2 en 4) met de meer apicale (knop 20, 22 en de eindknop) duidelijk waar te nemen.
 Onderste reeks: Idem, twijg II, eveneens op 8 Januari gesneden, photo van 24 Januari; de zes meest basale stekken en de twee apicale. De gradatie in het uitloopen der zes basale knoppen is zichtbaar; de beide apicale knoppen vertoonen nog geen ontluking.
- Fig. 12. Twijg II, de zes basale stekken van fig. 11 (onderste reeks), twee dagen later; de gradatie is thans nog duidelijker.
- Fig. 13. Van twijg I (zie fig. 11), de drie basale en de drie apicale scheuten; de toestand op 2 Februari.
 Na 25 dagen (8/1-2/2) is het verschil in het uitloopen der basale en der apicale knoppen onmiskenbaar.
- Fig. 14. Twijg I (zie fig. 11). Alle veertien stekjes, links onder de meest basale,

rechts boven de apicale; toestand op 6 Februari. Vooral de negen stekken, te rekenen van af het meest basale, toonen duidelijk gradatie; d.w.z. de knoppen 2, 4, 6 tot 18.

- Fig. 15. Twijg IV, op 21 Januari op dezelfde wijze behandeld als de vorige; de photo toont den toestand op 14 Februari, dus na 24 dagen. De gradatie is vooral in het basale deel (de stekjes 1-9) en in de twee apicale waarneembaar, daartusschen eenige, die ongeveer even sterk uitloopen.
- Fig. 16. Twijg III met weglating van het abnormale basale stekje, de toestand 31 dagen na het inzetten (21 Februari). De gradatie is, als men van de basis (links onder) naar den top (rechts boven) voortgaat, onmiskenbaar.
- Fig. 17. Twijg V, 11 Maart op dezelfde wijze behandeld als de vorigen; de toestand van alle tien de stekjes 10 dagen na het inzetten (21 Maart). Volstrekt geen gradatie in het uitloopen der knoppen; zelfs zijn de meest apicale iets voor.
- Fig. 18. Idem, zes dagen later. Geen gradatie; de aanvankelijk reeds zware eindknop loopt iets sneller uit dan de andere. In de reeksen I tot IV zagen wij deze zich steeds langzamer ontwikkelen.

EXPLANATION OF PLATES

Fig. 1-2. These photographs refer to an experiment with four groups of one-year-old cuttings of *Populus candicans*, started March 25th 1930 (see also table I).

Fig. 1. Group A, the buds have sprouted very vigorously; also strong root-development, from pre-existing root primordia.
Total length of roots 518 cm; weight 2,75 g.

Fig. 2. Group B (ringed): the buds have sprouted fairly vigorously, though less so than in A; root formation slight; total length of roots 105,5 cm, weight 0,38 g.

Fig. 3. refers to experiment I with two groups of cuttings of *Populus candicans*; compare table II, which shows that in the disbudded cuttings the total length of roots of the apical cuttings was over 2,6 times as great as that of the basal ones; whereas in the cuttings furnished with buds the ratio was approximately 2 : 1. Evidently at this stage the check influence of the buds on root-development was stronger in the apical than in the basal parts of the shoots. This photograph shows that at this stage the sprouting of the apical buds is considerably weaker (the five cuttings on the right) than that of those buds whose position was originally about half way along the shoot, i.e. the most apical buds of the basal halves of the shoot (the five cuttings on the left).

Fig. 4. Six one-year-old cuttings of *Populus candicans* from experiment III; see table IV.

The photograph gives an idea of the individual variation in root-formation, in connection with the stage reached by the buds. Reading from left to right:

No 3, apical, disbudded; total length of roots: 529 mm.

No 3, apical, with buds; total length of roots: 201 mm.

No 3, basal, with buds; total length of roots: 149 mm.

Here the buds, sprouting but very weakly, check root development.

No 3, basal, disbudded; total length of roots: 513 mm.

No 6, basal, disbudded; total length of roots: 573 mm.

No 6, basal, with buds; total length of roots: 569 mm.

Here root development is about equally strong in both cuttings; the buds that are already sprouting fairly strongly do not check root development.

N.B. The length of roots are given according to measurements made on January 27th, which was 20 days after the start of the experiment; photograph was taken on February 2nd.

Fig. 5. Rooting experiment with four groups each of 10 one-year-old cuttings of *Populus canadensis*, January 16th-February 17th.

Top row: The upper parts of the cuttings from the basal halves of the shoots (arranged in order of their vigour of sprouting); nearly all of them show one or more strongly sprouting buds.

Bottom row: The upper parts of the cuttings from the apical halves of the shoots; most of the buds have not yet sprouted at all.

Total length of roots of the basal cuttings (bottom row): 3522 mm; that of the apical cuttings (top row): 1016 mm.

Table VI shows that in the group of the disbudded cuttings the root formation of the basal and the apical halves is almost equal; also the root formation of the apical parts with buds is about the same. This shows that in this part the check influence of the buds has just dis-

appeared. On the other hand, in the basal parts with buds root formation is about three times as great; here the vigorously sprouting buds are already strongly stimulating root formation.

- Fig. 6. The same experiment as in fig. 5; from left to right:
 No 4, basal, disbudded; total length of roots: 4 mm.
 No 4, basal, with buds; total length of roots: 844 mm.
 No 4, apical, disbudded; total length of roots: 342 mm.
 No 4, apical, with buds; total length of roots: 392 mm.
 (The root formation of No 4 basal, disbudded, is far below the average of the group of basal, disbudded cuttings.)
- Fig. 7. The same experiment, five other cuttings; from left to right:
 No 6, basal, with buds; total length of roots: 485 mm.
 No 6, apical, with buds; total length of roots: 30 mm.
 No 6, basal, disbudded; total length of roots: 105 mm.
 No 7, basal, with buds; total length of roots: 810 mm.
 No 7, apical, with buds; total length of roots: 182 mm.
- Fig. 8. Refers to the sixth experiment with three groups K, OK and VOK, started on February 10th; see table XII.
 The photograph shows the condition at the time of the second measurement, 17 days after starting the experiment (February 27th). It is seen that the buds stimulate root development; group K, with a total length of roots 708 mm, is ahead of group OK, length of roots 473 mm. But the group VOK is leading, with a root length of 1639 mm. Four days afterwards (see the third measurement, table XIIc) group K passed VOK also.
- Fig. 9 and 10 refer to the seventh experiment with three groups of cuttings K, OK and VOK, started February 14th. They show groups K basal and K apical at the time of the second measurement (March 5th). It will be seen that even now the buds of the basal cuttings are growing more vigorously than those of the apical ones. Nevertheless the total rootformation of the apical cuttings (3123 mm) is greater than that of the basal ones (2385 mm); this results from the strong rootforming capacity of the axis of the shoots, as appears from the number found for the disbudded cuttings (tabel XIII).
- Fig. 11. Top row: A long shoot of *Populus candicans* divided into small cuttings; each with two buds, the lower of which has been removed; only the most apical cutting, with very short internodes originally with some more buds. — On January 8th these small cuttings, numbered from base to top, were placed with their bases in water, at 20° C., in the dark. The photograph represents the condition of the buds on January 24 from left to right cuttings 1, 2, 5, 6, 10, 11 and 14. It shows a gradation in the sprouting of the buds. In particular the difference between the sprouting of the most basal buds (nos 2 and 4) and the most apical buds (nos 20, 22 and the apical bud) is clearly visible.
 Bottom row: A series of cuttings from twig II, treated in the same way, starting January 8; the photograph represents the condition on January 24, the six basal cuttings and the two apical ones. The gradation in the sprouting of the basal buds is visible. No sign of the apical buds bursting.
- Fig. 12. The six basal cuttings from shoot II (fig. 11, bottom row) two days later; the gradation is now even more marked.
- Fig. 13. The three basal and the three apical sprouts from shoot I (fig. 11); condition on February 2, when after 25 days, the difference between the basal buds and the apical ones is unmistakable.

- Fig' 14.** Shoot I (see fig. 11), condition on February 6 of all the 14 cuttings. In particular the seven basal cuttings (bottom row) show a clear gradation in sprouting; the most apical (top row right) lags behind.
- Fig. 15.** Shoot IV. A series of cuttings started on January 21. The photograph shows the condition on February 14 i.e. 24 days after starting the experiment. The gradation is visible particularly in the basal part (cuttings 1-9) and in the three apical ones; midway some buds showing approximately uniform growth.
- Fig. 16.** Shoot III (only the most basal abnormal cutting has been omitted); condition on February 21th. The gradation from the base (bottom row left hand side) to the top (top row right hand side) is obvious.
- Fig. 17.** Shoot V, treated on March 11 in the same way as I-IV; condition 10 days after starting the experiment (March 21), all ten cuttings. No gradation in the sprouting of the buds, the two apical buds being actually somewhat ahead of the others.
- Fig. 18.** The same series, 6 days later. No gradation in the sprouting of the buds. The apical bud, originally of large size, is sprouting somewhat more vigorously than the others. In series I-IV we observed on the contrary that this bud always dropped behind.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

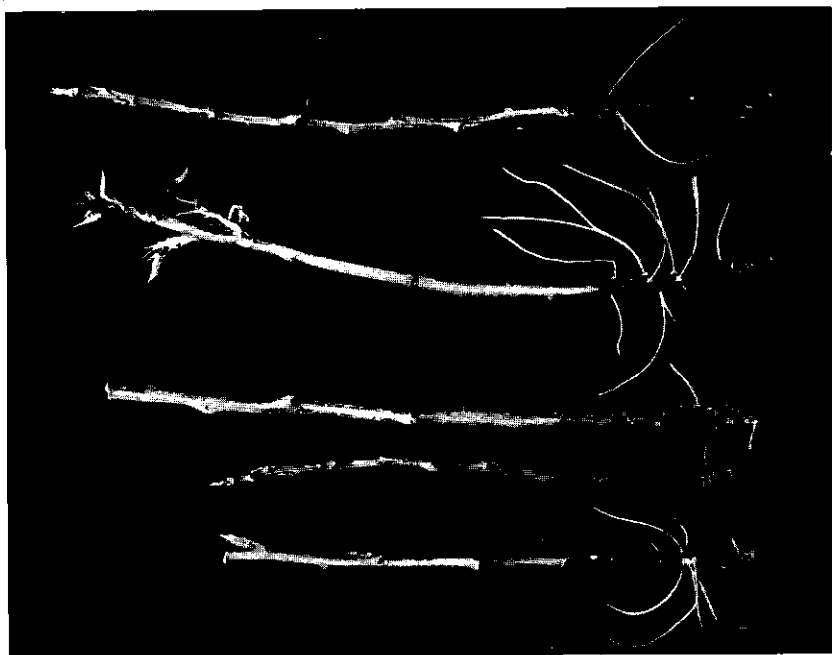


Fig. 7

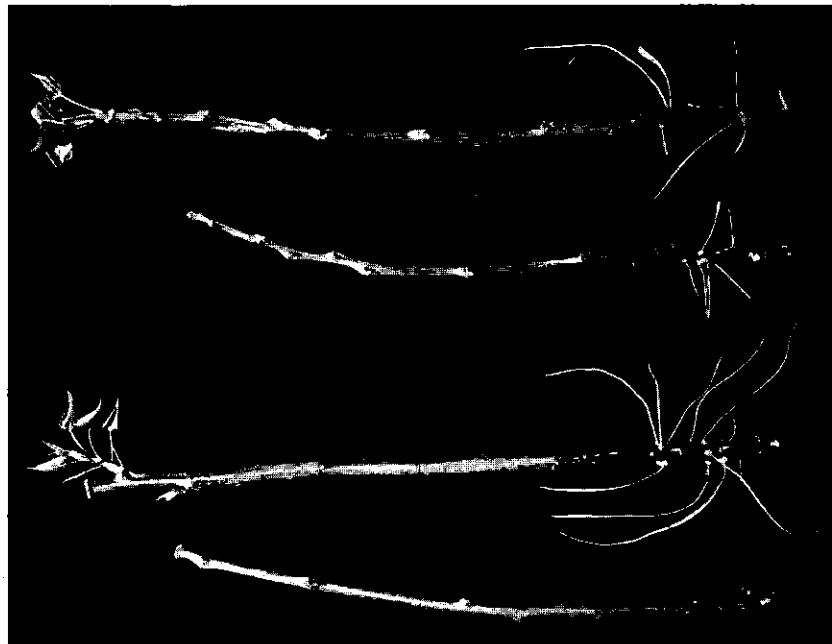


Fig. 6

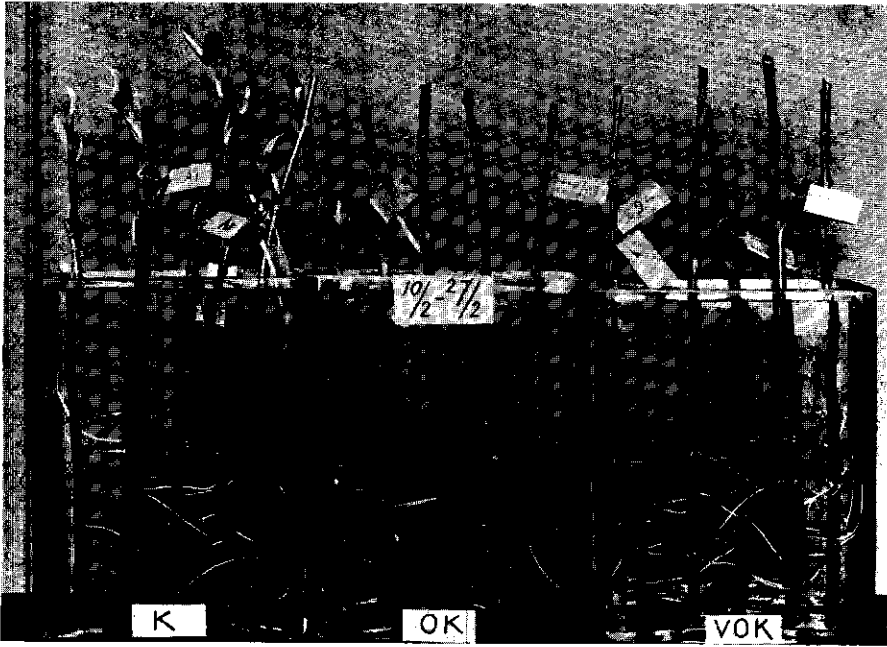


Fig. 8

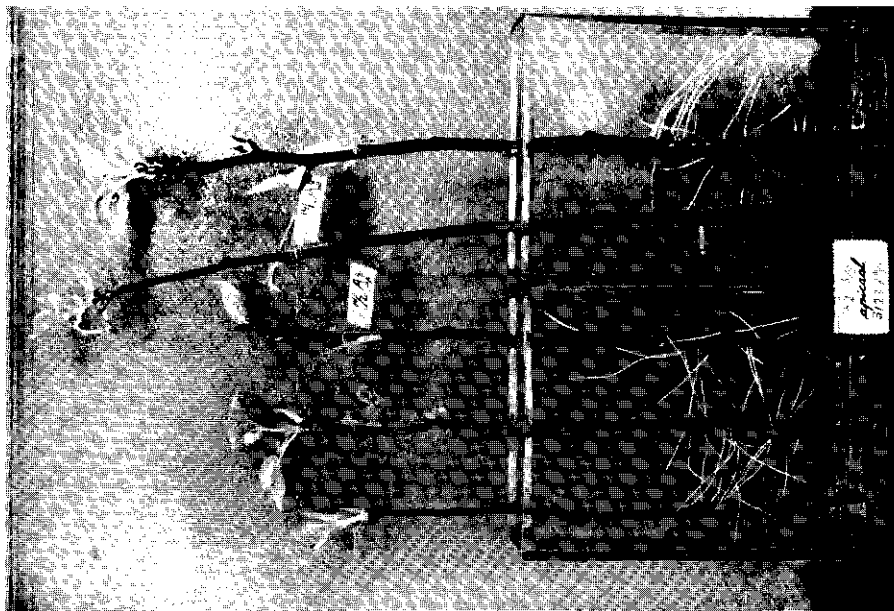


Fig. 10

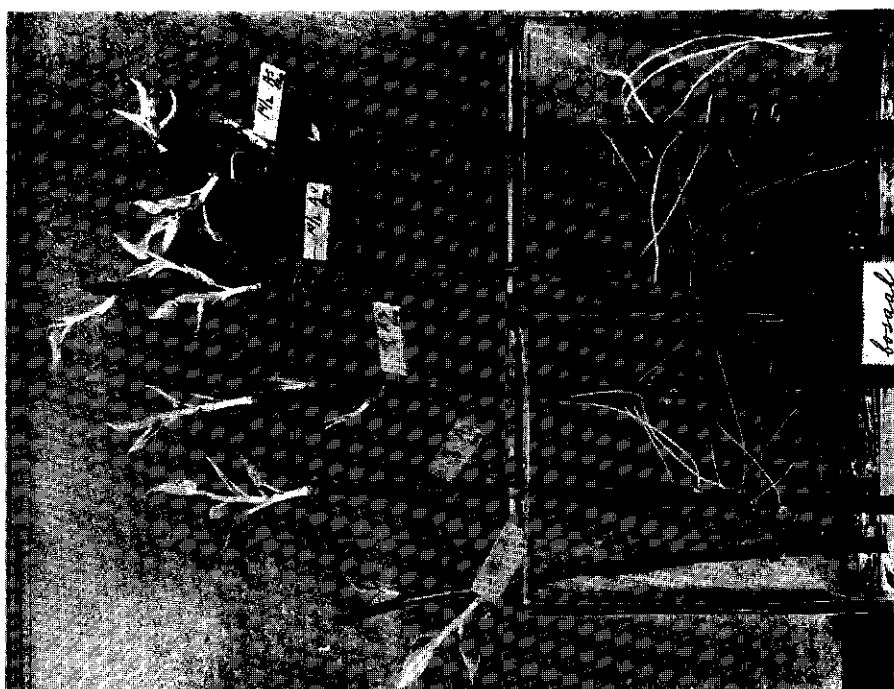


Fig. 9

Fig. 13

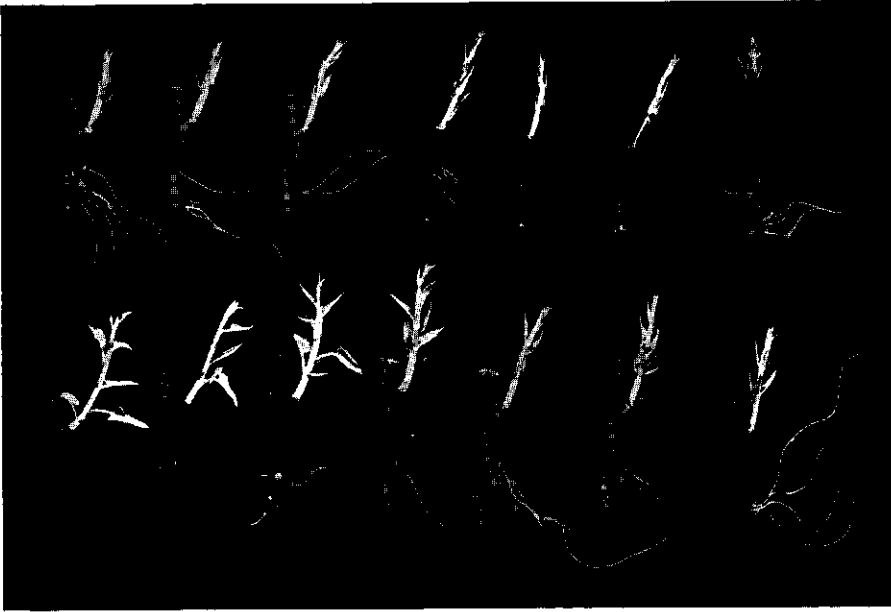


Fig. 14

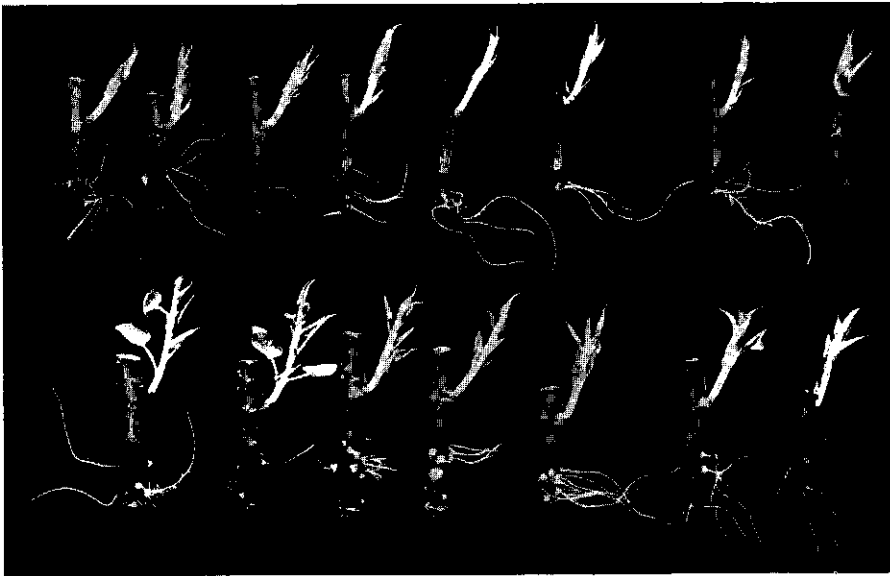


Fig. 15

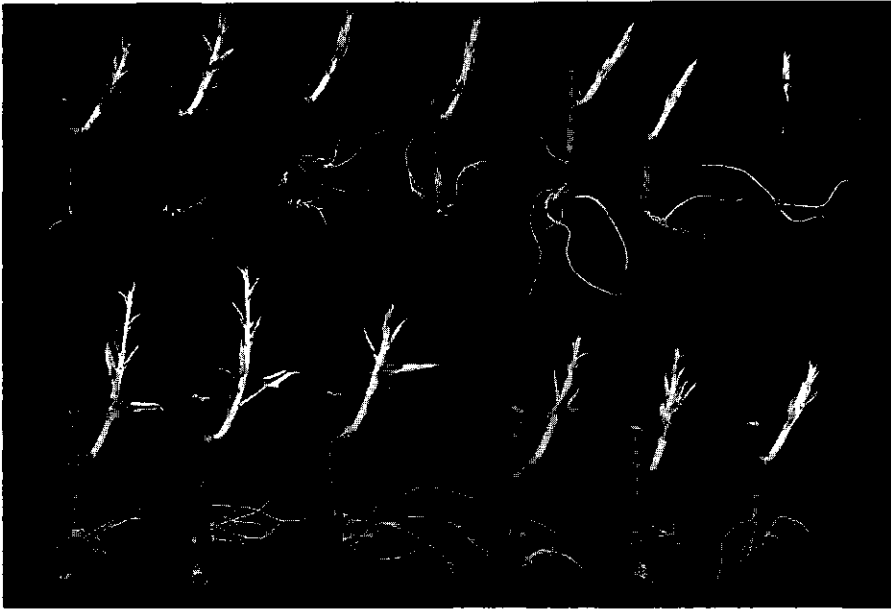


Fig. 16



Fig. 17

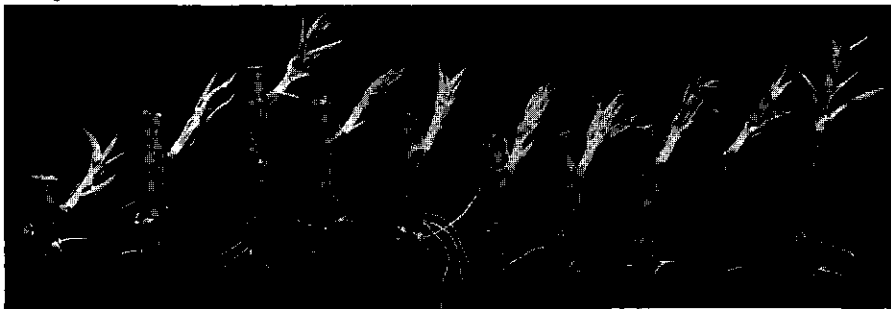


Fig. 18