

Plantkunde. — *Temperatuur en Streckingsperiode van de Narcis.* (Eerste stuk). Door A. H. BLAAUW, ANNIE M. HARTSEMA en EBELINE HUIJSMAN. (Meded. N^o. 35 van het Laboratorium voor Planten-physiologisch Onderzoek te Wageningen).

(Communicated at the meeting of June 25, 1932).

In vroegere jaren is de periodieke ontwikkeling van Hyacinth en Tulp (naast die van andere gewassen) door ons onderzocht en vervolgens de invloed van de temperatuur in verschillende perioden van die ontwikkeling. Een grondige kennis daarvan is van het meeste belang voor een geheel rationeel doorgevoerde cultuur. Het onderzoek naar de ontwikkeling van de Narcis, waarvoor het materiaal in 1920 en in 1927 reeds verzameld was, is thans bewerkt en zal over eenigen tijd verschijnen.

Op grond van hetgeen ons tijdens dat onderzoek in den zomer van 1931 was bekend geworden, werd een uitgebreide proef over den invloed van de temperatuur in hetzelfde jaar opgezet. Wij publiceeren hieronder een eerste mededeeling over het verband van temperatuur en strekkingsperiode.

Allereerst moeten wij wijzen op een belangrijk verschil met Hyacinth en Tulp. Als het loof van de Narcis op het veld afsterft, zijn alle deelen van de bloem reeds aangelegd; bij Hyacinth en Tulp wordt bijna steeds de bloem pas *na* het rooien gevormd, zoodat men daar den bloemaanleg in zelf-gekozen temperaturen kan doen verlopen. Deze eerste proeven werden uitgevoerd met „niet-geprepareerde“ bollen. Onder „prepareren“ verstaan wij hier, dat de *aanleg* van de bloem vervroegd wordt, hetzij dit geschiedt door verwarmen van den bodem (kascultuur of warmwaterbuizen in het veld volgens methode Nyssen); hetzij door de bollen een jaar te planten in een warmer klimaat (Zuid-Fransche cultuur); hetzij door enkele weken vroeger dan normaal te rooien en de bollen bij 30° tot 25° C. te leggen (Hyacinthen volgens methode Dames). Wij kunnen van niet-geprepareerde bollen spreken, als de planten in ons klimaat op het open en niet kunstmatig verwarmde veld op den normalen tijd — d.i. na het afsterven van het loof — zijn geroid.

Dit is dus het geval met de Narcissen, die wij voor de hier beschreven proeven gebruikten. Terwijl de bloem van de Narcis veel vroeger wordt aangelegd dan van Hyacinth en Tulp, blijft bovendien het loof in het algemeen langer groen, zoodat pas later geroid wordt. Bij de niet-geprepareerde Narcis kan men dus niet — zooals wij dit voor Hyacinth en Tulp hebben onderzocht — de bloemvorming bij een optimale temperatuur zoo snel mogelijk doen plaats vinden. Daarvoor zou men of tijdig den grond moeten verwarmen of zeer vervroegd de bollen moeten rooien.

De Narcis was in de cultuur veel moeilijker dan Hyacinth en Tulp met Kerstmis in bloei te trekken. Dit kan ons te meer verwonderen omdat begin Juli, dus ook als men extra vroeg rootit, de bloemdeelen vrijwel geheel zijn aangelegd, in een stadium dus verkeeren, waarbij men Hyacinth en Tulp reeds naar de koele optimale temperatuur kan brengen. Daar een zoo lage temperatuur als 9° C., die voor de optimale strekking van de Tulp van zooveel belang is, voor den kweeker zonder koelinstallatie meestal niet was te verwezenlijken, zal waarschijnlijk daardoor de vroege trek van de Narcis, die juist de voorlijkste dezer drie gewassen is, zoo lang moeilijkheden hebben opgeleverd.

E. M. STRAIGHT (1928) schrijft over forceeren van Narcissen, echter zonder dat wij hieraan eenige botanische grondslag of vastheid kunnen ontleenen. Deze en ook de volgende onderzoekers spreken in hier genoemde en andere proeven herhaaldelijk van „inkuilen” van de bollen vóór het trekken, zoodat men omtrent de temperatuur, die juist dan zoo bijzonder belangrijk is, in het duister tast, daar grondtemperaturen niet worden vermeld. Die grond, waar men bollen in kistjes ingraaft, zal afhankelijk zijn van het in dien tijd heerschende weer; vergelijking met temperatuurproeven is niet mogelijk en de praktijk, die alleen in geval van gebrek aan secure middelen van de koele grondtemperatuur moet gebruik maken, ontvangt daardoor niet meer vastheid. In den herfst kan die grondtemperatuur boven 9° liggen, maar bij vroege koude in een ander jaar evenzeer aanzienlijk onder 9°; bij de Tulp bijv. geeft dat verlating; maar in het tweede geval, in een koud najaar dus, zal het bovendien den bloei schaden.

D. GRIFFITH (Oct. 1930) houdt zich eveneens bezig met vervroegen van Narcissen, noemt verschillende temperaturen voor het bewaren en trekken maar erkent, dat men nog ver van eenig vast voorschrift is “.....and practices have not yet crystallized into any formula, that can be authoritatively recommended”. Bij onderzoekingen, welke directe vruchten voor de praktijk beoogen, mist men herhaaldelijk een preciesen botanischen grondslag, kennis van de ontwikkeling, het verloop van de strekking der organen, gevolgd door de studie van den invloed eener uitgebreide schaal van temperaturen op die processen, — wat dan ten slotte tot verschillende conclusies voor de toepassing zal leiden.

Reeds vermeldt GRIFFITH: “Recent experiments in this country show that bulbs stored at low temperatures force very much more readily than those held under ordinary unrefrigerated temperatures.....; “that the preferred temperature would lie somewhere between 50° and 60° F.”; — “Those stored at 45° to 50° were still earlier, but there was a decided dwarfing of both flowers and plants.”

J. J. BEYER en E. VAN SLOGTEREN (14 Aug. 1931) beschrijven hun in 1930 genomen proeven over vroegen bloei, waarbij zij uitstekende uitkomsten krijgen (voorloopig nog met door warenhuiscultuur geprepareerde bollen) door toepassing van 9° C., die zij vergelijken met 13° en 17° C. Deze lage temperatuur, die ook voor het doen strekken van de Tulp thans

zooveel wordt toegepast, wordt eerst van 1 Juli tot 17 Sept. gegeven; dan worden de bollen geplant, ten deele bij 9° blijvend, wat het beste en vroegste resultaat geeft. Alle andere proeven worden daarna „buiten opgekuild”, zoodat men daaraan geen vergelijking kan vastknoopen (zie hierboven). Ook in een volgend jaar (1931) werden met de lage temperatuur van 9° door de onderzoekers bij verschillende soorten Narcissen goede resultaten voor Kerstmis verkregen.

Ook voor deze vragen over de cultuur van de Narcis was een botanisch onderzoek en beschrijving van de ontwikkeling en van de strekking in verschillende temperaturen zeer gewenscht.

Einde Juli werden voor ons onderzoek de bollen ontvangen van *Narcissus Pseudonarcissus* var. *King Alfred*. De samenstelling van den hoofdknop, die de bloem bevat, is dan op den tijd van het rooien als volgt. Van buiten naar binnen gaande vindt men eerst de *scheedebladen*, meestal 3, dikwijls ook 2 of 4 (bijv.: 64×2 , — 114×3 , — 78×4) uiterst zelden een 5e. Daarop volgen 3 of 4 *loofbladen* (170×3 en 89×4). Daarbinnen ligt de bloem omhuld door de *spatha*, terwijl het basale deel onder de *spatha* de bloemstengel wordt. De bloem heeft alle deelen gevormd; ook de bijkroon, die in het algemeen laat ontstaat, is in aanleg soms ten deele, maar meestal geheel gereed. De bloemvormende periode is dus na het afsterven van het loof reeds voorbij en alle deelen staan aan het begin van de strekkingsperiode; echter zijn ze nog zoo jong dat niet uitsluitend strekking van voorhanden cellen plaats heeft, maar zeker ook nog celdeelingen plaats vinden.

Op 31 Juli zijn de afmetingen, uit 20 waarnemingen, in mM. gemiddeld aldus:

Scheedebladen				1e Loofblad	Bloem + Stengel	Bloem
1e	2e	3e	4e			
47.8	33.4	22.5	16.6	15.2	9.6	5.3

In dezen jongen toestand zijn de organen van buiten naar binnen gaande afnemend in lengte. Maar de buitenste scheedebladen zijn het eerst uitgegroeid, d.w.z. het 1e bereikt een eindlengte van slechts 6 à 7 cM., het binnenste van 14 à 15 cM. Zoo groeit dus de knop zijn omhullende bladen het een na het ander voorbij, terwijl ook later de bloemstengel de loofbladen in lengte voorbijgroeit. (Zie nader hieronder).

Van 31 Juli af werden bollen in verschillende temperaturen gelegd. Daarvan werden na 4 en na 8 weken telkens 15 bollen gefixeerd om den eersten groei der organen in die verschillende temperaturen te vergelijken.

TABEL 1. Lengte der organen in m.M. na 4 weken (27 Augustus).

In:	5°	9°	11°	13°	15°	17°	20°	25½°
1e Scheedeblad	46.9	48.0	47.4	47.5	46.7	45.2	48.0	50.1
1e Loofblad	19.9	26.1	28.8	28.9	24.8	18.6	17.2	16.3
Bloem + Stengel	11.9	16.5	17.5	19.4	18.4	12.8	11.4	10.0
Bloem	7.5	10.7	11.3	12.4	11.6	8.9	7.5	6.0

Aan het 1e scheedeblad, dat 4 weken tevoren 47.8 m.M. was, is geen groei vast te stellen. Het 1e loofblad is in 11° en 13° het meest toegenomen, de bloem in 13°. Opvallend is de traagheid van het proces in 20° en 25½°.

TABEL 2. Lengte der organen in m.M. na 8 weken (24 September).

In:	5°	9°	11°	13°	15°	17°	20°	25½°
1e Scheedeblad	44.0	52.9	51.1	51.6	48.7	45.7	48.3	46.7
1e Loofblad	26.4	40.5	40.1	41.5	37.8	24.3	23.0	16.6
Bloem + Stengel	15.7	26.8	29.5	30.5	29.7	18.7	16.6	10.8
Bloem	10.3	16.7	19.0	19.9	19.9	13.6	11.4	6.3

Het 1e scheedeblad vertoont een geringe toename in 9° tot 13° C. Dat het optimum bij 9° schijnt te liggen heeft weinig waarde, daar het orgaan weldra uitgegroeid is (ruim 6 c.M. lengte). Loofbladen en bloem hebben over de geheele 8 weken genomen bij ongeveer 13° C. waarschijnlijk hun optimum, evenals in Tab. 1, het loofblad eer iets naar den lagen kant, de bloem naar den hoogerden kant (13°—15°). Maar het onderscheid is van 9° tot 15° C. over het algemeen zeer gering na 8 weken inwerking.

Dat blijkt vooral, als wij in Tab. 3 de lengtevermeerdering gedurende de laatste 4 weken vergelijken.

TABEL 3. Groei der organen in m.M. in 4 weken (27 Aug.—24 Sept)

In:	5°	9°	11°	13°	15°	17°	20°	25½°
1e Loofblad	6.5	14.4	11.3	12.4	13.0	5.7	5.8	0.6
Bloem + Stengel	3.8	10.3	12.0	11.1	11.3	5.9	5.2	0.8
Bloem	2.8	6.0	6.8	7.2	8.3	4.7	3.9	0.3

Dat de groei van het loofblad gedurende die 4 weken zowel in 9° als in 15° een optimum zou vertoonen, de bloem in 15°, het stengelstukje in 11°,

zal waarschijnlijk op toeval berusten van de in 9° tot 15° zoo weinig verschillende cijfers.

De verdere hier te beschrijven proeven betreffen nu alleen de inwerking van 9°, 11°, 13° en 15°, waarin op 18 Sept. elk 20 bollen werden geplant, die dus reeds 7 weken in die temperaturen hadden gelegen. Tab. 2 geeft dus hun toestand 6 dagen na het planten weer.

Bij de nu volgende uitkomsten werden de metingen aan de levende planten verricht; men meet nu verder dus alleen het deel van den knop, dat buiten den bol uitkomt (de „neus”); daarbij kan men rekenen, dat in den bol nog 5 tot 6½ cM. ligt, zoodat dus een dergelijk bedrag bij de nu volgende cijfers geteld moet worden ter vergelijking met Tab. 2 en 1. Bovendien meet men „den knop” en zooals wij beschreven, is aanvankelijk het 1e scheedeblad het langste en geeft dus tevens de knoplengte aan; bij 5 à 6 cM., ongeveer als de knop uit den bol treedt, groeit de knop het 1e scheedeblad voorbij, zoodat dan eenigen tijd het 2e scheedeblad de knoplengte voorstelt. De langste scheedebladen, die ten slotte een eindlengte van gemiddeld 14 à 15 cM. bereiken, worden bij een lengte van 9 à 11 cM. (4 à 5 cM. uit den bol) door de loofbladen gepasseerd, zoodat deze dan de knoplengte aangeven. Treedt de knop te voorschijn dan is het 1e loofblad slechts ± 3 mM. korter dan het langste omsluitende scheedeblad, terwijl dit verschil steeds geringer wordt.

De van 30 Juli af behandelde en op 18 Sept. geplante bollen (20 in elke temperatuur), geven nu verder de volgende uitkomsten:

17 Oct.	9°	11°	13°	15°
	11 zichtbaar	20 zichtbaar	19 zichtbaar	15 zichtbaar
	(0—5 mM.)	8.5 mM.	6.5 mM.	(4.2 mM.)
	9 niet zichtbaar			5 niet zichtbaar

Als optimale temperatuur, over het geheele tijdvak 30 Juli—17 Oct. gerekend, komt hier 11° te voorschijn, vervolgens 13°. Het optimum, dat te voren over het algemeen bij 13° lag, verschuift iets naar beneden. Dit is dus geconstateerd aan bollen, die 18 Sept. geplant zijn. Aan bollen die *niet-geplant* werden en voor verdere fixaties bestemd waren, kwamen de neuzen pas in den loop van November zeer langzaam te voorschijn. Echter precies in dezelfde volgorde als bij de geplante: het voorlijkst 11°, dan 13°, dan 9°. Dit is dus 1^o. een bevestiging dat over het geheele tijdvak genomen *gemiddeld* 11° optimaal is, 2^o. een bewijs van den invloed van den planttijd, d.w.z. dus van de tijdige beworteling op het uitloopen van den knop, waarop wij in een volgend stuk terugkomen.

	9°	11°	13°	15°
24 Oct.	4.4	11.9	9.7	8.6
31 Oct.	7.8	17.4	14.4	12.4
7 Nov.	13.1	23.3	20.1	17.2
14 Nov.	19.4	29.4	24.4	21.6
	} 3.4	} 5.5	} 4.7	} 3.8
	} 5.3	} 5.9	} 5.7	} 4.8
	} 6.3	} 6.1	} 4.3	} 4.4

Een zeer gelijkmatig langzaam voortschrijden in alle vier temperaturen. waarbij 11° steeds de voorste blijft, maar waarbij in 9° de groeisnelheid het meest toeneemt en in de laatste week die van 11° evenaart (vooral relatief ten opzichte van de geheele knoplengte). Bevestigd wordt hier dus, dat het optimum zich iets naar beneden verplaatst.

Thans wordt 11° naar 17° C. overgebracht, daar ± 3 cM. bereikt is.

21 Nov.	9° } 5.8	$11^{\circ}+17^{\circ}$ } 3.9	13° } 5.7	15° } 3.2
	25.2	33.3	30.1	24.8

Een week later dan 11° heeft ook 13° de 3 cM. bereikt en gaat naar 17° . De overgang van 11° naar 17° heeft, tegen de verwachting, een kleine groeivertraging gegeven in plaats van een versnelling, althans in de eerste week. De groeisnelheid in 15° blijft iets afnemen.

28 Nov.	9° } 6.2	$11^{\circ}+17^{\circ}$ } 7.5	$13^{\circ}+17^{\circ}$ } 1.3!	15° } 2.7
	31.4	40.8	31.4	27.5

Met 9° wordt thans ook 15° naar 17° gebracht.

5 Dec.	$9^{\circ}+17^{\circ}$ } 29.4!	$11^{\circ}+17^{\circ}$ } 8.2	$13^{\circ}+17^{\circ}$ } 3.6	$15^{\circ}+17^{\circ}$ } 2.8
	60.8	49.0	35.0	30.3

In de eerste week na overbrenging in 17° vertoonde 11° een kleine vertraging van den groei, terwijl in de 2e week de groeisnelheid zich weer herstelde; en nu is het opvallend dat 13° in de 1e week in 17° een nog veel sterker groeivertraging vertoont (21 Nov.—28 Nov.), die ook in de 2e week nog zeer merkbaar is.

Maar *totaal anders gedraagt zich* 9° . Hier treedt — na het gedrag van 11° geheel onverwacht — direct na overbrenging in 17° in de eerste week een buitengewoon sterke groei op.

Er ligt dus *tusschen* 9° en 11° voor deze soort *Narcis* een *scherpe scheiding*. Want als de neus 3 cM. is (loofblaadjes nog omhuld door een deel der scheidblaadjes), dan verkeerden toch *die, welke in* 9° C. stonden, *in een geheel anderen toestand (chemisch-physiologisch) dan die uit* 11° en *hooger komen*. De bollen uit 9° C. zijn dan in 17° (of hooger) direct tot sterken groei te brengen; d.w.z. bij deze bollen is de *optimale temperatuur voor de strekking bij 3 cM. neuslengte reeds zeer sterk naar boven verschoven*. De bollen uit 11° ondervinden bij dezelfde grootte der organen in de eerste week zelfs vertraging van 17° ; die uit 13° zeer sterk, ook nog in de 2e week.

Bij $9^{\circ} + 17^{\circ}$ zijn de loofbladen overal door de scheidbladen gebroken; in $11^{\circ} + 17^{\circ}$ bij de meesten; dit gebeurt meestal als de spruit 4 à 5 cM. uit den bol steekt. Bij 6 cM. gaat nu $9^{\circ} + 17^{\circ}$ naar 20° in licht.

Op 8 Dec. is $11^{\circ} + 17^{\circ}$ 57.2 mM. en op 10 Dec. 64.3 mM. en gaat nu in 20° C. in licht.

	$9^{\circ}+17^{\circ}+20^{\circ}$	$11^{\circ}+17^{\circ}+20^{\circ}$	$13^{\circ}+17^{\circ}$	$15^{\circ}+17^{\circ}$
	} 73.8	} 18.8	} 7.0	} 5.7
12 Dec.	134.6 ¹⁾	67.8	42.0	36.0
19 Dec.	259.4 ²⁾	104.7 ³⁾	42.9	38.4
22 Dec.	begin bloei	—	—	—
28 Dec.	—	—	52.6	43.6
2 Jan.	—	begin bloei	60.6	47.1

Die uit $13^{\circ} + 17^{\circ}$ gaan thans naar 20° C.

9 Jan.	51.7
23 Jan.	59.4
26 Jan.	Die uit $15^{\circ} + 17^{\circ}$ thans naar 20° C. 60.0
30 Jan.	begin bloei

14 Maart **begin bloei**

Hieraan moet nog worden toegevoegd, dat :

- in $9^{\circ} + 17^{\circ} + 20^{\circ}$ de laatste van 20 bollen 4 Jan. bloeide,
- in $11^{\circ} + 17^{\circ} + 20^{\circ}$ de laatste twee op 10 en 26 Febr.,
- in $13^{\circ} + 17^{\circ} + 20^{\circ}$ de laatste pas 21 Maart, terwijl 1 verdroogt,
- in $15^{\circ} + 17^{\circ} + 20^{\circ}$ de laatste van slechts 9 bloeiers op 5 April bloeit, terwijl 11 bloemen verdrogen.

Het in bloei raken gaat dus ook trager na behandeling boven 9° , en van 13° af beginnen bloemen te mislukken.

Samenvatting.

Uit de bovenstaande gegevens ziet men kort samengevat het volgende :

1^o. Voor het bereiken van een knoplengte van 3 cM. is bij behandeling sinds 30 Juli met 11° — 13° — 9° en 15° de verhouding der *groeitijden* ongeveer gelijk 107 : 114 : 120 : 128 (aantal dagen) en dus de verhouding der *gemiddelde groeisnelheden* over dit geheele tijdvak omgekeerd evenredig hiermee.

2^o. Worden deze aldus behandelde bollen nu in 17° gebracht, dan blijkt hun chemisch zeer verschillende dispositie, want voor het groeien van 3 cM. tot 6 cM. in 17° is de verhouding der groeitijden, als *nawerking* van 9° — 11° — 13° — 15° , gelijk 8 : 25 : 42 : 66, — de groeisnelheid dus weer omgekeerd evenredig.

3^o. Om tenslotte in 20° van 6 cM. in bloei te geraken is de verhouding der groeitijden (in aantal groeidagen) gelijk 17 : 24 : 28 : 48. Daaruit volgt nu, dat de *nawerking* tot den bloei toe voortduurt, maar tevens dat zij in den eersten tijd het sterkst aan den dag treedt.

¹⁾ Stengel met bloemknop 104 mM.

²⁾ " " " 296 mM.

³⁾ " " " 76 mM.

40. Het optimum van de lengtetoeename der organen werd aanvankelijk bij $\pm 13^{\circ}$ C. gevonden, tenslotte bij het zichtbaar worden der knoppen is het tot $\pm 11^{\circ}$ C. verschoven, terwijl bij een lengte van 2—3 cM. buiten den bol de groeisnelheid in 11° en 9° nagenoeg dezelfde is. Toch blijkt 9° vergeleken met 11° en hooger, verreweg de optimale temperatuur voor den groei, als men op de *nawerking* let. Wat moet men nu de optimale temperatuur noemen? Het schijnt ons noodig hier een onderscheiding te maken. In het eerste geval stellen wij voor te spreken van het „*directe optimum*”, d.i. dus het gewone optimum in den gebruikelijken zin, n.l. de temperatuur waarin een bepaalde functie gedurende een zeker tijdvak, waarin die temperatuur werkt, het snelst verloopt. Op zichzelf kan dat directe optimum, als men een eenigszins lange periode onderzoekt, bovendien een *verschuivend optimum* blijken te zijn, zooals wij thans bij de Narcis, en evenzeer vroeger bij Hyacinth (1924) en Tulp (1925) hebben gevonden. Wij zien n.l., dat in den eersten tijd, als de organen nog zeer klein zijn, het directe optimum der lengtetoeename in de eerste maanden langzaam een weinig naar beneden verschuift, in de laatste weken tijdens de groote strekking zich vrij snel naar boven verplaatst. Waar dit vermoedelijk aan ligt, daarop hebben wij reeds vroeger bij de Hyacinth gewezen (Liter. 1924). Naast dit „directe optimum” willen wij het *indirecte optimum* onderscheiden. Onder een indirect-optimaal temperatuur, verstaan wij die temperatuur, welke later door haar nawerking een zeker proces het snelst doet verlopen. Wij moeten ons daarbij wel indenken, dat die z.g. „nawerking” juist aan een of andere vóór-arbeid, voorbereiding te danken is, welke in die temperatuur beter verliep, dan in de eerst geconstateerde direct-optimaal temperaturen. Zoo blijkt dus bij de Narcis het directe optimum langen tijd bij 13° tot 11° te liggen, maar het indirecte optimum voor den groei ligt in dien zelfden tijd bij 9° of lager, zooals de nawerking duidelijk doet zien.

Wageningen, Mei 1932.

LITERATUUR.

- STRAIGHT, F. M. 1928. Some flowering bulbs. Dep. of Agric. Dom. of Canada Bull. No. 95.
 GRIFFITH, D. 1930. Daffodils. U. S. Departm. of Agric. Circular No. 122.
 BEYER, J. J. en E. VAN SLOGTEREN 1931. Labor. v. Bloemb. Ond. No. 42. Weekbl. v. Bloemb. cult. 14 Aug. 1931;
 zie ook Weekbl. v. Bloemb. cult. 18 Dec. 1931.
 BLAAUW, A. H. (1924) The results of the temper. during flower-formation for the whole Hyacinth. Verh. Kon. Ak. v. Wet 2e Sectie Dl. XXIII, Amst. Bl. 59.
 LUYTEN, I., JOUSTRA G. a. BLAAUW, A. H. (1925) De gevolgen v. d. temperatuurbehand. in den zomer voor de Darwin-Tulp (2e stuk). Versl. Kon. Ak. v. Wet. Amst. Dl. XXXIV (= Proceedings Vol. XXIX).

SUMMARY.

Temperature and Stretching-period of the Narcissus (1st part).

The annual development of Hyacinth and Tulip was previously ascertained, next the influence was studied on the flower-forming period

and on the stretching. By means of experiments continued for years together, that treatment was derived from these which is optimal for flower formation and stretching and accordingly brings the bulbs, lifted in July, into bloom in the shortest period. This is a process taking up months, in which the bulbs must be exposed to a series of different temperatures and from which it appears that flower formation and stretching have very different optima. In the stretching-period cell-increase and cell-stretching first act their part side by side, the former in a decreasing, the latter in an increasing measure — two processes with their own requirements. But moreover it appears afterwards in the after effect that a prolonged low temperature (13° and 9°) — probably on account of necessary chemical conversions — is needed in order to enable the great stretching take place rapidly in the last weeks with a much higher optimum.

When the *Narcissus* is lifted, the flower has been, contrary to that of Hyacinth and Tulip, already entirely formed, so that only the influence on the period of stretching can be studied.

The experiments with non-prepared bulbs (i.e. bulbs cultivated in the unheated open field and not lifted extra early either) were commenced on July 31st among others in 5° — 9° — 11° — 13° — 15° — 17° — 20° — $25\frac{1}{2}^{\circ}$. After 4 and 8 weeks 15 individuals were examined; the organs (see Tables 1 and 2) are still growing very slowly, most rapidly at 9° to 15° ; as a rule an initial temperature of about 13° is optimal for foliage-leaves and inflorescence; after 8 weeks some shifting of the optimum to 11° seems already perceptible. Next the bulbs are planted in the middle of September and the experiments only continued with 9° — 11° — 13° and 15° . In the middle of October when the buds ('noses') appear, it is evident that 11° is most forward, then 13° , next 9° ; the differences are not great between 9° to 15° , on the other hand the slowness upwards of 20° is striking. When the top of the bud is visible outside the bulb for a few cms. the rate of growth in 9° and 11° is pretty equal. At 3 cms' length each group is transferred to 17° (greenhouse), so first 11° , a week later 13° . In doing so we notice that 11° is slightly retarded by that higher temperature during the first week; next continues growing as in 11° ; that 13° undergoes this retardation still in a greater measure (see 7 Nov.—5 Dec.). When, however, 9° 2 weeks later than 11° has reached a length of 3 cms and is transferred to 17° , a very different phenomenon occurs: a *strong growth* sets in directly, so that $9^{\circ}/17^{\circ}$ overtops the other within a week. The growth from 3 to 6 cms in 17° after a treatment with 9° — 11° — 13° — 15° lasts respectively 8—25—42 and 66 days: At a length of 6 cms from the bulb, the plants are transferred to 20° C (greenhouse in full light); in this temperature 9° — 17° — 20° flowers from Dec. 22nd; 11° — 17° — 20° from Jan. 2nd; 13° begins on Jan. 30th, one of 20 flowers shrivels up; 15° not until March 14th, only 9 from the 20 bulbs flowering.

What is now the optimum temperature for the stretching? We will distinguish an '*indirect optimum*' contrasted with the '*direct optimum*': This

latter is the normal optimum in the usual sense, viz. that temperature in which a process during the time that temperature is acting, proceeds most rapidly. Such an optimum, which therefore for the Narcissus lies at about 13° C, may also be a '*shifting optimum*'; this direct optimum falls gradually to 11° and 9° C; in Hyacinth and Tulip we also found this very slow fall for the growth of the still small organs.

But the '*indirect optimum*' appears in the *after effect*, as a result of a preceding action and is after all the best condition for the optimal stretching, because after this indirect optimum the great stretching can proceed rapidly at a certain point of time in a much higher optimum. This indirect optimum lies in Tulip and Narcissus at 9° or lower.
