MORPHOLOGISCHE WAARNEMINGEN AAN RIJSTPLANTEN, GEGROEID BIJ VERSCHILLENDE LENGTEN VAN DE PHOTOPERIODE

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE, OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS Dr Ir G. MINDERHOUD, HOOGLERAAR IN DE LANDHUISHOUDKUNDE, TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN OP WOENSDAG 10 JUNI 1953 TE 16 UUR

DOOR

Th. M. WORMER

UITGEVERIJ EXCELSIOR · 's-GRAVENHAGE

STELLINGEN

I

Rijst kent geen thermophase.

II

Het bewortelen van bebladerde stekken van *Hevea braziliensis* kan alleen succes hebben bij een apparatuur waarbij een hoge lichtintensiteit gepaard gaat met een betrekkelijke lage temperatuur.

III

Het gebruik van de uitdrukking „generatief stadium" om aan te geven dat de plant is overgegaan tot de aanleg van de bloeiwijze valt te prefereren boven het gebruik van de uitdrukking „reproductief stadium".

IV

Bemestingsonderzoek, gedaan in de jeugdperiode van meerjarige vruchtdragende gewassen, heeft geen waarde voor het bemestingsadvies in de periode van vruchtdracht.

V

De kafnaald bij granen draagt belangrijk bij tot de korrelproductie; bij het kweken van nieuwe rassen, speciaal voor droge streken, dient men hiermede rekening te houden.

VI

De mogelijkheid van mechanisatie in de landbouw wordt economisch gelimiteerd door het aantal regendagen en de regenintensiteit.

VII

Het planten in vochtige streken van cacao als oculatie valt te prefereren boven het planten als stek.

VIII

Het verschil in lengte van de dag is niet de oorzaak van het verschil in opbrengst van de rijst in subtropische en tropische streken.

IX

Bij het onderzoek over photoperiodiciteit is het invoegen van een contrôle-object „natuurlijke daglengte" onjuist.

dissertatie WORMER. Morphologische waarnemingen aan rijstplanten, gegroeid bij verschillende lengten van de photoperiode.

VOORWOORD

Een studie als deze is het werk van velen, en allen, die op enigerlei wijze tot het welslagen ervan hebben bijgedragen, ben ik oprecht dankbaar.

In het bijzonder ben ik grote dank verschuldigd aan U, Hooggeleerde COOLHAAS, Hooggeachte promotor. In de jaren dat ik onder Uw leiding mocht werken heb ik een diepe bewondering opgevat zowel voor Uw persoon als voor Uw werk. Ik hoop mij de grote toewijding, waarmee U mijn opleiding voltooid hebt, waardig te tonen in de toekomst.

Hooggeleerde KERLING, de resultaten van Uw onderzoek zijn van uitzonderlijk grote waarde geweest, ook voor het tot stand komen van dit proefschrift. Méér nog echter ben ik U erkentelijk voor de geestdriftig verleende hulp in de periode waarin ik nog zocht naar de te volgen weg.

Hooggeleerde WASSINK, voor alle problemen vond ik bij U en bij Uw medewerkers een gewillig oor. Met grote belangstelling hebt U van de resultaten van mijn werk kennis genomen en het op schrift stellen gevolgd. De veranderingen welke U daarbij voorstelde zijn ongetwijfeld even zovele verbeteringen geweest.

Door Uw bezielende colleges hebt U, Hooggeleerde VAN DER STOK, mijn belangstelling voor het onderzoek van tropische gewassen levendig gemaakt, en door mij bij Uw opvolger voor te dragen als diens assistent, hebt U mij de gelegenheid gegeven, op het terrein van mijn interesse werkzaam te zijn. U zult begrijpen, dat ik dit op hoge prijs stel.

Zeergeleerde Mevrouw FRAHM-LELIVELD, Uw scherp inzicht is niet slechts critisch ingesteld. U wijst niet alleen op fouten, maar evenzeer op de wijze waarop verbeteringen aangebracht kunnen worden. Dit is het, wat ik in de vele gesprekken die wij gevoerd hebben, zozeer waardeer.

Weledelgestrenge BOLHUIS, Uw vele practische opmerkingen hebben mij ervoor behoed het doel van het onderzoek, d.i. de bevordering van de kennis van de rijst als een van landbouwkundig belang zijnde plant, uit het oog te verliezen.

Als jij, Weledelgestrenge STOLWIJK, je kennis van physische zowel als van physiologische problemen niet steeds in dienst had willen stellen van mijn onderzoek, zou dit proefschrift zeer veel aan waarde hebben verloren.

Menig deskundig advies bij de verzorging van de planten dank ik aan U, Geachte MEULENKAMP. Uw toewijding en Uw grote bekwaam-

heid zullen mij steeds in herinnering blijven. Ook Uw zorgen, Geachte BOEKELMAN, zijn dit proefschrift zeer ten goede gekomen. In het bijzonder denk ik aan de wijze waarop U het fotowerk hebt behartigd.

Een bijzonder woord van dank komt de Heer IJWEMA toe voor de wijze waarop hij de literatuuraanvragen behandelde.

Moge jij, HERMAN LEBBINK, dan al buiten de Hogeschoolgemeenschap staan, mijn binding met de landbouw is gekomen door jou. Veel heb ik aan je te danken. De jaren, doorgebracht op jouw bedrijf, zijn beslissend geweest voor mijn vorming op velerlei gebied.

INHOUD

DEEL I

LITERATUURONDERZOEK. DOEL VAN HET EXPERIMENT

Hoofdstuk I. Literatuuronderzoek 7
II. Het doel van het onderzoek. 32

DEEL II

APPARATUUR, PLANTMATERIAAL, METHODE EN TERMINOLOGIE

Hoofdstuk III. De gebruikte apparatuur 35
IV. Het plantmateriaal. 40
V. Methode van onderzoek 43
VI. Terminologie 45

DEEL III

DE RESULTATEN VAN ENKELE VOORLOPIGE ONDERZOEKINGEN

Hoofdstuk VII. De onderzoekingen van 1949 47
VIII. De onderzoekingen van 1950 49

DEEL IV

DE ONDERZOEKINGEN VAN 1951 EN 1952

Hoofdstuk IX. Voorbereidingen voor de proeven van 1951 en 1952 51
X. De bladvorming 57
XI. De overgang van het vegetatieve in het generatieve stadium 83
XII. De uitstoeling 87
XIII. Het gedrag van de okselknoppen 104
XIV. De bouw van de stengels 125
XV. De bouw van de pluim 136

Deel I

LITERATUURONDERZOEK. DOEL VAN HET EXPERIMENT

Hoofdstuk I

LITERATUURONDERZOEK

§ 1. *Inleiding*

De publicaties, welke handelen over de invloed van de lengte van de dagelijkse licht- en donkerperiode op het gedrag van de rijstplant, laten zich in twee groepen verdelen. Eén groep omvat het onderzoek, waarbij door verduistering of supplementaire verlichting een scherp afgebakende lengte van deze perioden tot stand werd gebracht gedurende de gehele of gedeeltelijke lengte van de vegetatieperiode. In de tweede groep worden die experimenten ondergebracht, waarbij onderzocht werd, welke de invloed is van de zaaidatum op de lengte van de tijd tussen zaai en oogst. Bij de oudste proeven van de tweede groep was men zich niet bewust, dat de lengte van dag en nacht de oorzaak was van de voor de proefnemers onverklaarbare resultaten.

Deze twee proeftypen zullen in de volgende paragrafen afzonderlijk behandeld worden. Hiernaast is een plaats ingeruimd voor de verhandeling van KERLING. Haar werk levert een zekere bijdrage tot onze kennis van de photoperiodiciteit bij rijst. Daarenboven geeft het een nauwkeurig beeld van de verschijningsvorm van de rijstplant gedurende de gehele vegetatieperiode. Daardoor is het voor de onderhavige studie van een dusdanig belang, dat een nadere bespreking ervan noodzakelijk is.

§ 2. *De onderzoekingen, waarbij de dagelijkse belichtingsduur kunstmatig geregeld werd*

YOSHII [50] bereikte door verkorting van de dagelijkse lichtperiode een snelle bloei bij twee laatrijpe rassen. Een vroegrijp ras reageerde niet op verkorting van de lengte van de lichtperiode.

NOGUCHI [33] wenste het tijdstip van bloei in de hand te hebben ten behoeve van selectiewerkzaamheden. De mogelijkheid hiertoe onderzocht hij met het ras *Aikoku*. Verkorting van de „natuurlijke" daglengte tot vijf of tot acht uur leidde tot snellere bloei. Constante belichting verlaatte het tijdstip van bloei zodanig, dat hierop niet werd gewacht.

TERAO en KATAYAMA [47] namen waar dat, toen jonge plantjes laat

overgeplant werden, de hoofdpluimen enkele weken na deze maatregel zichtbaar werden, klein waren en zelden zaden vormden. Vroegrijpe rassen waren hiervoor gevoeliger dan laatrijpe. Brachten zij een belichting aan van vier en twintig uur per etmaal, dan gingen zij de afwijking tegen, en wel sterker naarmate eerder met de bijbelichting begonnen werd. Het verschijnsel verergerde wanneer dichter gezaaid werd.

FUKE [11] zaaide negen rijstrassen, welke hij in potten overplantte toen de planten vier tot vijf bladeren gevormd hadden. De planten werden toen in series ingedeeld die elk acht uur licht per etmaal ontvingen; de eerste serie vanaf zeven dagen na het overplanten, de tweede vanaf veertien dagen na dit tijdstip enz. tot vanaf een en negentig dagen na het overplanten. De series, welke acht uur per dag in het licht stonden, vanaf de zevende, veertiende en een en twintigste dag, soms ook die van de acht en twintigste dag na het overplanten, reageerden door hun bloei te versnellen tot een tijdstip, dat voor series en rassen ongeveer hetzelfde was. Daardoor was de duur van de behandeling bij de verschillende series niet gelijk. Nadien kwam er een periode in het leven van de planten, waarbij de acht-urige belichting de bloei versnelde, maar waarbij de periode tussen het begin van de behandeling en de bloei ongeveer even lang was. In de derde periode bleek de korte belichtingsperiode de bloei eveneens te versnellen, maar minder naarmate de behandeling later begonnen werd.

Andere proeven van dezelfde onderzoeker toonden aan, dat bloeivervroeging reeds verkregen kan worden wanneer de plant gedurende niet meer dan zeven dagen aan een korte photoperiode onderworpen wordt. Hiertoe moet de plant evenwel een zekere leeftijd bereikt hebben, welke afhankelijk is van het ras, en welke enkele tientallen dagen bedraagt. In de eerste weken na het zaaien is de plant n.l. ongevoelig zowel voor een korte photoperiode als voor een lange photoperiode. Een behandeling, die binnen dit ongevoelige tijdvak plaats heeft, heeft geen invloed op de lengte van de vegetatieperiode. Bij vroegrijpe rassen bleek de ongevoelige periode korter te zijn dan bij laatrijpe. Uit het onderzoek van FUKE bleek, dat verkorting van de photoperiode eerder invloed heeft dan verlenging van de photoperiode. Uit ons eigen onderzoek is evenwel af te leiden, dat dit een gevolg is van de omstandigheden waaronder FUKE werkte.

Verlenging van de photoperiode had tot gevolg, dat de bloei verlaat werd, en wel sterker naarmate de behandeling langer duurde.

TABATA, WOGATA en SHIRIKAWA [46] vonden, dat de lengte van de vegetatieperiode van sommige rassen gelijk was bij een korte photoperiode. Bij een lange lichtperiode daarentegen traden in dit opzicht grote verschillen tussen de rassen op.

Uitgebreide proeven werden gedaan door KONDO, OKAMURA, ISSHIKI en KASAHARA [21,22]. De gevolgtrekkingen, welke zich uit de resultaten van deze experimenten laten maken, zijn: gedurende een zekere periode na de zaai is de rijstplant ongevoelig voor verkorting van de dagelijkse bestralingsduur. De lengte van deze periode bedraagt ongeveer twee en veertig dagen. Is eenmaal een bepaald stadium bereikt, dan versnelt een verkorting van de lichtperiode de bloei sterker naarmate de duur van de behandeling langer is. Bij de proeven van KONDO c.s. was deze duur steeds tenminste twee weken.

Genoemde auteurs werkten steeds met materiaal, dat op een kweekbed werd uitgezaaid, en overgeplant werd in potten. Het bleek ons, dat de lengte van het verblijf op het kweekbed ongeveer even groot was als de lengte van de ongevoelige periode. Dit is van belang, omdat een verkorting van de lichtperiode, toegepast gedurende enkele weken in het begin van de gevoelige periode, de bloei van de hoofdstengel versnelde, en daarentegen de bloei van de zijstengels vertraagde. Uit de door KONDO c.s. verstrekte gegevens is op te maken, dat de uitstoeling bij het begin van de gevoelige periode nog maar juist begonnen was. De behandeling met de korte photoperiode werd dus toegepast op planten met een flinke hoofdstengel en kleine zijstengels. Deze zijstengels reageerden op de behandeling niet door versnelling, maar door vertraging van de bloei.

Bij bovenstaande proeven werd de lichtperiode verkort tot twaalf uur of minder. De photoperioden van minder dan twaalf uur lengte gaven geen andere resultaten te zien dan die van twaalf uur.

Verlenging van de lichtperiode tot zestien of vier en twintig uur bracht eveneens de ongevoeligheid voor de lengte van de dagelijkse belichtingsduur in de eerste weken van de groei aan het licht. Het bleek echter, juist als bij FUKE, dat de rijstplant eerder gevoelig is voor verkorting van de lichtperiode dan voor verlenging hiervan. Het resultaat van verlenging van de photoperiode was uitstel van de bloei, en wel meer naarmate de behandeling in een groter deel van de gevoelige periode plaats had. Constante belichting was effectiever dan een lichtperiode van zestien uren, afgewisseld met duisternis gedurende acht uur.

Proeven, waarbij verschillende stengels van dezelfde plant opgroeiden bij een verschillende lengte van de lichtperiode, toonden aan, dat er geen sprake was van wederzijdse beinvloeding.

Bij de in de onderzoekingen van KONDO c.s. gebruikte rassen was er één, dat niet op verlenging of verkorting van de lichtperiode reageerde. Het betrof hier een onder normale cultuuromstandigheden zeer vroegrijp ras. Laatrijpe rassen verlengden resp.

verkortten hun vegetatieperiode in verhouding tot de „normale" lengte hiervan sterker dan vroegrijpe. Rangschikt men de rassen eerst volgens de lengte van hun vegetatieperiode onder „normale" omstandigheden en doet men vervolgens hetzelfde volgens de lengte van de vegetatieperiode bij verkorte resp. verlengde duur van de dagelijkse bestraling, dan blijkt de volgorde geen verandering te ondergaan.

De gegevens over uitstoeling, korrelopbrengst en hoogte van de plant staan geen gevolgtrekkingen toe.

CHIEN LIANG PAN [7] verkreeg met verkorting van de lichtperiode een snellere bloei en grotere hoogte van de planten.

EGUCHI [9] onderzocht de reactie op de lengte van de lichtperiode van vier rijstrassen – één vroegrijp en drie laatrijpe – vóór en na de overgang van het vegetatiepunt van het vegetatieve in het generatieve stadium *). Het vroegrijpe ras bleek ongevoelig te zijn in dit opzicht. De drie andere rassen reageerden door versnelling van de bloei indien vóór de differentiatie van het groeipunt een korte lichtperiode gegeven werd. Nadien had de lengte van de lichtperiode geen invloed.

KUILMAN [23] kweekte twintig rijstrassen op voedingsoplossingen bij lichtperioden van zes resp. ongeveer twaalf uur. Dit laatste is de lengte van de zonnedag ter plaatse van het experiment. De bij een lichtperiode van zes uur gekweekte planten vertoonden een slechte groei. De rassen met korrels zonder kafnaald verkortten hun vegetatieperiode bij de belichtingsduur van zes uur per etmaal. De benaalde rassen bloeiden onder deze omstandigheden juist later, met uitzondering van het niet reagerende ras *Menoeroen*. De benaalde rassen vertoonden bij een daglengte van ongeveer twaalf uur een langere vegetatieperiode dan de rassen zonder kafnaald.

RJABOV [37] vond, dat een verkorting van de dagelijkse belichtingsduur gedurende twintig dagen zowel versnellend als vertragend kon werken op de bloei. Vertraging kwam vnl. voor bij vroegrijpe rassen.

BEACHELL [3] gaf op 13 April gezaaide planten, welke op 29 April boven de grond kwamen, een dagelijkse belichting van tien uur gedurende tien dagen, aanvangende 1, 11 en 21 Juni en 1 Juli. Hetzelfde deed hij gedurende twintig dagen te beginnen 1, 11 en 21 Juni en gedurende dertig dagen te beginnen 1 en 11 Juni. Zijn re-

*) In de ontwikkelingsphysiologie spreekt men van het reproductieve stadium, niet van het generatieve stadium. In de in het Nederlands verschenen literatuur over tropische gewassen wordt veelal de term reproductief niet in verband gebracht met de geslachtelijke voortplanting. Zo noemt men ook de knoppen, waaruit zuigloten ontstaan bij koffie en cacao, reproductieknoppen. Om onderscheid te maken tussen deze ongeslachtelijke vorm van reproductie en de geslachtelijke, zullen wij spreken van het generatieve stadium.

GROEP EN RAS	Gemiddeld aantal planten per object	Tijd van zaai tot verschijnen van eerste pluim bij controle	Gemiddelde lengte van de periode tussen de zaai en het tevoorschijn komen van de eerste pluim indien een korte photoperiode gedurende:								
			10 dagen, te beginnen:			20 dagen, te beginnen:			30 dagen, te beginnen:		
			1-6	11-6	21-6	1-7	1-6	11-6	21-6	1-6	11-6
Gevoelige rassen:	Aantal	Dagen	Dagen	Dagen	Dagen	Dagen	Dagen	Dagen	Dagen	Dagen	Dagen
C.I. 81 C.	13.9	107.1	88.3	90.6	97.3	103.4	80.3	86.6	95.3	80.6	87.6
Caloro	12.9	114.2	86.6	91.2	98.2	107.4	83.1	88.0	96.5	80.7	88.0
Kameji	15.1	121.2	81.8	89.0	96.8	108.9	78.0	85.9	94.4	78.4	85.1
Improved Blue Rose	17.2	131.0	90.7	92.4	101.0	112.4	80.5	87.7	97.1	82.4	87.1
C.I. 4700	17.3	146.0	89.9	95.4	106.7	119.2	79.6	87.5	97.3	77.3	87.3
Gemiddeld:	15.3	123.9	87.5	91.7	100.0	110.3	80.3	87.1	96.1	79.9	87.0
Minder gevoelige rassen:											
C.I. 6993	5.6	85.5	78.8	83.0	85.8	86.4	77.2	81.4	86.2	80.0	84.0
Shoemed	15.4	115.7	113.8	103.8	103.0	108.7	96.4	94.3	100.0	93.5	93.2
Nira	16.0	124.6	126.6	124.4	118.2	118.1	125.3	114.8	110.8	117.7	110.6
Fortuna	15.9	124.8	125.2	125.0	119.5	117.4	125.4	117.3	111.7	123.5	114.3
Rexoro	15.0	145.8	147.6	145.3	129.8	125.6	147.6	120.5	112.5	138.9	109.5
Gemiddeld:	13.6	119.3	118.4	116.3	111.3	111.2	114.4	105.7	104.2	110.7	102.3

Tabel 1. De invloed van een korte photoperiode, toegepast op verschillende delen van de vegetatieperiode, op de bloei van een tiental rijstrassen (naar BEACHELL).

sultaten zijn, voorzover zij betrekking hebben op het tijdvak tussen zaai en pluimuitkomst, vermeld in tabel 1.

Wij willen de aandacht vestigen op het feit, dat de gevoelige periode, waarover reeds enkele malen gesproken is, bij het ene ras later ingaat dan bij het andere, en dat dit onafhankelijk is van de lengte van de vegetatieperiode onder normale cultuuromstandigheden.

Ook bij deze proeven kwam het voor, dat de bloei in twee gedeelten plaats had. Dit was het geval bij de door BEACHELL als „gevoelig" aangeduide rassen en wel bij een behandelingsduur van tien dagen, te beginnen op 1 of 11 Juni, zulks afhankelijk van het ras. De na de behandeling gevormde stengels toonden geen invloed van de kortere lichtperiode. Strogewicht, korrelgewicht, hoogte van de plant, pluimlengte, aantal pluimen en aantal zijstengels vertoonden een stijging met toenemende lengte van de vegetatieperiode. De getallen, welke BEACHELL hiervoor geeft, hebben betrekking op die delen van de plant, welke de behandeling ondergaan hebben en dus niet op die, welke gevormd werden na de tijdvakken waarin de dagelijkse belichtingsduur verkort werd.

BEACHELL deed ook proeven waarbij hij het daglicht onderschepte van 8-13 uur resp. van 13-18 uur. Dit vertraagde de bloei, vooral bij de vroegrijpe rassen. Sommige rassen ondergingen vooral de invloed van de afwezigheid van het morgenlicht, bij andere rassen was de onderschepping van het namiddaglicht belangrijker. Een bepaalde lijn is hierin niet te ontdekken.

LIEN FANG CHAO en KUAN JEN HSU [26] vermelden in een overzicht o.a., dat de rijstplant een periode kent waarin zowel verlenging als verkorting van de lichtperiode invloed uitoefenen op de lengte van de tijd tussen zaai en bloei. Deze periode eindigt ongeveer dertig dagen voordat de pluim zichtbaar wordt. Nadien heeft verkorting van de lichtperiode weinig effect en verlenging een groeiduurbekortende werking. Eigenschappen zoals benaalding, korreluitval, planthoogte, korrelqualiteit en kiemkracht van het stuifmeel worden volgens hun opgave door de lengte van de dagelijkse belichtingsduur beinvloed op een niet aangegeven wijze.

Proeven, door deze onderzoekers zelf verricht, bevestigden de Japanse opvattingen over het verband tussen de lengte van de vegetatieperiode en de gevoeligheid voor een korte lichtperiode. De experimenten omvatten vijf en twintig rassen, gekweekt bij lichtperioden van vijf, zeven, negen of elf uur of bij locale daglengte. Een zeven-urige belichting bleek weinig minder, en een vijfurige belichting aanzienlijk minder effectief te zijn dan een belichtingsduur van negen of elf uur.

Ook HARA [14] vond, dat de lengte van de lichtperiode van invloed was op de benaalding. Bij een lange lichtperiode kwamen

lange kafnaalden voor bij rassen, welke in normale omstandigheden niet of kort benaald waren.

In de jaren na 1940 toonde men vooral in India grote belangstelling voor het verband tussen de lengte van de dagelijkse belichtingsduur en de lengte van de vegetatieperiode van rijst.

SIRCAR [40] vond, dat planten van het ras *Bhasamanik* bij een photoperiode van acht uur, gegeven vanaf de veertigste dag na de zaai, de pluim vertoonden zeven en negentig tot honderdzestien dagen na het uitleggen van het zaad. Bij locale daglengte gebeurde dit na honderd zes en twintig tot honderd negen en dertig dagen. Bij de lichtperiode van acht uur waren het aantal stengels en het aantal pluimen groter dan bij de contrôleplanten. De opbrengsten konden niet vergeleken worden. Rekening houdende met de normale productie van een plant, meende SIRCAR een opbrengstverhogende invloed van de achturige lichtperiode te kunnen vaststellen.

In een volgende proef (beknopt in 41, uitvoerig in 42) paste dezelfde onderzoeker behandelingen met een korte photoperiode toe eveneens op het ras *Bhasamanik*. Elke behandeling begon bij het zaaien, en duurde twee, drie, vier, vijf of zes weken, of gedurende de gehele vegetatieperiode. Dit laatste reduceerde net tijdvak van zaai tot pluimuitkomst van honderd vijf en zestig dagen tot ongeveer honderd acht en dertig dagen. Ook met de andere behandelingen boekte SIRCAR resultaten. De behandeling van zes weken bracht de tijd tussen zaai en zichtbaar worden van de pluim terug met ongeveer een en twintig dagen. Bij de twee weken durende behandeling was de verkorting van de vegetatieperiode ongeveer vijf dagen. Beperking van de lengte van de lichtperiode deed de opbrengst stijgen.

SIRCAR en PARIJA (beknopt in 43, uitvoerig in 44) gaven het ras *Rupsail* op het kweekbed een lichtperiode van acht resp. tien uur, gedurende vier, vijf of zes weken. Na zes weken werden de planten overgeplant. Tot dat ogenblik waren de planten niet uitgestoeld. Bij locale daglengte kwamen de pluimen op de honderd drie en dertigste dag na het zaaien tevoorschijn. Bij de verschillende behandelingen werd de hoofdpluim zeven en veertig tot vijftig dagen na het zaaien zichtbaar. Een tweede pluim kwam na acht en zestig tot negen en zeventig dagen uit, een derde na ongeveer tachtig dagen. Een uitzondering hierop maakt het vier weken-acht uur object. De tweede pluim kwam hier na negen en zeventig dagen te voorschijn, de derde tegelijk met alle andere pluimen, n.l. na ongeveer honderd dertig dagen.

De schrijvers deden nog enkele andere waarnemingen, o.a. over het aantal korrels, het percentage gevulde korrels en de totale oogst. Deze laatste liet geen betrouwbare verschillen zien tussen behandelde en onbehandelde planten.

Bovenstaande behandeling werd ook toegepast op het ras *Patnai*. Hierbij werd een snelle bloei van de hoofdstengel bereikt door gedurende vijf of zes weken de lichtperiode tot acht of tien uur in te korten. Alle zijstengels bloeiden tegelijk met die van de onbehandelde planten. De lengte van de tijd tussen het zaaien en het begin van de bloei was bij locale daglengte bij dit ras vrijwel even lang als bij *Rupsail*, n.l. honderd zes en dertig dagen. De bloeiversnelling van de hoofdstengel was veel geringer, n.l. drie en veertig tot zeven en vijftig dagen inplaats van drie en tachtig tot zes en tachtig dagen bij *Rupsail*.

SIRCAR en SEN [45] geven aan, dat bij de rijstplant de knoppen, welke nog niet aanwezig zijn tijdens de periode waarin de photoperiode verkort wordt, van deze verkorting geen invloed ondervinden. De stimulans, welke uitgaat van de korte lichtperiode, is volgens hen quantitatief. Deze mening gronden zij op hun waarneming, dat bij een bepaald ras na een behandeling van twee weken drie procent van de groeipunten generatief was, na drie weken zes en zestig procent en na vier weken honderd procent. In een andere proef zaaiden deze onderzoekers het ras *Rupsail* in September en in Februari. Zij stonden daarna gedurende zes weken een lichtperiode van acht uur toe. In beide gevallen leidde dit tot een aanzienlijke vervroeging van de bloei. De lengte van de vegetatieperiode was bij het zaaisel van September langer dan bij het zaaisel van Februari. Dit was een gevolg van de lage wintertemperaturen.

KAR en ADHIKARI [18] vonden bij proeven met acht rassen, dat bij een korte photoperiode de uitstoeling groter was dan bij een lange photoperiode. Volgens hen is in de eerste tijd van de groei een verkorting van de lichtperiode van belang. Nadien is de lengte van de lichtperiode zonder invloed op de lengte van de vegetatieperiode.

Ook GUPTA en SEN [12] (zie ook SEN [39]), berichten over de resultaten van proeven met rijstplanten, opgegroeid bij verschillende lengten van de photoperiode. Op 2 September 1943 uitgelegd zaad van het ras *Bhasamanik* leverde planten op, welke zonder verlenging of verkorting van de lichtperiode na ongeveer vijf en negentig dagen een pluim te zien gaven. Kortte men gedurende de eerste twintig dagen van de vegetatieperiode de duur van de belichting in tot acht uren, dan werd de hoofdpluim pas na ongeveer honderd elf dagen zichtbaar. In 1944 namen dezelfde auteurs een proef met *Bhasamanik* en drie andere rassen, t.w. *Indrasail*, *Kumargar* en *Tilakchary*. Gezaaid werd op 15 September. Op 1 September is de daglengte ter plaatse 12.36 uur, op 15 December 10.46 uur. Een aantal planten stond gedurende de eerste maand na het zaaien bij een lichtperiode van zestien uur, terwijl de overige planten als

contrôle dienden. De laatrijpe rassen *Kumargar* en *Tilakchary* kortten tengevolge van de genoemde behandeling de tijd tussen zaai en pluimuitkomst in van resp. ongeveer zes en zestig dagen tot ongeveer zestig dagen en van ongeveer acht en vijftig dagen tot ongeveer zeven en vijftig en een halve dag. Voor de twee rassen met middelmatig lange vegetatieperiode, t.w. *Bhasamanik* en *Indrasail*, waren de overeenkomstige getallen drie en zestig en zes en vijftig resp. vier en vijftig en twee en vijftig. Bij de proeven van 1943 bracht een verkorting van de lichtperiode dus verlating van de bloei teweeg, en in 1944 verlenging van de lichtperiode een vervroeging van de bloei. Dit is zeer opvallend, want SIRCAR [40] vond juist, dat bij een achturige belichting *Bhasamanik* sneller bloeide dan bij de locale daglengte.

MISRA [29] onderzocht twee rassen, T 23 en T 36, met bij normale cultuuromstandigheden gelijke groeiduur, op hun reactie op verkorting van de lichtperiode tot tien uur. De behandeling werd begonnen toen de planten 30, 40, 50, 60, 70 of 80 dagen oud waren, en duurde tot de bloei. Bij het ras T 36 was de vegetatieperiode korter naarmate eerder met de behandeling begonnen werd. Dit was niet het geval bij T 23. Bij dit ras hadden de behandelingen, begonnen op een leeftijd van dertig en van veertig dagen, dezelfde gevolgen. Dit wijst er dus op, dat bij T 36 de eerder genoemde ongevoelige periode korter duurt dan bij T 23.

Dezelfde auteur [30] nam proeven met planten van een viertal rassen, welke hij over de volgende objecten verdeelde:

„Contrôle", dit is opgegroeid bij de locale daglengte,

een photoperiode van tien uur vanaf de achttiende dag na het zaaien en volgehouden gedurende dertig dagen resp. gedurende de gehele vegetatieperiode.

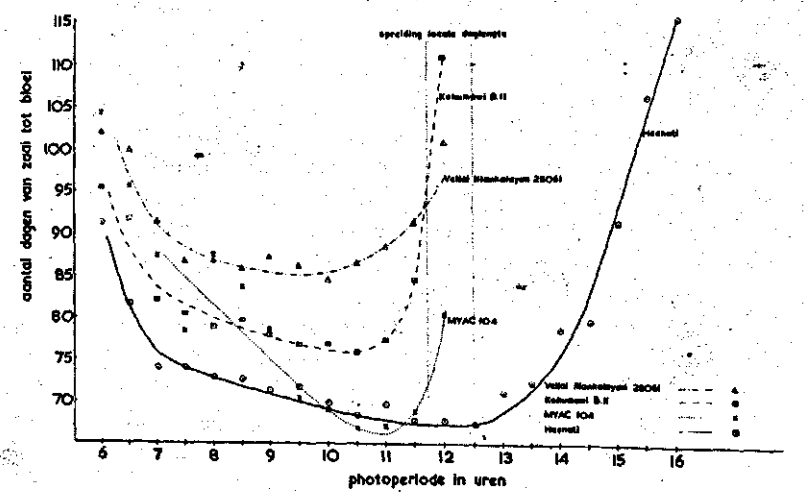
een photoperiode van vier en twintig uur eveneens vanaf de achttiende dag na het zaaien en volgehouden gedurende twintig resp. dertig dagen.

De lange photoperiode bleek geen aantoonbare gevolgen te hebben. De photoperiode van tien uur vertraagde de bloei steeds, en in grotere mate naarmate deze behandeling langer toegepast werd. Het grootste verschil met de contrôleplanten bedroeg bijna vijftien dagen. Bovendien werden vele pluimen van de planten, die steeds bij een tienurige photoperiode groeiden, niet zichtbaar. Deze resultaten laten zich niet verklaren uit de literatuur en evenmin uit onze eigen proeven.

CHANDRARATNA [5] deed op Ceylon enkele proeven met verkorting van de photoperiode tot zes of negen uur. Hij paste deze behandeling toe nadat de planten drie weken oud geworden waren, en wel gedurende 7, 14, 21, 28, 33 of 38 dagen of totdat de bloei intrad. Reeds een behandeling van veertien dagen versnelde de bloei

aanzienlijk. Een verkorting van de lichtperiode tot zes of negen uur gedurende twee weken werkte niet wanneer de planten bij het begin van de behandeling één week, wel wanneer ze dan drie weken oud waren. Bij een behandeling gedurende de gehele vegetatieperiode bleek het negen-uur object iets meer effect te hebben dan het zes-uur object.

CHANDRARATNA onderzocht eveneens [6] de gevoeligheid van enkele rassen, afkomstig uit Indonesië, Ceylon, India en Birma. De vroegrijpe rassen uit India en de (laatrijpe) benaalde rassen uit Indonesië bleken de enige te zijn die van een photoperiode van negen uur vrijwel geen invloed ondervonden. Alle andere rassen reageerden wel. Eén ras, *Heenati*, bloeide bij de photoperiode van negen uur later dan bij de locale daglengte. CHANDRARATNA verklaart dit uit de resultaten van een latere proef. In deze laatste proef vond hij, dat er voor elk ras een bepaalde lengte van de photoperiode bestaat waarbij het snelste bloei optreedt, en noemde deze de „optimale photoperiode". Photoperioden, langer of korter dan deze optimale photoperiode zouden de vegetatieperiode verlengen (grafiek 1).



Grafiek 1. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de photoperiode volgens CHANDRARATNA.

Elk onderzocht ras kende een eigen optimale photoperiode, welke bij *Heenati* tussen 11.30 uur en 12.30 uur lag, en bij de andere rassen tussen 10 en 11 uur. In de proef, waarbij CHANDRARATNA rassen uit Ceylon vergeleek met rassen uit Indonesië, Birma en India, lag de optimale photoperiode van *Heenati* dichter bij de locale daglengte dan bij de photoperiode van negen uur.

Ook ABEYRATNE [1] heeft zich met dit probleem bezig gehouden. „*Heenati*" omvat volgens hem een groep van ongeveer dertig rassen, welke in morphologisch en physiologisch opzicht verschillen vertonen met de andere rijstrassen van Ceylon. ABEYRATNE vergeleek een tot de *Heenati* groep behorend ras met drie andere rassen wanneer er gezaaid werd op 8 Januari of 10 Juni. Het *Heenati* ras bloeide het snelst na de zaai in Juni, in tegenstelling tot de andere rassen, welke òf geen reactie vertoonden òf juist na de zaai in Januari de kortste vegetatieperiode bezaten. In een andere proef onderzocht ABEYRATNE de lengte van de vegetatieperiode van een aantal rassen bij een photoperiode van negen uur en bij de locale daglengte. Enkele rassen toonden zich ongevoelig voor de lengte van de photoperiode, andere bloeiden het snelste bij de lichtperiode van negen uur, maar een *Heenati* ras bloeide bij de photoperiode van negen uur later dan bij de locale daglengte.

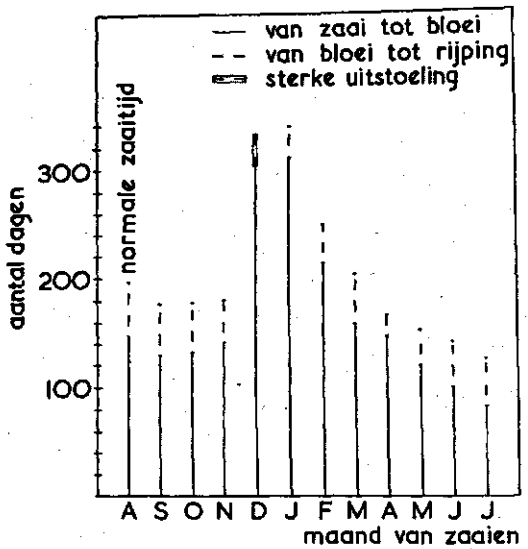
JAGOE [16] onderzocht de invloed van kleine verschillen in de lengte van de photoperiode. Door een belichtingsduur aan te brengen, die zeven tot drie en twintig minuten langer was dan de zonnedag, kon hij de bloei van drie rijstrassen met zeven en twintig dagen vertragen.

§ 3. *Het verband tussen de datum van zaaien en de lengte van de vegetatieperiode*

Het verband tussen de zaaidatum en de lengte van de vegetatieperiode is zeer belangrijk.

LORD en DE SILVA [27], sprekend over Ceylon, wijzen erop, dat men de z.g. *maha*-rassen op de juiste tijd moet zaaien. Dit is in het *maha*-seizoen, Augustus-September. Is dit niet mogelijk, dan moet men een van de z.g. *yala*-rassen kiezen. Deze zijn genoemd naar het seizoen waarin ze gewoonlijk gezaaid worden, d.i. te beginnen in Maart. De reden hiervan is, dat een *maha*-ras een vegetatieperiode heeft, waarvan de lengte sterk afhankelijk is van de zaaidatum, terwijl de vegetatieperiode van een *yala*-ras min of meer constant van lengte is.

LORD en DE SILVA toonden dit aan door een jaar lang iedere maand een zaaisel van een *maha*-ras in de grond te brengen. Zaai in October of November gaf nog wel een „normale" vegetatieperiode; de pluimontwikkeling was echter slecht. De in December gezaaide planten brachten het zelfs niet tot bloei; ruim driehonderd dagen na het zaaien trad opnieuw uitstoeling op. Toen zij nog later zaaiden werd de vegetatieperiode weer korter. De pluimvorming bleef slecht. Een *yala*-ras vertoonde dit verschijnsel in veel mindere mate. Bij gewone cultuuromstandigheden heeft een *maha*-ras een vegetatieperiode van ongeveer zes maanden en een *yala*-ras een vegetatieperiode van drie tot vier maanden.



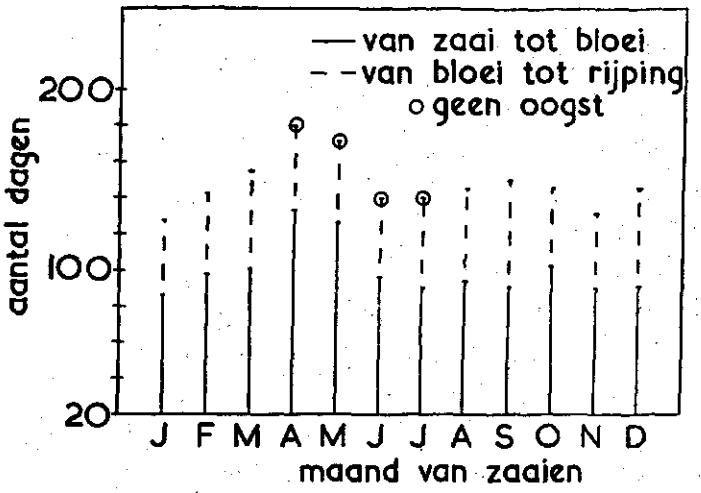
Grafiek 2. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum bij een z.g. *maha*-ras (naar LORD en DE SILVA).

De gegevens van LORD en DE SILVA zijn vermeld in grafiek 2.

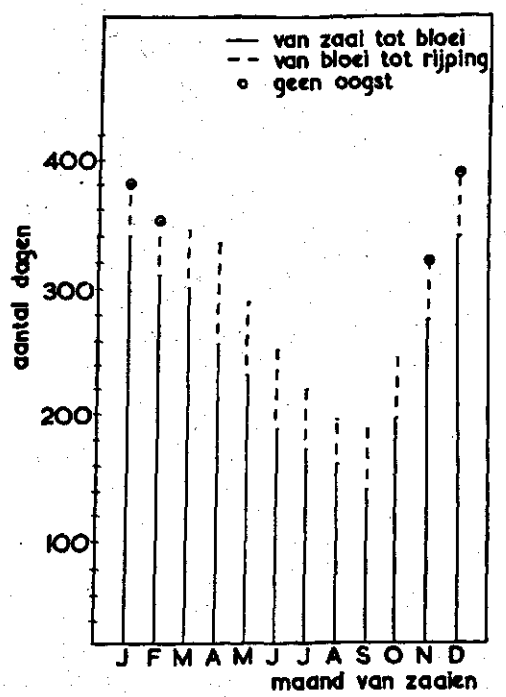
RAMIAH [36], een onderzoeker uit India, maakt eveneens onderscheid tussen rassen met een lange en rassen met een korte groeiduur. Bij de eerstgenoemde is er een sterke reactie van de lengte van de vegetatieperiode op de zaaidatum vast te stellen, bij de tweede niet. Voor de rassen met lange groeiduur leverde RAMIAH het bewijs van deze gevoeligheid in een zaaitijdenproef, waarvan de resultaten vermeld zijn in tabel 2.

Zaaidatum	Aantal dagen tussen zaai en bloei	
	1925-'26	1927-'28
1-6	138	–
1-7	118	113
1-8	98	98
1-9	90	85
1-10	94	88
1-11	91	116
1-12	95	98
1-1	104	130
1-2	224	231

Tabel 2. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum (naar RAMIAH).



Grafiek 3. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum bij een z.g. *yala*-ras (naar HAIGH).



Grafiek 4. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum bij een z.g. *maha*-ras (naar HAIGH).

HAIGH [13], op Ceylon, bevestigde de resultaten van LORD en DE SILVA. Hij herhaalde hun proef met een *maha*- en met een *yala*-ras, waarbij hij gedurende twee jaar lang elke maand een zaaisel in de grond bracht. Het verschil in reactie van deze twee rassen blijkt zeer duidelijk in de door HAIGH gegeven grafieken (zie grafieken 3 en 4).

De vier genoemde auteurs wisten geen verklaring voor de door hen waargenomen verschijnselen. Deze werd gegeven door SCRIPCHINSKY [38], die hun resultaten samenvatte en verklaarde als reactie op de wisselingen in de lengte van de dag. Weliswaar zijn deze in de tropen gering, maar blijkbaar voldoende groot om belangrijke verschillen in de lengte van de vegetatieperiode teweeg te brengen. Zijn conclusie is, dat planten van *maha*-rassen kortedagplanten zijn, terwijl *yala*-rassen indifferent zijn ten opzichte van de lengte van de dag.

CHANDRARATNA [5] deed, eveneens op Ceylon, soortgelijke proeven met acht rassen op hoogten van nul en vijfhonderd meter boven zee. De daglengte beliep 11.43 tot 12.32 uur. Zijn resultaten geven hetzelfde beeld als die van zijn voorgangers (zie tabel 3 en 4).

In Indonesië deed VAN DER MEULEN [28] zaaitijdenproeven ten Zuiden en ten Noorden van de evenaar. Het bleek hem, dat de benaalde rassen vrijwel niet reageren op verschuiving van de zaaidatum. Er zijn ook onbenaalde rassen, waarbij de lengte van de vegetatieperiode niet beinvloed wordt door de zaaidatum. Bij deze groep kent men echter ook de z.g. seizoenbloeiers. Hieronder verstaat men die rassen, waarbij de lengte van de vegetatieperiode in sterke mate bepaald wordt door de zaaidatum.

Curven, welke dit illustreren, vindt men in de grafieken 5 en 6. De gegevens over de proeven, uitgevoerd ten Noorden van de evenaar, zijn niet gepubliceerd. De reactie is dezelfde als ten Zuiden van de equator met een verschuiving van langste en kortste groeiduur van zes maanden (medegedeeld door KERLING [20a]).

In de Verenigde Staten van Noord-Amerika onderzocht JENKINS [17] de lengte van de vegetatieperiode bij zaaitijden, gelegen tussen 1 Maart en 15 Juni. Hij deed dit bij een twaalftal rassen. De tijd tussen zaai en bloei werd in het algemeen korter naarmate hij later zaaide. Wel kwam vaak de langste groeiduur voor bij zaai op 15 Maart, niet op 1 Maart, terwijl bij *Caloro* de vegetatieperiode het langste was toen op 1 April gezaaid werd. De reductie in de lengte van de groeiperiode bedroeg twee en twintig tot een en veertig procent. Van enig verband tussen deze bekorting en de lengte van de vegetatieperiode is niets te bespeuren.

ADAIR [2] deed van 1932 tot 1939 proeven over het verband tussen de zaaidatum en de groeiduur, de korrelopbrengst, de uitlevering

PERADENIYA PADDY STATION				
Zaaidatum	*Kohumawi* B.11	*Kurulutuduwi* b.13	*Suduheenati* 1 CPY 19	*Dahanala* 37 YM 2014
29-11-46	200	141	91	76
29-12-46	+ 365	+ 365	85	74
1- 2-47	+ 365	+ 365	86	74
1- 3-47	+ 238	+ 238	79	72
1- 4-47	238	226	88	67
1- 5-47	219	203	101	65
1- 6-47	190	187	82	71
1- 7-47	–	–	–	–
1- 8-47	–	–	–	–
1- 9-47	141	141	82	73
1-10-47	142	142	78	68
5-11-47	149	136	103	77
1-12-47	195	149	91	81
1- 1-48	+ 315	+ 315	96	77
3- 2-48	+ 284	+ 284	94	77
1- 3-48	+ 254	+ 254	84	74
1- 4-48	+ 223	+ 223	90	74
1- 5-48	+ 193	+ 193	103	82
1- 6-48	+ 162	+ 162	–	79
1- 7-48	+ 132	+ 132	87	80
1- 8-48	+ 101	+ 101	81	72

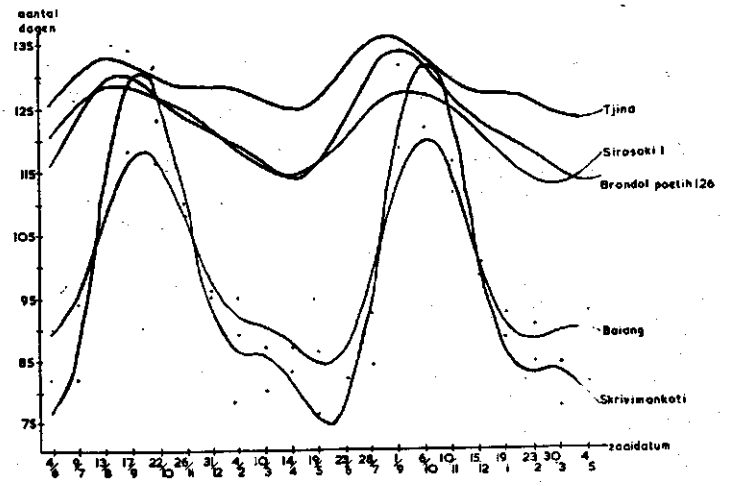
Tabel 3. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum (naar CHANDRARATNA).
+ 365 betekent: vegetatieperiode langer dan 365 dagen.

en de stro-opbrengst. Hij vond rassen welke de lengte van hun groeiperiode sterk bekortten naarmate er later gezaaid werd, terwijl andere rassen een min of meer constante groeiduur bezaten. Bij de eerste groep nam de hoogte van de plant af naarmate de vegetatieperiode korter was, bij de tweede groep was deze tendenz minder uitgesproken. De korrelopbrengst varieerde sterk. Brengt men de gegevens hierover in verband met de tijd van bloei, dan lijkt het waarschijnlijk dat deze van groter belang was dan de lengte van de vegetatieperiode.

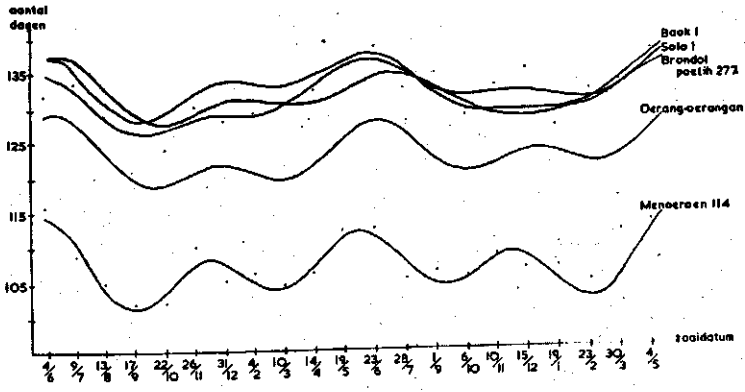
MURRAY [32] trachtte voor Trinidad een vruchtopvolging mogelijk te maken, waarbij twee keren per jaar rijst geoogst kon worden. De tweede zaai moet dan in October plaats vinden. Dit plan mislukte. De vegetatieperiode van de op Trinidad verbouwde rijstrassen is bij zaai op de normale tijd, d.i. in het begin van Juni,

Zaaidatum	*Kohumawi* B.11	*Kurulutuduwi* b.13	*Suduheenati* 1 CPY 19	*Hondarawala* 1254	*Madael* 39 YM 137	*Kaluheenati* 39 YM 3254	*Dahanala* 37 YM 2014
BELLANA PADDY STATION							
1-12-46	–	–	75	78	78	73	71
1- 1-47	+ 301	+ 301	80	80	80	80	66
1- 2-47	+ 271	+ 271	73	81	80	74	67
1- 3-47	+ 233	+ 233	76	84	83	74	69
1- 4-47	+ 212	+ 212	76	85	137	75	70
1- 5-47	+ 182	+ 182	76	85	84	75	71
EGALOYA PADDY STATION							
1- 6-47	185	175	97	101	99	72	70
1- 7-47	186	176	99	105	102	71	70
1- 8-47	–	–	–	–	–	–	–
1- 9-47	183	–	97	108	102	75	68
1-10-47	–	–	104	106	105	73	75
1-11-47	–	–	–	106	109	73	–

Tabel 4. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum (volgens CHANDRARATNA). + 301 betekent: vegetatieperiode langer dan 301 dagen.



Grafiek 5. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum bij een vijftal onbenaalde Indonesische rijstrassen (naar VAN DER MEULEN).



Grafiek 6. De lengte van de vegetatieperiode als functie van de zaaidatum bij een vijftal benaalde Indonesische rijstrassen (naar VAN DER MEULEN).

ongeveer vijf maanden lang. In October gezaaide rijst bezit een veel kortere groeiduur en levert weinig op. MURRAY zette een zaaitijden-proef op, waarbij twee jaar lang elke maand gezaaid werd. De gegevens, vermeld in tabel 5 en grafiek 7, tonen een duidelijk verband tussen zaaitijd en lengte van de vegetatieperiode.

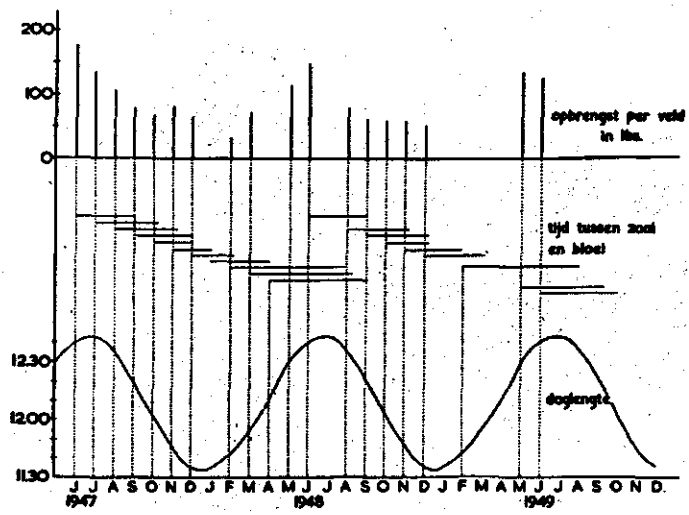
Zaaidatum	Tijd tussen zaai en bloei in dagen	Tijd tussen zaai en oogst in dagen	Oogst per veld in lbs.
3- 6-47	109	162	172
4- 7-47	95	145	130
5- 8-48	88	139	105
5- 9-47	89	146	81
6-10-47	86	148	68
5-11-47	86	157	80
3-12-47	85	136	65
3- 1-38	97	–	–
13- 2-48	191	269	30
5- 3-48	165	238	70
5- 4-48	–	–	–
5- 5-48	133	180	112
5- 6-48	110	159	148
5- 7-48	–	–	–
17- 8-48	91	139	80
6- 9-48	90	142	63
5-10-48	86	145	63
5-11-48	92	147	61
13-12-48	92	140	50
5- 1-49	–	–	–
5- 2-49	188	–	–
5- 3-49	–	–	–
5- 4-49	–	–	–
5- 5-49	140	187	130
6- 6-49	111	155	142

Tabel 5. De lengte van de vegetatieperiode en de opbrengst als functie van de zaaidatum (naar MURRAY).

§ 4. *De waarde van de in de paragrafen 2 en 3 verzamelde gegevens*

Overziet men de in de paragrafen 2 en 3 van dit hoofdstuk verzamelde gegevens, dat moet vastgesteld worden, dat zij ons slechts een zeer onvolledig beeld geven van de invloed van de lengte van de licht- en donkerperiode op de groei en de ontwikkeling van de rijstplant. De oorzaken van deze onbevredigende resultaten van vijf en twintig jaren onderzoek zijn:

1. Het gebrek aan een nauwkeurige beschrijving van de plant tijdens de groei en de ontwikkeling.
2. Het gebruik van de z.g. „natuurlijke" of „normale" daglengte als „contrôle". De volgende bezwaren kunnen hiertegen worden aangevoerd.



Grafiek 7. De lengte van de vegetatieperiode en de opbrengst als functie van de zaaidatum (naar MURRAY).

a. Men bepaalt de „natuurlijke" daglengte als de tijd tussen zonsopgang en zonsondergang. Het is echter onbekend, bij welke lichtintensiteit de photoperiodiciteitsverschijnselen bij rijst opgewekt worden. De werking van de schemering kan dan ook niet bepaald worden, m.a.w. de „natuurlijke" daglengte is niet vast te stellen.
b. De lengte van de vegetatieperiode bij „natuurlijke" daglengte kan sterk worden beinvloed door de zaaidatum. De uitkomst van een proef, waarbij de werking van een kunstmatig aangebrachte constante lengte van de lichtperiode vergeleken wordt met de werking van de „natuurlijke" daglengte, wordt mede bepaald door de aanvangsdatum van de proef.
c. Het gebruik van de „natuurlijke" daglengte als contrôle maakt, afgezien van andere klimaatsinvloeden, vergelijking van proeven, genomen op verschillende breedtegraden, moeilijk.
d. Bij vergelijking van rassen met ongelijke groeiduur worden overeenkomstige delen van de vegetatieperiode doorlopen bij verschillende belichtingsomstandigheden. Een voorbeeld kan dit verduidelijken. We zaaien op het Noordelijk Halfrond, op 15 April twee rassen, a en b. Elk ras wordt verdeeld in twee objecten: „natuurlijke" daglengte en twaalfurige belichting. Ras a komt bij „natuurlijke" daglengte op 21 Mei

in het generatieve stadium, ras b op 21 Juni. D.w.z., dat ras b bij een grotere daglengte generatief wordt dan ras a. Misschien zou ras b bij een daglengte als op 21 Mei niet op 21 Juni, maar b.v. op 10 Juni in het generatieve stadium gekomen zijn. Zeker is dit niet, maar we moeten rekening houden met de mogelijkheid.
Hetzelfde, maar nu andersom, geldt voor de groei van de pluim. Bij ras a heeft deze plaats bij een toenemende, bij ras b bij een afnemende daglengte. De vergelijking tussen de twee objecten van ras a is dan ook niet dezelfde als de vergelijking tussen de twee objecten van ras b.

e. Een moeilijkheid als vermeld in d kan zich ook voordoen bij bestudering van één ras met verschillende objecten. Het duidelijkste is dit wellicht weer te demonstreren aan de hand van een voorbeeld. We zaaien, op het Noordelijk Halfrond, op 15 April een ras a, en verdelen het zaaisel in drie objecten: „natuurlijke" daglengte (object p), twaalfurige belichting van 1 Juni tot 1 Juli (object q) en twaalfurige belichting van 1 Mei tot 1 Juni (object r). Verder nemen we aan, dat object p op 15 Juni in het generatieve stadium komt, object q op 15 Juni en object r op 15 Mei. De groei van de pluim vindt bij object p plaats bij afnemende daglengte, en bij q en r ten dele bij toenemende daglengte. Bovendien is deze toenemende daglengte niet gelijk voor q en r. In deze proef meten we dus niet alleen de invloed van het tijdvak waarop een korte lichtperiode gegeven wordt, maar ook de invloed van de daglengte nadien, en deze is voor de verschillende objecten ongelijk.
De „natuurlijke" of „normale" daglengte als contrôle toepassen wil dan ook in wezen zeggen: het als basis gebruiken van een niet nauwkeurig te bepalen grootheid, welke niet constant is.

3. Vergroot men de lengte van de lichtperiode door buiten de zonnedag supplementair licht te verstrekken, dan voert men extra energie toe. Gelet op de geringe hoeveelheid licht, welke men gewoonlijk verschaft, zal dit de koolzuurassimilatie niet in een belangrijke mate vergroten. Onderschept men het zonlicht teneinde de lichtperiode te bekorten, dan vermindert men tevens de gelegenheid tot assimilatie. Het is opvallend dat hieraan weinig aandacht wordt geschonken. Wel vindt men in sommige publicaties vermeld de kleur van de plant, de hoogte, het aantal zijstengels e.d. Dit wordt echter zelden in verband gebracht met de hoeveelheid energie welke de planten ter beschikking stond, terwijl zulks toch voor de hand ligt. Vooral bij die proeven, waarbij de daglengte sterk gereduceerd werd,

blijkt de groei hieronder te lijden. Dit kan de photoperiodiciteitsverschijnselen beinvloeden. Het is zeer waarschijnlijk, dat de vertraging in de bloei bij een zeer sterke verkorting van de lichtperiode in vergelijking met een matige reductie, zoals b.v. geconstateerd werd door LIEN FANG CHAO en KUAN JEN HSU en CHANDRARATNA, uitgelegd moet worden als een gevolg van de verminderde gelegenheid tot assimilatie.
Evenzo weet men niet, in hoeverre eigenschappen als uitstoeling, korrelopbrengst en planthoogte bepaald worden door de grootte van de photosynthese, zodat het onjuist is verandering in deze eigenschappen uitsluitend toe te schrijven aan de inwerking van een korte of een lange photoperiode.
COYAUD [8] schenkt hieraan zijn aandacht waar hij opmerkt, dat een photoperiode van acht tot tien uur, volgens KONDO van twaalf uur, het meest geschikt is om photoperiodieke *) reacties op te wekken zonder de groei al te zeer te wijzigen. Een kortere bestralingsduur brengt abnormaliteiten teweeg.
ESPINO en PANTALEON [10] vonden een verschil in groei bij planten welke alleen in de ochtenduren in de zon stonden in vergelijking met planten, die alleen in de middag door de zon bestraald werden en wel ten gunste van de ochtendbelichting.
Bovenstaande overwegingen maken het duidelijk dat bij vele proeven de energieverschaffende werking en de photoperiodieke werking van het licht niet op voldoende wijze van elkaar gescheiden gehouden zijn. Voor de factor „korrelopbrengst" komt hierbij, dat de weersomstandigheden ten tijde van de bloei een belangrijke rol spelen bij de bevruchting en de korrelvorming. Daar het tijdstip van de bloei bij de verschillende objecten van een proef sterk uiteen kan lopen, moet men de gegevens over zaadopbrengst, aantal voze korrels e.d. met de nodige reserve interpreteren. Sommige onderzoekers leggen hier niet de gewenste voorzichtigheid aan de dag.

§ 5. *De onderzoekingen van KERLING*

Het in § 4, punt 1 geconstateerde gebrek aan een nauwkeurige beschrijving van de plant werd reeds eerder gevoeld door KERLING [20a,b]. Zij schrijft: „..... the developmental processes succeeding each other or occurring simultaneously in a normal freely developing rice plant, are not yet fully understood. In most cases the plants have only been observed externally, without the systematic dissection necessary to determine their condition. With a better knowledge of the developmental processes occurring

*) Tegen het gebruik van het woord „photoperiodiek" zijn ongetwijfeld bezwaren aan te voeren. Wij menen echter, dat deze minder zwaar tellen dan die, welke ingebracht kunnen worden tegen het germanisme „photoperiodisch".

in control series, the results of many experiments on rice could have been interpreted more succesfully". En: „..... This knowledge may be the key to the solution of practical problems".

Om deze leemte in onze kennis aan te vullen, kweekte KERLING te Bogor, Indonesië, gelegen op zeven graden Zuiderbreedte, rijst op voedingsoplossingen. De volgende objecten werden in haar onderzoek betrokken:

Twee series van de onbenaalde seizoenbloeier *Oentoeng*, gezaaid op resp. 16 Januari en 21 Juli.

Een serie van het benaalde ras *Baok*, gezaaid in Januari.

Aan de planten bepaalde zij:

het aantal en de lengte van de bladeren,

het aantal en de lengte van de internodia van de stengel,

het aantal en de plaats van de zijstengels,

de toestand en de afmetingen van de vegetatiepunten van stengels en knoppen.

Dit werd gedaan door geregelde analyse van een zo groot mogelijk aantal planten, gedurende de gehele vegetatieperiode. Tevens werd bij enkele volgroeide planten het aantal korrels aan de pluimen van hoofd- en zijstengels geteld.

De resultaten van dit werk kunnen als volgt worden samengevat:

Een groeipunt in het vegetatieve stadium wordt omringd door een primordium, groot ongeveer 0.200 mm., een primordium met een lengte van 0.200 mm. tot 2 mm., een blad dat zich snel strekt en één of meer volgroeide bladeren. De schijf van een blad groeit eerst uit. Is deze volgroeid, dan strekt zich de schede. De lengte van de bladeren wisselt, maar de schede wordt gemiddeld langer naarmate de bladeren hoger aan de stengel liggen. De scheden, gevormd nadat het generatieve stadium is ingegaan, blijven korter dan verwacht mocht worden.

Wanneer een blad de definitieve lengte bereikt heeft, begint het hieronder gelegen internodium zich te strekken. De pluimsteel strekt zich nadat de pluim de uiteindelijke vorm en grootte bezit. Internodia van hoofd- en zijstengels welke zich tegelijkertijd strekken, doen dit in ongeveer gelijke mate. De groeipunten van alle stengels gaan bijna tezelfdertijd in het generatieve stadium over. Ook de pluimstelen van hoofd- en zijstengels strekken zich tegelijk, zodat de pluimen van één plant gelijktijdig bloeien.

Op een bepaald ogenblik verhindert een remmingsproces de uitgroei van de okselknoppen. De knoppen, welke reeds aan het uitgroeien waren, sterven af, samengedrukt tussen stengel en bladschede. In de jongere knoppen gaat de afsnoering van bladprimordia door, maar doordat de strekking achterwege blijft, worden de knoppen dik. Deze remming kan onderbroken worden door een periode van hernieuwde knopuitloop, zodat men kan onderscheiden: een uit-

stoelingsperiode, een eerste remmingsperiode, een periode van hernieuwde uitstoeling, een tweede remmingsperiode en wederom een uitstoelingsperiode. De remming begint onderaan de stengels en zet zich in opwaartse richting voort. Tegen de tijd, dat de zaden rijp zijn, zijn alleen de knoppen bovenaan de stengel niet verdikt. Ongeveer op dit ogenblik komt de plant weer in een stadium van hernieuwde vegetatieve groei; de niet gestrekte knoppen ontwikkelen zich snel tot scheuten welke reeds na ongeveer drie weken bloeien. Dit zijn dus de dikke knoppen en de niet verdikte knoppen boven aan de stengels.

De tijdstippen waarop de stengel zich gaat strekken, het beschreven remmingsproces optreedt en de vegetatiepunten zich differentieren tot pluim, hangen af van ras en omstandigheden. Een verband tussen deze drie processen kon niet vastgesteld worden. Bij de in Juli gezaaide serie van het ras *Oentoeng* begon de stengelstrekking tegelijk met de overgang naar het generatieve stadium, en wel vijftig dagen na het zaaien. De knopremming zette enige dagen later in, werd opgeheven tussen de zeventigste en de negentigste dag na het zaaien en bleef daarna gehandhaafd tot aan de rijpheid van de zaden. Bij de planten van de Januari-serie begon de stengelstrekking na ongeveer vijf en zestig dagen, de vorming van de pluim ongeveer vijf dagen later. Bij het ras *Baok*, gezaaid in Januari, begon de strekking van de stengels honderd dagen na de zaai, tezelfdertijd als de vorming van de pluim. Remming van de knoppen trad op van de zeventigste tot de honderdste dag, en van de honderd dertigste tot de honderd vijf en vijftigste dag. Op deze laatste dag stonden de planten in bloei. De zaden waren toen dus niet volkomen rijp, zoals wel het geval was toen de knopremming bij *Oentoeng* opgeheven werd.

Ondanks het feit, dat de Januari-serie van *Oentoeng* generatief werd na zeventig dagen en de Juli-serie na vijftig dagen, bloeiden beide series honderd dagen na de zaai. Dit kwam, doordat bij de Juli-serie de snelheid van de bladvorming verminderde na vijf en veertig dagen en bij de Januari-serie op die leeftijd juist een versnelling van dit proces viel op te merken. Bovendien strekten de hoogste internodia en de pluimsteel zich bij de Januari-serie sneller dan bij de Juli-serie.

KERLING acht het waarschijnlijk, dat de korte dagen van omstreeks Juli de overgang naar het generatieve stadium bespoedigen terwijl de langzamerhand toenemende daglengte de strekking van de hoogste internodia en de pluimsteel remt. Bij de Januari-serie zou dit juist omgekeerd zijn: eerst een remming van de overgang naar het generatieve stadium door de lange dagen, daarna een versnelling van de strekking door de korter wordende dag.

De planten van de Juli-serie bloeiden wat onregelmatig. De

pluimen van de hoofdstengels van dertien planten van de Juli-serie telden gemiddeld honderd vijf en dertig korrels; bij de Januari-serie waren het er ruim twee honderd. Voor de pluimen van de zijstengels waren deze getallen resp. honderd en honderdvijftig.

Het werk van KERLING opende vele nieuwe gezichtspunten. Oorlogsomstandigheden noodzaakten haar helaas, haar proeven te beëindigen.

§ 6. *Samenvatting*

De gegevens van de voorgaande paragrafen kunnen als volgt worden samengevat:

1. De meeste onderzoekers vinden, dat rijst bij een korte lichtperiode eerder bloeit dan bij een lange. RJABOV, GUPTA en SEN, MISRA, CHANDRARATNA en ABEYRATNE vermelden evenwel hiervan afwijkende waarnemingen, terwijl LIEN FANG CHAO en KUAN JEN HSU in hun literatuuroverzicht spreken van een groeiversnellende invloed van een lange lichtperiode nadat de pluim aangelegd is.
2. Over de meerdere of mindere mate van gevoeligheid voor de lengte van de lichtperiode heerst geen eenstemmigheid. In Japan, China, India en Ceylon wordt verband gelegd tussen de lengte van de vegetatieperiode en de reactie op de lengte van de photoperiode. De gevoeligheid zou groter zijn naarmate de tijd tussen zaai en bloei onder „normale" omstandigheden langer is. In Indonesië acht men de benaalde rassen ongevoelig, de onbenaalde in kleinere of grotere mate gevoelig. In de Verenigde Staten van Noord-Amerika wordt geen melding gemaakt van een verband tussen de reactie op de lengte van de lichtperiode en enig ander kenmerk van de plant.
3. Er zijn perioden in het leven van de plant waarin deze niet, en andere perioden, waarin de plant wel de invloed ondergaat van de lengte van de photoperiode. Deze tijdvakken zijn niet gelocaliseerd. EGUCHI meent, dat de plant tot het ogenblik waarop de pluim gevormd wordt wel, en daarna niet reageert op de lengte van de dagelijkse belichtingsduur. Deze opvatting is in strijd met die van de meeste onderzoekers. Vrijwel steeds werd n.l. gevonden, dat juist de eerste weken van het bestaan van de plant het tijdvak vormen waarin de lichtperiode de lengte van de vegetatiecyclus niet beinvloedt, terwijl dit nadien wel het geval is.
4. Een tijdelijke verkorting van de lichtperiode kan al zijn invloed doen voelen bij een korte duur. Een even lang durende behandeling met een verlenging van de lichtperiode werkt ook, maar in veel mindere mate.

5. Het onderzoek naar het verband tussen de zaaidatum en de lengte van de vegetatieperiode leert, dat kleine verschillen in de duur van de dagelijkse belichting grote invloed kunnen hebben. Bij de proeven hierover was de lichtperiode nooit veel korter dan twaalf uur. Andere proeven leren, dat verkorting van de lichtperiode beneden een zekere waarde geen duidelijk effect heeft. De drempelwaarde schijnt te liggen bij een lichtperiode van tien tot twaalf uur.
6. De mogelijkheid bestaat, verschillende delen van eenzelfde plant op sterk uiteenlopende tijden te laten bloeien. Dit blijkt uit proeven, waarbij een gedeelte van het aantal stengels bij een andere lichtperiode opgroeide dan de overige stengels. Hetzelfde is te zien, wanneer men een jonge plant gedurende korte tijd een korte lichtperiode geeft. De hoofdstengel en eventueel één of meer zijstengels bloeien dan eerder dan de andere stengels. De ter beschikking staande gegevens staan niet steeds toe, de omstandigheden vast te stellen waarbij deze resultaten verkregen werden.
7. De gegevens van KERLING en LIEN FANG CHAO en KUAN JEN HSU maken duidelijk, dat de lengte van de lichtperiode een uiteenlopende werking heeft op de verschillende processen die zich in de plant afspelen. De onderlinge samenhang van deze processen is dan ook niet steeds dezelfde. De lengte van de lichtperiode oefent op deze samenhang een belangrijke invloed uit.

Hoofdstuk II

HET DOEL VAN HET ONDERZOEK

§ 1. *Doelstelling*

Het gebrek aan kennis van de groei en ontwikkeling van de rijstplant tijdens de proeven, genomen om de invloed van de lengte van de lichtperiode op de plant na te gaan, maakt de juiste interpretatie van deze proeven moeilijk of onmogelijk. Dit is betoogd in § 4 van Hoofdstuk I. Alleen KERLING maakte een nauwkeurige analyse van de door haar gebruikte planten. Voor haar proeven geldt echter het bezwaar, dat de daglengte tijdens de groei van de planten veranderde. Haar verhandeling boet daardoor aan waarde in, voor zover zij de invloed van de lengte van de lichtperiode op het gedrag van de plant beschrijft. De titel van haar publicatie, t.w. „Developmental processes in the riceplant in relation to photoperiodism" legt dan ook te zeer de nadruk op de waarde ervan voor de kennis van de photoperiodiciteit bij rijst. O.i. is de inhoud van KERLING's artikel van veel algemener belang dan de titel doet vermoeden, aangezien het de eerste morphologische studie omvat van de rijstplant tijdens de gehele vegetatieperiode.

KERLING sluit haar artikel met de zinsnede:
„The influence of a constant length of day on the developmental processes requires investigation, varietal differences need to be recorded".

Met deze opmerking is het doel van onze studie vrijwel geheel aangegeven. Dit doel was, met behulp van de werkwijze van KERLING:

1e: een nauwkeurige kennis te verkrijgen van de habitus van rijstplanten, behorende tot verschillende rassen, wanneer deze planten opgroeiden bij twee lichtperioden, waarvan de ene als kort, de andere als lang bestempeld kon worden.

2e: te onderzoeken, welke de invloed is van een „korte" resp. „lange" lichtperiode op verschillende delen van de vegetatieperiode.

§ 2. *Geschiedenis van het onderzoek*

In de jaren 1949 en 1950 werden met de in hoofdstuk III, § 1 te beschrijven eenvoudige hulpmiddelen enkele orienterende onderzoekingen gedaan. Deze toonden aan, dat in de kassen van het Laboratorium voor Tropische Landbouwplantenteelt te Wageningen dezelfde resultaten behaald konden worden als die, welke sinds lang

uit de literatuur bekend waren. Hierna kon overwogen worden, hoe de verdere onderzoekingen ondernomen zouden moeten worden indien men de bezwaren van voorgaande proeven vermijden wilde. Deze bezwaren, uitvoerig behandeld in Hoofdstuk I, § 4, zijn:

Het gebruik van de „natuurlijke" daglengte als „contrôle".

Het verschil in de lengte van de bestraling door de zon tussen objecten met een lange, resp. korte lichtperiode.

Het gebrek aan een nauwkeurige analyse van de planten tijdens de proef.

Bij de proeven van 1951 zou dus beschikt moeten kunnen worden over een methode, volgens welke een goede beschrijving van de groei en ontwikkeling van de rijstplant gegeven zou kunnen worden. Om onmiddellijk aan de oplossing van deze vraag te kunnen gaan werken, werd in de herfst en de winter van 1950 geprobeerd, rijstplanten te kweken met behulp van verlichting door fluorescentiebuizen. Dit mislukte. Juist in die tijd publiceerde KERLING methode en resultaten van haar onderzoekingen. Dit feit opende vele perspectieven. De wijze, waarop KERLING haar planten onderzocht had, kon overgenomen worden en toegepast worden op een onderzoek naar de invloed van een constante lengte van de photoperiode op de ontwikkelingsprocessen van de rijstplant. De twee andere hierboven genoemde moeilijkheden werden eveneens opgelost. Er werd een apparatuur gebouwd welke toestond dat een groot aantal planten gekweekt werd bij een constante lengte van de duur van de zoninstraling, terwijl objectverschillen aangebracht konden worden door een zwakke, assimilatorisch niet werkzame verlichting door fluorescentiebuizen. Deze apparatuur is beschreven in Hoofdstuk III, § 2 en 3.

In 1951 werden uitgebreide waarnemingen verricht aan planten behorende tot één rijstras. Het onderzoek omvatte in de eerste plaats een studie van de habitus van planten, opgegroeid bij twee lengten van de lichtperiode. Daarnaast werd de invloed nagegaan van een verandering in de lengte van de lichtperiode op tijdstippen in het leven van de plant, welke waarschijnlijk als critisch bestempeld mochten worden. In 1952 werd het onderzoek uitgebreid met een viertal rassen. De overweging hierbij was, dat uit de literatuur duidelijk blijkt dat de rijstrassen aanzienlijke verschillen vertonen in hun reacties op de lengte van de lichtperiode. In Hoofdstuk I, § 3 is reeds gewezen op het feit, dat men in Indonesië de benaalde rassen ongevoelig acht en de onbenaalde al of niet gevoelig. Hierbij werd tevens vermeld, dat in Japan, India en Ceylon vroegrijpe rassen minder gevoelig geacht worden dan laatrijpe, terwijl in de Verenigde Staten van Noord-Amerika de wijze van reageren op de lengte van de lichtperiode niet in verband wordt gebracht met enig ander kenmerk. Om deze reden werden

in 1952 twee uit Indonesië geimporteerde rassen vergeleken, t.w. een benaald en een onbenaald ras, en tevens twee uit Amerika geimporteerde rassen, waarvan het ene ras gevoelig, het andere ongevoelig heette te zijn voor de lengte van de lichtperiode. Hiervoor was een uitbreiding van de apparatuur nodig, hetgeen gebeurde op de in Hoofdstuk III, § 3 aangegeven wijze. In Hoofdstuk IV vindt men in § 2 een nadere aanduiding van de gebruikte rijstrassen.

Deel II

APPARATUUR, PLANTMATERIAAL, METHODE EN TERMINOLOGIE

Hoofdstuk III

DE GEBRUIKTE APPARATUUR

§ 1. *Apparatuur ten behoeve van oriënterende onderzoekingen*

Voor proeven, waarbij alleen gezocht werd naar een globale indruk van de invloed van de lengte van de photoperiode op de lengte van de vegetatieperiode, dienden gegalvaniseerde ijzeren potten met een inhoud van vijf en twintig liter. In een dergelijke pot werden drie tot vijf planten opgekweekt. Verlenging van de photoperiode werd bereikt door boven de planten gloeilampen te hangen, waarvan de brandduur geregeld werd door een electrische klok. Om verkorting van de photoperiode te verkrijgen werden met zwart papier beplakte lichtdichte kappen gebruikt met afmetingen van 50 x 50 x 200 cm. Deze werden op de gewenste tijden over de planten geplaatst of weggenomen. Een aantal van deze kappen had een dubbel dak met openingen welke zodanig waren geconstrueerd, dat geen licht kon binnendringen. De bij een dergelijke kap behorende pot werd ingegraven. Naast deze pot werd een inwendig versterkte rubberslang in de grond gebracht, waarvan het ene uiteinde naast de pot boven de grond kwam, terwijl het andere uiteinde aangesloten werd op een op de grond liggende zinken buis. Deze buis had een verticaal verlengstuk, waarin aan de bovenzijde een ventilator gemonteerd was. Deze ventilator zorgde voor een benedenwaarts gerichte luchtstroom in de kappen. De ventilator stond eveneens in de kasruimte opgesteld, zodat de onder de kappen staande planten in dezelfde atmosfeer stonden als die, welke vrij stonden. Zie figuur 1.

Het bezwaar van deze apparatuur is, dat men een zeer groot aantal potten en kappen nodig heeft indien men geregeld planten wil analyseren. Bovendien ontvangen objecten met een lichtperiode, langer dan of gelijk aan de lengte van de zonnedag, meer zonlicht dan planten die opgroeien bij een kunstmatig verkorte photoperiode. Toen dan ook uit proeven, genomen met behulp van bovenstaande apparatuur, gebleken was dat te Wageningen photoperiodiciteitsproeven met rijst mogelijk waren, werd een inrichting gebouwd, welke aan hogere eisen voldeed.

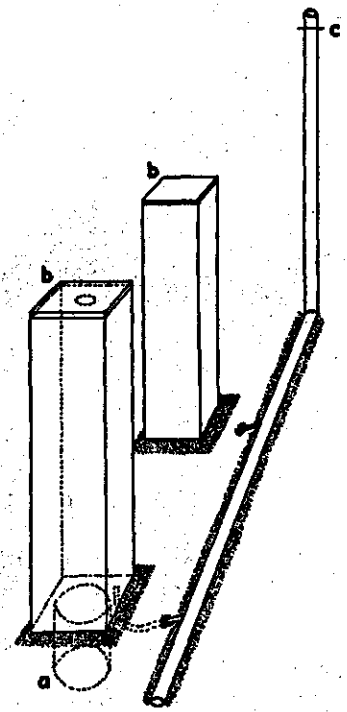


Fig. 1. De opstelling met gegalvaniseerd ijzeren potten en afzuigbare kappen ten behoeve van oriënterende onderzoekingen.

§ 2. *De opstelling met loods en wagens*

In het Zuidelijk gedeelte van een van de kassen werden naast elkaar twee banen rails gelegd in de richting Noord-Zuid. Boven het Noordelijk deel van de rails werd een geheel lichtdichte loods geplaatst, opgetrokken van hout en hardboard. De loods werd in twee delen gescheiden, waarbij er voor gezorgd werd, dat geen licht van de ene helft in de andere kon dringen. De afmetingen van deze loods waren: lengte 400 cm., breedte 350 cm., hoogte 275 cm. In de Oostelijke helft werden drie Philips fluorescentiebuizen opgehangen. Onder in de deuren van de loods waren lichtdichte luchtinlaten geplaatst. Boven in de achterzijde bevond zich een ventilator. De ventilator kon regelrecht op het electrische net aangesloten worden, terwijl de brandduur van de lampen door een klok geregeld werd.

Op de rails stonden twee aan twee vier ijzeren wagentjes, met bakken groot 150 x 120 x 50 cm. Teneinde de afgifte van voor de plant schadelijke stoffen te voorkomen, waren deze geverfd met loodmenie en verf, beide op chloorrubberbasis.

Figuur 2 en foto 1 illustreren de beschrijving van deze opstelling.

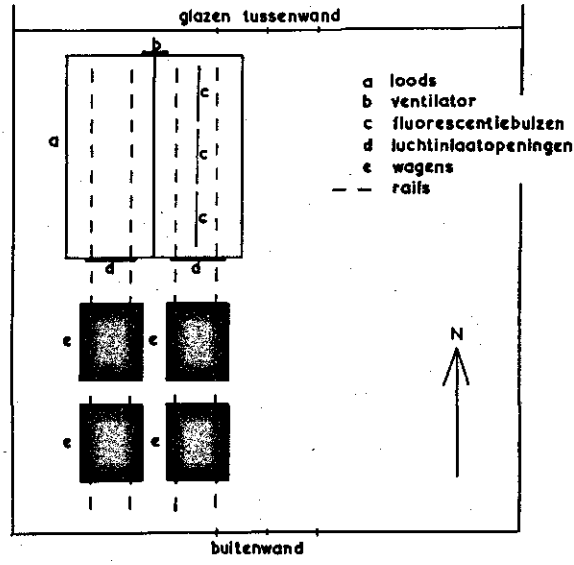


Fig. 2. Schema van de opstelling met loods en wagens.

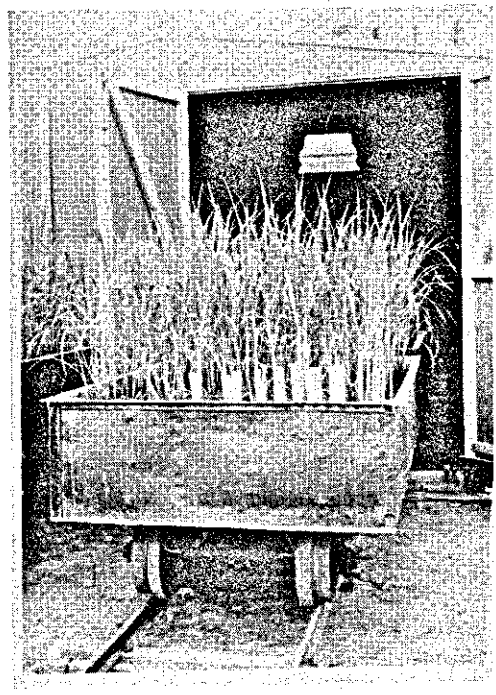


Foto 1. De opstelling met loods en wagens.

§ 3. *De loodsen, bestaande uit afneembare schotten, geplaatst boven waterdichte bakken*

De hierboven beschreven opstelling werd in 1951 gebruikt bij het onderzoek van één ras. In 1952 werden, zoals medegedeeld is in § 2 van Hoofdstuk II, vier rassen getoetst. Twee daarvan konden een plaats vinden in de vier wagentjes. Ruimtegebrek maakte het onmogelijk, voor de twee overblijvende rassen een duplicaat van de bestaande installatie te bouwen. Deze rassen werden daarom onderzocht met behulp van de volgende apparatuur:

Eén van de kassen van het laboratorium bevat acht en veertig betonnen bakken, welke in de bodem zijn ingelaten. Elk van deze bakken is 3.15 m. lang, 0.50 m. breed en 0.60 m. diep. De betonnen rand van elke bak steekt 0.15 m. boven de vloer van de kas uit. Aan de buitenzijde van elk hoekpunt werd een 2.20 m. hoge lat opgericht. De onderkanten van deze vier palen werden onderling verbonden door latwerk, en evenzo de bovenkanten. Op deze wijze ontstond een wandloze doos van 2.20 m. hoog, 0.72 m. breed en 3.40 m. lang. Deze doos werd versterkt door in elk van de lange zijden twee verticale steunlatten aan te brengen op afstanden van 1.15 m. van de hoekpunten. Op dezelfde afstanden werden in de bovenzijde twee versterkingslatten bevestigd. De doos bestond daardoor uit twee ongedeelde smalle, hoge zijden, twee lange, hoge zijden welke in drie vakken waren verdeeld en een in drie vakken verdeelde bovenzijde. In elk van deze in totaal elf vakken konden schotten geplaatst worden. Deze bestonden uit platen hardboard, versterkt met en omlijst door latwerk. Het volkomen lichtdicht maken van

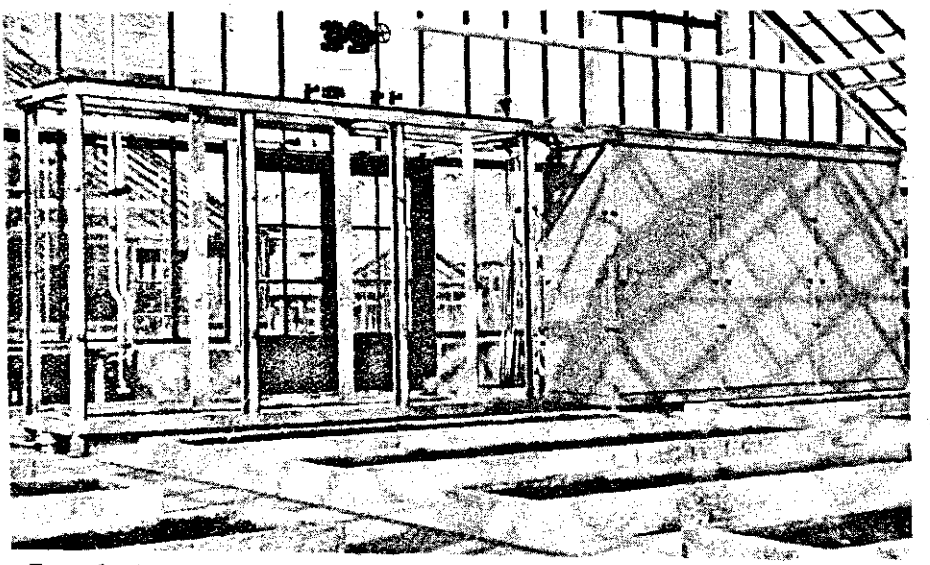


Foto 2. De opstelling van de uit afneembare platen opgetrokken kappen.

een dergelijke kast eist een zeer zorgvuldige bewerking; de resultaten van de proeven toonden aan, dat de afsluiting afdoende was, ook bij het gebruik in de zeer warme en vochtige kas. De ventilatie werd verzorgd door aan de onderkant van een van de smalle schotten een lichtsluis in te bouwen. Aan de bovenkant van het tegenoverliggende smalle schot werd een gat geboord. Na het inzetten van dit schot kon op het gat een rubberslang aangesloten worden, welke naar een ventilator liep (foto 2).

Van dit model kast werden twee exemplaren gebouwd. Eén ervan werd voorzien van een tegen het dak gemonteerde fluorescentiebuis met een sterkte van veertig Watt.

Zoals reeds werd opgemerkt, neemt deze laatste opstelling minder ruimte in beslag dan die met de loods en de wagens. Daar staat tegenover, dat de wagens meer planten kunnen bevatten dan de overdekte bakken, terwijl zij gemakkelijker te hanteren zijn dan de schotten.

Hoofdstuk IV

HET PLANTMATERIAAL

§ 1. *De indeling van de soort Oryza sativa L.*

Men is er nog niet in geslaagd, een algemeen aanvaarde indeling van de vele rijstrassen te ontwerpen. COYAUD [8] geeft een overzicht van de daartoe gedane pogingen. Het valt buiten het doel van deze studie, de verschillende classificaties en hun mérites te bespreken. Aangezien echter een indeling niet steeds gemist kan worden, zullen wij gebruik maken van die, welke in Indonesië gangbaar is geworden, en welke o.a. te vinden is bij VAN DER MEULEN [28] en PAERELS [35].

Rijst, *Oryza sativa L.* behoort tot de tribus der *Oryzeae*, de familie der *Gramineae*, de orde der *Glumiflorae*. KORNICKE deelde de soort *Oryza sativa L.* in twee groepen, n.l. *utilissima Kcke* en *glutinosa Lour.* De eerstgenoemde groep omvat de rassen waarvan het endosperm geheel uit zetmeel bestaat, bij de tweede groep is naast zetmeel amylo-dextrine aanwezig.

De groep *utilissima* wordt onderverdeeld in *communis Kcke* (schijnvruchten en vruchten 5-7 mm. lang) en *minuta* Presl. (schijnvruchten en vruchten kleiner dan 5 mm.). De *communis*-groep omvat de meeste en de belangrijkste rijstrassen. VAN DER STOK deelde deze groep in twee ondergroepen, die van de *boeloes* en die van de *tjerehs*. Het al of niet aanwezig zijn van de kafnaald is een belangrijke eigenschap. De *tjerehs* zijn onbenaald, de *boeloes* benaald. Er bestaan echter rassen, welke geen kafnaald bezitten, maar wegens hun andere eigenschappen tot de groep van de *boeloes* behoren te worden gerekend. Men noemt een dergelijk ras een *goendil*-ras. *Goendils* komen veel voor in de subtropen, maar zijn ook in de tropen niet zeldzaam.

Goendils zowel als *boeloes* zijn volgens VAN DER MEULEN weinig of niet gevoelig voor de lengte van de lichtperiode, terwijl men onder de *tjerehs* vaak een zeer grote gevoeligheid in dit opzicht aantreft.

§ 2. *De bij de proeven gebruikte rijstrassen*

Bij de oriënterende proeven van 1949 en 1950 werd erop gelet, dat *tjerehs* zowel als *goendils* en *boeloes* bij de onderzochte rassen aanwezig waren.

Het aantal gebruikte rassen was vrij groot; de namen ervan zullen worden vermeld bij de behandeling van de proeven waarbij

ze betrokken waren. De keuze van de in 1951 en 1952 gebruikte rassen, welke dus betrokken waren bij het uitgebreide morphologische onderzoek, diende zorgvuldig overwogen te worden. In 1951 viel de keuze op het ras *Nero di Vialone*. Dit ras is afkomstig uit Italië. Het kan gerekend worden tot de groep van de *goendil*-rassen. Dit laatste zou aan de juistheid van de keuze doen twijfelen. Volgens VAN DER MEULEN immers zijn *goendils* zowel als *boeloes* weinig of niet gevoelig te achten voor de lengte van de lichtperiode. De proeven van 1949 en 1950 hadden evenwel aangetoond, dat *Nero di Vialone* sterk op de lengte van de lichtperiode reageert. De korte vegetatieperiode van dit ras was voor het experiment een groot voordeel. De ruimte, dus het aantal planten, was beperkt. Het aantal per tijdseenheid te analyseren planten kon dus groot zijn omdat de vegetatieperiode kort was. Tevens kon men er dan van verzekerd zijn, dat de vegetatieperiode zou vallen in de weinige zomermaanden van het Nederlandse klimaat. In 1951 was dit des te belangrijker omdat werkzaamheden in de kas het begin van de proef uitstelden tot in de tweede helft van April. *Nero di Vialone* is bovendien een ras dat een markante violetzwarte kleur bezit aan bladeren en kafjes, zodat een eventuele onzuiverheid snel in het oog loopt. In de vele jaren, dat het ras in de kassen te Wageningen aangeplant werd, was van enige afwijking nooit iets gebleken.

In 1952 werd het onderzoek uitgebreid tot vier andere rassen, t.w. een *boeloe*, een *tjereh* en twee uit de Verenigde Staten van Noord-Amerika afkomstige rassen, waarvan het ene ras gevoelig heette te zijn voor de lengte van de lichtperiode en het andere niet. Bij de keuze van de *boeloe* en de *tjereh* moest gelet worden op een niet te lange vegetatieperiode, zulks weer met het oog op de korte duur van de Nederlandse zomer. Bovendien diende de *tjereh* te behoren tot de groep van de z.g. seizoenbloeiers. In 1949 was gebleken, dat het *tjereh*-ras *Tjina* aan deze eisen voldeed, zodat het in de proef van 1952 opgenomen werd. *Tjina* is door VAN DER MEULEN geselecteerd uit het uit India afkomstige ras *Tilakchary*. Als representant van de *boeloe*-groep werd gekozen het ras *Karang Serang*.

De keuze van de twee andere rassen werd gemaakt aan de hand van de gegevens van JENKINS [17] en BEACHELL [3]. Als gevolgtrekking uit hun proeven noemen zij een aantal rassen gevoelig voor de lengte van de lichtperiode, en een ander aantal ongevoelig voor deze factor. In de collectie van het laboratorium waren alleen ongevoelige rassen aanwezig. Door bemiddeling van de Heren KIK en ADAIR verkregen wij enkele gevoelige en enkele ongevoelige rassen. De keuze werd nu gemaakt aan de hand van de volgende criteria:
1e. De vegetatieperiode moet niet te lang zijn.

2e. Het ene ras dient zeer gevoelig te zijn, het andere zeer ongevoelig.
3e. De lengten van de vegetatieperiode van de twee rassen dienen elkaar onder de normale cultuuromstandigheden niet veel te ontlopen.

Bij dit laatste punt dient aangetekend te worden, dat bij „gevoelige" rassen de lengte van de vegetatieperiode sterk afhankelijk is van de zaaidatum. Bij de „ongevoelige" rassen is dit niet het geval. Het was dus van te voren niet zeker, dat de lengten van de vegetatieperioden van de te kiezen rassen bij de daglengte in Wageningen aan elkaar gelijk zouden zijn. Bij de keuze volgens het laatste criterium moest dan ook op de mogelijkheid van verrassingen gerekend worden.

Beziet men de gegevens van BEACHELL, vermeld in tabel 1, dan blijkt dat de rassen *Kameji* en *Fortuna* uitstekend aan de gestelde eisen voldoen, zodat ten gunste van deze rassen beslist werd.

Hoofdstuk V

METHODE VAN ONDERZOEK

Bij de in de wagentjes en in de met schotten afgedekte bakken genomen proeven werden de planten geanalyseerd volgens de methode van KERLING. In navolging van haar zal, zonder in discussie te treden over de morphologie van de rijstplant, het eerste groene blad aan een stengel blad één genoemd worden. Blad één aan de hoofdstengel bezit geen schijf; bij de nrs één van de zijstengels is dit wel het geval.

Het coleoptiel van de hoofdstengel en het prophyl van een zijstengel zijn dus blad nr. nul. De hoofdstengel noemt men 1. Een knop of zijspruit aan de hoofdstengel wordt aangeduid door het cijfer 1, gevolgd door het nummer van het blad, uit welks okselknop zij ontstaan is. Een knop of spruit, gelegen in de oksel van blad nr. 3 van de hoofdstengel wordt dus aangegeven met 1/3. Een knop of spruit, gevormd aan een zijstengel, wordt volgens hetzelfde systeem aangeduid. Eerst wordt dus de stengel genoemd, daarna het blad dat de knop of spruit omvat. De knop, gelegen aan de zijstengel 1/3, in de oksel van het tweede blad van deze stengel, wordt dus voorgesteld als 1/3/2. Ook het coleoptiel en het prophyl bezitten een okselknop; 1/4/0 wil zeggen: de knop of spruit aan zijstengel 1/4, ontstaan in de oksel van het prophyl.

Met deze methode benoemt men dus wel de knoppen en spruiten, niet de bladeren. In de praktijk blijkt dit geen bezwaar te zijn.

Identificatie van de verschillende delen van jonge planten is eenvoudig, daar het eerste blad, soms ook het coleoptiel, aanwezig is. Naarmate de plant ouder wordt, sterven de onderste bladeren geleidelijk af. De verschillen in afmetingen van de opeenvolgende bladeren van de hoofdstengel zijn echter zodanig, dat herkenning zeer goed mogelijk blijft. Bij de zijstengels is enige voorzichtigheid geboden. Het aantal bladeren aan overeenkomstige zijstengels is n.l. niet steeds gelijk, zodat men hierop moet letten als men ter vergelijking gebruik maakt van vorige waarnemingen. Bovendien komt het voor, hoewel zelden, dat de lengte van een bepaald blad sterk afwijkt van het gemiddelde. De bladeren onderaan de zijstengels worden echter later gevormd dan die, welke aan de basis van de hoofdstengel liggen. Zij sterven dan ook later af, zodat, indien enige voorzichtigheid betracht wordt, de herkenning van de delen van een niet te oude plant geen bezwaar oplevert. Wanneer ook de onderste bladeren van de zijstengels

gaan verdorren en afvallen, wordt het vaak moeilijk, de plaats van een zijspruit van tweede orde te bepalen. Dubieuze waarnemingen werden uiteraard niet verwerkt.

De lengte van bladschede en -schijf werd, voor zover mogelijk, gemeten tot in mm. nauwkeurig. Soms werd tot in tienden van mm. geschat. Indien nodig, werd de plant ontleed onder een binoculaire praepareermicroscoop bij een vergroting van ongeveer vijftig maal. Zeer jonge bladeren, welke niet meer weggenomen konden worden zonder kans op beschadiging, werden met de jongere delen welke zij omhulden, opgenomen in chloraalhydraat. Dit is ons beter bevallen dan de werkwijze van KERLING, waarbij de ontbladering minder ver wordt voortgezet, en van het groeipunt en omgeving een dikke tangentiële coupe wordt gemaakt. Men verkrijgt de beste resultaten indien men de kleinste blaadjes een of enkele uren laat liggen in vers chloraalhydraat en vervolgens door even zacht te koken de lucht uit het praeparaat verdrijft. De praeparaten werden bekeken bij een vergroting van honderd maal. Eventueel gewenste metingen werden verricht via een tekenspiegel.

De afmetingen van de internodia werden gemeten door de stengel in de lengte door te snijden, en de lengte te bepalen in mm., soms in halve mm. nauwkeurig.

Jonge knoppen werden in hun geheel in chloraalhydraat opgenomen. Bij oudere knoppen was het noodzakelijk eerst het prophyl, soms ook een of meer bladprimordia te verwijderen, eer de knop doorzichtig gemaakt kon worden.

Hoofdstuk VI

TERMINOLOGIE

De definities, welke gegeven worden van de begrippen die tot het terrein van de photoperiodiciteit behoren, lopen bij de verschillende auteurs uiteen, zie b.v. MURNEEK and WHYTE [31]. Het is niet ons doel te trachten de verschillende bepalingen op hun waarde te toetsen. Wij willen slechts van die begrippen, welke in de volgende bladzijden ter sprake zullen komen, aangeven wat wij eronder menen te moeten verstaan.

Photoperiode of lichtperiode:
Dat deel van de cyclus van licht en donker, waarin het licht gegeven wordt.

Photoperiodiciteit:
Het verschijnsel van de beinvloeding van het tijdstip van de bloei (van planten) door de lengte van licht- en donkerperioden.

Groei:
Accumulatie van droge stof en bijvorming van reeds bestaande organen.

Ontwikkeling:
Voortschrijden op de weg naar de voltooiing van de levenscyclus.

Langedagplant:
Plant, waarbij het tijdstip van de bloei vervroegd wordt door de photoperiode te verlengen met licht van lage intensiteit tot een totaal van bepaalde minimumlengte, zonder eisen te stellen aan de lengte van de donkerperiode.

Kortedagplant:
Plant, waarbij het tijdstip van de bloei vervroegd wordt door een langer wordende donkerperiode, met een bepaalde minimumlengte, waarbij de lichtperiode ook een minimumlengte moet hebben.

Dagneutrale plant:
Plant, waarbij het tijdstip van de bloei niet te beinvloeden is door de photoperiode te verlengen met licht van lage intensiteiten, of door de donkerperiode te verlengen.

Photoperiodieke inductie:
Het teweegbrengen van een overgang in de generatieve toestand door een photoperiodieke behandeling.

Photoperiodieke nawerking:

Het verschijnsel, dat een photoperiodieke reactie zichtbaar wordt, nadat de behandeling, waarvan zij het gevolg was, opgehouden is.

Daglengte:

De lengte van de tijd tussen opkomst en ondergang van de zon.

Deel III

DE RESULTATEN VAN ENKELE VOORLOPIGE ONDERZOEKINGEN

Hoofdstuk VII

DE ONDERZOEKINGEN VAN 1949

Het doel van de in 1949 ondernomen proef was, enig inzicht te krijgen in de mogelijkheden, welke de rassencollectie van het Laboratorium voor Tropische Landbouwplantenteelt bood voor het photoperiodiciteitsonderzoek bij rijst. Hiertoe werd gebruik gemaakt van de volgende rassen:

1. *Agostano*
2. *Originario Americano*
3. *Rinaldo Bersani*
4. *Nero di Vialone*
5. *Razza 77*
6. *Precoce 6*
7. *Criollo*
8. *Tjina*
9. *Karang Serang*
10. *Brondol poetih*
11. *Gendjah ratih*
12. *Baok*

De rassen 1 t/m 6 zijn afkomstig uit Italië. *Criollo* is een uit Suriname verkregen *tjereh*. *Tjina* is een uit Indonesië afkomstige *tjereh*. De rassen 9 t/m 12 zijn in Indonesië verbouwde *boeloes*. De zaden werden op 23 Mei uitgelegd in de in Hoofdstuk III, § 1 beschreven potten. Zes en twintig dagen later werd het zaaisel uitgedund en de overgebleven planten overgeplant in potten van hetzelfde model als die, welke voor zaaibed gediend hadden. Op dezelfde dag werd een begin gemaakt met de overdekking van de planten met de in Hoofdstuk III, § 1 beschreven ongeventileerde kappen. De objecten van deze proef waren:

locale daglengte
een lichtperiode van 10 uur, n.l. van 7.00 u tot 17.00 uur
een lichtperiode van 12 uur, n.l. van 7.00 u tot 19.00 uur.

Elk ras werd vertegenwoordigd door één plant, Elke pot bevatte drie planten.

De proef werd laat in het jaar begonnen. Dit had tot gevolg dat enkele rassen niet in bloei kwamen, terwijl van de laatbloeiende objecten de pluimen slechts aarzelend tevoorschijn kwa-

men. Tabel 6 geeft een overzicht van de resultaten van deze proef. De opzet van de proef staat niet toe uit de resultaten vèrgaande gevolgtrekkingen te maken. De mogelijkheid van photoperiodiciteitsonderzoek was evenwel aangetoond.

Ras	Photoperiode 10 uur	Photoperiode 12 uur	Locale daglengte
Agostano	76	76	88
Orig. Americano	77	79	94
Rinaldo Bersani	86	79	102
Nero di Vialone	82	84	102
Razza 77	82	87	94
Precoce 6	88	88	99
Criollo	108	110	128
Tjina	115	123	?
Karang Serang	128	125	?
Brondol poetih	?	?	?
Gendjah ratih	?	?	?
Baok	?	?	?

Tabel 6. Het aantal dagen tussen het zaaien en het begin van de bloei bij de oriënterende proef van 1949.
De met ? aangegeven objecten kwamen niet in bloei.

Hoofdstuk VIII

DE ONDERZOEKINGEN VAN 1950

In 1949 was aangetoond, dat door verkorting van de lichtperiode vervroeging van de bloei mogelijk is. Uit de literatuur is bekend, dat door verkorting van de lichtperiode gedurende korte tijd een vervroegde bloei van de pluim aan de hoofdstengel bereikt kan worden, terwijl de pluimen aan de zijstengels bloeien op een „normaal" te achten tijdstip. Het doel van de proef van 1950 was, te trachten de gegevens hieromtrent te reproduceren.

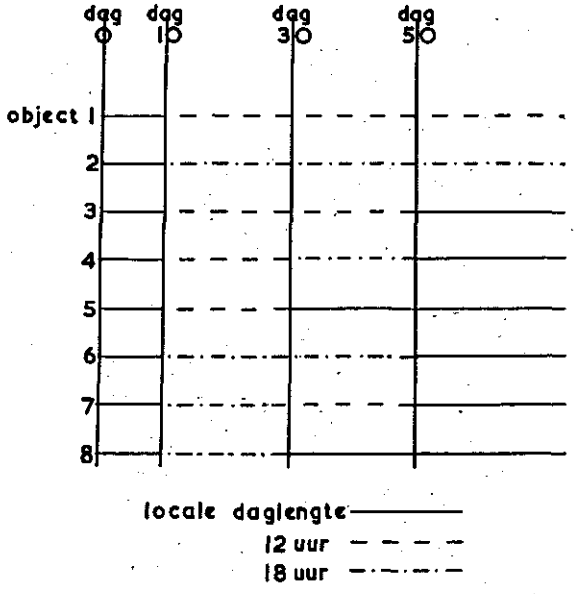
De opzet van dit experiment was als volgt.

De gebruikte rassen waren:

1. *Robarello*
2. *Nero di Vialone*
3. *Tjina*
4. *Baok*
5. *Nira*

Robarello is een vroegbloeiend Italiaans ras, *Nira* is uit de Verenige Staten van Noord-Amerika afkomstig.

De verdeling van de proef in objecten staat aangegeven in figuur 3.



Figuur 3. Schema van de objecten van de orienterende proef van 1950

De planten werden gezaaid in de in Hoofdstuk III, § 1 beschreven potten. De overdekking gebeurde met de in dezelfde paragraaf beschreven kappen, terwijl bijbelichting plaats had met behulp van gloeilampen. Vijftig dagen na het zaaien werden de toen nog niet uitgestoelde planten in een ruimer verband overgeplant.

Bij vier van de vijf rassen, t.w. *Robarello*, *Nero di Vialone*, *Tjina* en *Nira* bleek een photoperiode van 12 uur, volgehouden gedurende de gehele vegetatieperiode, de bloei te vervroegen. Bij het vijfde ras, *Baok*, was dit niet uit te maken omdat zowel bij een lange als bij een korte photoperiode de vegetatieperiode te lang was om bloei te kunnen constateren vóór het invallen van de winter.

Zes objecten omvatten wisselingen in de lengte van de photoperiode in een jeugdig stadium in het leven van de plant. Bij deze objecten viel een scheiding te maken tussen de rassen *Robarello* en *Nero di Vialone* enerzijds en *Tjina*, *Baok* en *Nira* anderzijds. Bij de laatstgenoemde drie rassen viel n.l. geen verschil te constateren in het tijdstip waarop de bloei bij de verschillende objecten intrad. Dit was wel het geval bij *Robarello* en *Nero di Vialone*. Bij die objecten, waarbij een 12-urige photoperiode gegeven werd van de elfde tot de vijftigste dag of van de een en dertigste tot de vijftigste dag, kwam de pluim van de hoofdstengel veel eerder tevoorschijn dan de pluimen van de zijstengels.

Deze proef leverde dus de bevestiging op van een reeds uit de literatuur bekende mogelijkheid, n.l. die van de ongelijktijdige bloei van hoofd- en zijstengels.

Deel IV

DE ONDERZOEKINGEN VAN 1951 EN 1952

Hoofdstuk IX

VOORBEREIDINGEN VOOR DE PROEVEN VAN 1951 EN 1952

§ 1. *Inleiding*

In Hoofdstuk II, § 2, staat te lezen dat in 1951 onderzocht werd:
de groei van *Nero di Vialone* bij belichtingsperioden van 12 en 18 uur;
de invloed van een 12- resp. 18-urige belichtingsperiode op verschillende delen van de vegetatieperiode van hetzelfde ras,
terwijl in 1952 nagegaan werd:
de groei van de rassen *Kameji*, *Fortuna*, *Karang Serang* en *Tjina* bij belichtingsperioden van 12 en 18 uur.

§ 2. *Voorbereidingen voor de eerste proef van 1951*

De voorbereidingen van het eerstgenoemde deel van de proeven van 1951 waren de volgende:

De wagens werden gevuld met goed gemengde grond, gelijk aan die, waarin op het laboratorium sinds jaren met goed succes rijst wordt gekweekt. Zaad van het ras *Nero di Vialone* werd op 16 April in het donker bij 25° C te kiemen gelegd, en in de wagentjes uitgezet op 20 April. Wegens ruimtegebrek was het niet mogelijk de planten vrij te laten uitstoelen. Begonnen werd met een plantverband van 10 x 10 cm. in het vierkant. In enkele rijen werd op 2.5 x 2.5 cm. geplant, om gedurende de eerste dagen ruimschoots materiaal voor analyse voorhanden te hebben. De plantjes zijn dan erg teer, zodat ze bij het onderzoek makkelijk breken. Een flinke hoeveelheid is dan ook gewenst; dit opent tevens de mogelijkheid om door analyse van veel planten een indruk te krijgen van de uniformiteit van het materiaal. Op 21 Mei werd het plantverband gebracht op een driehoeksverband met afstanden van 20 cm. in de rij en 20 cm. tussen de rijen. Nadien werd de stand onregelmatig doordat steeds planten voor onderzoek werden weggenomen.

De waarnemingen namen een aanvang op 23 April. Op deze dag en op 24 April werd van een aantal willekeurig genomen planten de lengte van coleoptiel en de eerste twee bladeren gemeten (tabel 7).

datum	coleoptiel	Blad 1	Blad 2 schede	schijf
23-4	18	16	1	18
	17	22		14
	14	13		14
	15	13		17
	18	16	1	24
	16	13		17
	12	16	1	22
	22	22	1	34
	15	21	16	30
24-4	19	21	20	23
	19	18		18
	11	12		16
	15	14	6	22
	10	14	10	21
	12	13	4	23
	18	21	28	32
	18	20	9	28
	9	12	2	17
	21	12	8	14
	20	17	9	26

Tabel 7. Bladlengte in mm. van een aantal willekeurig genomen planten juist voordat het verschil in lengte vande photoperiode aangebracht werd (*Nero di Violone* eerste serie)

Speciaal de cijfers van 23 April tonen een grote regelmaat. Op 24 April was blijkbaar de strekking van de schede van blad twee in volle gang. In een dergelijke periode is een groter verschil tussen de afzonderlijke planten niet vreemd.

Bovenstaande tabel gaf dan ook reden tot vertrouwen in de homogeniteit van de aanplant, zodat op 24 April 's avonds de wagens voor de eerste keer in de loods werden gereden.

De opzet van de proef was de volgende:
Alle wagens werden in de loods gereden om 19.00 uur. Om 7.00 uur werden zij naar buiten gebracht. In het van fluorescentiebuizen voorziene deel brandde de verlichting van 4.00 uur tot 7.00 uur en van 19.00 uur tot 22.00 uur. De planten groeiden dus bij een dagelijkse belichtingsduur van 12 resp. 18 uren.

Het geheel van deze proef zullen wij in het vervolg aanduiden als „eerste serie", de gedeelten met belichtingsperioden van resp. 12 en 18 uur als „objecten".

In totaal werden van deze serie twintig planten geanalyseerd vóór de objecten aangebracht waren en vervolgens honderd acht en vijftig van het 12 uur object en honderd zestig van het 18 uur object.

§ 3. *De redenen, welke leidden tot het opzetten van een tweede proef in 1951*

Op 25 Mei werd van het 12 uur object de hoofdstengel generatief, hetgeen bij de zijstengels pas enkele dagen later het geval was. Bij deze gelegenheid werd overwogen:

1. De planten van beide objecten zijn morphologisch niet van elkaar te onderscheiden, behalve dat het vegetatiepunt van de hoofdstengel bij het 12 uur object juist gedifferentieerd is tot pluim. Hoe zal zich deze pluim ontwikkelen bij een belichtingsperiode van 18 uur, en hoe zal de pluim zich vormen bij een plant, die op dit ogenblik van het 18 uur object overgebracht wordt naar het 12 uur object?

2. Bij het 12 uur object is het vegetatiepunt van de hoofdstengel gedifferentieerd, de groeipunten van de zijstengels niet. Heeft het overplanten van 12 uur naar 18 uur een andere invloed op de generatieve groeipunten dan op de vegetatieve? Is er een beinvloeding van de zijstengels door de hoofdstengel?

Het was niet de bedoeling, dit in een systematisch opgezette proef te onderzoeken. Hiertoe ontbraken ruimte en tijd. Deze lieten slechts een oppervlakkige oriëntatie toe. Getracht werd, deze door de volgende proef te verkrijgen:

1. Twee planten overbrengen van 12-urige belichting naar 18-urige.
2. Twee planten overbrengen van 18-urige belichting naar 12-urige.
3. Twee planten van elk object uitgraven en ter plaatse inplanten, om de invloed van het overplanten na te kunnen gaan.
4. Twee planten overbrengen van 12-urige belichting naar 18-urige, waarbij de zijstengels van de hoofdstengel afgehaald werden, zulks teneinde de invloed van de hoofdstengel op de zijstengels en omgekeerd te kunnen onderzoeken.
5. Als 4, maar van 18 uur naar 12 uur.

De resultaten van deze proef waren:

1. De planten welke van 18-urige belichting overgebracht waren naar 12-urige, kwamen snel in bloei. Ze waren slechts weinig later dan die, welke steeds een belichting van 12 uur per dag hadden. Dit gold ook voor de afgescheurde stengels.
2. De ontwikkeling van de pluim van de hoofdstengel van de planten, overgeplant van 12 uur naar 18 uur, werd sterk vertraagd.
3. De zijstengels welke nog juist niet zichtbaar generatief waren toen ze van 12 uur naar 18 uur gebracht werden, vormden niet op de normale manier een pluim, maar toonden vele misvormingen.

4. Bij overplanten van 18 uur naar 12 uur groeide de okselknop van het bovenste blad – de z.g. vlag – zeer vaak uit tot een pluim met een lengte van soms twintig cm., die rijpe korrels droeg.

§ 4. *Opzet van en voorbereidingen voor de tweede proef van 1951*

Bovenstaande uitkomsten waren reden om een nader onderzoek in te stellen naar de invloed van een verandering van de photoperiode ten tijde van de overgang in het generatieve stadium. De benodigde ruimte kon worden vrijgemaakt, en er werd besloten, een serie op te zetten met als objecten:

1. Een belichtingsperiode van 12 uur gedurende de gehele groeiduur.
2. Een belichtingsperiode van 18 uur gedurende de gehele groeiduur.
3. Overbrengen van 12 naar 18 uur enige dagen voordat de hoofdstengel vermoedelijk generatief zal worden.
4. Overbrengen van 12 naar 18 uur wanneer de hoofdstengel wel generatief is en dit bij de zijstengels niet het geval is.
5. Overbrengen van 12 naar 18 uur wanneer hoofdstengel en zijstengels generatief zijn.
6. Overbrengen van 18 naar 12 uur wanneer de hoofdstengels van het object met 12-urige belichting generatief zijn. De over te brengen planten zijn dus nog vegetatief.
7. Overbrengen van 18 naar 12 uur wanneer de hoofd- en zijstengels generatief zijn.
8. Overbrengen van 18 naar 12 uur tien dagen nadat dit bij object 6 gebeurd was. De reden hiervan was de volgende:
   Het overbrengen volgens object 6 gebeurde op 3 Augustus. Op 14 Augustus werd voor de eerste keer een plant van dit object geanalyseerd. De hoofdstengel hiervan bleek generatief te zijn. Hoelang was dit al het geval? Om dit na te gaan, werden tien planten van 18 uur naar 12 uur gebracht, waarvan er elke volgende dag een geanalyseerd werd.

Om de invloed van de inkorting van wortels en bladeren bij het overplanten te vermijden, werden de planten gekweekt in bloempotten met een inhoud van 1.5 l. Voor deze serie stonden twee wagens ter beschikking welke elk negen en twintig potten konden herbergen. Dit was het maximale aantal planten, dat aan de proef kon meedoen. Ook daarbij was het nodig dat de eerste overgezette potten (object 3) enige tijd in een derde wagentje geborgen werden.

Doordat het totale aantal planten verdeeld moest worden over

acht objecten, was elk object klein van omvang. Geregelde analyse om het gewenste stadium voor overplanten te bepalen was dan ook niet mogelijk; er zouden geen planten overblijven voor de eigenlijke proef. Daarom werden ook tussen de potten zaden uitgelegd. De hieruit opgegroeide planten werden onderzocht. Was het vereiste stadium bereikt, dan werd ook een potplant geanalyseerd. Steeds bleken de planten in en tussen de potten in een gelijk stadium van ontwikkeling te zijn.

Het zaad voor deze serie werd op 26 Juli te kiemen gelegd op de beschreven wijze. Op 3 Augustus werden de jonge plantjes in de wagens gebracht. De behandeling met verschillende belichtingsperioden ving op dezelfde dag aan.

§ 5. *Voorbereidingen voor de proef van 1952*

Bij de proeven van 1952 werd voor de rassen *Tjina* en *Karang Serang* gebruik gemaakt van de wagens, terwijl *Kameji* en *Fortuna* een plaats vonden in de in Hoofdstuk III, § 3 beschreven bakken in kas C. Van de laatstgenoemde rassen werd op 25 Maart zaad te kiemen gelegd bij 25° C. Op 28 Maart werd dit zaad uitgelegd in kas C. Zoals in Hoofdstuk III, § 3 vermeld staat, waren twee bakken in kas C ingericht voor deze proef, waarvan er een voorzien was van een fluorescentie-buis.

Elk ras nam dus bij elk van de twee belichtingsperioden een halve bak in beslag. Het plantverband was 10 x 15 cm. Binnen elk van de hierdoor gevormde rechthoeken werd een extra korrel uitgelegd. Hierdoor was in de tijd vóór de uitstoeling voldoende materiaal voorhanden zonder dat gevreesd behoefde te worden voor een tekort aan het einde van de vegetatieperiode. Van hetzelfde zaaisel werden enkele korrels uitgelegd in een niet-verduisterde bak in dezelfde kas.

Het zaad van *Tjina* en *Karang Serang* werd op 1 April te kiemen gelegd en op 4 April naar de wagens overgebracht. Het plantverband was hetzelfde als bij de twee andere rassen.

Bij alle vier rassen werden de verschillen in de belichtingsperiode voor het eerst aangebracht op de avond van 15 April. De regeling van de brandduur van de lampen was dezelfde als in het voorafgaande jaar.

§ 6. *De wijze waarop de verschillende proeven en hun objecten aangeduid zullen worden*

In de volgende paragrafen zal verstaan worden onder de *eerste serie:* de groei van *Nero di Vialone* bij een dagelijkse belichting van 12 of 18 uur. Deze twee onderdelen heten *objecten.*

De *tweede serie:* de groei van *Nero di Vialone* in 1951 bij eenzelfde of bij een wisselende photoperiode, zoals beschreven is in

§ 4 van dit hoofdstuk. De objecten van deze series waren:

1. *12-uur constant:* een photoperiode van 12 uur gedurende de gehele vegetatieperiode.

2. *18-uur constant:* een photoperiode van 18 uur gedurende de gehele vegetatieperiode.

3. *12-uur – 18-uur vegetatief:* een photoperiode van 12 uur tot enkele dagen voordat de hoofdstengel vermoedelijk generatief zal worden, daarna een photoperiode van 18 uur.

4. *12-uur – 18-uur hoofdstengel generatief:* een photoperiode van 12 uur totdat de hoofdstengel wel en de zijstengels nog niet generatief is resp. zijn en daarna een photoperiode van 18 uur.

5. *12-uur – 18-uur hoofd- en zijstengels generatief:* een photoperiode van 12 uur totdat de hoofdstengel en de zijstengels generatief zijn, daarna een photoperiode van 18 uur.

6. *18-uur – 12-uur vegetatief:* een photoperiode van 18 uur totdat bij de objecten met 12-urige belichting de hoofdstengels generatief zijn, daarna een photoperiode van 12 uur.

7. *18-uur – 12-uur generatief:* een photoperiode van 18 uur totdat de hoofdstengel en de zijstengels generatief zijn, daarna een photoperiode van 12 uur.

De derde serie: de groei van de rassen *Kameji, Fortuna, Tjina* en *Karang Serang* bij photoperioden van 12 of 18 uur. De objecten van deze serie zullen worden aangegeven als: het 12-uur object van *Kameji*, het 18-uur object van *Tjina* enz.

§ 7. *De nauwkeurigheid van de monstername*

De monstername kon het nauwkeurigste gebeuren bij *Nero di Vialone*. Hierbij werd beschikt over een groot aantal planten, zodat rekening gehouden kon worden met randplanten, afstand tot het glas van de kas, afstand tot de deur e.d. Ook bij *Karang Serang* was de opstelling bevredigend. Moeilijker was het, een goed gemiddelde te verkrijgen bij het ras *Tjina*. De planten hiervan stonden n.l. vrij dicht bij de wand van de kas. Dit nu uitte zich steeds in een zeker verschil in de grootte van de planten die dichter bij of verder van het glas stonden. *Kameji* en *Fortuna* stonden in kas C, welke door de hoge temperaturen, welke erin kunnen voorkomen en ook door het verschil in temperatuur in de verschillende delen van de kas moeilijk bruikbaar is voor vele proeven. Door het kiezen van de meest gunstige plaats werd getracht, hieraan tegemoet te komen. Bij deze moeilijkheden konden de ervaringen, opgedaan met de tweede serie, als steun dienen. Deze serie groeide n.l. op bij slechte weersomstandigheden, waarbij bleek dat dit op het uiterlijk van de plant wel invloed had, maar nauwelijks van belang was voor de door de verschillen in belichtingsperiode opgewekte reacties.

Hoofdstuk X.

DE BLADVORMING

§ 1. *De kieming*

Een beschrijving van embryo en kieming vindt men o.a. bij KERLING [20a].

Reeds in het zaad zijn het coleoptiel en drie bladprimordia te onderscheiden (fig.4). Het eerste bladprimordium omsluit zeer nauw het tweede, en het primordium van het derde blad is ongeveer even hoog als het vegetatiepunt. Het embryo ligt aan de basis van het zaad. Bij de kieming dringen de opgezwollen randen van het scutellum en de epiblast door het onderste kroonkafje heen. Stengel en wortel komen te voorschijn uit de aldus ontstane opening (fig.5).

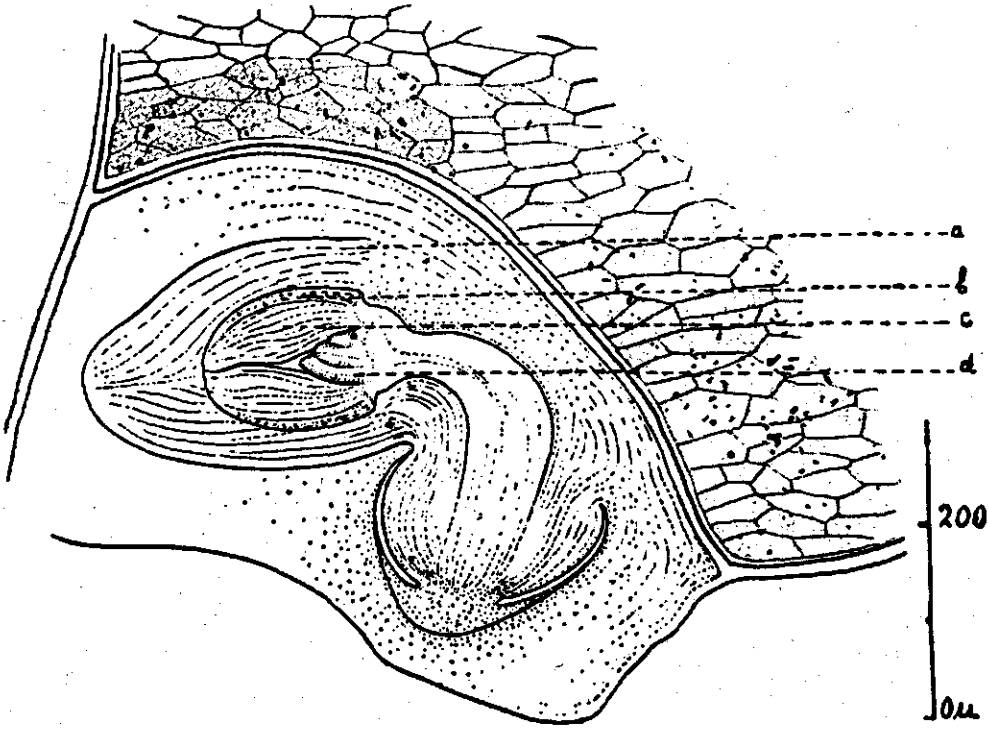


fig.4. Embryo in een kiemend zaad van het ras Untung, na 24 uur in het water gelegen te hebben. a=coleoptiel, b-d=eerste, tweede en derde blad (naar KERLING).

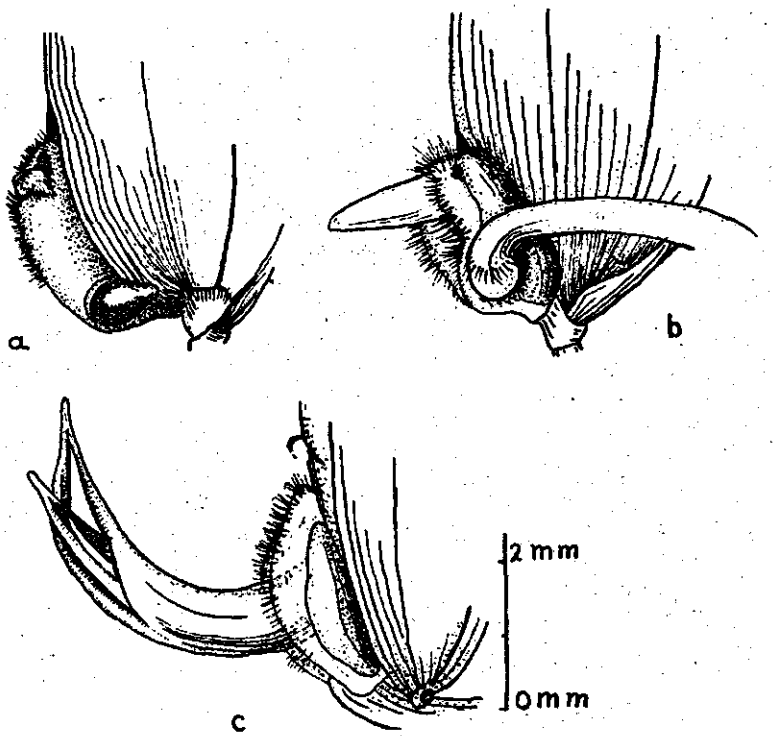


fig.5. Groei van de wortel en de stengel bij een kiemend zaad van het ras Untung. Bij c wordt het coleoptiel opengespleten door het eerste en het tweede blad (naar KERLING).

Onmiddellijk na de kieming van het zaad strekken zich het coleoptiel, het eerste blad en het tweede blad. Ook het derde bladprimordium groeit uit, maar voorlopig veel minder snel. Onderwijl snoert het vegatatiepunt een nieuw primordium af (fig.6). Tot zover KERLING.

§ 2. *De afsnoering van een blad*

De vorming van een blad gaat als volgt in zijn werk:

Het groeipunt heeft de vorm van een bolschijf. De hoogte bedraagt ± 0.08 mm.; de doorsnede aan de voet ± 0.1 mm. Ter hoogte van deze voet vormt zich aan één zijde van het vegetatiepunt een uitstulping. Deze groeit in de lengte uit, waarbij zij in het begin gekromd tegen het bolvormige groeipunt ligt. Tijdens deze groei breidt de uitstulping zich ook in de breedte uit. De sterkste breedtegroei heeft plaats aan de voet, waardoor rondom het vegetatiepunt een ring gevormd wordt. Deze is open en heeft over elkaar liggende uiteinden. Deze overlapping heeft plaats tegen-

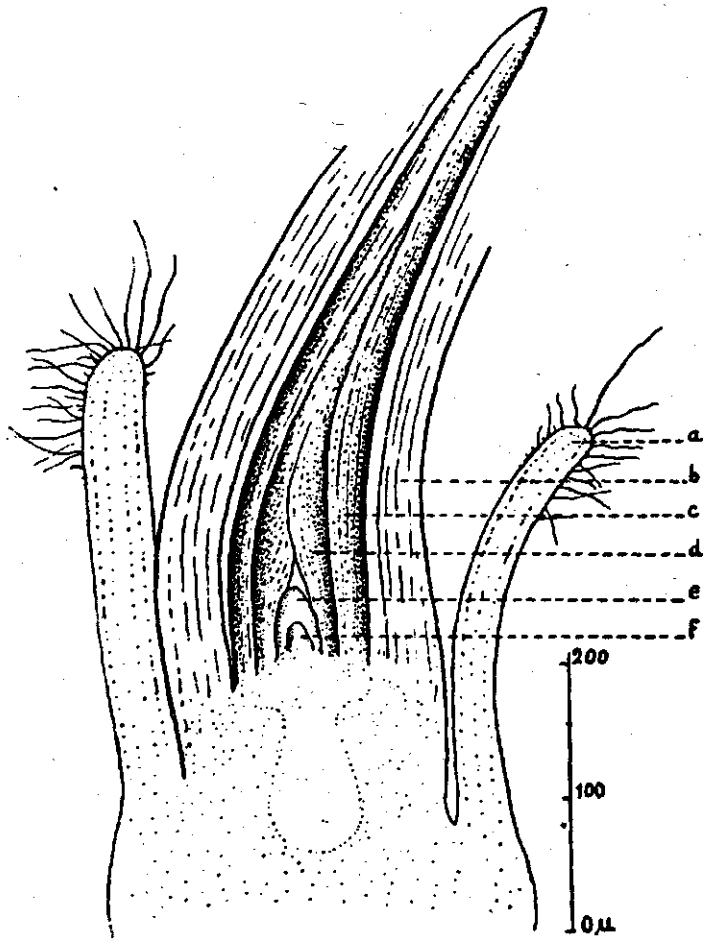


fig.6. Doorsnede van het stengeltje van een twee dagen oude plant van het ras Untung. a=epiblast, b=coleoptiel, c-e=eerste, tweede en derde blad, f=het primordium van het vierde blad, dat het groeipunt bedekt (naar KERLING).

over het punt, waar de eerste uitstulping zichtbaar wordt. De omvatting van het groeipunt door het jonge primordium is voltooid wanneer de lengtegroei zover gevorderd is, dat het primordium even hoog is als het groeipunt, of een weinig hoger.

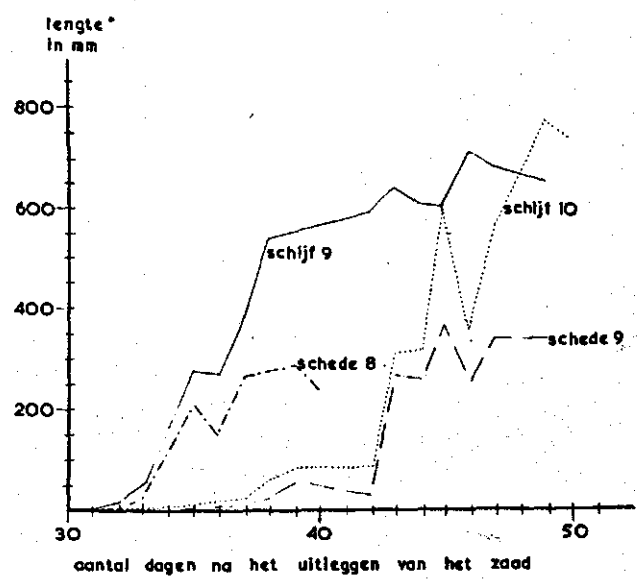
Bij de nu volgende lengtegroei gaat de groei op alle punten even snel. De vorm van de ring rond het vegetatiepunt brengt dus met zich mee, dat het nieuwe blad als een kapje met over elkaar vallende randen over het groeipunt komt te staan.

De parallel lopende nerven worden zichtbaar voor het blote

oog, wanneer het blaadje ongeveer vijf mm. lang is. Ook de scheiding tussen schede en schijf is dan te onderscheiden. De schede van een blad heeft nl. steeds, dus ook wanneer het blad volwassen is, de vorm van een cylinder. De schijf evenwel strekt zich plat uit. Het evenwijdige verloop van de nerven wordt daardoor verstoord. De nerven aan de rugzijde van het blad, die dus dicht bij de hoofdnerf liggen, blijven recht en evenwijdig lopen. De nerven, welke verder van de hoofdnerf verwijderd zijn, buigen uiteen. Deze discordantie is de eerste aanduiding van de vorming van het gewricht. Dit laatste wordt als een dwarse rug zichtbaar op het door schede en schijf gevormde kokertje. Het weefsel van het gewricht is veel minder soepel dan dat van schede en schijf. Hierdoor worden ter plaatse van het gewricht de randen van de schijf uiteen gebogen.

§ 3. *Het rhythme van de bladgroei*

Er bestaan bepaalde betrekkingen tussen de groei van de verschillende delen van een blad, alsook tussen de groei van bladeren welke aan één stengel staan. Voor de groei van één blad geldt, dat eerst de schijf zich strekt, daarna de schede. Totdat de schijf bijna volgroeid is, wordt de schede niet langer dan ongeveer drie mm. Pas wanneer de uiteindelijke lengte van de schijf vrijwel bereikt is, begint ook de schede uit te groeien (zie grafiek 8).



Crafiek 8. Het rhythme in de bladgroei.

Het verband tussen de groei van opeenvolgende bladeren aan een bepaalde stengel is het volgende:

Gaat de schede van een blad n zich strekken, dat gebeurt dit vrijwel tezelfder tijd als de strekking van de schijf van het blad n + 1 dat op n volgt. De schede van blad n en de schijf van blad n + 1 zijn dus tegelijkertijd in de strekkingsperiode. De schijf van n + 1 heeft hierbij een kleine voorsprong. Bij een normaal groeiende spruit steekt de top van een blad dan ook juist buiten de schede van zijn voorganger uit.

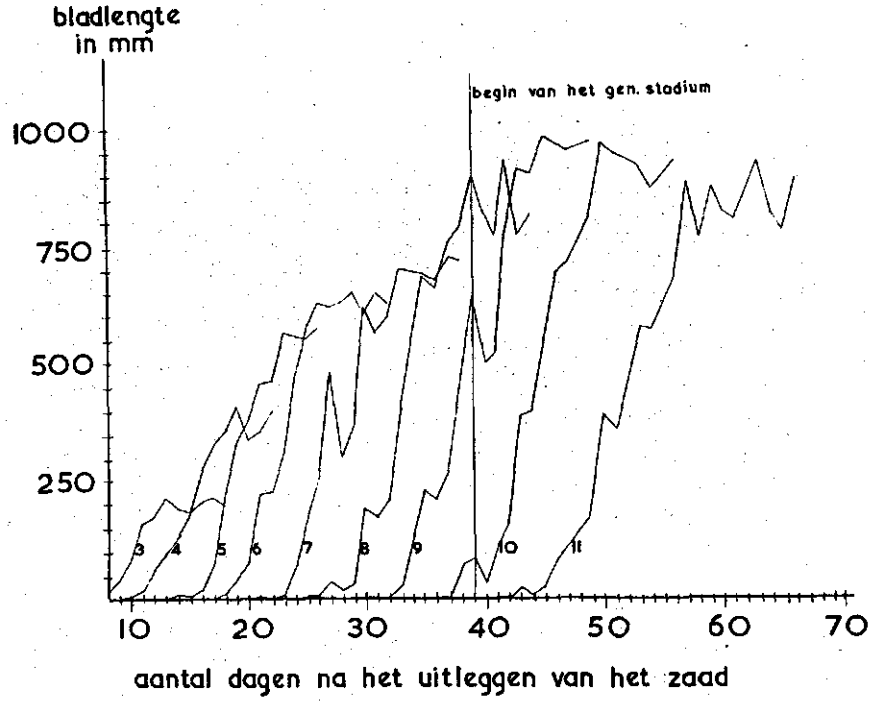
Terwijl de bladeren n en n+1 sterk uitgroeien, strekt ook het blad n + 2 zich, maar in veel mindere mate. Het was ± 0.5 mm. lang en bereikt nu een lengte van enkele mm. Het primordium n+3, dat een grootte van ± 0.1 mm. bezat, groeit iets uit, en wordt ± 0.5 mm. lang. Terwijl deze opschuiving plaats heeft, wordt er een nieuw primordium afgesnoerd.

Ieder vegetatief groeipunt wordt dus omringd door:
een primordium met een grootte tot ± 0.1 mm.
een primordium met een lengte van ± 0.1 mm. tot ± 0.5 mm.
een blad met een lengte van ± 0.5 mm. tot ± 5 mm.
een blad waarvan de schijf zich snel strekt.
een blad waarvan de schijf bijna volgroeid is en de schede zich snel strekt.
een of meer volgroeide bladeren.

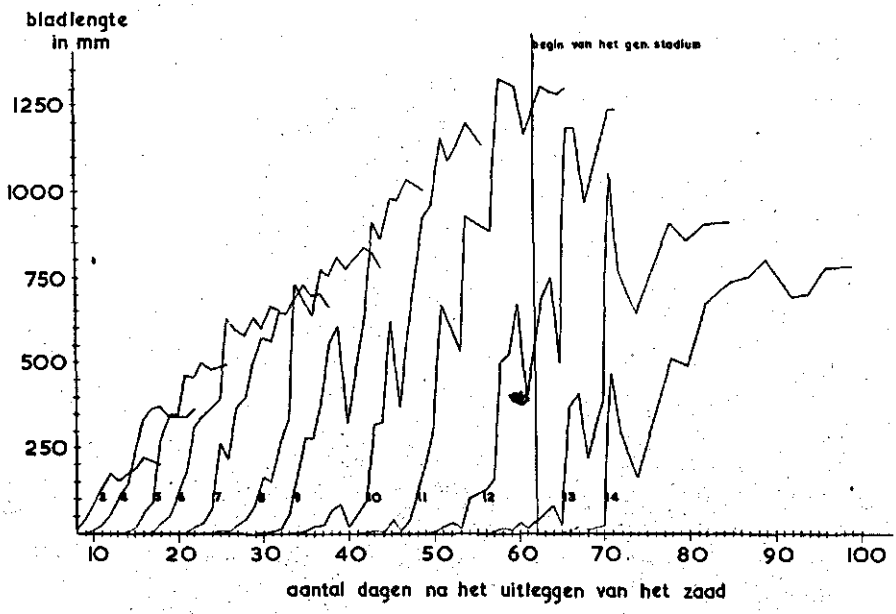
De grafieken 9, 10 en 11 illustreren hetgeen hierboven is opgemerkt over het groeirhythme van de bladeren. Een afgesnoerd bladprimordium n groeit eerst langzaam, en komt dan plotseling in een periode van sterke groei. Bij zijn voorganger n-1 is de strekking van de schijf nog niet voltooid, terwijl die van de schede juist begint. Bij het blad n-2 loopt de strekking van de schede ten einde; de schijf is al volgroeid. Op eenzelfde dag ziet men dus een blad in het onderste deel van de S-curve, een blad in het middengedeelte en een blad in het bovenste deel.

§ 4. *Het verband tussen het ontwikkelingsstadium van de plant en de bladlengte*

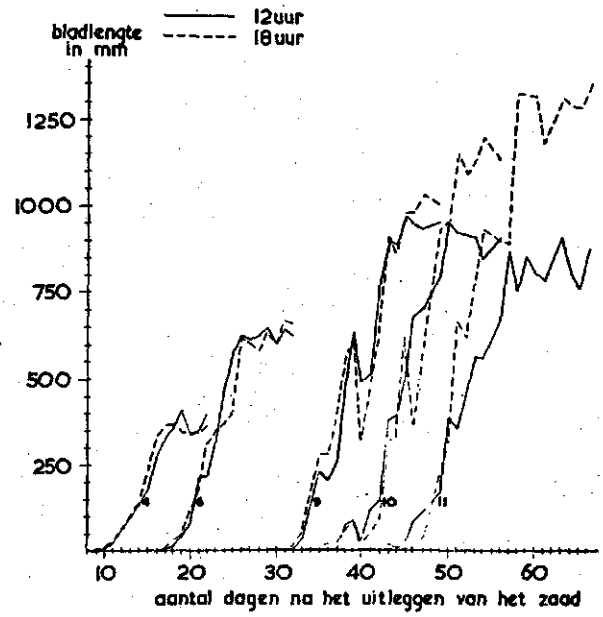
Beziet men de grafieken 12 t/m 16 dan blijkt, dat bij lichtperioden van 12 zowel als van 18 uur de lengte van de bladeren toenam naarmate deze bladeren hoger aan de stengel lagen. Na het bereiken van een zeker maximum nam de bladlengte weer af. In de grafieken 9 en 10, welke de groeicurven van de bladeren aan de hoofdstengel geven voor de beide objecten van de eerste serie,, is tevens de dag aangeduid waarop de pluim van de hoofdstengel aangelegd werd. In grafiek 9 is te zien, dat dit bij het 12-uur object plaats vond toen het negende blad zich midden in de periode van sterke groei bevond. Dit wil zeggen dat de schede van dit



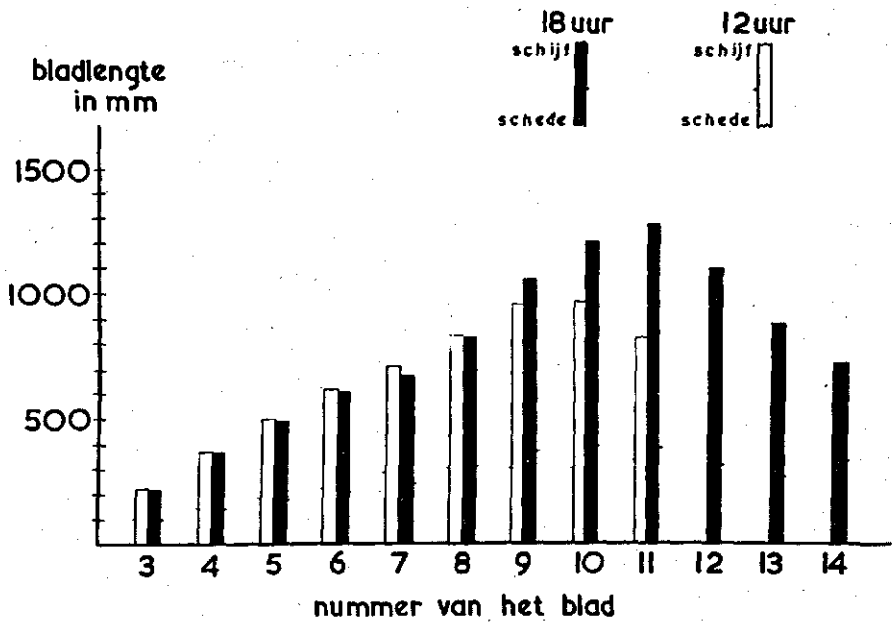
Grafiek 9. De groei van de bladeren aan de hoofdstengel bij *Nero di Vialone*, eerste serie, 12 uur.



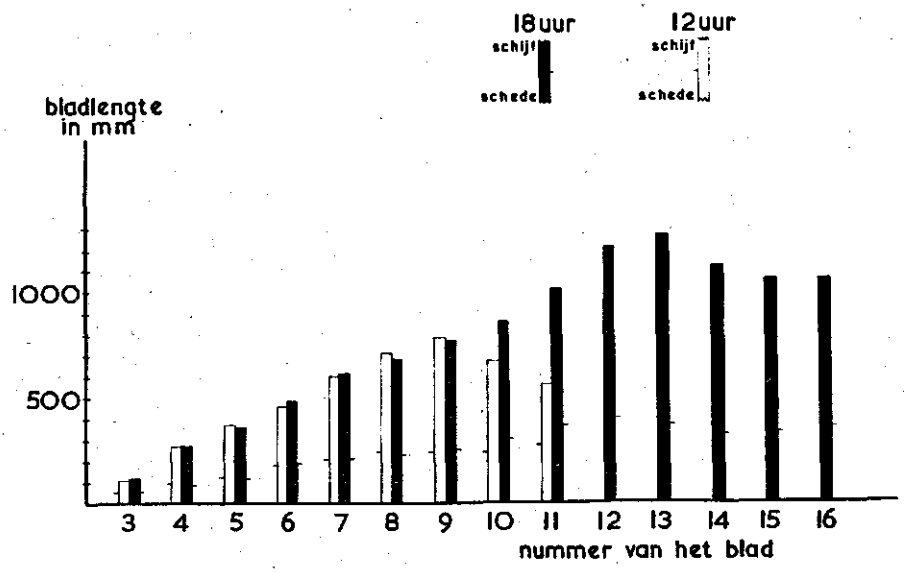
Grafiek 10. De groei van de bladeren aan de hoofdstengel bij *Nero di Vialone*, eerste serie, 18 uur.



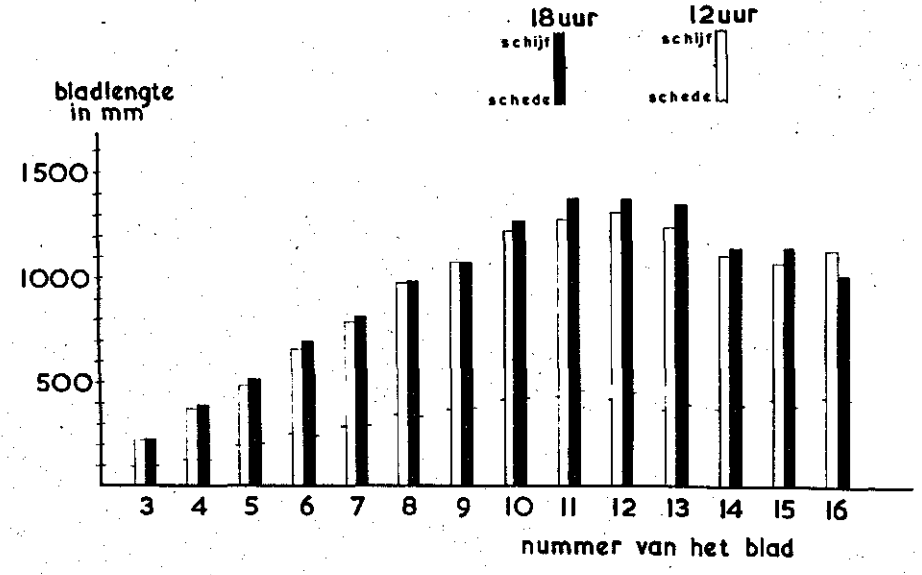
Grafiek 11. De groei van de bladeren 4, 6, 9, 10 en 11 bij de twee objecten van de eerste serie (*Nero di Vialone* 12 en 18 uur).



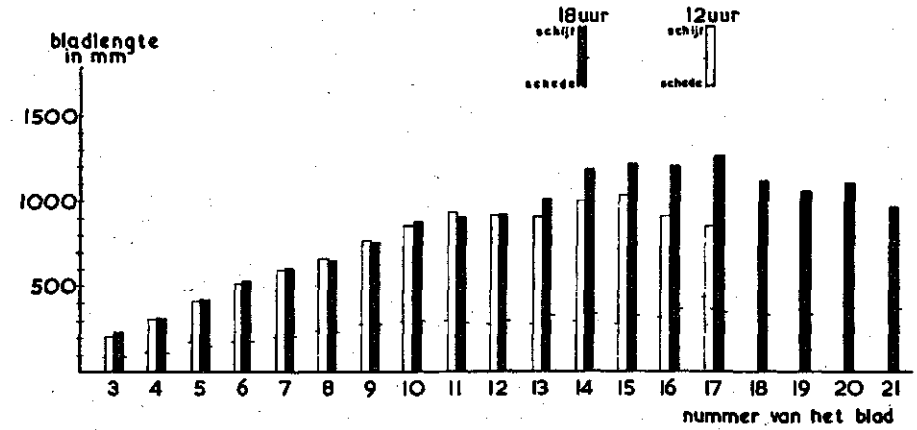
Grafiek 12. De lengte van de bladeren aan de hoofdstengel bij *Nero di Vialone*, eerste serie.



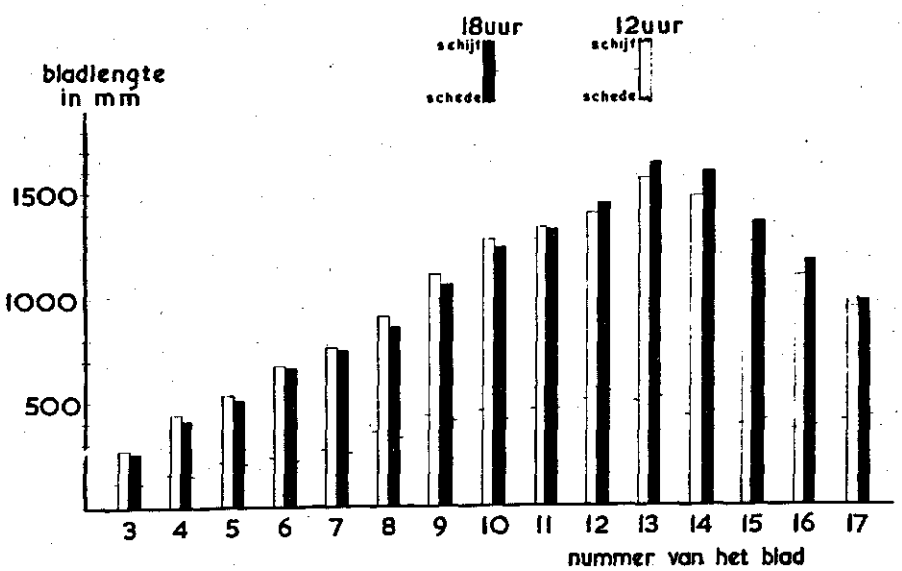
Grafiek 13. De lengte van de bladeren aan de hoofdstengel van *Kameji*, derde serie.



Grafiek 14. De lengte van de bladeren aan de hoofdstengel van *Fortuna*, derde serie.



Grafiek 15. De lengte van de bladeren aan de hoofdstengel bij *Tjina*, derde serie.



Grafiek 16. De lengte van de bladeren aan de hoofdstengel van *Karang Serang*, derde serie.

blad aan de periode van strekking toe was. In de tabellen 8 en 9 is te lezen, dat de lengte van de schijf van het negende blad bij photoperioden van 12 en 18 uur gelijk geacht kon worden. De lengte van de schede was evenwel bij het 18-uur object veel groter dan bij het 12-uur object. De verandering in de groei van het blad trad hier dus op op het ogenblik dat de pluimaanleg zichtbaar werd.

blad nr.	schede				schijf			
	12 uur	spreiding	18 uur	spreiding	12 uur	spreiding	18 uur	spreiding
2	41.6	6.5	39.8	7.7	22.6	4.9	24.5	5.3
3	105.2	10.8	100.3	15.3	116.3	22.3	105.7	24.4
4	140.2	8.0	143.1	13.0	226.3	28.5	222.7	34.7
5	188.4	10.9	185.9	9.5	306.5	16.0	301.0	12.2
6	223.6	13.9	213.7	10.4	402.2	34.8	396.7	27.6
7	253.4	11.0	244.2	11.0	466.1	34.3	452.1	18.6
8	302.2	11.0	312.4	26.2	546.6	28.2	530.9	41.6
9	303.2	11.4	371.9	18.1	664.5	53.7	685.4	59.6
10	304.0	9.2	394.5	12.3	675.4	48.0	823.2	42.1
11	328.1	7.3	376.9	20.7	496.3	44.4	907.3	33.4
12			311.8	12.8			795.4	78.5
13			268.5	8.0			612.8	59.3
14			330.2	11.9			393.4	42.3

Tabel 8. De gemiddelde lengte in mm. van de bladschede en de bladschijf benevens de schatting van de spreiding hiervan bij twintig planten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

Blad nr.	schede		schijf	
	verschil	P	verschil	P
2	+ 1.8	0.27	− 1.9	0.19
3	+ 4.9	0.29	+ 10.6	0.13
4	− 2.9	0.65	+ 3.6	0.46
5	+ 2.5	0.31	+ 5.5	0.10
6	+ 9.9	0.05	+ 5.5	0.40
7	+ 9.2	0.01	+ 14.0	0.24
8	− 10.2	0.40	+ 15.7	0.09
9	− 68.7	0.00	− 20.9	0.90
10	− 90.5	0.00	−147.8	0.00
11	− 48.8	0.00	−411.0	0.00

Tabel 9. Het verschil in mm. in gemiddelde lengte van schede en schijf bij 20 planten van de eerste serie (*Nero di Vialone*). Bij + is de lengte van het 12-uur object het grootste, bij − die van het 18-uur object. P = de overschrijdingskans bij toepassing van de toets van WILCOXON.

Bij verschillende tabellen is het al of niet aanwezig zijn van verschillen tussen lengten en aantallen nagegaan met de toets van WILCOXON. Deze maakt gebruik van een toetsingsgrootheid U, waarvan de kansverdeling, onder aanname van gelijk zijn van de kansverdelingen van de grootheden die op de verschillende behandelin-

gen betrekking hebben, bekend is. In de tabellen geven wij op, hoe groot de kans is op alle U's die sterker dan de door het experiment geleverde U met deze aanname in strijd zijn. Deze kans heet overschrijdingskans (P) (HEMELRIJK [15] en VAN DER VAART [48]).

Ook uit grafiek 10, welke betrekking heeft op het 18-uur object van de eerste serie, blijkt dat de bladeren, gegroeid na de aanleg van de pluim, minder lang waren dan hun voorgangers.

Het aantal planten in de tweede serie was te klein om een uitvoerig onderzoek naar de bladvorming mogelijk te maken. De planten in de potten groeiden minder goed dan die, welke er tussen stonden. Bij het object, dat steeds bij een photoperiode van 12 uur stond, was het aantal bladeren aan de hoofdstengel dan ook elf bij de potplanten tegen twaalf bij die, welke tussen de potten stonden.

Het rhythme van de bladvorming was principieel gelijk aan dat van de planten van de eerste serie, zij het iets vertraagd. Uit tabel 10 blijkt, dat op gelijke leeftijd de planten van de eerste serie iets verder waren met de bladvorming. Bij de tweede serie werd het object dat steeds een 12-urige photoperiode had, generatief op de een en veertigste dag nadat het zaad te kiemen was gelegd. Bij het object, dat steeds 18 uur belicht werd, was dit op de vijf en zestigste dag het geval. Voor de eerste serie waren deze getallen resp. negen en dertig en twee en zestig.

De frequentie van de waarnemingen aan de derde serie was kleiner dan die van de eerste serie, zulks door het kleinere aantal planten. Daardoor was het niet steeds mogelijk de dag, waarop de pluimvorming plaats had, precies te bepalen. Om verband te kunnen leggen tussen de aanleg van de pluim en de bladgroei, dient men de volgende gegevens bij de beschouwing van de grafieken 13 t/m 16 te betrekken.

De hoofdstengel van het 12-uur object van *Kameji* kwam in het generatieve stadium toen de schede van blad negen en de schijf van blad tien in de periode van strekking waren. Bij het 18-uur object van dit ras waren de schede van blad dertien en de schijf van blad veertien aan de strekking toe toen de pluimaanleg zichtbaar werd.

Bij *Fortuna* kwamen beide objecten in het generatieve stadium toen de schede van blad dertien en de schijf van blad veertien zich strekten.

Beide objecten van het ras *Karang Serang* werden generatief toen de schede van het vijftiende blad en de schijf van het zestiende snel uitgroeiden.

Bij het 12-uur object van *Tjina* waren de schede van blad veertien en de schijf van blad vijftien aan het begin van hun periode van strekking toen deze stengel in het generatieve stadium kwam.

		Leeftijd in dagen							
Blad	serie	23	30	37	44	49	56	63*	67*
2	1	50+32	43+23	48+25					
	2	57+35	57+26	67+25	65+35	61+26			
3	1	108+131	98+96	103+113		104+114	115+146		
	2	132+150	147+145	138+154	107+124	141+165	142+ ?	145+130	
4	1	150+249	139+229	138+229	136+200	136+254	141+267	138+220	148+266
	2	164+305	168+305	150+309	146+233	152+299	163+325	163+315	159+ ?
5	1	196+320	179+288	185+307	164+294	186+303	196+315	203+279	200+334
	2	5+235	194+345	191+319	191+302	206+314	199+355	194+362	197+339
6	1	5+309	217+383	218+411	215+370	216+420	219+440	217+403	228+437
	2	7	182+411	249+413	229+392	243+412	242+453	254+428	253+448
7	1	13	174+435	259+461	242+455	250+472	172+465	258+398	268+461
	2	0.5	3+198	255+536	149+481	286+505	268+513	273+539	286+554
8	1	0.7	3+188	185+564	287+515	295+563	299+599	305+561	295+606
	2	0.1	5	8+432	335+573	348+629	357+614	343+643	353+683
9	1	0.1	5	3+258	282+612	300+652	295+606	315+683	277+642
	2		0.5	1+21	189+718	324+749	333+752	316+750	306+776
10	1		0.5	6	7+391	114+685	299+618	316+739	295+553
	2		0.1	1	4+280	12+526	264+705	263+637	252+597
11	1		0.1	0.7	1+9	5+164	195+475	336+573	318+404
	2			0.3	1+13	2+30	22+350	275+353	279+322
12	1								
	2			0.05	1.2	2			

Tabel 10. De groei van even oude planten van de eerste en de tweede serie (*Nero di Vialone*), opgegroeid bij een photoperiode van 12 uur.
Planten met * gemerkt stonden in pot.
50+32 = schede 50 mm., schijf 32 mm. lang.

Bij het 18-uur object waren dit de schede van blad achttien en de schijf van blad negentien.

Over het verband tussen de bladgroei en het tijdstip waarop de pluim aangelegd wordt, zal naderhand uitvoerig gesproken worden. Wij willen hier volstaan met de opmerking, dat steeds ongeveer ten tijde van de pluimaanleg een verandering in de bladgroei optreedt.

§ 5. *De regelmaat in het bladaantal*

Van belang is voorts de regelmaat in het bladaantal. Voor de eerste serie geldt hierbij het volgende:

Bij het 12-uur object werden vrijwel steeds elf bladeren aan de hoofdstengel geteld. Na zorgvuldig zoeken bleek het mogelijk te zijn, drie forse planten te vinden welke aan de hoofdstengel twaalf bladeren bezaten. Dit waren randplanten. Twee andere planten, welke duidelijk minder uitgestoeld waren, hadden tien bladeren aan de hoofdstengel. Bij deze planten was de knoop onder de pluim, welke een vervorming is van het laatste bladprimordium, enigszins ontwikkeld. Dit verschijnsel was echter ook bij de andere planten niet ongewoon (zie foto 3).

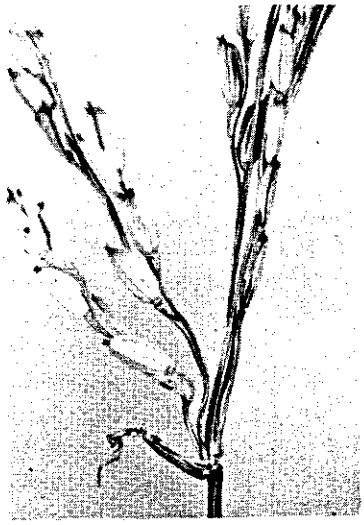


Foto 3. Het laatste bladprimordium is niet, zoals gewoonlijk, vervormd tot de knoop onder de pluim, maar het is iets uitgegroeid en tot een klein blad geworden.

Het 18-uur object telde vrijwel steeds veertien bladeren aan de hoofdstengel. Eveneens na zorgvuldig zoeken bleken er enkele randplanten te zijn waarvan de hoofdstengel vijftien bladeren bezat. Een aantal van minder dan veertien kwam niet voor.

Het is niet mogelijk van een stengel, die zich in het vegeta-

tieve stadium bevindt, het uiteindelijke bladaantal te bepalen. Bij de in het vegetatieve stadium geanalyseerde planten kunnen zich dus exemplaren bevonden hebben, welke meer of minder bladeren gevormd zouden hebben dan het merendeel van de planten. Zou een groter aantal bladeren gepaard gaan met bijv. een geringere lengte van elk blad afzonderlijk, dan zou dit storend zijn voor de op een aantal van elf resp. veertien gebaseerde grafieken 9, 10, 11 en 12 en tabellen 9 en 10. Uit de tabellen 11 en 12 blijkt, dat het bladaantal inderdaad de bladgrootte beinvloedt. In deze tabellen wordt de bladlengte van forse zowel als van slecht ontwikkelde planten vergeleken met de gemiddelde bladlengte. Brengt men bij het beschouwen van de hierin gegeven getallen de in tabel 8 vermelde spreiding in rekening, dan ziet men dat de bladeren onderaan de stengel, of ze nu van een forse of van een slecht uitgegroeide plant afkomstig waren, geen verschil in grootte vertoonden. Er was pas sprake van een verschil in lengte bij die bladeren, welke uitgroeiden nadat de plant in het generatieve stadium was overgegaan, m.a.w. nadat het totale bladaantal bekend geworden was. Bij de berekening van de gemiddelde lengte van de onderste en middelste bladeren was het dus niet mogelijk, maar ook niet nodig, het aantal bladeren te kennen dat aan de plant gevormd zou worden. Dit in tegenstelling tot de berekening van de gemiddelde lengte van de bovenste bladeren, waarbij wel bekend diende te zijn, hoeveel bladeren aan de stengel stonden, en waarbij zulks ook mogelijk was.

Blad	Plant 1	Plant 2	Plant 3	Plant 4	Plant 5	Plant 6
5	181+291	175+318	191+ ?	173+302	180+289	186+301
6	224+ ?	224+382	218+387	217+363	213+400	214+397
7	256+468	245+470	242+468	250+472	242+445	244+452
8	295+521	269+504	277+521	264+505	305+514	312+531
9	367+810	361+589	363+607	340+540	385+684	372+685
10	375+732	386+754	376+761	379+712	403+853	394+823
11	403+798	583+904	405+853	400+826	396+928	377+907
12	330+921	342+918	328+978	358+963	312+926	312+795
13	289+677	291+723	285+688	305+762	123+926	268+612
14	33+482	81+530	25+439	102+553	8+231	330+393
15	6+103	10+81	6+81	10+200		

Tabel 11. Bladgroei aan fors uitgegroeide planten (planten 1 t/m 4) in vergelijking met die van een even oude plant van gemiddelde omvang (plant 5). De planten 1 t/m 5 zijn 75 dagen oud. Plant 6 geeft de gemiddelde grootte van de bladeren van een volgroeide plant. Photoperiode 18 uur. Eerste serie (*Nero di Violone*). 181+291 = schede 181 mm., schijf 291 mm. lang.

Blad	Plant 1	Plant 2	Plant 3	Plant 4	Plant 5
3	102+104	103+112	105+116	afw.	afw.
4	140+228	129+238	140+226	140+218	afw.
5	201+328	200+298	188+306	201+316	176+298
6	209+430	199+428	224+402	200+386	211+ ?
7	262+442	257+447	253+466	237+437	240+403
8	292+677	313+592	302+546	283+532	279+ ?
9	297+677	301+727	303+664	300+667	301+600
10	334+609	331+652	304+675	273+635	273+661
11	4+2	9+13	328+496	300+528	295+573
12				319+378	316+436

Tabel 12. Bladvorming aan slecht uitgegroeide planten (1 en 2) en forse planten (4 en 5) in vergelijking met de gemiddelde waarden (3, afgerond).
Bij de planten 1 en 2 is blad 11 de uitgegroeide knoop onder de pluim.
Photoperiode 12 uur. Eerste serie (*Nero di Vialone*).
Volgroeide planten. 102+104 = schede 102 mm., schijf 104 mm. lang.

Aan de planten uit het 12-uur object, welke tien resp. twaalf bladeren bezaten aan de hoofdstengel, was waar te nemen dat het bladaantal geen invloed had op het tijdstip van uitwendig zichtbaar worden van de pluim.

Aantal bladeren	*Kameji* 12 uur	*Kameji* 18 uur	*Fortuna* 12 uur	*Fortuna* 18 uur	*Karang Serang* 12 uur	*Karang Serang* 18 uur	*Tjina* 12 uur	*Tjina* 18 uur
10	4	–	–	–	–	–	–	–
11	30	–	–	–	–	–	–	–
12	1	–	–	–	–	–	–	–
13	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	–	–	–	–	–
15	–	2	5	–	–	–	2	–
16	–	12	8	9	10	3	6	–
17	–	5	1	5	22	19	19	–
18	–	1	–	–	–	5	–	–
19	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	–	–	3
21	–	–	–	–	–	–	–	12

Tabel 13. Het aantal keren dat een bepaald aantal bladeren geteld werd aan de planten van de acht objecten van de derde serie.

Bij de verschillende objecten van de derde serie was de regelmaat in het bladaantal minder groot dan bij de eerste serie het geval was. De grafieken 13 t/m 16 hebben betrekking op het meest voorkomende bladaantal; daarenboven is in tabel 13 vermeld het aantal keren dat een bepaald bladaantal geteld werd. Ondanks de verschillen in bladaantal was de bloei tamelijk gelijkmatig, behalve bij *Kameji*. Bij het 12-uur object van het laatstgenoemde ras bloeiden enkele planten enige dagen tot een week vroeger dan de meeste. Bij het 18-uur object van dit ras deed zich een zeer merkwaardig verschijnsel voor. De honderd twintig cm. lange lamp, vermeld in Hoofdstuk III, § 3, was opgehangen in het midden van de drie en een halve meter lange kap. In de bak, welke onder deze kap lag, waren de rassen *Kameji* en *Fortuna* aangeplant. Van elk ras stond dus een aantal planten recht onder de lamp en een aantal meer of minder ver van de lamp verwijderd. De recht onder de lamp staande *Kameji* planten bloeiden ongeveer een week later dan die, welke niet recht onder de lamp stonden. De grens tussen deze groepen was scherp te trekken (zie foto 4). Bij *Fortuna* was dit niet het geval, al was misschien toch wel een klein en geleidelijk verloop aanwezig. Metingen van de lichtintensiteit onder de kap leverden de in figuur 7 opgenomen gegevens op.

Uit deze gegevens blijkt, dat er onder de kap een groot verschil in lichtsterkte bestond. Het is opvallend dat de planten,

Foto 4. De ongelijkmatige bloei bij het 18-uur object van *Kameji*. De planten links op de foto staan recht onder de lamp, en komen juist in bloei. De planten rechts op de foto staan naast de lamp, kwamen eerder in pluim en zijn nu uitgebloeid.

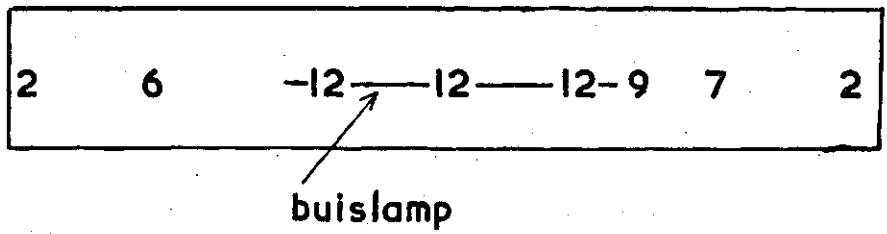


fig.7. De lichtintensiteit in de met een t.l. buis verlichte kap in de C-kas (in tientallen lux).

die een extra belichting ontvingen met een sterkte van twintig tot negentig lux op dezelfde dag bloeiden, terwijl een scherpe grens te trekken viel bij de overgang van negentig naar honderd twintig lux.

§ 6. *De bladvorming aan de zijstengels*

In de voorgaande punten werd een beeld gegeven van de bladvorming aan de hand van de tellingen en metingen verricht aan de hoofdstengel. De bladvorming aan de zijspruiten wijkt hiervan niet af. In tegenstelling echter tot blad één aan de hoofdstengel, bezitten de bladeren nr. één aan de zijstengels wel een schijf. Dit brengt met zich mee, dat een jonge zijspruit een andere aanblik biedt dan een jonge hoofdspruit. Bij een hoofdspruit strekt zich blad één tegelijkertijd met het coleoptiel, en omdat blad één alleen uit een schede bestaat, groeit tegelijkertijd ook de schijf van blad twee uit. We krijgen dus te doen met een driedelig kokertje. Bij een zijspruit strekt blad één zich tegelijk met het prophyl, maar omdat het hier de schijf van blad één betreft, groeit blad twee voorlopig niet. Hierin bestaat het kokertje bovenaan dus uit twee lagen.

De bladvorming aan een zijspruit is dus in principe gelijk met die van de hoofdstengel. Hiermee zijn evenwel nog niet alle vragen opgelost, welke zich hierbij voordoen. We kunnen ons nl. afvragen:

is het aantal bladeren aan overeenkomstige zijstengels, dus aan alle exemplaren 1/n, steeds gelijk?

is er verband tussen het bladaantal van een spruit 1/n en de opvolgende stengel 1/n + 1?

hoe is het gesteld met de verschillen tussen de objecten?

De drie bovenstaande vragen vindt men beantwoord in de volgende gegevens, afkomstig van de eerste serie, aangevuld met die van de derde serie *Kameji* 18-uur en *Kameji* 12-uur.

Het bladaantal bij de eerste serie werd geteld aan die spruiten, welke bij vrijwel alle planten voorkwamen, t.w. 1/3 en 1/4. Bij het 12-uur object werd aan zeven en twintig stengels 1/3 het aantal bladeren bepaald. Dit bedroeg elf keer acht, veertien keer zeven en twee keer zes, Aan vier en twintig spruiten 1/4 werd één keer een bladaantal van zeven vastgesteld, tien keer een van zes, en dertien keer een van vijf. Bij de 18-urige photoperiode bezaten zes en dertig stengels 1/3 negen keer tien bladeren, zes en twintig keer negen en een keer acht. Van negen en twintig stengels 1/4 had er één negen bladeren; acht en twintig telden er acht.

Daar de knoppen niet tegelijkertijd tot stengel gaan uitgroeien, maar dit later doen naarmate zij hoger aan de hoofdstengel gelegen zijn, is het te verwachten dat het bladaantal van een spruit lager zal zijn naarmate zij een hoger nummer draagt. Dit blijkt juist te zijn. Aan twee en zestig planten kwamen tweehonderd en drie zijstengels van de eerste orde voor. Zes en negentig van deze stengels 1/n werden direct door een stengel 1/n + 1 gevolgd, d.w.z. dat zes en negentig keer een stengel 1/2 gevolgd werd door 1/3 of 1/3 door 1/4 of 1/4 door 1/5 enz. Hierbij was één stengel, welke een blad meer had dan zijn voorganger. Dertien keer bezaten twee opeenvolgende stengels een gelijk aantal bladeren.

Gaat men de wijze na, waarop deze afname plaats heeft, dan komen er verschillen tussen de twee objecten naar voren.

Bij het 12-uur object kwam het bij een en dertig planten negen en veertig keer voor, dat een stengel 1/n gevolgd werd door een stengel 1/n + 1. Hierbij waren vijf gevallen van een verschil van drie bladeren, negen van een verschil van twee bladeren, drie en twintig van één blad, terwijl elf keer twee opvolgende spruiten een zelfde aantal bladeren bezaten en één keer een spruit een blad meer had dan zijn voorganger. Voor het 18-uur object waren deze getallen: aantal keren dat een stengel 1/n gevolgd werd door een stengel 1/n + 1 : zeven en veertig. Hiervan een verschil van drie bladeren, een keer; van twee bladeren, vier keer; van een blad, veertig keer; van nul bladeren, twee keer.

Overziet men bovenstaande gegevens, dan vragen twee punten de aandacht.

Het eerste betreft het verschil in regelmaat tussen de twee objecten. Dit was reeds te constateren bij het begin van de uitstoeling. Bij het 18-uur object liepen de gelijkgenummerde knoppen vrijwel tegelijkertijd uit en kwamen ook de opeenvolgende knoppen regelmatiger achter elkaar in een periode van sterke groei. Bij het 12-uur object was deze gelijkmatigheid ver te zoeken. Dit gold echter niet voor het 12-uur object bij *Kameji*. Hier werd het bladaantal geteld van de stengels 1/3, 1/4 en 1/5. Drie

en dertig tellingen waarbij 1/3 gevolgd werd door 1/4, of 1/4 door 1/5, gaven te zien, dat bij dertig gevallen 1/4 één blad minder bezat dan 1/3, of 1/5 één blad minder dan 1/4.

Het tweede punt, dat de aandacht vraagt, heeft te maken met het verschil in bladaantal tussen gelijkgenummerde stengels van de twee objecten van de eerste serie. Bij de hoofdstengel was dit verschil vrijwel steeds drie bladeren. De zijstengels van het 18-uur object hadden echter vrijwel steeds slechts één of twee bladeren meer dan de overeenkomstige stengels bij het 12-uur object.

	stengel							
	Hoofdst.	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8
Nero di Vialone								
12 uur	11.0	8.2	7.3	5.5	5.0	4.3	3.5	3.0
18 uur	14.0	9.6	9.0	8.0	6.9	6.0	4.8	4.2
verschil	3.0	1.4	1.7	2.5	1.9	1.7	1.3	1.2
Kameji 12 uur	10.9		6.0	5.0	4.2			
18 uur	16.2		10.9	10.1	9.0			
verschil	5.3		4.9	5.1	4.8			

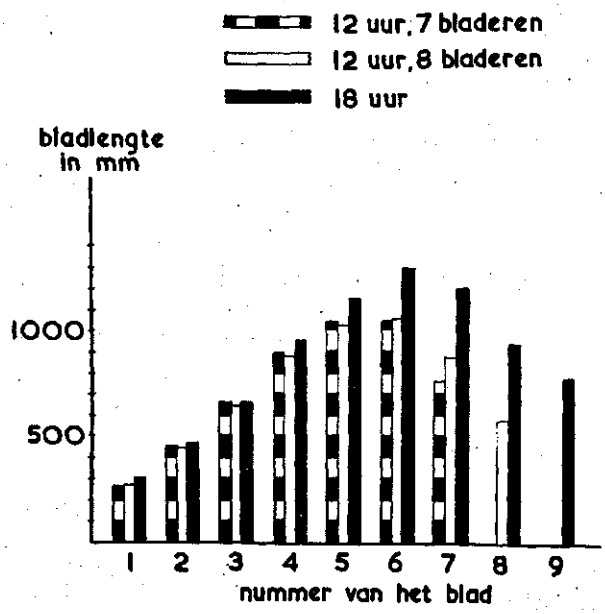
Tabel 14. Het gemiddelde aantal bladeren aan de hoofdstengel en aan enkele zijstengels bij de objecten *Nero di Vialone* 12 uur en 18 uur (eerste serie) en *Kameji* 12 uur en 18 uur (derde serie).

Tabel 14 geeft hiervan een overzicht. In deze tabel zijn tevens gegevens opgenomen van *Kameji*. Voor de andere rassen is dit niet mogelijk. Dit komt doordat, wanneer de planten ouder worden, de onderste bladeren van de hoofdstengel afsterven. Het is daardoor moeilijk, de juiste nummering van een zijstengel vast te stellen. Ook de onderste bladeren van de zijstengels sterven af. Bij *Nero di Vialone*, het 12-uur object van *Kameji* en ook nog bij het 18-uur object van laatstgenoemd ras was het mogelijk aan de hand van de overblijvende bladeren het nummer en het bladaantal van de zijspruiten met zekerheid te bepalen. Bij de overige rassen was dit te speculatief, zodat van deze rassen geen gegevens in tabel 14 vermeld staan. Uit de tabel blijkt, dat *Nero di Vialone* en *Kameji* zich verschillend gedroegen. Bij *Nero di Vialone* was het verschil in bladaantal van de twee objecten tussen de hoofdstengels drie en tussen de zijstengels minder dan drie. Bij *Kameji* telden zowel hoofd- als zijstengels bij 18-urige belichting ongeveer vijf bladeren meer dan de overeenkomstige stengels bij 12-urige belichting.

§ 7. *De snelheid van de bladgroei voor- en nadat de plant in het generatieve stadium is gekomen.*

De voorgaande gegevens zijn aanleiding tot het opwerpen van enkele vragen, die in de volgende paragrafen aan de orde gesteld zullen worden.

In de eerste plaats zullen wij wat dieper ingaan op het verschijnsel, dat de boven aan de stengel gelegen bladeren kleiner zijn dan die, welke aan het midden van de stengel gelegen zijn. Hiertoe zullen wij gebruik maken van de gegevens van de eerste serie, vermeld in de grafieken 9, 10, 12 en 17. Uit de grafieken 9 en 10 blijkt, dat de spreiding van zowel de maximale lengte als van de lengte op een bepaald ogenblik, niet gering was. Desondanks is getracht, zo goed mogelijk vast te stellen hoeveel dagen een juist afgesnoerd primordium van *Nero di Vialone* nodig had om uit te groeien tot de totale lengte. Voor deze totale lengte is genomen de gemiddelde lengte van twintig bladeren bij de hoofdstengel (grafiek 12) en van tien bladeren bij de zijstengel 1/3 (grafiek 17). Hieruit is berekend de gemiddelde toename in lengte per dag. Deze gegevens kan men vinden in tabel 15. Alleen die bladeren, waarvan de gehele groei vanaf het afsnoeren van het primordium gevolgd kon worden, werden bij de berekening betrokken. Hierdoor vielen de bladeren één t.m. vier van de hoofdstengel en één, twee en drie van zijstengel 1/3 af.



grafiek 17. De lengte van de bladeren aan de zijstengel 1/3 bij *Nero di Vialone*, eerste serie.

	Blad	Aantal dagen van afsplitsing tot volwassenheid	Totale lengte in mm.	Groeisnelheid in mm. per dag		Blad	Aantal dagen van afsplitsing tot volwassenheid	Totale lengte in mm.	Groeisnelheid in mm. per dag
Hoofdstengel 12 uur	5	15	500	33	Zijstengel 1/3 12 uur	4	22	880	40
	6	17	625	37		5	27	1020	38
	7	21	720	34		6	30	1040	35
	8	21	850	40		7	30	860	29
	9	25	970	39		8	35	570	16
	10	26	980	38					
	11	28	830	30					
Hoofdstengel 18 uur	5	14	490	35	Zijstengel 1/3 18 uur	4	23	950	41
	6	17	610	36		5	27	1150	43
	7	21	700	33		6	29	1250	44
	8	20	850	43		7	38	1190	31
	9	25	1060	42		8	42	930	22
	10	27	1220	46		9	44	770	18
	11	29	1285	44					
	12	35	1100	33					
	13	35	880	25					
	14	38	725	19					

Tabel 15. De snelheid, waarmee de bladeren van hoofdstengel en zijstengel 1/3 uitgroeiden bij de planten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

Vanwege de genoemde grote spreiding van de waarnemingen in de grafieken 9 en 10 moet tabel 15 uiterst voorzichtig geinterpreteerd worden. Men kan echter de gevolgtrekking maken, dat de snelheid waarmee de bladeren uitgroeiden toenam naarmate zij hoger aan de stengel lagen. Deze toename ging door totdat de vorming van de pluim plaats vond. De afname van de groeisnelheid welke daarna optrad was sterker bij het 18-uur object dan bij het 12-uur object.

§ 8. *Het verschil in bladaantal van hoofd- en zijstengels*

Het tweede punt betreft het bladaantal van hoofd- en zijstengels. Wij hebben gezien, dat de hoofdstengel van het 18-uur object van *Nero di Vialone*, eerste serie, steeds drie bladeren meer telde dan de hoofdstengel van het 12-uur object van deze serie.

Het verschil in bladaantal van gelijkgenummerde zijstengels aan planten van het 18-uur object en het 12-uur object was vrijwel steeds minder dan drie. Bij *Kameji* daarentegen was het verschil zowel bij de hoofdstengels als bij de zijstengels steeds ongeveer vijf. De oorzaak van dit verschijnsel moet gezocht worden in de toestand van het uitstoelingsproces op het tijdstip dat de hoofdstengel in het generatieve stadium kwam. Bij beide objecten van *Kameji* en bij het 18-uur object van *Nero di Vialone* was de uitstoeling geëindigd voordat de vorming van de pluim zichtbaar werd. Hoofd- en zijstengels kwamen bij deze objecten vrijwel tegelijkertijd in het generatieve stadium. Bij het 12-uur object van *Nero di Vialone* was de uitstoeling nog in gang toen de hoofdstengel generatief werd. De pluimen van de hoofdstengel en de verschillende zijstengels werden daardoor na elkaar aangelegd. Na de pluimaanleg werden niet langer bladprimordia afgesnoerd. De zijstengels van de planten van het 12-uur object van *Nero di Vialone* waren dus langer in de gelegenheid om bladeren te vormen dan de hoofdstengels. Bij het 18-uur object was er in dit opzicht geen verschil tussen de hoofd- en de zijstengels. Hierdoor komt het, dat het verschil in bladaantal groter was bij de hoofdstengels dan bij de zijstengels.

§ 9. *Nadere beschouwingen over het verband tussen de aanleg van de pluim en de bladgroei*

De volgende kwestie die om aandacht vraagt, is de betrekking tussen de bladgroei en het ogenblik waarop de pluimaanleg zichtbaar wordt. In § 4 van dit hoofdstuk, waarop we hier aansluiten, hebben wij gezien, dat bij het 12-uur object van *Nero di Vialone* de hoofdstengel in het generatieve stadium kwam toen de schede van blad negen de periode van strekking inging. Uit tabel 9 en grafiek 12 is te zien, dat de schede van dit blad bij dit object aanzienlijk kleiner was dan de schede van hetzelfde blad bij het 18-uur object. De schijf van blad negen was bij beide objecten uitgegroeid vóórdat de pluimaanleg zichtbaar werd. Verschil in lengte was hier niet te constateren. Wel was er een verschil in lengte bij de schijf van blad tien. Dit was te verwachten, omdat de schijf van blad tien en de schede van blad negen tegelijkertijd uitgroeiden. De remming trad hier dus op onmiddellijk bij de overgang in het generatieve stadium.

Bij het 12-uur object kan de remming vastgesteld worden door vergelijking met het 18-uur object. Een dergelijke vergelijking is bij het 18-uur object niet te maken, omdat er geen object aanwezig was dat meer bladeren telde dan het 18-uur object. Het enige dat we hier kunnen doen, is een vergelijking te trekken tussen de cijfers voor een bepaald blad en die van het voorgaande blad. Bij

het 18-uur object van *Nero di Vialone* nu werd de pluimaanleg zichtbaar toen de schede van blad twaalf zich ging strekken. Deze schede is duidelijk kleiner dan die van blad elf. De gang van zaken bij dit object is echter niet gelijk te stellen aan die van het 12-uur object. Nadere bestudering van grafiek 12 leert nl. dat ook de schijf van blad twaalf kleiner was dan de schijf van blad elf, en evenzo dat de schede van blad elf kleiner was dan de schede van blad tien. Zoals hierboven reeds opgemerkt is, zou een derde object nodig zijn geweest om tot een conclusie te komen. Zou dit derde object uitgewezen hebben, dat bij een photoperiode, groter dan 18 uur, de schede van blad elf groter was dan de schede van blad tien, en eveneens schede en schijf van blad twaalf groter dan schede en schijf van blad elf, dan zou besloten moeten worden tot een remming in de bladgroei vóórdat de pluim zichtbaar werd. Met de ter beschikking staande gegevens kunnen bovenstaande hypothese en de daaruit voortvloeiende conclusie aangenomen noch verworpen worden.

Bij *Kameji*, 12 uur, had de differentiatie van het groeipunt plaats toen de schede van blad negen en de schijf van blad tien aan strekking toe waren. De remming was zichtbaar bij de schijf van blad tien. De schede van blad negen vertoonde geen verschil in lengte bij de twee lichtperioden. Bij het 18-uur object van dit ras viel het zichtbaar worden van de pluimaanleg samen met het strekken van de schede van blad dertien en de schijf van blad veertien. Deze twee elementen waren de eerste, welke korter waren dan hun voorgangers.

Beide objecten van *Fortuna* werden generatief tijdens de strekking van de schede van blad dertien en de schijf van blad veertien. Opvallend is hier, dat blad elf bij het 18-uur object zoveel langer was dan blad elf bij het 12-uur object, zulks terwijl beide objecten tijdens de groei van blad elf in het vegetatieve stadium verkeerden. Laat men dit blad even buiten beschouwing, dan blijkt de schede van blad twaalf iets korter te zijn geweest dan de schede van blad elf, en de schijf van blad dertien iets kleiner dan de schijf van blad twaalf. We verkeren hier in eenzelfde geval als in de 18-uur objecten van *Nero di Vialone* en *Kameji*: een vergelijkingsbasis ontbreekt. Het enige dat met zekerheid te zeggen valt is, dat de schede van blad twaalf en de schijf van blad dertien korter gebleven zijn dan hun directe voorgangers, terwijl tijdens de strekking van deze delen de pluimvorming nog niet zichtbaar was.

Bij *Karang Serang* treffen we eenzelfde beeld aan als bij *Fortuna*. Het groeipunt van de hoofdstengel differentieerde zich toen de schede van blad vijftien en de schijf van blad zestien in strekking waren. Reeds de schede van blad veertien en de schijf

van blad vijftien waren hier kleiner dan hun resp. voorgangers, t.w. de schede van blad dertien en de schijf van blad veertien.

Bij *Tjina* vinden we een vrij onregelmatig verloop van de bladgrootte. Het 12-uur object werd generatief toen de schede van blad veertien en de schijf van blad vijftien snel uitgroeiden. We zien nu in grafiek 15, dat vanaf de schede van blad dertien de bladscheden en bladschijven van het 12-uur object korter waren dan die van het 18-uur object. Echter nam bij het 12-uur object de bladlengte nog toe ook nadat de pluim gevormd was, om pas daarna af te nemen.

Het 18-uur object van *Tjina* kwam in het generatieve stadium toen de schede van blad achttien en de schijf van blad negentien zich strekten. Hierbij valt aan te tekenen, dat de schijf van blad achttien kleiner was dan de schijf van blad zeventien. Beide waren volgroeid toen de vorming van de pluim zichtbaar werd.

Uit alle bovenstaande gegevens blijkt, dat kort vóór of direct na de vorming van de pluim een remming in de bladgroei optrad. Bij de 12-uur objecten van de rassen *Nero di Vialone*, *Kameji* en *Tjina* is het duidelijk, dat er bladeren waren, die bij een langere belichtingsperiode een grotere lengte bereikt zouden hebben. Van de andere objecten is dit niet met absolute zekerheid te zeggen. Dit is evenwel zéér waarschijnlijk.

§ 10. *De invloed van de lengte van de photoperiode op de bladlengte*

In de tabellen 8, 9 en 16 is opgenomen de lengte van schijf en schede van een aantal bladeren van elk object van de eerste en de derde serie. Overziet men de gegevens van *Nero di Vialone*, dan blijkt, dat men bij de laag aan de stengel gelegen bladeren geen effect van de lengte van de lichtperiode kan opmerken. Het is goed, hierbij te letten op de lengte van de schede van blad zeven. Uitgaande van de veronderstelling, dat de lengten bij het 12-uur en bij het 18-uur object gelijk zullen zijn, vinden we een overschrijdingskans van 0.01. Toch is er geen reden, om de aanname van gelijkheid te verwerpen. Dit is te weinig logisch, als men let op de gegevens van de scheden van de bladeren zes en acht. Houdt men dit in gedachten, en let men tevens op hetgeen in Hoofdstuk IX, § 7 gezegd is over de betrouwbaarheid van de waarnemingen aan de verschillende objecten, dan zal men begrijpen, dat men hoge eisen aan de waarschijnlijkheid van het verschil moet stellen, wil men tot verantwoorde conclusies komen. De gegevens van *Fortuna*, schede blad elf, onderstrepen dit. De verschillen bij *Nero di Vialone*, *Kameji* en *Tjina* zijn natuurlijk evident. Bij *Fortuna* zijn ze niet overtuigend, bij *Karang Serang* heeft men een redelijke zekerheid dat de lengte van de lichtperiode de bladlengte beinvloed heeft.

	Blad nr.	schede			schijf		
		12 uur	18 uur	P	12 uur	18 uur	P
Kameji	9	255.1	265.8	0.05	532.4	507.7	0.04
	10	245.3	306.0	0.00	429.1	547.4	0.00
Fortuna	10	395.6	408.4	0.17	801.3	831.3	0.22
	11	413.8	457.9	0.00	837.3	897.4	0.04
	12	404.0	443.8	0.15	875.5	893.7	0.17
	13	351.6	375.6	0.03	849.0	930.3	0.05
Karang Serang	12	513.3	558.0	0.00	889.7	897.5	0.97
	13	502.3	532.2	0.02	1080.3	1119.3	0.28
	14	423.7	461.5	0.00	1054.4	1152.4	0.00
Tjina	13	286.9	339.3	0.00	615.7	652.2	0.74
	14	304.6	341.8	0.00	693.9	831.7	0.00
	15	285.1	326.6	0.00	742.8	883.9	0.00

Tabel 16. De gemiddelde lengte in mm. van enkele bladeren van de acht objecten van de derde serie. P = de overschrijdingskans bij toepassing van de toets van WILCOXON. Elk getal is het gemiddelde van tien waarnemingen.

§ 11. *De gevoeligheid van de verschillende rassen voor de lengte van de photoperiode*

Ten laatste dient nog iets gezegd te worden over de gevoeligheid van de verschillende rassen. Het is evident, dat *Nero di Vialone*, *Kameji* en *Tjina* sterk reageren op de lengte van de dagelijkse belichtingsperiode. Anders is het gesteld met *Fortuna* en *Karang Serang*. De grafieken, welke hierop betrekking hebben, tonen geen verschil in bladaantal voor de twee objecten van elk ras. Dit komt, omdat de meest voorkomende bladaantallen als basis voor de grafieken genomen zijn. Tabel 13 geeft echter aan, dat ook afwijkingen van dit gemiddelde niet zeldzaam zijn. Deze afwijkingen liggen veelal naar beneden voor de 12-uur objecten, en naar boven voor de 18-uur objecten. Dit wijst erop, dat toch wel enig verschil aanwezig was, zij het een zeer gering.

§ 12. *Samenvatting*

a. Afsplitsing en groei van een blad geschieden volgens een bepaald rhythme.
b. De bladeren, welke nog niet volgroeid zijn kort vóór het ogenblik of op het ogenblik van de overgang in het generatieve stadium, blijven korter dan het geval zou zijn geweest indien

deze overgang in het generatieve stadium niet zou hebben plaatsgehad.

c. Het onder b genoemde verschijnsel gaat gepaard met een vermindering van de snelheid, waarmee de bladeren na de overgang in het generatieve stadium uitgroeien.

d. De lengte van de photoperiode heeft geen invloed op de bladgroei tot kort vóór of tot aan het ogenblik, waarop de aanleg van de pluim zichtbaar wordt.

e. Er zijn rassen, waarbij de lengte van de vegetatieperiode niet beinvloed wordt door de lengte van de photoperiode. Bij deze rassen wordt de bladgroei eveneens niet beinvloed door de lengte van de photoperiode.

f. Er zijn rassen, waarbij de lengte van de vegetatieperiode wel beinvloed wordt door de lengte van de photoperiode. Bij deze rassen treedt de overgang in het generatieve stadium eerder op bij een korte photoperiode dan bij een lange photoperiode, en de remming in de bladgroei dus eveneens. De lengte van de photoperiode is hier dus van belang zowel voor het aantal als voor de lengte van de bladeren.

Hoofdstuk XI

DE OVERGANG VAN HET VEGETATIEVE IN HET GENERATIEVE STADIUM

§ 1. *De differentiatie van de pluim*

In een publicatie van NOGUCHI [34] wordt een uitvoerige beschrijving gegeven van de overgang van het vegetatieve stadium in het generatieve. Aan dit werk is het volgende ontleend:

Het vegetatieve groeipunt van de rijstplant is ± 0.13 mm. lang en ongeveer even breed. De grootte loopt bij de verschillende rassen iets uiteen. Het eerste teken van de vorming van de pluim bestaat in een plotselinge verlenging van het vegetatiepunt, onmiddellijk gevolgd door de verschijning van oneffenheden, te beginnen aan de basis van het groeipunt (fig. 8). Deze oneffenheden groeien uit tot halfbolvormige lichamen. Het zijn de zijassen van de pluim. Op deze zijassen komen bolvormige uitstulpsels te voorschijn: de eerste verschijningsvorm van de bloemen. Intussen vormen zich langs hoofd- en zijassen lange haren, welke de gehele pluim gaan bedekken (fig. 9).

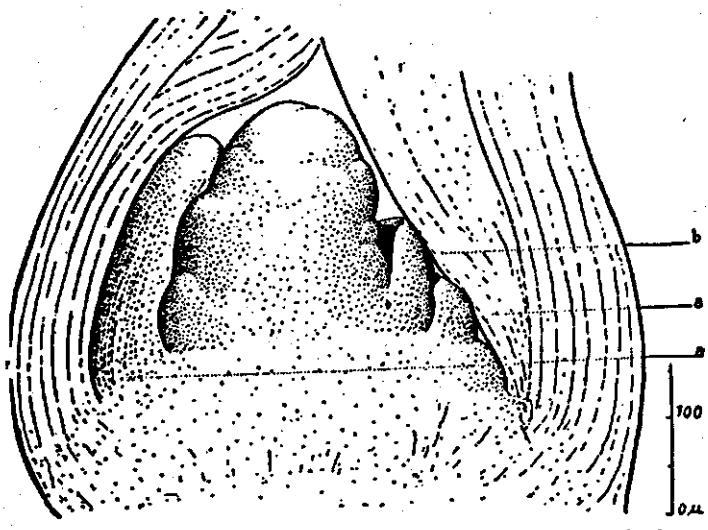


fig.8. Het groeipunt van de hoofdstengel van een 51 dagen oude plant van het ras Untung, die juist in het generatieve stadium gekomen is. a = primordium van het laatste blad (de vlag), b = het primordium van de knoop onder de pluim (naar KERLING).

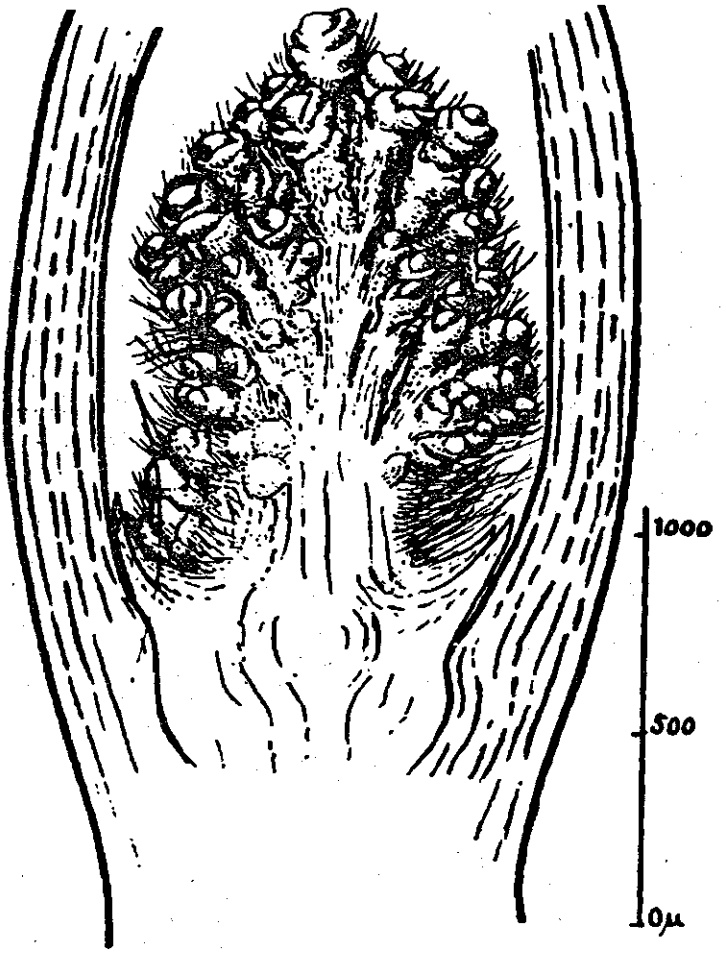


fig.9. Het pluimpje van een 66 dagen oude plant van het ras *Untung*. De bovenste bloempjes vertonen reeds de primordia van de kafjes (naar KERLING).

Het beschreven proces neemt ongeveer vijf dagen in beslag. Na afloop is de pluim enkele mm. lang.

Vervolgens groeit de pluim uit, terwijl de differentiëring van de verschillende delen voortgaat. Het in aanleg aanwezige bloemetje toont weldra de aanleg van het buitenste, d.i. onderste kroonkafje. Dit groeit uit, speciaal aan één zijde, door NOGUCHI rugzijde genoemd. Hierdoor gaat het de gehele bloem omhullen. Het binnenste, d.i. bovenste kroonkafje sluit de bloem aan de andere zijde af en vormt soms een kafnaald. Tegelijkertijd ontwikkelt zich de aanleg van de kelkkafjes en de bloemsteel. Daarna komt de ringvormige aanleg van de meeldraden te voorschijn. Deze

splitst zich in zes delen, waarna helmdraden en helmknoppen zich differentiëren. Wanneer dit gebeurt, wordt de binnen de krans van meeldraden gelegen aanleg van de stamper schaalvormig. Aan de onderzijde ontstaat het vruchtbeginsel, waarin integumenten en embryozak gevormd worden. Intussen groeit de stijl uit en deelt de stempel zich in tweeën. Onderaan het vruchtbeginsel komen twee zwellichaampjes te voorschijn, welke dienst doen bij het opengaan van de bloem.

Onder de reeds genoemde kelkkafjes vond NOGUCHI de aanleg van twee rudimentaire kelkkafjes. Deze en de eerstgenoemde groeien langzaam uit. NOGUCHI deelt mede, dat niet alle onderzoekers deze rudimentaire kelkkafjes vonden.

De vorming van alle bloemdelen is voltooid in enkele dagen. Rasverschillen en cultuuromstandigheden brengen bij dit alles geen principiële verandering teweeg. Tot zover NOGUCHI.

§ 2. *De betekenis van de knoop onder de pluim*

Wanneer het groeipunt zich gaat differentiëren, is het omringd door het jongste bladprimordium. Dit primordium groeit slechts in geringe mate. Meestal bereikt de schijf een lengte van ongeveer een halve mm. waarna indroging en verschrompeling plaats heeft. Van dit blad blijft veelal dan ook niets anders over dan een ringvormige knoop juist op de plaats waar de onderste zijassen van de pluim uit de hoofdas te voorschijn komen. Aan het karakter van blad behoeft intussen niet getwijfeld te worden. Het blijkt uit de volgende gegevens:

De planten van alle objecten in de drie series onderscheidden zich niet van elkaar tot op het tijdstip waarop het snelstbloeiende object in het generatieve stadium kwam. Op dat ogenblik bezaten alle planten dus een juist afgesplitst bladprimordium aan het groeipunt van elke stengel. Bij het in het generatieve stadium gekomen object groeide dit primordium niet uit. Men kan dit beschouwen als een extreme vorm van de in Hoofdstuk X, § 4, 7 en 9 beschreven remming. Het overeenkomstige primordium groeide bij de voorlopig vegetatief blijvende planten sterk uit. Hetzelfde was te zien toen planten van *Nero di Vialone*, welke meer dan elf, maar nog geen veertien bladeren bezaten, van een 12-urige lichtperiode naar een 18-urige overgebracht werden. Deze planten kwamen snel in het generatieve stadium en bezaten een bladaantal dat tussen elf en veertien lag. Het laatste bladprimordium groeide niet uit, in tegenstelling tot hetgeen bij de planten het geval was, welke blijvend bij een 18-urige photoperiode opgroeiden.

Hierboven werd betoogd, dat het jongste bladprimordium meestal niet uitgroeit. Soms echter wordt het karakter van blad duidelijk gedemonstreerd. Bij het 12-uur object van de eerste serie werd

enkele keren geconstateerd, dat het laatst afgesnoerde primordium een duidelijk zichtbare schijf en schede gevormd had met een totale lengte van soms vijf en twintig mm. (foto 3). Bij het 18-uur object van de eerste serie kwam dit slechts één keer voor; het blad was toen drie mm. lang. Ook in de tweede serie viel het verschijnsel te constateren, zowel bij overbrengen van een lange photoperiode naar een korte als omgekeerd.

Bij Italiaanse rassen, welke niet bij de proef betrokken waren, maar in de collectie van het laboratorium aanwezig waren, werd veelvuldig een jongste blad aangetroffen, dat uitgegroeid was tot een lengte van twintig mm. Hierbij waren rasverschillen op te merken. De invloed van ras en wijze van behandeling viel ook waar te nemen aan planten van het ras *Nero di Vialone* en het later rijpende Noordamerikaanse ras *Nira*. Deze planten werden na het zaaien op een nauw plantverband gehouden, zodat uitstoeling onmogelijk was. Op een leeftijd van drie en veertig dagen werden de planten in een ruim verband uitgezet. Twee en dertig dagen later werden de zijstengels van de hoofdstengels afgescheurd en de delen afzonderlijk uitgeplant. Bij de aan deze planten gevormde pluimen bereikte het laatste blad bij *Nero di Vialone* soms een lengte van zeventig mm, terwijl het bij *Nira* steeds degenereerde tot de bekende harde ring.

Bij niet-Italiaanse rassen werd nooit een uitgegroeid laatste blad waargenomen.

Hoofdstuk XII

DE UITSTOELING

§ 1. *De vorming van de okselknoppen*

Elk blad draagt in zijn oksel een knop. Deze ontstaat in de hoek tussen het groeipunt en de rugzijde van het blad. Hier vormt zich een bolvormig groepje cellen, d.i. het vegetatiepunt van de nieuwe knop. Hieraan wordt aan de zijde, welke naar het groeipunt van de moederspruit gelegen is, het prophyl zichtbaar. Dit prophyl is te vergelijken met het coleoptiel van de hoofdstengel. Het coleoptiel is echter cylindervormig, in tegenstelling tot het prophyl. Het primordium van het prophyl wordt nl. op dezelfde wijze gevormd als dat van alle andere bladeren en kent dus ook de open ringvorm met elkaar overlappende uiteinden.

Na afsnoering groeit het primordium van het prophyl uit in de breedte, zodat het het groeipunt gaat omhullen, en tevens in de lengte. De vorm, die de jonge knop hierbij aanneemt, is die van een tegen de stengel aangedrukte halve cirkel met een kleine gleuf in de bovenkant. Terwijl het prophyl zich aldus sluit, wordt het primordium van het eerste blad afgesnoerd. Het prophyl en het eerste blad groeien nu tegelijkertijd uit, terwijl het primordium van het tweede blad zichtbaar wordt. De vorm van de knop wordt die van een gelijkbenige driehoek. Wanneer de knop ongeveer twee mm. lang is, zijn er meestal drie bladprimordia aanwezig, waarvan het eerste dicht tegen het prophyl aan ligt (fig. 10).

De eerste tekenen van de vorming van een knop in de oksel van een blad worden, bij een vergroting van honderd maal, zichtbaar wanneer het blad ongeveer één mm. lang is. De knop is juist gesloten wanneer dit blad volgroeid is. In dit stadium gaat de schede van het volgende blad zich strekken, en wanneer deze strekking voltooid is, is de knop zover gekomen dat de driehoekige vorm ontstaan is en er drie bladprimordia aangelegd zijn.

§ 2. *De uitgroei van knop tot spruit*

Uit een knop kan een spruit ontstaan. In het vervolg zal een knop beschouwd worden als zijnde een spruit geworden zodra het eerste blad door het prophyl gebroken is.

Deze wijze van definiëren heeft tot gevolg, dat knoppen tot spruit worden bij een lengte, welke zeer verschillend kan zijn al naar de plaats welke zij aan de stengel innemen. Het prophyl

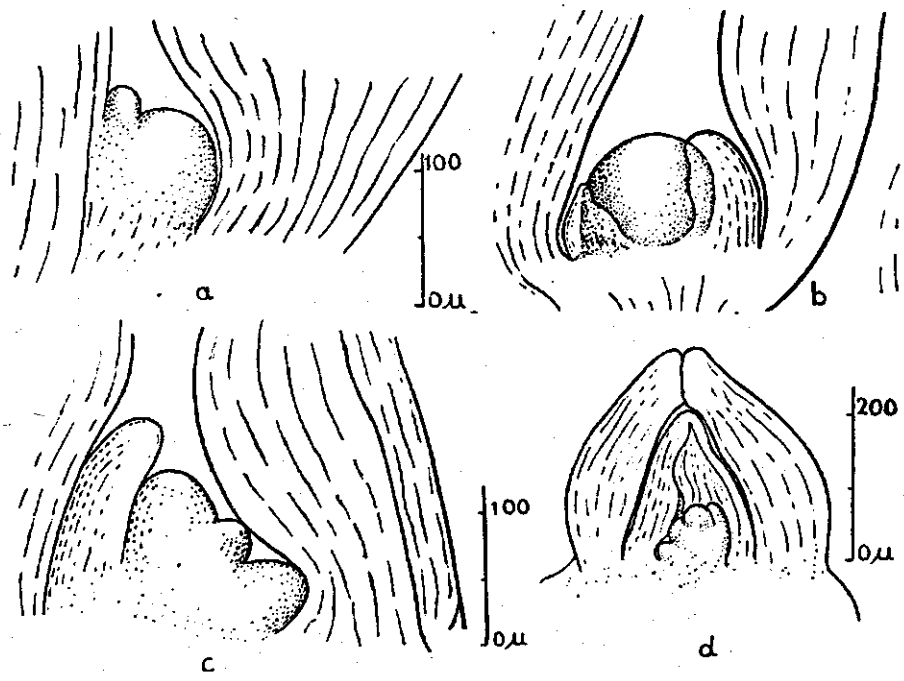


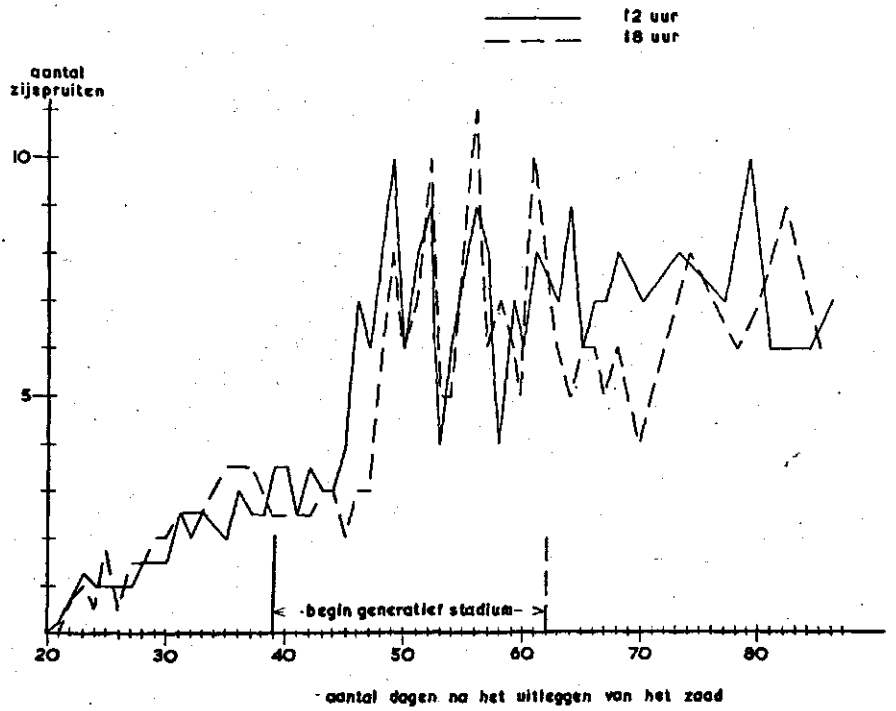
fig.10. Okselknoppen, a=met het primordium van het prophyl, b=met het uitgroeiende prophyl, c=met het prophyl en het primordium van het eerste blad, d=met het prophyl en twee bladprimordia (naar KERLING).

van een knop is langer naarmate de knop hoger aan een stengel ligt. De lengte van het prophyl van de spruit 1/3 van *Nero di Vialone* bedraagt vijf en zestig tot negentig mm, die van het prophyl van de spruit 1/8 twee honderd twintig tot twee honderd vijf en zeventig mm. Men zou zich dan ook kunnen voorstellen, dat de tijd, benodigd om van knop tot spruit te worden, langer was bij 1/8 dan bij 1/3. Uit de voorhanden zijnde waarnemingen is dit niet te berekenen. De groei van de zijstengels was nl. niet van dag tot dag te volgen, zulks in tegenstelling tot de groei van de de hoofdstengel. Dit kwam, doordat de verscheidenheid bij de zijstengels veel groter was dan bij de hoofdstengel, en wel meer naarmate de zijstengels een hoger nummer droegen. De snelheid van de groei is bij de knoppen en de zijspruiten dan ook niet met enige zekerheid vast te stellen. Evenwel bleken de knoppen, die werden waargenomen in het tijdvak van uitstoeling, òf nog klein te zijn, òf vrijwel geheel tot spruit uitgegroeid te zijn. Knoppen met een daartussen gelegen lengte kwamen bijna niet voor.

Blijkbaar vindt de strekking van een knop zeer snel plaats, en is het van weinig belang of een knop bij een lengte van zestig mm. of bij een lengte van tweehonderd mm. spruit genoemd mag worden,

§ 3. *De uitstoeling bij de twee objecten van de eerste serie*

Een overzicht van de uitstoeling bij de eerste serie vindt men in de grafiek 18.



Grafiek 18. De uitstoeling bij de twee objecten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

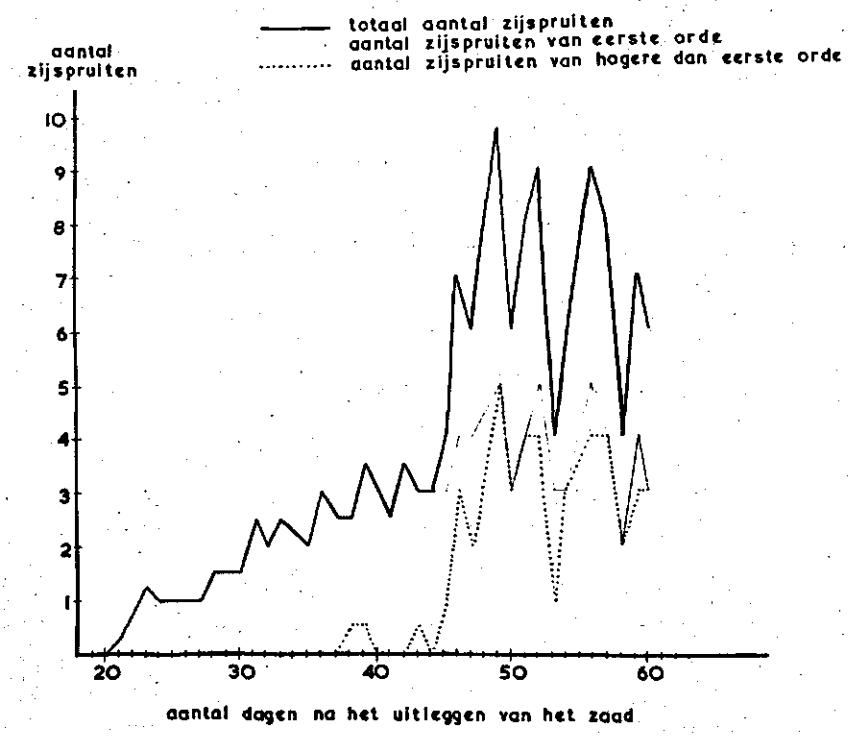
Uit deze grafiek zijn de volgende feiten af te lezen.

a. De curve is niet samengesteld uit het gemiddelde van een groot aantal planten, maar elk punt vertegenwoordigt één of twee steeds verschillende planten. Het blijkt, dat de uitstoeling binnen elk object zeer onregelmatig was. Er waren planten met vier, maar ook planten met elf zijspruiten.

b. De lijn voor elk object toont een gelijkmatige opklimming gedurende ongeveer de eerste vier en twintig dagen na het begin van de uitstoeling en stijgt dan plotseling. De definitieve hoogte wordt reeds ongeveer vier dagen na deze stijging bereikt.

We kunnen nu het totaal aantal zijspruiten in twee groepen splitsen, resp. omvattende die van de eerste orde en die van hogere dan de eerste orde. Dit is afgebeeld in grafiek 19. De genoemde snelle stijging blijkt dan het resultaat te zijn van twee processen. Ten eerste ging de vorming van primaire zijspruiten door, en ten tweede kwamen aan de reeds aanwezige zijspruiten nieuwe zijspruiten, dus van hogere dan de eerste orde, te voorschijn. De vorming van zijspruiten van de eerste orde eindigde op ongeveer de negen en veertigste dag na het uitleggen van het zaad, dit was op ongeveer de acht en twintigste dag na het begin van de uitstoeling. Dit was tegelijk met het bereiken van het uiteindelijke aantal spruiten. Aan de vorming van zijspruiten van de eerste orde resp. van hogere dan de eerste orde kwam dus tezelfdertijd een einde.

c. Uit de vergelijking van de twee objecten blijkt geen verschil in het aantal spruiten, gevormd bij photoperioden van 12, resp. 18 uur. Ook een berekening toont dit aan. Van dertig planten, opgegroeid bij een 12-urige belichtingstijd bedroeg het aantal zij-



Grafiek 19. Het totaal aantal zijspruiten, het aantal zijspruiten van eerste orde en het aantal zijspruiten van hogere dan eerste orde bij het 12-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

spruiten 7.1, bij eveneens dertig planten opgegroeid bij een photoperiode van 18 uur 7.4.
d. De hoofdstengel van de bij 12-urige belichting gekweekte planten kwam op de negen en dertigste dag na het te kiemen leggen van het zaad in het generatieve stadium. Bij 18-urige belichting was dit op de twee en zestigste dag na het te kiemen leggen het geval. Dit wil zeggen, dat bij het 12-urige object de uitstoeling in volle gang was toen de hoofdstengel generatief werd, in tegenstelling tot het 18-urige object, waarbij de uitstoeling op dat ogenblik voltooid was. De consequenties van dit feit zullen in § 5 ter sprake komen.

§ 4. *De remming in de uitstoeling bij de planten van de eerste serie*

De planten stonden op een beperkte ruimte, en men mag aannemen dat het aantal spruiten per plant groter zou zijn geweest indien zij verder van elkaar zouden hebben gestaan. Dit blijkt ook uit de uitstoeling van de randplanten, welke groter was dan van de niet langs de randen staande planten. Dit wil niet zeggen, dat de randplanten gedurende een langere tijd zijspruiten gevormd hebben. Uit grafiek 18 valt op te maken, dat sterk uitstoelende planten het totale aantal zijspruiten in dezelfde tijd vormden als andere planten hun veel kleinere aantal zijspruiten. Een plant met veel zijstengels stoelde niet langer uit, maar vormde de spruiten vlugger achter elkaar. Uit de literatuur (KERLING [20b], KUILMAN [24,25]) is bekend dat bij volkomen vrij staande planten de uitstoeling niet steeds voortgaat, maar onderbroken wordt om redenen, welke kennelijk bij de plant zelf gezocht moeten worden. Ook bij de hier beschreven proeven was van een dergelijk proces sprake. Dit kan als volgt worden aangetoond:
a. In Hoofdstuk IX, § 2 is ter sprake gekomen, waarom en hoe de uitdunning van het gewas plaats had. Deze uitdunning bracht een ruimer plantverband teweeg. Zonder een van de plant uitgaande remming van de uitstoeling zou men dus een steeds toenemend aantal spruiten mogen verwachten. Aan deze verwachting werd niet voldaan. Een tiental planten, geanalyseerd op een leeftijd van vier en vijftig tot vijf en zestig dagen bezat in totaal zeventig zijspruiten, tegen een aantal van een en zeventig bij tien planten, oud acht en tachtig tot honderd en veertien dagen.
b. Omstreeks de vijf en vijftigste dag na het te kiemen leggen viel bij beide objecten waar te nemen, dat een deel van de zijspruiten in zijn groei geremd werd. Op deze dag waren de spruiten van het 12-uur object reeds generatief. De niet geremde spruiten groeiden snel door en brachten een flinke pluim te voorschijn. De spruiten, waarvan de groei stagneerde, verdorden, terwijl de

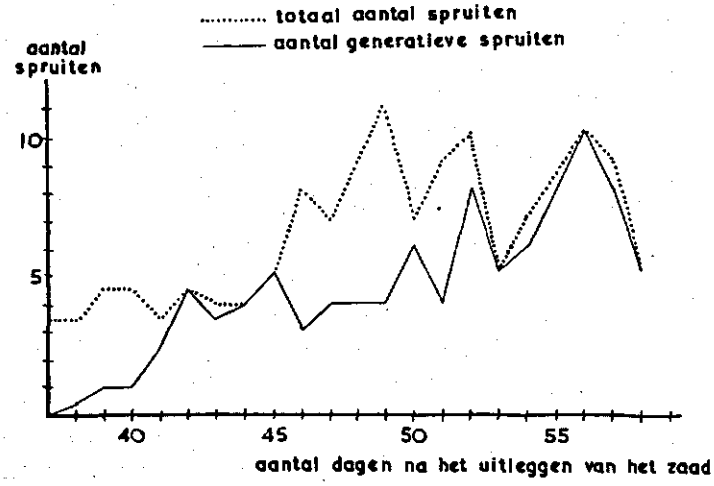
pluim niet langer werd dan enkele mm. Het 18-uur object was op de vijf en vijftigste dag na het te kiemen leggen nog in het vegatatieve stadium. De niet geremde spruiten groeiden door, werden generatief en droegen vrijwel alle een flinke pluim. De geremde spruiten kwamen niet in het generatieve stadium. Zij verdorden, terwijl het vegetatiepunt afstierf.

Tegelijkertijd was op te merken, dat bij beide objecten een toenemend aantal knoppen wel in de periode van sterke groei kwam, maar toch niet tot spruit werd. Deze knoppen stierven veelal langzamerhand af. Dit wijst erop, dat de groei van zich strekkende knoppen tot stilstand kwam.

Men kan zich afvragen, welke spruiten doorgroeiden en welke geremd werden. Getracht zal worden, in het volgende hoofdstuk hierop een antwoord te geven.

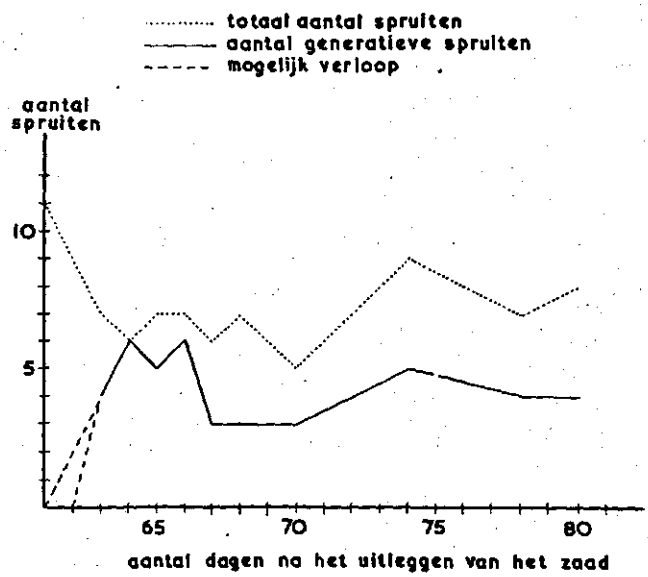
§ 5. *Het verloop van de bloei bij de planten van de eerste serie*

In § 3d werd opgemerkt, dat de hoofdstengels van de planten van het 12-uur object generatief werden toen de uitstoeling nog gaande was. De gevolgen hiervan blijken uit de grafieken 20 en 21. Hierin zijn uitgezet, voor beide objecten van de eerste serie, het totaal aantal spruiten en het aantal spruiten in het generatieve stadium.



Grafiek 20. Het totaal aantal spruiten en het aantal generatieve spruiten bij het 12-uur object van de eerste serie. (*Nero di Vialone*).

Bij een photoperiode van 12 uur was op de acht en dertigste dag na het uitleggen van het zaad bij één van de twee onderzochte planten de hoofdstengel generatief, de dag daarna de hoofdsten-

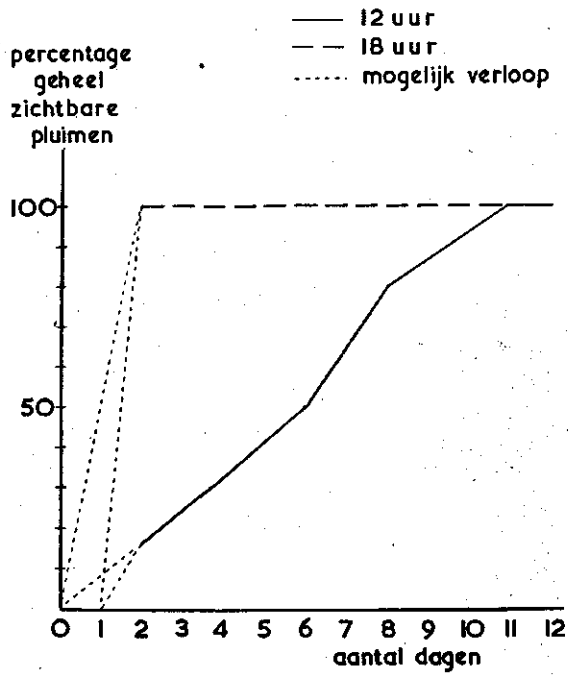


Grafiek 21. Het totaal aantal spruiten en het aantal generatieve spruiten bij het 18-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

gels van de twee op die dag geanalyseerde planten. De zijspruiten bleven hierbij enige dagen ten achter. De lijn, welke het aantal generatieve stengels aangeeft, blijft dus eerst beneden die, welke het totale aantal stengels voorstelt, en stijgt dan tot vrijwel dezelfde hoogte. Vervolgens nam de uitstoeling sterk toe. Dit werd veroorzaakt doordat de spruiten van hogere dan eerste orde gevormd werden. Deze spruiten bleven enige tijd in het stadium van bladvorming. De twee lijnen lopen dan ook uiteen. Waar zij weer tot elkaar komen, betekent dit, dat ook de laatstgevormde spruiten in het generatieve stadium kwamen.

Bij het 18-uur object was het verloop anders. Grafiek 21 geeft juist bij het begin van het generatieve stadium een opvallend hoog percentage generatieve stengels aan, en het is duidelijk dat bij dit object het aantal generatieve spruiten onmiddellijk zijn definitieve hoogte bereikte.

In de bloei kwam dit verloop opnieuw tot uiting. In grafiek 22 is uitgezet de verhouding van het aantal in hun geheel zichtbare pluimen tot het totaal aantal volledig gevormde pluimen op de verticale as, en het aantal dagen dat verliep tussen het geheel zichtbaar worden van de eerste resp. laatste pluim op de horizontale as. De keuze van de grootheid op de verticale as werd gemaakt in verband met de hierboven genoemde remming in de groei van som-



Grafiek 22. Het verloop van de bloei bij de twee objecten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

mige spruiten. Het percentage niet doorgroeiende spruiten was uiteraard niet gelijk voor elke plant. Deze ongelijkheid maakt, dat het onjuist is het verloop van de bloei uit te drukken als de verhouding van het aantal geheel zichtbare pluimen tot het totale aantal stengels. Evenmin is het correct om met het aantal generatieve spruiten als vergelijkingsbasis te werken. De geremde spruiten waren immers bij het 12-uur object vrijwel steeds generatief, die van het 18-uur object vrijwel steeds vegetatief. Als vergelijkingsbasis werd daarom genomen het aantal volledig gevormde pluimen, d.w.z. pluimen welke aan de remming waren ontsnapt. Het kwam nooit voor, dat een pluim van meer dan vijf mm. lengte niet uitgroeide, en bovendien behoefde de beslissing over al of niet volledig gevormd zijn pas genomen te worden toen de pluim van de hoofdstengel uit het laatste blad tevoorschijn kwam. Over het toekomstig gedrag van de andere pluimen bestond toen geen twijfel meer.

Uit grafiek 21 blijkt dan, dat bij het 12-uur object de periode, waarin de pluimen te voorschijn kwamen, tien dagen lang was, terwijl bij een photoperiode van 18 uur alle pluimen tegelijkertijd geheel zichtbaar werden.

§ 6. *De invloed van de uitstoeling en het ogenblik van de overgang naar het generatieve stadium op de bladvorming bij de zijstengels van de planten van de eerste serie*

Het verschil tussen de twee objecten ten tijde van het generatief worden van de plant geeft de verklaring aan van het in Hoofdstuk X, § 8 behandelde verschijnsel betreffende de bladvorming bij een photoperiode van 12 resp. van 18 uur. Het bleek, dat het verschil in bladaantal tussen de hoofdstengels drie bedroeg tegen ongeveer twee bij gelijkgenummerde zijstengels. Dit werd aangetoond voor enkele zijstengels van eerste orde. De hoofdstengel van het 18-uur object werd drie en twintig dagen later generatief dan die van het 12-uur object, terwijl de achterstand van de eerste zijstengels ongeveer twintig dagen bedroeg. Nu zijn drie dagen niet voldoende om een volledig blad te laten vormen, maar dit is ook niet nodig. Men heeft zich maar voor te stellen, dat een blad reeds ver gevorderd is op weg naar de uiteindelijke lengte. Drie dagen zijn dan voldoende om deze lengte te bereiken, met als gevolg de beschreven opschuiving van de al aanwezige, jongere bladeren, en de afsnoering van een nieuw bladprimordium. Dit laatste is alleen mogelijk, als het vegetatiepunt zich nog niet gedifferentieerd heeft. Uit de voorhanden zijnde analyses blijkt, dat toen de hoofdstengels generatief werden, zowel bij de zijstengels van het 12-uur object als bij de zijstengels van het 18-uur object de afsnoering van nieuwe bladprimordia verwacht kon worden. Deze afsnoering werd bij de planten van het 18-uur object verhinderd door de differentiatie van het vegetatiepunt, welke immers op dezelfde dag plaats vond als de differentiatie van het groeipunt van de hoofdstengel. Bij het 12-uur object had de pluimvorming bij de zijstengels enige dagen later plaats dan de pluimvorming aan de hoofdstengel, en het groeipunt had dus juist gelegenheid, een nieuw primordium af te snoeren.

§ 7. *Het aantal stengels, het aantal generatieve stengels en het aantal pluimdragende stengels bij de planten van de eerste serie*

In § 3 kwam onder c ter sprake, dat het gemiddeld aantal spruiten bij het 18-uur object gelijk geacht kon worden aan dat bij het 12-uur object. Nadien werd echter gesproken van knop- en spruitremming. Men kan zich voorstellen, dat dit remmingsproces een verschil teweeg kan brengen niet meer in het aantal spruiten, maar wel in het aantal pluimdragende stengels. Het aantal pluimdragende stengels wordt immers bepaald door het totaal aantal spruiten per plant, het percentage spruiten dat generatief wordt, en het percentage generatieve spruiten dat niet geremd wordt, maar doorgroeit en een pluim oplevert.

Object	12 uur	18 uur
totaal aantal zijspruiten	71	74
aantal generatieve zijspruiten	65	38
aantal gen. zijspruiten als % van het totaal aantal zijspruiten	91.5	51.4
aantal pluimdragende zijspruiten	44	37
aantal pluimdragende zijspruiten als % van het totaal aantal zijspruiten	62.0	50.0
aantal pluimdragende zijspruiten als % van het aantal generatieve zijspruiten	67.7	97.4

Tabel 17. Het totaal aantal zijspruiten, het aantal generatieve zijspruiten en het aantal pluimdragende zijspruiten aan tien planten van elk van de twee objecten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

Een overzicht hiervan vindt men in tabel 17. Het totaal aantal spruiten was voor beide objecten gelijk, zoals reeds eerder betoogd werd. Het remmingsproces begon voor beide objecten op dezelfde leeftijd. Het percentage generatieve zijspruiten was bij 12-urige belichting dan ook zeer hoog, terwijl bij een 18-urige lichtperiode slechts ongeveer de helft van het aantal spruiten in het generatieve stadium kwam. Bij het 12-uur object deed de remming zich voelen door het lage percentage generatieve spruiten dat een pluim droeg. Bij het 18-uur object brachten vrijwel alle generatieve spruiten een pluim voort. Het resultaat tenslotte was, dat het aantal pluimdragende zijassen vrijwel gelijk was bij de twee objecten. Dit volgde uit een statistische toetsing. Als wij nl. aannemen dat de percentages pluimdragende stengels in beide gevallen gelijk waren, dan is de kans op uitkomsten die nog sterker dan ons resultaat met de aanname in strijd zijn, ruim tien percent. Wij vinden hierin geen aanleiding, de aanname van gelijkheid te verwerpen.

§ 8. *De hernieuwde knopuitloop aan het einde van de vegetatieperiode*

In de volgende paragraaf zal nader worden ingegaan op een verschijnsel, dat hier vermeld dient te worden om de verschillende rassen onderling te kunnen vergelijken. Het betreft het gedrag van de okselknoppen aan het einde van de vegetatieperiode. Bij beide objecten van *Nero di Vialone* liepen, toen de zaden volkomen afgerijpt waren, zeer veel okselknoppen uit en werden snel tot spruit. De grafieken, welke de uitstoeling aangeven, tonen dit niet aan, doordat ze niet lang genoeg voortgezet zijn, Als dit wel het geval geweest zou zijn, zouden de lijnen bij het genoemde punt een sterke stijging vertoond hebben.

§ 9. *De uitstoeling van de planten van de tweede serie*

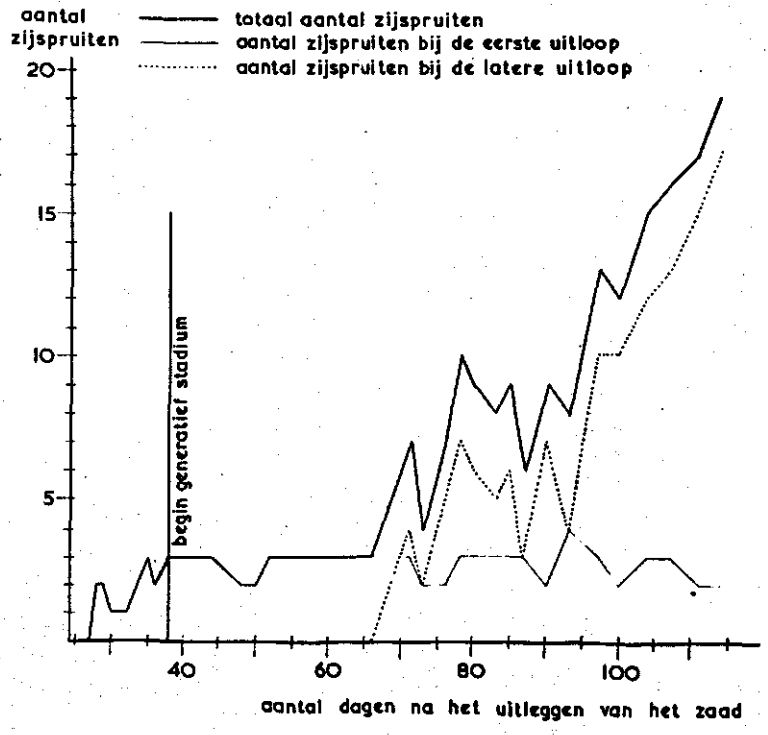
Alle tot dusverre behandelde gegevens hadden betrekking op de planten van de eerste serie. Bij de tweede serie was de uitstoeling zeer gering. De planten vormden twee, soms drie, zelden vier zijspruiten. Bij het object dat constant een 12-urige photoperiode had, verliep er, juist als bij de eerste serie, enige tijd eer alle zijspruiten in het generatieve stadium gekomen waren. De uitstoeling was echter gering, zodat de spreiding minder groot was dan bij de eerste serie. Bij 18-urige belichting gedurende de gehele vegatatieperiode was de overgang naar het generatieve stadium plotseling.

Bij het geringe aantal planten van deze serie was het niet mogelijk, elke dag een plant te analyseren. Exacte gegevens over het verloop van de bloei staan dan ook niet ter beschikking, maar wel kan gezegd worden dat bij constant 12-urige belichting de hoofdpluim enige dagen eerder zichtbaar was dan de zijpluimen. Bij constant 18-urige belichting werden wel flinke pluimen gevormd, maar toen de proeven beëindigd moesten worden tengevolge van het vergevorderde seizoen, waren de pluimen nog niet uit de schede van het omhullende blad te voorschijn gekomen.

De geringe mate van uitstoeling bracht met zich mee, dat deze snel was afgelopen. Er kon dan ook moeilijk een remmingsperiode vastgesteld worden. Vrijwel alle gevormde spruiten, ook van die planten die steeds bij een 12-urige belichtingsperiode groeiden, brachten een flinke pluim voort. Lange, geremde knoppen kwamen weinig voor, zo weinig dat er geen conclusie omtrent een remming van de knopuitloop getrokken kan worden. Het is duidelijk dat het geringe bodemvolume de uitstoeling sterk beperkte, waardoor deze afgelopen was vóórdat een in de plant zelf gelegen oorzaak zijn invloed kon doen gelden.

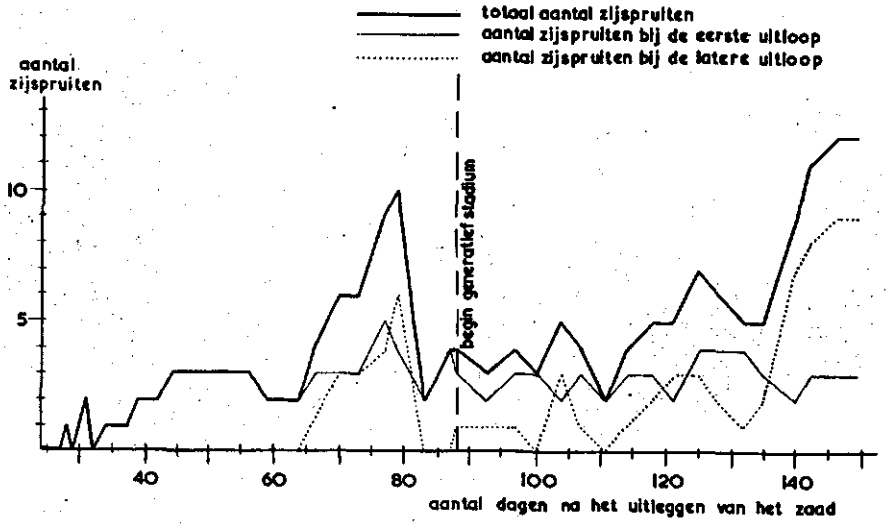
§ 10. *De uitstoeling bij het ras Kameji in de derde serie*

De uitstoeling van het ras *Kameji* bij 12-urige en 18-urige belichting staat afgebeeld in de grafieken 23 en 24. Letten we eerst op grafiek 23, welke de uitstoeling van het 12-uur object weergeeft, dan zien we dat het aantal zijspruiten per plant gedurende geruime tijd ongeveer drie bleef. Daarna trad een hernieuwde uitstoeling op. Tijdens de eerste periode van deze nieuwe uitstoeling was het aantal zijspruiten per plant zeer ongelijk; het bedroeg zes tot tien. Daarna nam de uitstoeling voortdurend sterk toe. De grafiek, welke het totale aantal zijspruiten aangeeft, is gesplitst in twee delen. Eén lijn geeft aan het aantal zijspruiten, ontstaan in wat we de eerste periode van uitstoeling mogen noemen, en de andere het aantal zijspruiten dan nadien ontstaan is. De scheiding tussen deze twee levert geen moeilijkheden op. De spruiten van de eerste uitstoeling waren nl. al geruime tijd in het generatieve stadium vóórdat er sprake was van een nieuwe uitloop. Ze hadden dan ook al flinke pluimen aangelegd tegen de tijd dat de nieuwe uitloop te voorschijn kwam en pluimen aanlegde. Daardoor was de pluimgrootte een duidelijk kenmerk om uit te ma-



Grafiek 23. Het verloop van de uitstoeling bij het 12-uur object van *Kameji*, derde serie.

ken of er sprake was van een vroegtijdig of van een laat ontstane spruit.



Grafiek 24. Het verloop van de uitstoeling bij het 18-uur object van *Kameji*, derde serie.

Eenzelfde grafiek (grafiek 24) is samengesteld voor het object *Kameji* 18-uur. De uitstoeling bij dit object gebeurde in het begin juist als bij het 12-uur object. Het totaal aantal zijspruiten per plant was ook hier meestal drie. Hernieuwde uitstoeling vond bij het 18-uur object plaats ongeveer terzelfdertijd als bij het 12-uur object het geval was. De eerste planten, welke in dit stadium geanalyseerd werden, bezaten een opvallend hoog aantal zijspruiten. Normaler was echter een totaal van vier of vijf, waarvan er twee of drie van de eerste uitloop afkomstig waren, en de overige van de tweede. De grafiek toont aan, dat de tweede uitstoeling reeds in gang was voordat de plant in het generatieve stadium kwam. De pluimgrootte kon dus geen dienst doen om uit te maken of een bepaalde spruit tot de eerste of tot de tweede uitloop gerekend moest worden. Het tijdstip, waarop de spruiten van de eerste resp. de tweede uitloop ontstonden, was echter zeer verschillend en daardoor ook de grootte, zodat herkennen goed mogelijk bleef.

Na het optreden van de tweede uitloop bleef het aantal zijspruiten per plant enige tijd gelijk, al waren er vrij grote verschillen tussen de planten onderling te constateren. Ook deze toestand was niet blijvend: een derde uitstoelingsperiode begon

ruim twee maanden na het begin van de tweede, en in deze derde en laatste periode nam het aantal spruiten snel toe.

Bij het 18-uur object zijn dus duidelijker drie perioden van uitstoeling te onderscheiden dan bij het 12-uur object.

§ 11. *De bloei bij het ras Kameji in de derde serie*

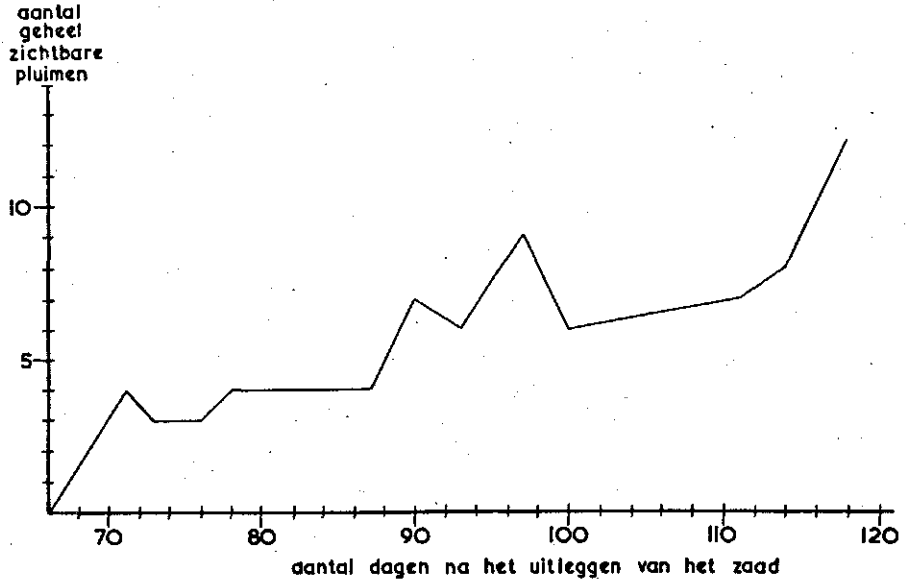
Bij het object *Kameji* 12-uur begon de uitstoeling zeven en dertig dagen nadat het zaad te kiemen was gelegd. De tweede uitstoelingsperiode nam ongeveer veertig dagen later een aanvang. De pluimen van de hoofdstengel en van de stengels van de eerste uitloop waren toen reeds volledig zichtbaar; de bloei hiervan was in volle gang. De knoppen, waaruit de tweede uitloop ontstond, vertoonden reeds de aanleg van de pluim voordat ze tot spruit werden. Hierop zal nader worden ingegaan in Hoofdstuk XIII, § 10. De spruiten van de tweede uitloop vormden dan ook snel bloeiende pluimen. Toen de derde uitstoelingsperiode een begin nam, waren de zaden in de pluimen afkomstig van de eerste uitstoelingsperiode, hardrijp. De pluimen aan de spruiten van de tweede uitstoelingsperiode waren juist uitgebloeid.

Bij het 18-uur object vonden zowel de eerste als de tweede uitloop plaats toen de plant nog in het vegetatieve stadium was. De samenhang tussen de bloei en de derde uitloop is moeilijk aan te geven, omdat dit object in twee delen bloeide, zoals reeds is besproken in Hoofdstuk X, § 5. Men kan zeggen, dat de vroegbloeiende planten hun bloei achter de rug hadden toen de derde uitloop zichtbaar werd, terwijl van de laatbloeiende groep de pluimen toen juist voor de dag kwamen. Dit verschil bleek geen invloed te hebben op het optreden van de derde uitstoeling.

Bij de bespreking van de uitstoeling van *Nero di Vialone* werd gewezen op de aanwezigheid van geremde knoppen en spruiten. Uit het verloop van de uitstoeling van de twee *Kameji*-objecten is te zien, dat ook hier tijden waren, waarin geen knoppen tot spruit werden. Echter is het niet zo, dat reeds uitgroeiende knoppen of spruiten in hun groei gestuit werden. Geremde knoppen en spruiten waren nl. vrijwel nergens te vinden. Verder kon vastgesteld worden, dat planten van het ras *Kameji*, welke niet aan de proef deelnamen, maar elders op een wijd plantverband uitgezet waren, tijdens de eerste uitstoelingsperiode veel meer dan drie zijspruiten vormden. Het is dus duidelijk, dat de stilstand in de eerste uitstoeling door ruimtegebrek werd veroorzaakt.

Ook de questie van de verhouding tussen generatieve en vegetatieve spruiten lag bij *Kameji* anders dan bij *Nero di Vialone*. Bij het 12-uur object van *Kameji* vertoonden alle knoppen en spruiten een pluim. Zij kwamen in dit stadium kort na de hoofdstengel. We zien dus, dat bij het *Kameji* 12-uur object alle knoppen en

spruiten een pluim aanlegden. De vorming van de spruiten gebeurde in verschillende trappen. We moeten dus het verloop van de uitstoeling min of meer terugvinden in het verloop van de bloei. Grafiek 25 geeft nu het aantal geheel zichtbare pluimen uitgezet tegen de tijd. Uit deze grafiek blijkt, dat inderdaad de curve, die het zichtbaar worden van de pluimen aangeeft, een verloop heeft dat sterke overeenkomst vertoont met die, welke de uitstoeling in beeld brengt. De tijd, gelegen tussen de eerste en tweede uitstoeling, was langer dan de tijd, gelegen tussen de eerste en tweede bloei. Dit is mogelijk doordat de spruiten van de tweede uitstoeling reeds bij hun ontstaan een pluim bezaten en weinig, kleine bladeren vormden. De zaden in de pluimen van de eerste uitstoeling waren geheel rijp toen de pluimen van de tweede uitstoeling geheel zichtbaar werden.



Grafiek 25. Het verloop van de bloei bij het 12-uur object van *Kameji*, derde serie.

Het 18-uur object van *Kameji* kwam in het generatieve stadium toen niet alleen de spruiten van de eerste uitstoeling gevormd waren, maar ook die van de tweede uitstoeling. Al deze spruiten werden generatief ongeveer tegelijk met de hoofdstengel. De bloei van dit object is niet in grafiek te brengen. Reden hiervan is weer de beschreven ongelijkheid van de twee groepen waarin dit object uiteen bleek te vallen. Uit de voorhanden zijnde analyses kan de gevolgtrekking gemaakt worden, dat de pluimen van de hoofd-

stengels, van de zijstengels gevormd tijdens de eerste uitstoelingsperiode en van de zijstengels gevormd tijdens de tweede uitstoelingsperiode, ongeveer tegelijkertijd zichtbaar werden. De eerste oogst van het 12-uur object bestond dus uit de hoofdpluim en de zijpluimen van de eerste uitstoeling. Bij het 18-uur object werd de oogst gevormd door de hoofdpluimen en de zijpluimen van de eerste en tweede uitstoelingsperiode. In cijfers uitgedrukt wil dit zeggen een eerste oogst van ongeveer vier pluimen per plant bij het 12-uur object, en van gemiddeld ruim vijf pluimen per plant bij het 18-uur object.

De knoppen aan de planten van het 18-uur object, welke niet uitgelopen waren in de eerste of in de tweede uitstoelingsperiode, bleven vegetatief. In de derde uitstoelingsperiode werd een aantal van deze knoppen tot spruit. Deze spruiten kwamen de een na de ander in het generatieve stadium.

§ 12. *De uitstoeling bij Fortuna, Tjina en Karang Serang*

De uitstoeling bij *Fortuna* was beperkt. Bij beide objecten bedroeg het aantal zijspruiten per plant vrijwel steeds twee. Deze droegen steeds een pluim. Dit aantal werd uiteraard snel na het begin van de uitstoeling bereikt. Nieuwe spruitvorming trad pas op tegen het einde van de vegetatieperiode, toen de zaden melkrijp tot deegrijp waren. Lange, geremde knoppen en verdorde, geremde spruiten waren bij dit ras niet aanwezig. Ook bij *Tjina* en *Karang Serang* viel geen verschil tussen de twee objecten waar te nemen. Het aantal zijspruiten per plant was bij *Tjina* zowel als bij *Karang Serang* gemiddeld bijna vier. *Tjina* vertoonde lange knoppen en verdorde spruiten, *Karang Serang* alleen verdorde spruiten. Het geringe aantal van deze spruiten en knoppen staat niet toe, te besluiten over het tijdvak van een remmingsperiode waarvan de oorzaak niet gezocht moet worden in het nauwe plantverband. Planten van *Fortuna, Tjina* en *Karang Serang*, welke niet aan de proef deelnamen, en in een ruimer plantverband stonden, bezaten veel meer zijspruiten dan de planten van de proefobjecten.

§ 13. *Samenvatting*

a. De strekking van een knop, waardoor deze tot spruit wordt, verloopt zeer snel.
b. Doordat de standruimte van elke plant beperkt was, kon niet worden onderzocht of de lengte van de photoperiode van invloed is op het aantal spruiten, dat een plant zou kunnen vormen.
c. Bij het in de proeven toegepaste plantverband bleek het aantal zijspruiten per plant niet onder invloed te staan van de lengte van de photoperiode.

d. De mogelijkheid tot het vormen van zijspruiten is niet gedurende de gehele vegetatieperiode aanwezig. Dit blijkt uit het feit, dat het aantal zijspruiten per plant niet geregeld bleef toenemen, terwijl toch het plantverband door uitdunning steeds ruimer werd.

e. Bij *Nero di Vialone*, eerste serie, groeiden op zeker moment, welk moment hetzelfde was voor beide objecten, de jongste spruiten en de in strekking zijnde knoppen niet door. Zij stierven langzamerhand af.

f. Deze remming in de groei van spruiten en knoppen van *Nero di Vialone* trof de planten van het 12-uur object in het generatieve stadium, en die van het 18-uur object in het vegetatieve stadium. Hierdoor kwam het, dat bij het 12-uur object bijna alle spruiten generatief werden, en slechts een deel van deze spruiten een volwassen pluim droeg, terwijl bij het 18-uur object slechts een deel van de spruiten generatief werd en vrijwel alle generatieve spruiten een bloeiende pluim voortbrachten. Het aantal bloeiende pluimen per plant was bij beide objecten gelijk.

g. Indien de uitstoeling door gaat terwijl de plant reeds in het generatieve stadium gekomen is, worden de zijspruiten de een na de ander generatief. Dit verloop is in de bloei terug te vinden.

h. Bij *Kameji* trad, nadat gedurende geruime tijd geen nieuwe spruiten gevormd waren, bij beide objecten plotseling een vernieuwde uitstoeling op. Bij het 18-uur object viel deze vernieuwde uitstoeling vóór het generatief worden van de plant, zodat de pluimen aan deze later gevormde spruiten tot de oogst bijdroegen. Bij het 12-uur object trad de nieuwe uitstoeling op nadat de eerstgevormde spruiten al geruime tijd in het generatieve stadium waren. De bloeiperiode werd daardoor sterk verlengd.

i. Alleen bij de eerste serie van *Nero di Vialone* kon een periode vastgesteld worden, waarin van remming van de groei van de zijspruiten sprake was. Bij de andere objecten was dit niet mogelijk. De reden hiervan is, dat door het nauwe plantverband de standruimte reeds als beperkende factor opgetreden was voordat een in de plant zelf gelegen oorzaak zijn werking kon doen voelen.

Hoofdstuk XIII

HET GEDRAG VAN DE OKSELKNOPPEN

In de voorgaande paragraaf werd de uitstoeling als geheel beschouwd. Thans zullen wij nagaan, welke knoppen tot een spruit uitgroeiden, en wat er gebeurde met de knoppen waarbij dit niet het geval was.

§1. *De plaats van de zijspruiten aan de hoofdstengel bij de planten van de eerste serie*

De eerste serie toont ons het hieronder beschreven beeld. Uit grafiek 18 blijkt, dat op de drie en vijftigste dag nadat het zaad te kiemen was gelegd, de uitstoeling als geëindigd kon worden beschouwd. Dit was op 8 Juni. Volgens grafiek 20 mag aangenomen worden, dat op dezelfde dag het aantal generatieve spruiten aan het 12-uur object zijn maximum bereikt had. Uit grafiek 22 tenslotte kan worden opgemaakt, dat op de tiende dag van de bloei alle daarvoor in aanmerking komende pluimen in hun geheel zichtbaar waren geworden. Dit was op 11 Juli.

Aan de hand van deze gegevens en van de ter beschikking staande analyses kan een tabel (tabel 18) worden samengesteld welke aangeeft voor het 12-uur object:

Het aantal zijspruiten 1/2, 1/3 enz. aan de vanaf 8 Juni en 11 Juli geanalyseerde planten (kolommen b en c).

Het aantal generatieve zijspruiten 1/2, 1/3 enz. vanaf 11 Juli (kolom d).

Het aantal generatieve zijspruiten, dat een geheel uit de schede van de vlag gekomen pluim droeg, vanaf 11 Juli (kolom e).

Voor het 18-uur object van de eerste serie moet soms met andere data gewerkt worden. Het totaal aantal zijspruiten, ingedeeld naar de plaats van inplanting, is weer geteld vanaf 8 Juni. Het aantal generatieve spruiten en het aantal pluimen is bepaald vanaf de dag, dat de pluimen – in dit geval dus alle tegelijk – in hun geheel zichtbaar waren.

De hierop betrekking hebbende getallen staan in tabel 19.

Uit deze twee tabellen valt het volgende op te maken:

a. Het gemiddeld aantal zijspruiten van eerste orde was bij het 18-uur object 4.28, bij het 12-uur object 3,84. Voor de zijspruiten van hogere dan eerste orde zijn deze getallen resp. 2,90 en 3,16. Bij het 18-uur object was het aantal zijspruiten van eerste orde dus hoger dan bij het 12-uur object, terwijl het omgekeerde het geval was bij de zijspruiten van hogere dan eerste orde.

a	b	c	d	e	f
nummer van de spruit	aantal spruiten aan 31 planten vanaf 8 Juni	aantal spruiten aan 11 planten vanaf 11 Juli	aantal generatieve zijspruiten vanaf 11 Juli	aantal zijpluimen vanaf 11 Juli	percentage pluimdragende zijspruiten vanaf 11 Juli
1/2	12	3	3	3	100
1/3	27	8	8	8	100
1/4	24	11	11	11	100
1/5	4	1	1	1	100
1/6	14	6	6	4	67
1/7	12	3	3	1	33
1/8	26	8	8	4	50
1/2/1	1	1	1	1	100
1/2/2	3	3	2	0	0
1/2/3	5	1	1	1	100
1/2/4	7	1	1	0	0
1/3/0	1	0	0	0	–
1/3/1	11	3	3	3	100
1/3/2	22	7	6	3	43
1/3/3	19	3	2	1	33
1/3/4	1	0	0	0	–
1/4/0	2	2	2	0	0
1/4/1	14	9	9	5	55
1/4/2	9	5	1	1	20
1/5/1	1	0	0	0	–
1/3/1/1	1	1	0	0	0
1/3/1/2	1	1	1	0	0

Tabel 18. Eerste serie. 12-uur object.
Het totaal aantal zijspruiten met een bepaalde plaats aan de plant bij 31 planten, nadat de uitstoeling voltooid was (kolom b).
Het totaal aantal zijspruiten met een bepaalde plaats aan de plant, het aantal generatieve zijspruiten, het aantal pluimdragende zijspruiten en het percentage pluimdragende zijspruiten nadat alle pluimen geheel zichtbaar geworden waren, bepaald aan 11 planten (kolommen c t/m f).

a	b	c	d	e	f
nummer van de spruit	aantal spruiten aan 39 planten vanaf 8 Juni	aantal spruiten aan 12 planten vanaf 28 Juli	aantal generatieve zijspruiten vanaf 28 Juli	aantal zijpluimen vanaf 28 Juli	percentage pluimdragende zijspruiten vanaf 28 Juli
1/2	7	3	3	3	100
1/3	37	11	11	11	100
1/4	35	12	12	12	100
1/5	15	9	8	8	89
1/6	22	5	1	1	20
1/7	25	6	1	1	17
1/8	26	7	0	0	0
1/2/1	3	3	2	2	67
1/2/2	3	3	2	2	67
1/2/3	4	1	1	1	100
1/2/4	4	1	1	0	0
1/3/1	9	1	0	0	0
1/3/2	29	10	1	1	10
1/3/3	27	7	0	0	0
1/4/1	13	3	0	0	0
1/4/2	20	7	1	1	14
1/5/1	1	0	0	0	-

Tabel 19. Eerste serie. 18-uur object.
Het totaal aantal zijspruiten met een bepaalde plaats aan de plant bij 39 planten, nadat de uitstoeling voltooid was (kolom b).
Het totaal aantal zijspruiten met een bepaalde plaats aan de plant, het aantal generatieve zijspruiten, het aantal pluimdragende zijspruiten en het percentage pluimdragende zijspruiten nadat alle pluimen geheel zichtbaar geworden waren, bepaald aan 12 planten (kolommen c t/m f).

b. De verdeling van de spruiten over de stengels was bij de twee objecten niet gelijk. Het overgrote deel van de planten van beide objecten bezat de spruiten 1/3 en 1/4. De spruit 1/2 kwam vaker voor bij 12-urige belichting dan bij 18-urige. Opvallend is het verschil bij 1/5. Deze kwam bij beide belichtingstijden weinig voor, bij 18 uur bij vijftien van de negen en dertig planten; bij 12 uur bij

niet meer dan vier van de een en dertig planten. Dit verschil bleef, minder uitgesproken, aanwezig bij 1/6 en 1/7. Spruit 1/8 daarentegen kwam vaker voor bij het 12-uur object dan bij het 18-uur object. Bij 12-urige belichting kwam een groter aantal zijspruiten te voorschijn dan bij het 18-urige, aan de stengel 1/3.

c. Bij beide objecten liepen de knoppen in het midden van de stengel minder vaak uit dan de knoppen, boven of onderaan de stengel gelegen.

d. De tabellen illustreren nogmaals het bekende feit, dat bij 12-urige belichting vrijwel alle spruiten generatief werden, in tegenstelling tot het gedrag van het 18-uur object. Gaat men na, welke spruiten een bloeiende pluim droegen, dan blijkt bij de zijspruiten van eerste orde een regelmaat, welke zich bij de zijstengels van hogere orde herhaalde, zij het met afwijkingen. Laag genummerde spruiten, d.w.z. vroeg gevormde spruiten, vormden vaak tot steeds een bloeiende pluim, terwijl later gevormde spruiten soms, zelden of nooit een dergelijke pluim te voorschijn brachten, Dit zijn de gevolgen van het reeds eerder beschreven remmingsproces.

§ 2. *De plaats van de zijspruiten aan de hoofdstengel bij de planten van de tweede serie*

De gegevens over de verdeling van de zijstengels bij de planten van de tweede serie staan vermeld in tabel 20. Bij deze serie werden de eerste zijspruiten gevormd op de negen en twintigste dag na het te kiemen leggen van het zaad. Bij de eerste serie was dit (grafiek 18) op de een en twintigste dag het geval.

1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	zijstengels van 2e orde	totaal
24	29	44	38	4	9	148

Tabel 20. Het aantal zijspruiten met een bepaalde plaats aan de plant bij 52 potplanten van de tweede serie.

Uit tabel 20 blijkt, dat het zwaartepunt van de uitstoeling niet zozeer lag bij de spruiten 1/3 en 1/4, zoals bij de eerste serie, maar dat vaker nog de knoppen 1/5 en 1/6 een spruit opleverden. Zijstengels van tweede orde kwamen vrijwel niet voor. Reeds eerder is opgemerkt, dat vrijwel alle spruiten bij deze serie een volledige pluim vormden.

§ 3. *De plaats van de zijspruiten aan de hoofdstengel bij de planten van de derde serie.*

Onderzoeken we, welke knoppen bij *Kameji* tot spruit werden, dan blijkt bij beide objecten de eerste uitstoeling vrijwel steeds gevormd te zijn door de spruiten 1/3, 1/4 en 1/5. Soms maakte 1/6 deel uit van deze groep. In dit opzicht bestond er tussen de twee objecten geen verschil. Anders was het gesteld met de tweede uitloop. Bij het 12-uur object had deze vooral plaats aan de bovenste delen van de reeds gevormde stengels. Het waren vooral de knoppen 1/9, 1/10, 1/3/4, 1/3/5, 1/4/2, 1/4/3, 1/4/4, 1/5/3, die in deze periode uitliepen. Bij het 18-uur object bestond de tweede uitstoeling uit de uitloop van de laag aan de zijstengels van eerste orde gelegen knoppen. Dit waren dus vooral de knoppen 1/3/1, 1/3/2, 1/4/1, 1/4/2, 1/5/1, 1/5/2. In de derde periode hadden vrijwel alle knoppen de neiging tot uitlopen. Hooggelegen knoppen van het 18-uur object en laaggelegen knoppen van het 12-uur object liepen uit, terwijl ook spruiten van hogere dan tweede orde optraden.

De uitstoeling bij *Fortuna* was, zoals reeds werd medegedeeld, zeer beperkt. Vrijwel steeds waren de knoppen 1/3 en 1/4 degene, die tot spruit uitgroeiden.

		1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	2e orde	aantal planten
Tjina	12 uur	1	9	13	12	3	5	6	0	2	14
	18 uur	0	9	14	12	3	6	8	2	6	14
Karang	12 uur	3	11	11	11	9	6	1	0	5	14
Serang	18 uur	3	10	13	10	4	7	2	0	8	14

Tabel 21. Het aantal zijspruiten met een bepaalde plaats aan de plant bij de vier objecten van de rassen *Tjina* en *Karang Serang* bij de derde serie.

De gegevens van het ras *Tjina* staan vermeld in tabel 21. Tussen de twee objecten is geen verschil te ontdekken. Bij elk object waren het vooral de knoppen 1/4 en 1/5 welke uitliepen, en in iets mindere mate 1/3. Knop 1/6 werd niet vaak een spruit; het aantal keren dat de knoppen 1/7 en 1/8 uitliepen, was weer wat groter. De spruiten van hogere dan eerste orde waren van weinig belang. Het aantal verdorde spruiten was niet groot. Als er sprake is van verdorde stengels, dan was dit vnl. het geval bij die, welke het hoogst aan de hoofdstengel gelegen waren, of die behoorden tot de zijstengels van tweede orde. Dit laatste kon alleen nagegaan wor-

den bij het 12-uur object. De bloei van het 18-uur object viel laat in het seizoen, was daardoor gebrekkig, en kan niet vergeleken worden met die van het 12-uur object.

Het aantal keren dat de zijspruiten 1/2, 1/3 enz. voorkwamen bij *Karang Serang* staat eveneens aangegeven in tabel 21. Het zwaartepunt van de uitstoeling lag ook hier bij de spruiten 1/3, 1/4 en 1/5. Hoger gelegen knoppen liepen minder vaak uit, en het aantal zijspruiten van tweede orde was gering. Verdroogde zijstengels kwamen vooral voor bij sterk uitgestoelde planten, en het betrof dan, juist als bij *Tjina* het geval was, de hoger aan de hoofdstengel gelegen zijspruiten en de zijspruiten van tweede orde.

§ 4. *Het gedrag van de knoppen, die niet tot spruit uitgroeiden, bij de planten van de eerste serie*

Een plant met elf bladeren aan de hoofdstengel en zeven zijspruiten met een gemiddeld aantal bladeren van vijf, zoals bij het *Nero di Vialone* 12-uur object bijv., bezit, de okselknoppen in coleoptiel en prophyllen meegerekend, vier en vijftig knoppen. Wat gebeurde er met de gemiddeld zeven en veertig knoppen, die niet tot een spruit uitgroeiden?

We zullen dit eerst nagaan bij de objecten van de eerste serie. De knoppen 1/0, 1/1 en 1/2 werden steeds gevormd. Hun ligging onderaan de stengel was echter zeer ongeschikt voor hun verdere groei. De voet van de stengel is hard en gekromd, en er komen vele wortels uit te voorschijn welke zich door de knoppen heenboren. Van 1/0 en 1/1 kwam dan ook nooit iets terecht, terwijl de knop 1/2 bij ongeveer drie vierde deel van het aantal planten afwezig was.

Enkele planten bezaten niet de spruiten 1/3 en 1/4. In deze gevallen was van 1/3 niets terug te vinden. Wel werd twee maal een knop 1/4 gevonden, met een lengte van resp. drie en vier mm.

De hierop volgende knoppen van de hoofdstengel waren vrijwel steeds terug te vinden. Bij deze knoppen lieten zich de volgende mogelijkheden onderscheiden:

1e. de knop strekte zich niet, maar bleef rusten.
2e. de knop strekte zich, maar werd door de reeds beschreven remming verhinderd een spruit te worden.
3e. de knop groeide uit tot een spruit.

Het vraagstuk, dat zich hierbij voordeed, was hoe de knoppen van de twee eerstgenoemde categorieën van elkaar te onderscheiden. Soms was dit eenvoudig. De geremde knoppen waren vaak zeer lang, tot honderd veertig mm. toe. Ze waren plat, doordat ze tussen stengel en bladschede bekneld lagen, en in de loop van de vegetatieperiode werden ze bruin en slijmerig en stierven soms af. Er

	knop	gemiddelde lengte in mm.	lengte van de grootste knop in mm.	aantal knoppen, groter dan 10 mm.	aantal planten waarop de waarnemingen betrekking hebben
12 uur	1/4	3.5	4	0	2
	1/5	5.5	10	0	13
	1/6	10.1	19	6	12
	1/7	10.9	37	4	13
	1/8	44.0	84	3	3
	1/9	29.2	140	18	24
	1/10	4.4	7	0	20
18 uur	1/5	4.7	7	0	3
	1/6	14.2	62	4	11
	1/7	13.0	67	2	9
	1/8	8.1	22	2	8
	1/9	2.6	5	0	32
	1/10	3.1	5	0	17
	1/11	3.6	7	0	20
	1/12	5.2	8	0	17
	1/13	6.5	13	2	10

Tabel 22. De gemiddelde knoplengte, de maximale knoplengte, het aantal knoppen, langer dan 10 mm. en het aantal planten waarop de waarnemingen betrekking hebben bij de twee objecten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

bestonden ook geremde knoppen welke veel kleiner waren. Deze waren minder makkelijk als „geremd" te onderkennen, vooral in een jong stadium, omdat de knoppen dan nog fris en veerkrachtig waren. Het is dan ook niet steeds mogelijk uit de voorhanden zijnde gegevens op te maken of een knop als geremd beschouwd moet worden, of als nooit gestrekt zijnde. Om toch een indruk te krijgen, is in tabel 22 een opgave te vinden van:

De gemiddelde lengte van de knoppen

de gevonden grootste lengte van een knop

het aantal keren dat een knop, groter dan tien mm. werd gevonden

het aantal waarnemingen, waarop de gegevens betrekking hebben.

De grens van tien mm. is betrekkelijk willekeurig gekozen, en wil niet aangeven, dat de knoppen beneden of boven deze grens met zekerheid als niet in strekking geweest zijnde resp. geremd be-

schouwd dienen te worden. Desondanks zijn de volgende conclusies te verdedigen:

Het niet uitgroeien van de knoppen 1/4 en 1/5 zal te wijten zijn geweest aan oorzaken, welke niet golden voor het gewas als geheel. Dit blijkt uit de tabellen 18 en 19. Vele planten zijn immers wel in staat de spruiten 1/4 en 1/5 te voorschijn te brengen. In tabel 22 is te lezen, dat de niet tot spruit geworden knoppen 1/4 en 1/5 klein waren. Het is dus waarschijnlijk, dat deze knoppen niet, of hoogstens zelden en dan weinig, in hun strekkingsperiode zijn gekomen. Voor de kleine knoppen 1/6 en 1/7 is dit evenzeer het geval. Er zijn bij deze twee groepen echter enkele knoppen die zich kennelijk strekten, en waarvan de strekking tot stilstand is gebracht.

Bij de knoppen 1/8 en 1/9 van het 12-uur object zijn de gegevens zeer overtuigend. Vrijwel alle knoppen 1/8 zijn aan de remming ontsnapt, al werd (tabel 18) een groot deel van de gevormde spruiten in een later stadium in zijn groei gestuit. De later dan 1/8 uitgroeiende knoppen 1/9 kwamen geen van alle verder dan het stadium van lange, platte knop. De knoppen 1/10 kwamen aan de strekkingsperiode niet toe.

Het 18-uur object onderscheidde zich hierin van het 12-uur object. Bij 1/8 was bij het 18-uur object nog sprake van strekking en remming, zij het in mindere mate dan bij het object met 12-urige belichting. Bij de hoger dan 1/8 gelegen knoppen was van groei en stagnatie in deze groei niets te bespeuren.

Het aantal keren, dat een bepaalde zijstengel voorkwam, was in het algemeen te gering en de verschillen in herkomst van de zijstengels waren te groot om een uitgebreide behandeling te rechtvaardigen. Het beeld, dat zij boden, week trouwens niet af van dat van de hoofdstengels, indien men rekening houdt met een zekere opschuiving. Deze opschuiving is een logisch gevolg van de ligging van de zijspruiten. Deze ontstaan iets boven de gekromde voet van de hoofdstengel en de onderste knoppen van de zijstengels komen dan ook minder in de verdrukking dan die, welke onderaan de hoofdstengel liggen. Spruiten, ontstaan uit in de oksel van de prophyllen gelegen knoppen, kwamen dan ook een enkele keer voor. De mogelijkheid tot strekking is voor een iets hoger liggende knop echter nog steeds groter. Laag aan de zijstengels gelegen knoppen bleven, ook wanneer zij zich niet strekten, niet zelden in leven.

Daar de zijstengels later ontstaan dan de hoofdstengels, is het te verwachten dat de beschreven platte knoppen lager aan de zijstengels zullen voorkomen dan aan de hoofdstengels. Deze verwachting blijkt juist te zijn. Als platte, tijdens de strekking

geremde knop zijn bijv. veelvuldig te beschouwen de knoppen 1/2/2, 1/2/3, 1/2/4, 1/3/2, 1/3/3, 1/3/4, 1/4/1, 1/4/2, 1/4/3 en 1/5/2 De variatie hierbij was groter dan bij de hoofdstengels het geval was; het zal dan ook duidelijk zijn dat de gegeven voorbeelden alleen mogen dienen om de gedachten te bepalen. De boven deze platte knoppen gelegen exemplaren waren ongeveer vier mm. groot en toonden geen strekkingsverschijnselen.

§ 5. *Het gedrag van de knoppen, die niet tot spruit uitgroeiden, bij de planten van de tweede serie*

Bij de tweede serie werden zeer weinig platte knoppen aangetroffen. Men kan hieruit de conclusie trekken, dat de uitstoeling zijn maximum bereikt had vóór het optreden van de remming. In § 9 van Hoofdstuk XII werd hierover reeds gesproken. Er werd toen opgemerkt, dat het geringe aantal analyses het moeilijk maakte een remmingsperiode te localiseren. Thans kan hieraan toegevoegd worden, dat het geringe aantal platte knoppen deze moeilijkheid vergroot. Er waren weinig planten met platte knoppen. Bovendien had slechts van tijd tot tijd analyse plaats van een tot een bepaald object behorende plant. Vinden wij een plant met geremde knoppen, dan betekent dit dan ook geenszins, dat de remming juist vóór de analyse van deze plant is opgetreden. Dit kan veel eerder het geval geweest zijn. Het is daarom niet mogelijk, te bepalen wanneer de remming zijn intrede deed.

§ 6. *Het gedrag van de knoppen, die niet tot spruit uitgroeiden, bij de planten van de derde serie*

Bij *Kameji* waren tussen de uitstoelingsperioden in, vrijwel nooit lange, platte knoppen te vinden. Hetzelfde geldt voor *Fortuna* en *Karang Serang*. Aan de planten van het ras *Tjina* was een lange, platte knop minder zeldzaam. Regelmaat, zoals bij *Nero di Vialone* het geval was, viel bij *Tjina* evenwel niet te constateren. Vele planten bezaten geen enkele lange knop, sommige een of meer. De plaatsen, waar deze knoppen voorkwamen, geven geen aanwijzing over het verloop van de uitstoeling en het optreden van een remmingsperiode. Soms lag een lange platte knop tussen twee pluimdragende stengels, bijv. 1/5 tussen 1/4 en 1/6. Soms ook lag een platte knop tamelijk hoog aan een stengel, bijv. 1/10, temidden van kleine, dus niet gestrekte knoppen.

§ 7. *Het voorkomen van knoppen met en knoppen zonder pluimaanleg*

Tot dusverre werd steeds gesproken over het uitwendige beeld van de knoppen. Thans is een bespreking van hun opbouw aan de orde.

Wanneer een knop zich gaat strekken, gebeurt dit ongeveer ten

	12 uur		18 uur		12 uur		18 uur		percentage knoppen met pluimaanleg			
									hoofdstengels		hoofd- en zijstengels samen	
	aantal knoppen aan de hoofdstengels	aantal knoppen met pluimaanleg aan de hoofdstengels	aantal knoppen aan de hoofdstengels	aantal knoppen met pluimaanleg aan de hoofdstengels	aantal knoppen aan de hoofd- en zijstengels samen	aantal knoppen met pluimaanleg aan de hoofd- en zijstengels	aantal knoppen aan de hoofd- en zijstengels samen	aantal knoppen met pluimaanleg aan de hoofd en zijstengels	12 uur	18 uur	12 uur	18 uur
Tweede knop van boven	24	24	13	4	82	71	39	16	100	31	87	41
Derde knop van boven	28	25	11	5	100	70	39	12	89	31	70	31
Vierde knop van boven	3	1	13	1	72	7	42	2	33	8	10	5
Vijfde knop van boven	11	0	12	0	26	0	41	0	0	0	0	0

Tabel 23. Het aantal en het percentage knoppen met pluimaanleg aan de hoofdstengels resp. aan de hoofdstengels en de zijstengels van eerste orde samen bij de beide objecten van de eerste serie.

tijde van de afsplitsing van het vierde bladprimordium. Een dergelijke knop is dus opgebouwd uit een zich strekkend prophyl, een eerste blad waarvan de schijf zich strekt, een tweede blad dat ongeveer twee mm. groot is en twee bladprimordia. Men moet zich echter niet voorstellen, dat een knop noodzakelijk uit moet groeien wanneer het vierde bladprimordium gevormd wordt. Bij vele knoppen is wel sprake van deze vorming, maar nadien blijft de knop rusten. Er vindt dus geen strekking plaats en evenmin worden er meer bladprimordia afgesplitst.

Het bovenstaande geldt voor vegetatieve knoppen. Er zijn echter ook knoppen, soms met een lengte van slechts ongeveer drie mm., waarin zich een duidelijke pluimaanleg bevindt. Meestal is de pluimvorming niet verder gegaan dan de vorming van hoofdas en zijassen, maar er zijn omstandigheden waarbij de aanleg van de verschillende bloemdelen te voorschijn komt. Het aantal bladprimordia van een dergelijke knop is niet steeds makkelijk vast te stellen. De onderste zijassen van de pluim zijn nl. moeilijk te onderscheiden van de jongste primordia. Zowel knoppen met pluimaanleg en drie bladprimordia als dito knoppen met vier bladprimordia komen voor. Het eerste geval deed zich voor bij *Kameji*, waarbij knoppen met pluimaanleg uitliepen in de tweede en derde uitstoelingsperiode en dan een prophyl, twee bladeren en de knoop onder de pluim bleken te bezitten. Het bestaan van beide mogelijkheden werd aangetoond door BEST [4]. Deze analyseerde een groot aantal knoppen aan stengels van het ras *Nero di Vialone*. Steeds scheen het dat bij knoppen met pluimaanleg drie bladprimordia te onderscheiden waren. Toen BEST evenwel een aantal stengels in stukken sneed waaraan steeds één knop zat, en deze stekken uitplantte, kwam hij tot andere conclusies. Het seizoen was ver gevorderd, zodat de stekken geen flinke planten opleverden, maar de groei was voldoende om met zekerheid te kunnen vaststellen, dat vele knoppen met pluimaanleg niet drie, maar vier bladprimordia bezaten.

Uit het bovenstaande moet de gevolgtrekking gemaakt worden dat knoppen met pluimaanleg zich kunnen strekken bij aanwezigheid van drie bladprimordia. Zoals hierboven werd medegedeeld, strekt een vegetatieve knop zich slechts als er vier bladprimordia aangelegd zijn.

§ 8. *De verdeling van de knoppen met en zonder pluimaanleg over de stengels bij de planten van de eerste en de tweede serie*

Gaat men de verdeling van de knoppen over de stengel na bij de eerste serie, dan blijkt het volgende:

Er is een duidelijk verschil tussen de twee objecten vast te stellen. Tabel 23 geeft een overzicht van het aantal knoppen en hun toestand bij de hoofdstengels zowel als bij hoofd- en zij-

stengels. „Tweede knop van boven" wil bij de hoofdstengels zeggen de knop 1/10 bij het 12-uur object en 1/13 bij het 18-uur object. „Derde knop van boven", duidt op de knoppen 1/9 resp. 1/12 enz. Voor de zijstengels hangt dit af van het aantal bladeren dat deze zijstengels bezitten. Uit de tabel is te lezen, dat bij beide objecten de onderste knoppen vegetatief waren. Dit betreft dus de knoppen, welke vier bladprimordia bezaten, ongestrekt waren of gestrekt en geremd, en geen pluimaanleg vertoonden. De tweede, derde en vierde knop van boven kunnen zowel met als zonder pluimaanleg zijn. Het percentage knoppen dat een pluimaanleg vertoonde, was hoger naarmate de knoppen hoger aan de stengel lagen. Alleen bij de hoofdstengel van het 18-uur object was het percentage knoppen met pluimaanleg bij 1/12 en 1/13 gelijk. Bij 12-urige belichting was het percentage knoppen met pluimaanleg hoger aan de hoofdstengels dan aan de zijstengels. Bij het 18-uur object was dit niet het geval. De oorzaak hiervan, welke niet in de tabel te lezen is, was het hoge aantal knoppen met pluimaanleg aan de stengels 1/4.

Van overwegend belang is het grote verschil tussen de twee objecten. Bij 12-urige belichting waren er altijd meer knoppen met pluimaanleg dan in het overeenkomstige geval bij 18-urige. De gegevens van de tweede serie staan vermeld in tabel 24. Vergelijkt men de objecten met 12-urige resp. 18-urige belichting bij beide series, dan valt het op, dat bij het 18-uur object van de tweede serie geen enkele knop een pluim vertoonde. Hierbij moet men in het oog houden, dat de planten van dit object onder ongunstige omstandigheden groeiden. De instraling van de zon was gering en de daglengte in de natuur minder dan twaalf uur, zodat ook overdag extra belichting moest worden aangebracht. Toen de proef gestaakt werd, waren de pluimen nog niet uit de schede van de vlag te voorschijn gekomen.

Ook bij het 12-uur object was het percentage knoppen met pluimaanleg lager bij de tweede serie dan bij de eerste serie. Opvallend is verder het hoge aantal knoppen met pluimaanleg bij de twee objecten waarbij de planten van een 18-urige belichting overgebracht werden naar een 12-urige. De eerste keer gebeurde dit toen de planten nog geheel en al vegetatief waren, d.i. bij het object „12 uur – 18 uur vegetatief". Hierbij bleek niet alleen het percentage knoppen met pluimaanleg hoog te zijn, maar ook ging de differentiatie van de pluim in een dergelijke knop verder dan in alle andere objecten het geval was. Gewoonlijk werden alleen de hoofdas en de zijassen van de pluim gevormd, maar bij dit speciale object ging de ontwikkeling zover, dat ook de aanleg van de verschillende bloemdelen zichtbaar werd.

Object	Tweede knop van boven	Derde knop van boven	Vierde knop van boven	Vijfde knop van boven	Aantal waarnemingen
1. 12 uur constant	80	36	0	0	15
2. 18 uur constant	0	0	0	0	6
3. 18 uur – 12 uur vegetatief	100	94.5	33	11	18
4. 18 uur – 12 uur generatief	100	100	50	0	6
5. 12 uur – 18 uur vegetatief	geheel misvormd				13
6. 12 uur – 18 uur hoofdstengel generatief	Soms misvormde stengels. Knoppen niet normaal gevormd. Alle knoppen vegetatief.				9
7. 12 uur – 18 uur hoofd- en zijstengels generatief	0	6	0	0	17

Tabel 24. Het percentage knoppen met pluimaanleg bij de tweede serie.

§ 9. *De knop in de oksel van de vlag bij Nero di Vialone*

In de voorgaande paragrafen van dit hoofdstuk werd o.a. gesproken over de okselknoppen aan de stengels van *Nero di Vialone*. Het zal de aandacht getrokken hebben, dat hierbij een bepaalde knop, nl. die in de oksel van de vlag, nooit ter sprake kwam. De reden hiervan is, dat deze knop een aanblik biedt, die geheel afwijkt van die van de andere knoppen. De tijd, dat de knop in de oksel van de vlag als knop te zien is, is zeer beperkt. Zeer kort na de vorming gaat deze knop een pluim aanleggen. De lager gelegen knoppen doen dit soms ook, zij het minder snel. Het verschil tussen de eerst- en de laatstbedoelde is echter, dat de lagere knoppen steeds als knop zichtbaar blijven, terwijl de okselknop van de vlag zich uit het prophyl bevrijdt en na wegnemen van het omhullende blad als klein pluimpje zichtbaar wordt. De differentiatie van de pluim is dus veel verder voortgeschreden dan bij de andere knoppen. Steeds is tenminste een pluimpje van drie mm. aanwezig waarvan de bloemdelen in eerste aanleg aanwezig zijn. *Het komt echter voor dat de knop in kwestie is uitgegroeid*

tot een pluim van soms wel honderd zestig mm. lengte met volledig gevormde bloemen, of zelfs, aan het einde van de vegetatieperiode, met rijpe korrels. Overgangen tussen deze twee vormen komen niet voor. Men vindt òf het kleine pluimpje, ongeveer vijf mm. groot en langzamerhand verdrogend, òf een flinke pluim, minstens negentig mm. lang, met soms twintig bloemen (foto 5).

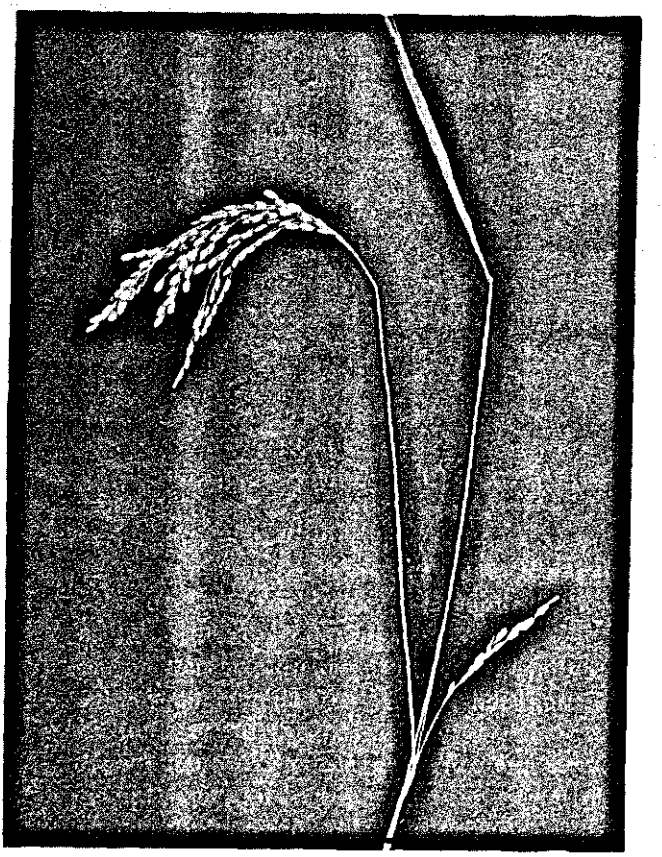


Foto 5. De okselknop van het laatste blad - de vlag - is uitgelopen. Er is een grote pluim gevormd die rijpe zaden draagt. Om dit te kunnen fotograferen zijn de twee pluimen losgemaakt uit de schede van de vlag.

Over de aanwezigheid van deze twee pluimvormen bij de proefobjecten kan het volgende gezegd worden:

Steeds was tenminste een klein pluimpje aanwezig. Dit geldt dus ook voor die planten, waarbij de tweede knop van boven en de daarop volgende vegetatief waren. Uitzondering hierop vormde het

object „18-uur constant" van de tweede serie. De planten hiervan waren bij het eindigen van de proef niet ver genoeg om de okselknop van de vlag te kunnen onderscheiden.

Voor alle andere objecten geeft tabel 25 het percentage grote pluimen. De misvormde planten en het „18-uur constant" object van de tweede serie zijn hierbij buiten beschouwing gelaten.

Object	% grote pluimen in de oksel van de vlag
Eerste serie, 12 uur	13
Tweede serie, 12 uur constant	0
Eerste serie, 18 uur	0
Tweede serie, 18 uur – 12 uur vegetatief	55,5
Tweede serie, 18 uur – 12 uur generatief	0
Tweede serie, 12 uur – 18 uur hoofd- en zijstengels generatief	0

Tabel 25. Het percentage grote pluimen in de oksel van de vlag bij de eerste en de tweede serie.

Uit deze tabel blijkt, dat bij „18-uur constant" of bij overbrengen van 12-urige naar 18-urige belichting, de plant geen grote pluim droeg in de oksel van de vlag. Bij „12-uur constant" lieden de resultaten bij de twee series uiteen. Bij de tweede serie kwamen geen grote pluimen in de schede van de vlag voor. Uit de tabellen 23 en 24 is te zien, dat bij de 12-urige belichting bij de tweede serie minder knoppen een pluim vertoonden dan bij de eerste serie. De afwezigheid van grote pluimen in de schede van de vlag kan a.h.w. beschouwd worden als een doortrekken van deze lijn.

Het percentage grote pluimen is bij één object erg hoog, nl. bij het „18-uur – 12-uur vegetatief" object. Daarentegen is het gelijk aan nul bij het „18-uur – 12-uur generatief" object. In Hoofdstuk IX, § 4 is beschreven, hoe planten in gedeelten of in hun geheel werden overgeplant, toen de hoofdstengel van het 12-uur object van de eerste serie generatief was geworden. De planten van het 18-uur object waren toen nog alle vegetatief. Bij over-

planten van 18 uur naar 12 uur had dit niet alleen een snelle bloei van de pluim van de hoofdas ten gevolge, maar werd ook zeer vaak een flinke pluim in de oksel van de vlag gevormd. Dit komt dus overeen met de gegevens van de tweede serie.

§ 10. *De verdeling van de knoppen met en zonder pluimaanleg aan de stengels van de planten van de derde serie*

De beschrijving van de toestand van de knoppen aan de planten van de derde serie vraagt niet veel tijd. Bij *Kameji*, 12-uur, bezaten alle okselknoppen de aanleg van de pluim. Bij geen van de zeven andere objecten kwam een knop met pluimaanleg voor. In de oksel van de vlag was bij *Kameji*, 12-uur, soms een klein pluimpje en één keer een grote pluim zichtbaar.

Bij de andere objecten was op deze plaats geen spoor van een knop te ontdekken.

§ 11. *De hernieuwde knopuitloop aan het einde van de vegetatieperiode bij de eerste serie*

De levensloop van de knoppen was niet afgesloten met de in § 4 genoemde mogelijkheden. Voor de kleine, rustende knoppen van *Nero di Vialone* en soms voor de platte, geremde knoppen van dit ras kwam er een tijd van hernieuwde activiteit. Bij de kleine knoppen uitte zich deze door een plotselinge verdikking van het prophyl. Dit werd vlezig en opvallend wit. De knop werd hierbij tot zes mm. dik en vierkant op dwarse doorsnede. De lengte veranderde weinig bij 18-urige belichting. Bij 12-urige belichting liep de knop direct na de verdikking uit en vormde een nieuwe spruit. De vorm van de dikke knoppen bij het 18-uur object was dan ook doosvormig, terwijl bij het 12-uur object de knop in de lengterichting enigszins spits toeliep en groen was aan de punt (Foto's 6 en 7).

Terwijl deze verdikking optrad, werd er een nieuw bladprimordium afgesplitst. Bij het 12-uur object liep, zoals gezegd, de knop onmiddellijk uit, zodat het bekende rhythme in de bladvorming gehandhaafd bleef. De knoppen van het 18-uur object liepen niet uit. De verdikking van deze knoppen breidde zich uit tot het eerste, soms ook tot het tweede blad. Intussen werden bladprimordia aangelegd, waardoor de knop in het bezit kwam van vijf of zes primordia boven het prophyl. De knop bleef evenwel gesloten. De okselknoppen van deze primordia werden ook actief, te beginnen met die van het prophyl. Binnen een knop kon men dan ook nog een of twee kleinere knoppen aantreffen, waarvan eveneens de prophyllen opgezwollen waren.

Ook platte knoppen namen aan dit proces deel. De verdikking begon dan onderaan het prophyl. Bij een opnieuw uitgroeiende platte knop bleek evenwel vaak de okselknop van het prophyl uit

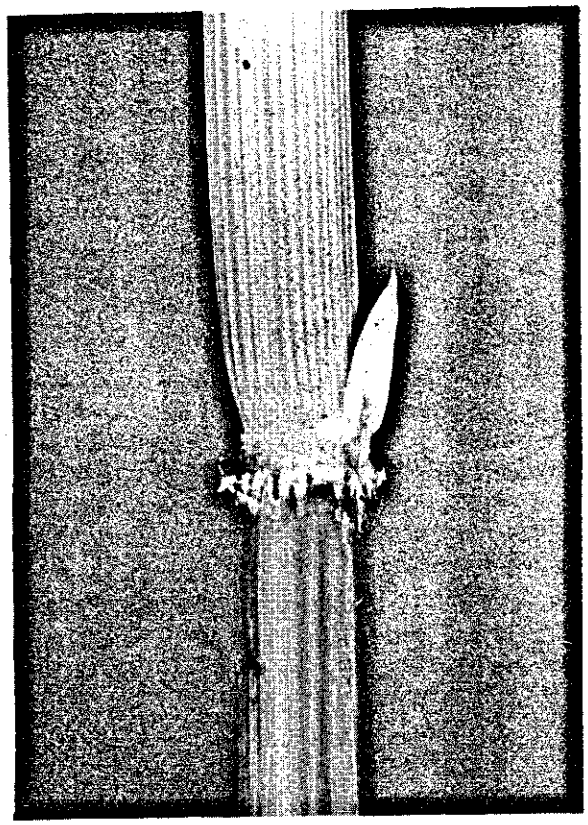


Foto 6. Dikke knop bij het 12-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

te lopen, welke de oorspronkelijke knop van haar plaats ging verdringen. Ditzelfde was een enkele keer te zien bij geremde generatieve of vegetatieve spruiten. Een okselknop van een hoog aan een dergelijke spruit gelegen blad verdikte zich soms, snoerde nieuwe primordia af en liep uit.

Het proces van knopverdikkingen en knopuitloop was tamelijk onoverzichtelijk. Verdikking trad het eerste op bij onderaan de stengels gelegen knoppen. Het zette zich voort naar boven, maar het kwam voor, dat er tussen twee dikke knoppen een knop gevonden werd, welke niet of weinig verdikt was. Niet alleen een verdikte knop bleek een spruit te kunnen vormen, maar ook één of meer okselknoppen van deze dikke knop, en soms zelfs lagen hierin weer dikke knoppen. Analyse van al deze knoppen en spruiten bleek onbegonnen werk te zijn. De knopverdikking trad niet tegelijk op

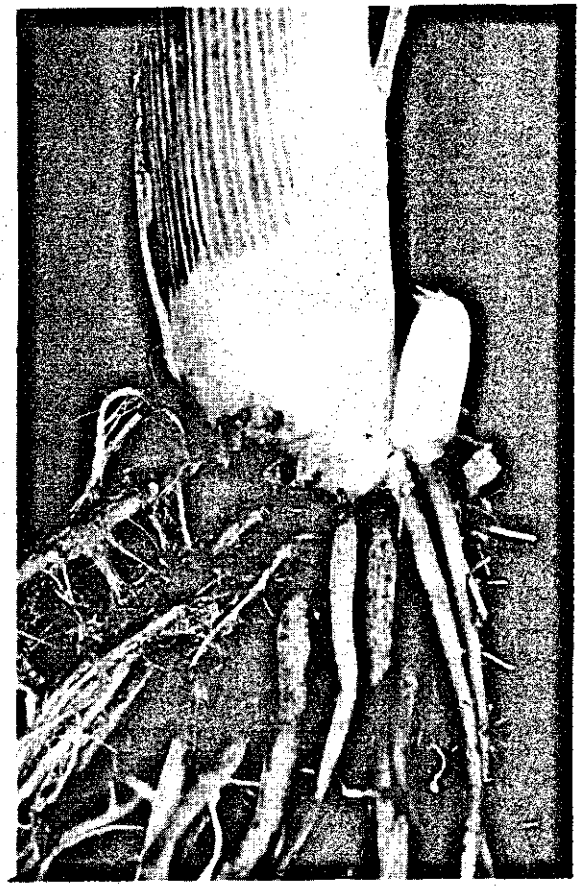


Foto 7. Dikke knop bij het 18-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

bij alle planten van het zelfde object. Bij het 18-uur object van de eerste serie kwamen de dikke knoppen wel voor bij een bepaalde plant, maar niet bij een die drie dagen later geanalyseerd werd. Hetzelfde was waar te nemen bij het 12-uur object.

Het is merkwaardig, dat bij 18-urige belichting eerder sprake was van knopverdikking dan bij 12-urige. Bij 18-uur werd het geconstateerd honderd en zeven dagen na het uitleggen van het zaad, d.i. ongeveer tien dagen na de bloei. De korrels in de pluim waren nog geheel zonder inhoud. Weer vijf en dertig dagen later liepen de eerste knoppen uit. De planten waren toen doodrijp. Bij het 12-uur object kwamen de eerste dikke knoppen voor na honderd dertien dagen. De planten waren toen doodrijp. Vrijwel onmiddellijk na de verdikking liepen de knoppen uit.

Als aanvullende waarneming kan nog vermeld worden, dat bij het 18-uur object reeds tien dagen na het optreden van de knopverdikking een hernieuwde uitloop te constateren was. Dit betrof knoppen aan de basis van een stengel welks pluim tegen een fluorescentiebuis lag. Deze pluim bevatte veel voze korrels, terwijl de korrels van de andere pluimen melk- tot deegrijp waren. Nadat dit geconstateerd was, werden van een aantal planten, welke buiten de proef stonden, de pluimen afgesneden. Deze planten waren eveneens in het melk- tot deegrijpe stadium. De knoppen van deze planten verdikten zich snel en liepen onmiddellijk uit.

§ 12. *De hernieuwde knopuitloop aan het einde van de vegetatieperiode bij de tweede serie*

Bovenstaande gegevens hebben, zoals gezegd, alle betrekking op de eerste serie. Bij de tweede serie werd slechts eenmaal knopverdikking en nieuwe uitloop waargenomen. Het ging hier om het object, waarvan de planten van 12-urige naar 18-urige belichting waren overgebracht toen de vegetatiepunten van alle stengels generatief geworden waren. De knoppen welke zich verdikten, lagen alle aan stengels, die voze pluimen droegen. Stengels met melk- of deegrijpe pluimen bezaten deze dikke knoppen niet.

Het object van de tweede serie, dat het snelste zijn levenscyclus doorliep, d.i. het object met steeds 12-urige belichting, leverde geen rijpe korrels op. Volgens de uitkomsten van de eerste serie waren er dan ook geen dikke knoppen te verwachten. Het object met steeds 18-urige belichting kwam bij deze serie niet tot bloei.

§ 13. *De hernieuwe knopuitloop bij de planten van de derde serie*

De tweede en derde uitloop bij *Kameji* gebeurde zonder dat de knoppen, waaruit de nieuwe spruiten ontstonden, zich verdikten. De planten van beide *Fortuna*-objecten bezaten wel dikke knoppen. Het waren er evenwel niet veel; slechts enkele per plant. Ze traden op toen de zaden in de pluimen melkrijp waren. Uit deze knoppen ontstonden nieuwe spruiten in een onbeduidend aantal.

Het *Tjina* 12-uur object werd geoogst toen de planten reeds lang doodrijp waren. De knoppen aan de planten van dit object waren niet opvallend verdikt, maar bleken bij analyse toch vijf bladprimordia te bevatten. Over het *Tjina* 18-uur object kan in dit verband niets gezegd worden: de bloei hiervan was laat, onregelmatig en abnormaal.

Ook bij *Karang Serang* trad geen duidelijke knopverdikking op. Enkele weken na afrijpen van de planten van dit ras kwamen enkele nieuwe scheuten onderaan de reeds aanwezige stengels te voorschijn.

§ 14. *Enkele anatomische waarnemingen aan onverdikte en verdikte knoppen*

Tot slot dienen enkele waarnemingen van BEST [4] vermeld te worden. Deze telde het aantal cellen op dwarse en radiaire doorsnede bij het prophyl van verdikte en onverdikte knoppen van *Nero di Vialone*. Hij constateerde, dat dit aantal in beide gevallen gelijk was. Vacuoles waren niet aanwezig. De zwelling van de knop is dus het gevolg van alzijdige celvergroting. Is de knop eenmaal uitgelopen, dan treden er luchtholten in het weefsel van het prophyl op, evenals dit het geval is bij de schede van een normaal, volgroeid blad.

§ 15. *Samenvatting*

a. De spruiten aan de planten van de eerste serie van *Nero di Vialone* bleken vooral ontstaan te zijn uit knoppen, gelegen onderaan de hoofdstengel of onderaan de eerstgevormde zijstengels. Meestal groeide ook een hoog aan de hoofdstengel gelegen knop uit. Knoppen, welke meer in het midden van de hoofdstengel lagen, vormden minder vaak een spruit.
b. Bij alle andere objecten kwamen de spruiten veelal tevoorschijn uit laag aan de hoofdstengel gelegen knoppen.
c. Bij de planten van de eerste serie van *Nero di Vialone* waren knoppen, gelegen bovenaan de hoofdstengel of in het midden van de zijstengels, zich vaak wel gaan strekken, maar waren zij in hun groei gestuit. Bij de andere objecten was dit niet waar te nemen.
d. Okselknoppen kunnen al of niet de aanleg van een pluim bevatten. Met pluimaanleg waren alle knoppen van het 12-uur object van *Kameji*, de meeste bovenaan de stengels gelegen knoppen bij het 12-uur object van *Nero di Vialone*, eerste en tweede serie, en een aantal bovenaan de stengels gelegen knoppen bij het 18-uur object van *Nero di Vialone*, eerste serie. De planten van alle andere objecten met een onveranderde photoperiode bezaten slechts vegetatieve knoppen.
e. De knop in de oksel van de vlag was bij *Nero di Vialone* en *Kameji* terug te vinden als een pluimpje met een lengte van enkele mm. Bij alle andere objecten was er van deze knop niets terug te vinden. Bij het 12-uur object van *Nero di Vialone*, eerste serie, bleek deze knop enkele malen uitgegroeid te zijn tot een flinke pluim met bloemen of zaden. Bij het 12-uur object van *Kameji* was dit éénmaal het geval. De groei van deze knop wordt sterk gestimuleerd wanneer de plant van een 18-urige belichting gebracht wordt in een 12-urige belichting.
f. Ongeveer ten tijde van, of enige tijd na het afrijpen van de

zaden, lopen de in rust zijnde knoppen uit, te beginnen met die, welke onderaan de stengels liggen. Aan deze uitloop kan een verdikking voorafgaan. Bij verdikte knoppen is het prophyl opgezwollen, en het aantal bladprimordia toegenomen.

Hoofdstuk XIV

DE BOUW VAN DE STENGELS

§ 1. *Het algemene beeld*

De bouw van de hoofdstengel is bij planten van het ras *Nero di Vialone* als volgt:

Het stengeltje van een jonge plant is van geringe afmetingen. Het coleoptiel en de eerste vier bladeren staan ingeplant op het enigszins gekromde, puntvormig uitlopende, ongeveer vier mm. lange voetje van de stengel. In dit deel zijn geen afzonderlijke knopen en internodia te onderscheiden. Het eerste afzonderlijke internodium wordt gevormd beneden het vijfde blad. Wanneer dit blad volgroeid is, vormt zich in de stengelvoet beneden dit blad een ongeveer één mm. lange holte, welke ontstaat door uitgroei van een eerst massief stengeldeel. Bij deze groei scheurt het weefsel uiteen; de resten ervan zijn als witte lijstjes zichtbaar langs de binnenwanden van het internodium. Op lengtedoorsnede is dit internodium trapeziumvormig; de bovenkant is iets breder dan de benedenkant. Uitwendig is van de aanwezigheid van dit eerste holle internodium niets te zien.

Hetzelfde geldt voor enkele volgende internodia, met dien verstande, dat elk volgend internodium iets groter is dan het voorgaande. Deze toename bedraagt ongeveer één mm. voor elke opeenvolging, zodat het internodium onder het achtste blad ongeveer vier mm. lang kan zijn. Ieder internodium is weer trapeziumvormig. De overlangse wanden van de verschillende internodia liggen in elkaars verlengde. De plaats van de knopen laat zich enigszins raden door de aanwezigheid van de bladvoeten, maar is niet precies te bepalen. De bladvoeten liggen tegen elkaar aan; uitwendig is van internodia niets te bespeuren.

Nadat enkele van deze kleine internodia gevormd zijn, zien we een internodium van een geheel andere vorm te voorschijn komen. De lengte van dit internodium kan zeer verschillend zijn; er zijn er die honderd mm. lang zijn, maar ook een lengte van niet meer dan acht mm. komt veelvuldig voor. Ook als het internodium klein is, onderscheidt het zich duidelijk van de voorgaande. De zijwanden liggen niet langer in het verlengde van die van de voorgaande internodia, maar de hoeken zijn afgerond, waardoor vooral kleine exemplaren een enigszins tonvormig uiterlijk hebben. De doorsnede is niet trapeziumvormig, maar rechthoekig. Neemt men de bladeren van de stengel af, dan ziet men de groene wand van

het internodium tussen de witte bladvoeten inliggen, iets wat bij de voorgaande internodia niet het geval was.

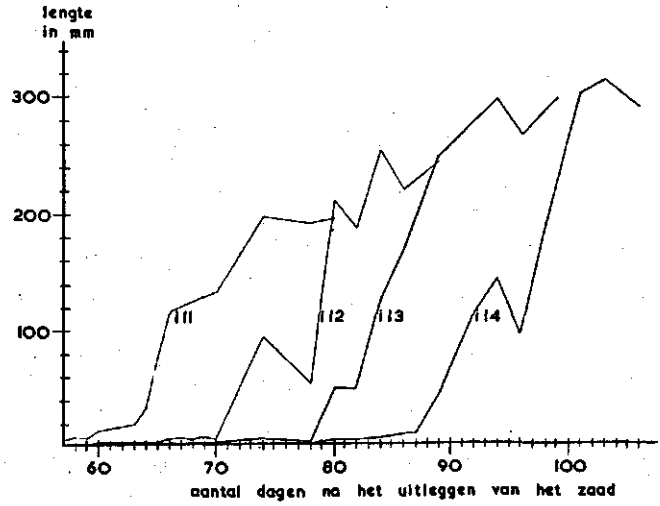
Op dit internodium volgen enkele andere. Deze hebben hetzelfde uiterlijk, maar zijn gemiddeld langer naarmate ze hoger liggen.

Uitwendig zijn dus aan een stengel te zien enkele duidelijk van elkaar te onderscheiden internodia, en een compacte stengelvoet. Na opensnijden van het laatstgenoemde deel blijkt dit te bestaan uit een massief gedeelte en enige kleine, holle internodia.

Een zijstengel verschilt in mindere of meerdere mate van een hoofdstengel al naar gelang het tijdstip van vorming. Vroeggevormde, dus laag aan de hoofdstengel ingeplante zijstengels, hebben, inwendig bezien, eveneens enkele internodia die een massief geheel vormen. Dit massieve deel omvat echter minder internodia dan bij de hoofdstengel het geval is en eveneens minder naarmate de zijstengel later gevormd is. Het kan zelfs geheel ontbreken. Men krijgt dan direct de trapeziumvormige, kleine internodia. Ook het aantal hiervan is kleiner naarmate de stengel hoger ligt: het kan gelijk aan nul zijn. In dit geval is het eerste internodium van het lange, op doorsnede rechthoekige type. Onder het prophyl ligt nooit een hol internodium; dit kan niet eerder voorkomen dan beneden het eerste blad.

Hierboven werd gezegd, dat een hol internodium van het kleine type uitgroeit en hol wordt nadat het bijbehorende blad volgroeid is. Hetzelfde geldt voor de lange internodia. Grafiek 26 toont de lengte van vier internodia van het 18-uur object van de eerste serie, uitgezet tegen de tijd. Het blijkt, dat de internodia iets langer werden naarmate ze hoger lagen, en dat een internodium zich ging strekken wanneer zijn voorganger ongeveer de helft van zijn definitieve lengte bereikt had. De bewering dat een internodium zich gaat strekken nadat het bijbehorende blad volgroeid is, wordt bewezen door vergelijking van de grafieken 10 en 26. Grafiek 10 brengt de bladvorming bij het 18-uur object in beeld, en grafiek 26 de strekking van de internodia. Het blijkt dat steeds op het ogenblik dat volgens grafiek 10 de groei van een bepaald blad voltooid was, volgens grafiek 26 de strekking van het onder dit blad liggende internodium een aanvang nam.

Uit het voorgaande zal duidelijk geworden zijn, dat de opbouw van een stengel niet van begin tot eind op dezelfde wijze doorgaat, maar dat men twee perioden kan onderscheiden: één waarin massieve of kleine holle internodia gevormd worden, en één waarin



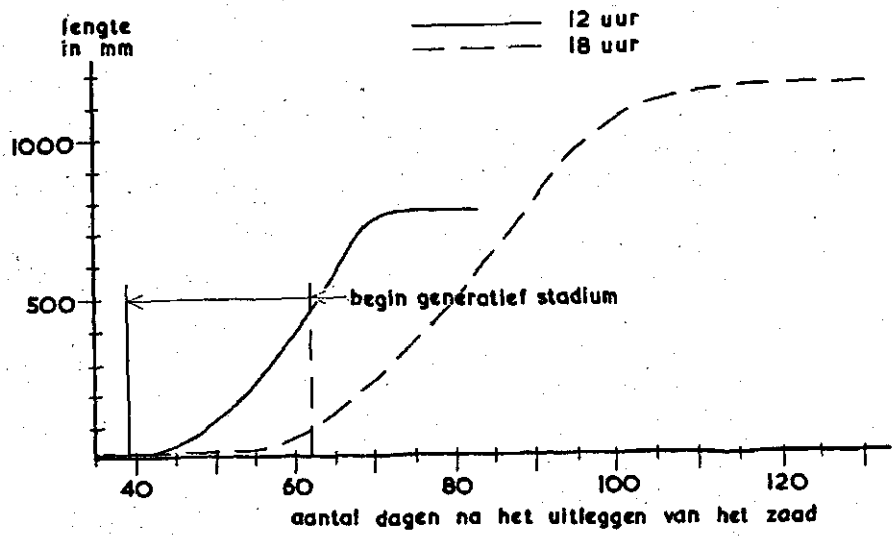
Grafiek 26. De groei van de internodia onder het elfde, twaalfde, dertiende en veertiende blad bij het 18-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

de internodia uitwendig duidelijk van elkaar te onderscheiden vallen en vaak lang zijn.

§ 2. *De strekking van de stengel bij de twee objecten van de eerste serie*

Grafiek 27 geeft de lengte van de hoofdstengel van de twee objecten van de eerste serie als functie van de tijd. Het blijkt, dat de toename in lengte eerst gering was, en dat er vervolgens een periode kwam, waarin de stengel sterk in lengte toenam. Het begin van deze periode viel samen met het eerste optreden van die internodia, welke omschreven werden als uitwendig van de andere internodia onderscheiden en op lengtedoorsnede rechthoekig. In het vervolg zal dan ook een stengel aangemerkt worden als zijnde in strekking zodra een dergelijk internodium voorkomt, of, wat hetzelfde is, zodra de stengel gekomen is in de periode van sterke toename in lengte. Een internodium zal alleen dan gestrekt resp. zich strekkende genoemd worden, als het behoort tot de groep van uitwendig te onderscheiden internodia.

Uit grafiek 27 blijkt, dat de hoofdstengel bij de planten van het 12-uur object van de eerste serie zich ging strekken ongeveer drie dagen nadat deze stengel generatief geworden was. Blad acht was toen volgroeid, blad negen bijna. Gaat men nu de lengte na van het internodium onder het achtste blad – in het vervolg aan te duiden als i8 – dan ziet men, dat dit internodium niet steeds



Grafiek 27. De strekking van de hoofdstengel bij de twee objecten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

gestrekt was, terwijl de wel gestrekte internodia sterk in lengte uiteenliepen. Men kan de oorzaak hiervan veilig zoeken in de variabiliteit tussen de planten. Aan twee en dertig planten werd de lengte van i8 bepaald. Deze varieerde van tien tot zestig mm. Bij de volgende internodia waren de verschillen in lengte veel minder groot.

Grafiek 27 toont aan, dat van de hoofdstengel bij het 18-uur object van de eerste serie de strekking begon vóórdat de plant in het generatieve stadium gekomen was. Het was het internodium onder het tiende blad, dat het eerste gestrekte internodium genoemd kon worden. Juist als i8 bij 12-urige belichting, wisselde i10 bij het 18-uur object sterk in lengte. De afmetingen van dit stengeldeel lagen tussen acht en honderdtwintig mm. De internodia 11, 12, 13 en 14 waren regelmatiger van lengte.

Van de zijstengels kan gezegd worden, dat deze zich bij het 12-uur object enige dagen later begonnen te strekken dan de hoofdstengels, terwijl bij het 18-uur object de strekking van hoofd- en zijstengels tegelijkertijd een aanvang nam. In dit verband moge hier herinnerd worden aan de in Hoofdstuk XII, § 4 besproken remming in de groei van zowel vegetatieve als generatieve spruiten. Aan deze spruiten kon worden vastgesteld dat:

geremde generatieve spruiten van het 12-uur object steeds gestrekte internodia bezaten.

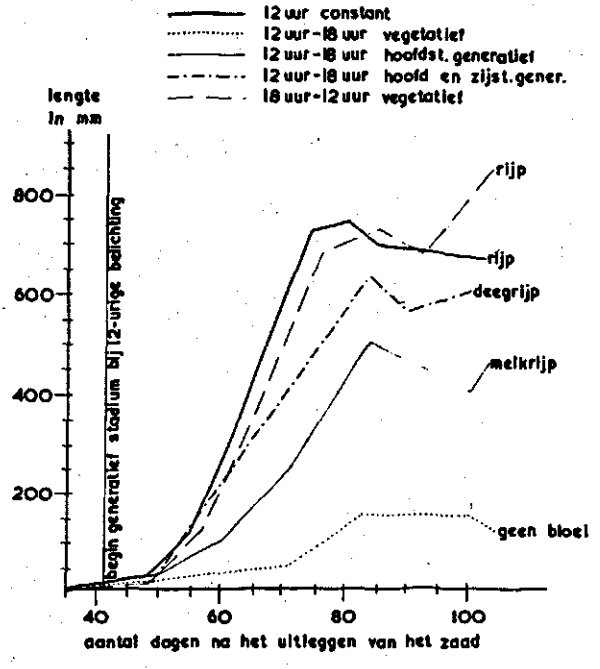
er één keer een generatieve geremde spruit aangetroffen werd

bij een plant van het 18-uur object. Deze spruit had gestrekte internodia.
vegetatieve, dus geremde, spruiten steeds ongestrekt waren, zo wel bij 12-urige als bij 18-urige belichting.

§ 3. *De strekking bij de planten van de tweede serie*

De tweede serie omvatte weinig planten per object. Het aantal gegevens, dat deze serie verschaft, is in sommige opzichten dan ook geringer dan dat van de eerste serie. Het verloop van de strekking, de gemiddelde lengte van de internodia en het gedrag van niet-pluimdragende spruiten was bij de tweede serie veel minder nauwkeurig vast te stellen dan bij de eerste. De 12-uur en 18-uur objecten van de tweede serie bevestigden twee belangrijke vondsten van de eerste serie, te weten:

1. Bij 12-urige belichting strekte de stengel zich na overgang in het generatieve stadium, bij 18-urige belichting was dit het geval vóór de overgang in het generatieve stadium.
2. Alle generatieve spruiten, ook die welke geen bloeiende pluim droegen, bezaten gestrekte internodia.



Grafiek 28. De strekking van de hoofdstengel bij een vijftal objecten van de tweede serie (*Nero di Vialone*).

Bij de tweede serie werden op verschillende tijdstippen planten onder andere dagelijkse belichtingstijden gebracht. De resultaten hiervan zijn de in grafieken 28 en 29 in beeld gebracht.

Grafiek 28 omvat de objecten:

„12-uur constant"
„12-uur – 18-uur vegetatief"
„12-uur – 18-uur hoofdstengel generatief"
„12-uur – 18-uur hoofd- en zijstengels generatief"
„18-uur – 12-uur vegetatief".

Uit de grafiek blijkt, dat twee objecten zich even snel en tot ongeveer gelijke hoogte strekten. Dit waren objecten „12-uur constant" en „18-uur – 12-uur vegetatief". De planten van het laatstgenoemde object werden van 18-urige belichting in 12-urige belichting gebracht juist voordat bij 12-urige belichting de hoofdstengels generatief werden. De planten waren toen nog vegetatief, maar werden bij de 12-urige belichtingsduur snel generatief. De strekking begon kort na de overgang in het generatieve stadium en was even sterk als bij het „12-uur constant" object.

De andere drie objecten, welke in grafiek 28 voorkomen, betroffen alle planten die werden overgebracht van 12-urige naar 18-urige belichting. Deze bewerking bleek minder schadelijk te zijn naarmate de vorming van de pluim verder voortgeschreden was. Van het object „12-uur – 18-uur vegetatief" werd de hoofdstengel op 5 September voor de eerste keer generatief gevonden. Bij het „12-uur constant" object was dit het geval op 6 Augustus, dus dertig dagen eerder. De overgang naar het generatieve stadium was bij het „12-uur – 18-uur vegetatief" object dus aanzienlijk verlaat, maar ook werd de pluim niet langer dan twee mm.

De objecten „12-uur – 18-uur hoofdstengel generatief" en „12-uur – 18-uur hoofd- en zijstengels generatief" toonden een hoofdstengel zonder afwijkingen. Uit grafiek 28 blijkt evenwel, dat de strekking hier minder snel verliep dan bij het object „12-uur constant". Bovendien werd, vergeleken met het „12-uur constant" object, de strekking minder sterk gehinderd naarmate de verandering in de dagelijkse belichtingsperiode later plaats had.

Let men op de zijstengels van de in grafiek 28 vermelde objecten, dan blijkt het volgende:

De strekking van de zijstengels bij de objecten „12-uur constant" en „18-uur – 12-uur vegetatief" volgde die van de hoofdstengel met een achterstand van enkele dagen. Dit was niet het geval bij de drie andere objecten. In Hoofdstuk XII, § 5 hebben we gezien, dat de zijstengels bij de objecten met korte belichtingsduur enige dagen later generatief werden dan de hoofdstengels. Deze achterstand in ontwikkeling uitte zich ook bij veranderingen in de duur van de belichting. Bij het object „12-uur –

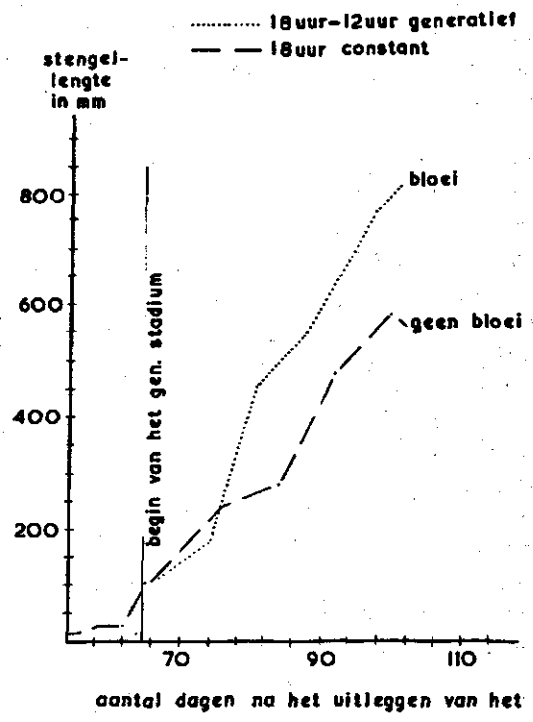
18-uur vegetatief" werd de verandering in de belichtingsduur aangebracht vijf dagen voordat de hoofdstengel van de plant generatief geworden zou zijn. Bij de zijstengels zou de overgang naar het generatieve stadium ongeveer drie dagen later plaatsgevonden hebben dan bij de hoofdstengel. De overbrenging naar 18-urige belichting viel dus ongeveer acht dagen voordat de zijstengels generatief geworden zouden zijn. Bij dit object vormde de hoofdstengel een kleinblijvend pluimpje, zoals hierboven reeds gezegd werd. Op één enkele uitzondering na, werden echter geen generatieve zijstengels gevonden. De groeipunten van de zijstengels bleven bladeren afsnoeren totdat de proef gestaakt werd. Op dit ogenblik waren de zijspruiten van het „18-uur constant" object reeds geruime tijd generatief. De vegetatieve zijstengels van het object „12-uur – 18-uur vegetatief" bezaten echter wel gestrekte internodia. Deze werden niet lang, maar over het al of niet gestrekt zijn bestond geen twijfel. De lengte van de gezamenlijke internodia van elk van de zijstengels bij dit object bedroeg ongeveer vijftig mm.

De planten van het object „12-uur – 18-uur hoofdstengel generatief" werden overgebracht naar een 18-urige belichtingsperiode toen de hoofdstengels juist en de zijstengels nog niet generatief waren. Deze zijstengels zouden enkele dagen later generatief geworden zijn. Zij verkeerden dus in dezelfde omstandigheden als de hoofdstengels van de planten van het „12-uur – 18-uur vegetatief object. Zij vertoonden dan ook dezelfde verschijnselen: een verlating van de vorming van de pluim, welke pluim niet groter werd dan enkele mm. en een geringe strekking van de internodia.

Bij het object „12-uur – 18-uur hoofd- en zijstengels generatief" werden de planten overgebracht naar een belichtingsperiode van 18 uur toen hoofd- en zijstengels generatief waren.

Wij hebben reeds gezien, dat dit op de strekking van de hoofdstengel een vertragende, geen misvormende werking had. Hetzelfde geldt voor de strekking van de zijstengels.

In grafiek 29 staat afgebeeld de lengte van de hoofdstengel bij de objecten „18-uur constant" en „18-uur – 12-uur generatief". De planten van dit laatste object werden naar een 12-urige belichtingsperiode gebracht één dag nadat hoofd- en zijstengels generatief waren geworden. Bij de twee bovengenoemde objecten was de strekking reeds begonnen voordat de pluim zich vormde. De grafiek toont aan, dat de 12-urige belichtingsperiode de strekking stimuleerde. Bij deze belichtingsperiode kwam de pluim geheel uit de schede van de vlag te voorschijn en stond in bloei. Dit was niet het geval bij de planten, welke steeds 18-uur per dag belicht werden. De stengels van deze planten strekten zich niet zodanig,



Grafiek 29. De strekking van de hoofdstengel bij een tweetal objecten van de tweede serie (*Nero di Vialone*).

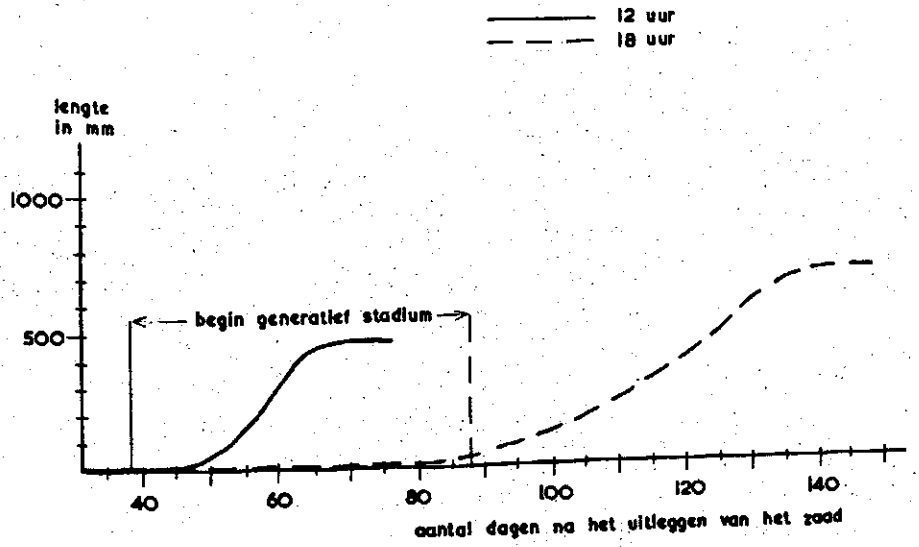
dat de pluim zichtbaar werd. De zijstengels volgden bij beide objecten nauwkeurig het gedrag van de hoofdstengels.

§ 4. *De strekking bij de planten van de derde serie*

De analyses, verricht aan de planten van de acht objecten van de derde serie, leverden de volgende gegevens over de strekking op:

Grafiek 30 toont aan, dat het gedrag van *Kameji* hetzelfde was als dat van *Nero di Vialone*. Bij 12-urige belichting begon de stengelstrekking korte tijd nadat de plant in het generatieve stadium kwam. Bij het 18-uur object ging de stengelstrekking aan de vorming van de pluim vooraf. De snelheid, waarmede de strekking plaats had, was groter bij 12-urige dan bij 18-urige belichting.

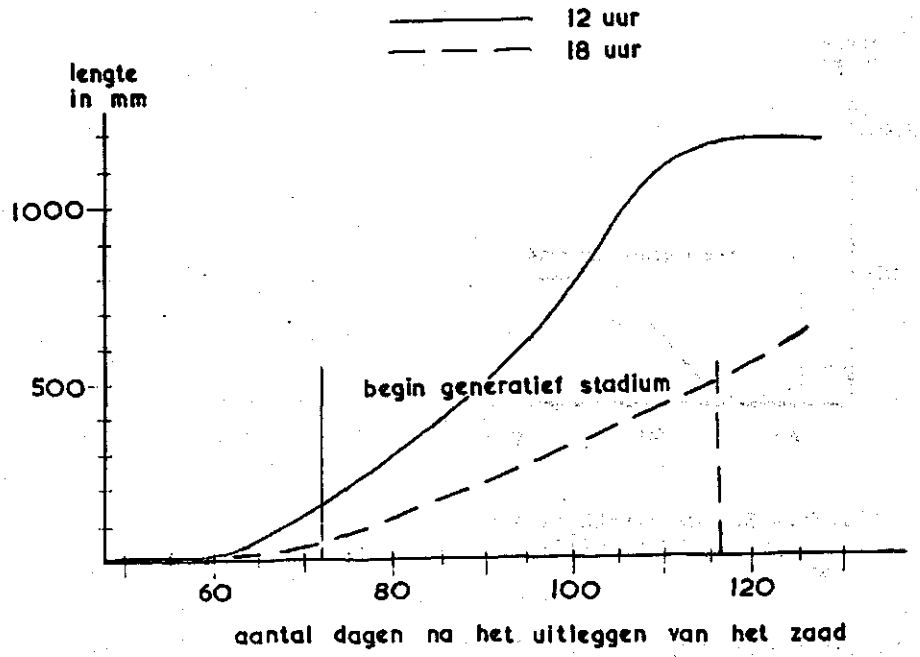
Bij *Karang Serang* en *Fortuna* was geen duidelijk verschil tussen de objecten met 12-urige resp. 18-urige belichting te ontdekken. *Karang Serang*, 12-uur, werd ongeveer twee dagen eerder generatief dan *Karang Serang* 18-uur. De eerste bloeiende pluim was



Grafiek 30. De strekking van de hoofdstengel bij *Kaneji*, derde serie.

bij het 12-uur object van dit ras drie dagen eerder te zien dan bij het 18-uur object. De spreiding van de bloei binnen elk object was echter vrij groot en men kan gevoegelijk zeggen, dat de bloei van beide objecten samen viel. De lengte van de periode van pluimaanleg tot bloeiende pluimen was voor beide objecten dan ook gelijk te stellen, waaruit blijkt dat er geen verschil in strekking tussen beide rassen aanwezig was. Hetzelfde geldt voor *Fortuna*. Bij beide rassen begon de stengelstrekking vóórdat de pluimaanleg zichtbaar werd.

Tjina vormde een apart staand geval. Zowel bij het 12-uur als bij het 18-uur object nam de strekking een aanvang voordat de aanleg van de pluim zichtbaar werd. Dit was, zoals we zagen, ook bij *Karang Serang* en *Fortuna* het geval. Bij *Tjina* was er echter verschil tussen de twee objecten op te merken. Bij het 12-uur object begon de strekking eerder dan bij het 18-uur object. Dit is te zien in grafiek 31, en blijkt ook uit het feit dat bij het 12-uur object meestal i12 het eerste gestrekte internodium was, terwijl dit bij het 18-uur object meestal i13 was. In grafiek 31 is de strekking van het 18-uur object niet in zijn geheel aangegeven. De reden hiervan is, dat het laatste deel van de vegetatieperiode van *Tjina* in het begin van de herfst viel. Dit bracht met zich mee, dat de strekking langzaam verliep, en dat de pluimen niet in hun geheel zichtbaar werden. Het is dan ook niet



Grafiek 31. De strekking van de hoofdstengel bij *Tjina*, derde serie.

juist, de groei in deze tijd te vergelijken met die, welke in de zomer plaats had.

§ 5. *Samenvatting*

a. Het beeld, dat een gestrekte hoofdstengel vertoont, is het volgende:
Aan de voet van de stengel liggen enkele massieve internodia, welke één geheel vormen. Hierop volgen enige op doorsnede trapeziumvormige, uitwendig niet, maar inwendig wel van elkaar te onderscheiden internodia, die elk enkele mm. lang zijn. Daarboven liggen enige internodia, die op doorsnede rechthoekig zijn, uitwendig te onderscheiden zijn van de voorgaande internodia ook wanneer ze niet groter zijn dan ongeveer tien mm. en een lengte hebben van tien tot driehonderd mm. Laatstgenoemde internodia ontstaan wanneer de stengel zich gaat strekken.

b. Bij *Nero di Vialone* en *Kameji* ging de stengel zich bij het 12-uur object strekken toen de plant juist generatief geworden was, en bij het 18-uur object vóórdat de plant in het genera-

tieve stadium gekomen was. Bij *Fortuna* en *Karang Serang* had de strekking plaats vóórdat de plant in het generatieve stadium gekomen was, en bij het 12-uur object tegelijk met het 18-uur object. Ook bij *Tjina* begon de strekking bij beide objecten vóórdat de plant in het generatieve stadium gekomen was, maar eerder bij het 12-uur object dan bij het 18-uur object.

c. De strekking heeft bij rassen, welke gevoelig zijn voor de lengte van de photoperiode, sneller plaats bij een photoperiode van 12 uur dan bij een photoperiode van 18 uur.

d. Brengt men een plant, die gevoelig is voor de lengte van de photoperiode, over van een 12-urige photoperiode naar een 18-urige photoperiode enige dagen vóórdat zij generatief geworden zou zijn, dan treden ernstige misvormingen van de stengel op. Brengt men de plant over wanneer zij juist generatief geworden is, dan wordt de groei wel vertraagd, maar misvormingen blijven uit.

Hoofdstuk XV

DE BOUW VAN DE PLUIM

§ 1. *De plaats van de pluim in het groeirhythme van de plant*

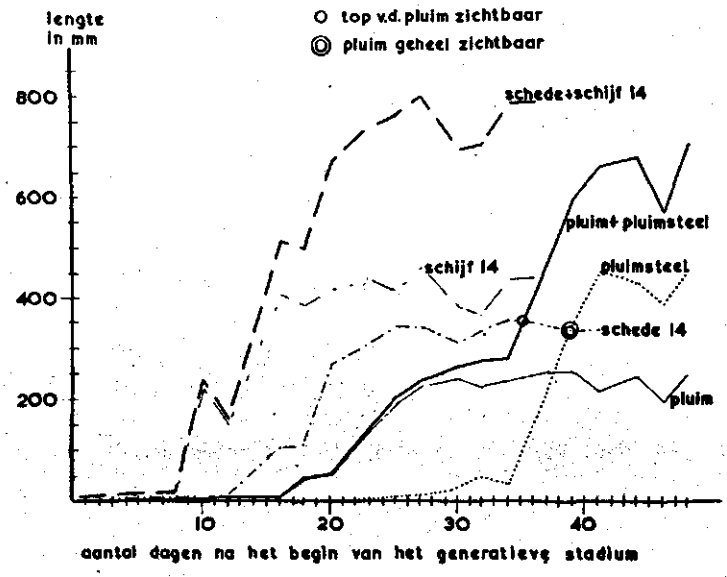
In Hoofdstuk XI, § 1 is beschreven hoe de vorming van het jonge pluimpje in zijn werk gaat. In vervolg hierop zal thans de groei van deze pluim ter sprake komen.

In grafiek 32 staan afgebeeld de curven welke aangeven voor het 18-uur object van de eerste serie de groei van:

de pluim
de pluimsteel
de schede van het veertiende blad
de schijf van het veertiende blad
de lengte van pluim en pluimsteel samen
de gezamenlijke lengte van de schijf en de schede van het veertiende blad.

Uit deze grafiek blijkt het volgende:

De schijf van blad veertien strekte zich eerst, gevolgd door de schede van dit blad. Dit is het normale beeld van een uitgroeiend blad. De pluim begon enkele dagen later uit te groeien

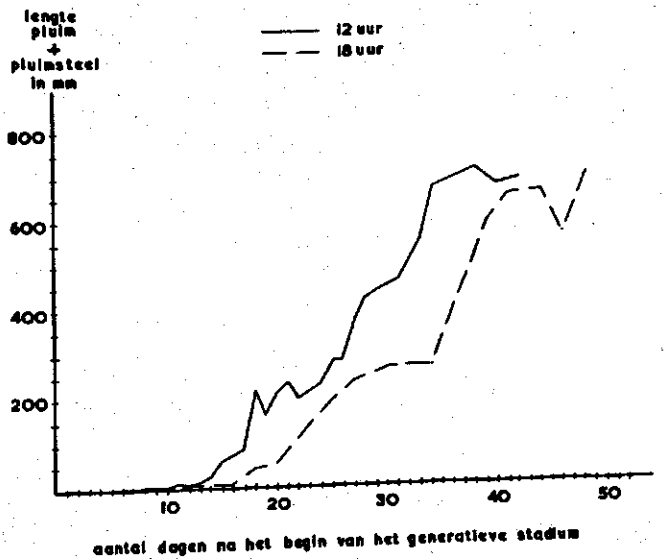


Grafiek 32. De groei van schede en schijf van blad veertien, en van de pluim en de pluimsteel, bij het 18-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

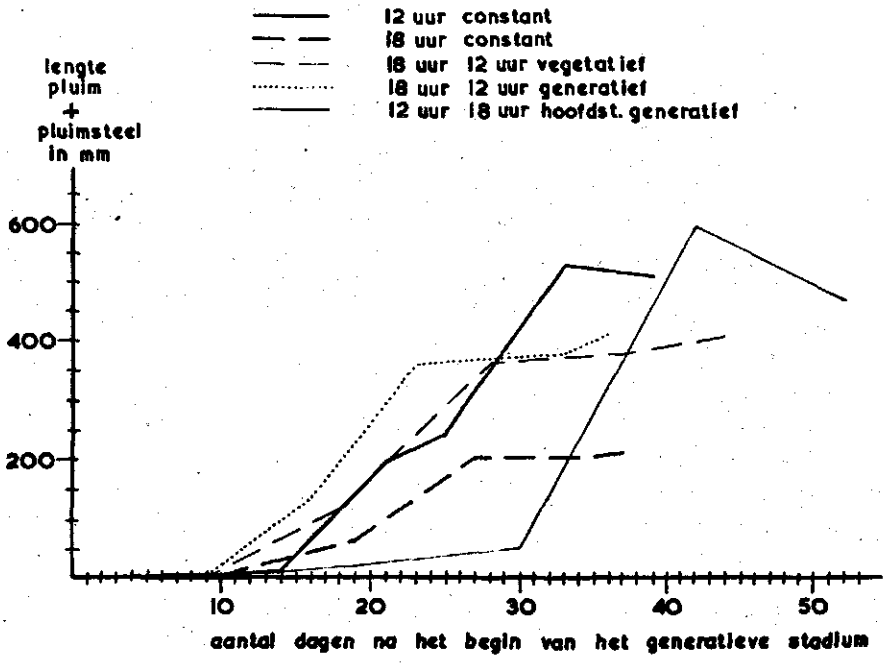
dan de schede van blad veertien. De pluim en de schede van blad veertien bereikten ongeveer tegelijkertijd hun maximale lengte; de pluim was steeds kleiner dan de schede. De pluimsteel groeide niet eerder uit dan enkele dagen nadat de pluim zijn uiteindelijke lengte bereikt had. De lijn, welke de totale lengte van de pluim + de pluimsteel aangeeft, vertoont daardoor een knik.

§ 2. *De groei van de pluim bij de planten van de eerste serie*

In grafiek 33 staan aangegeven de gezamenlijke lengten van de pluim + de pluimsteel van de hoofdstengel voor de twee objecten van de eerste serie. Voor elk van de twee objecten is als nulpunt van de tijdsberekening gekozen de dag waarop de pluimaanleg voor het eerst microscopisch zichtbaar was. Hierdoor zijn de twee objecten beter te vergelijken. Uit de grafiek blijkt, dat de pluim eerder ging uitgroeien bij het 12-uur object dan bij het 18-uur object. Bij deze serie moeten we echter rekening houden met het feit, dat de twee objecten niet op hetzelfde ogenblik in het generatieve stadium kwamen, zodat de pluimen van het ene object onder andere omstandigheden uitgroeiden dan de pluimen van het andere object. We zullen daarom wachten met het uitspreken van een mening totdat de gegevens van de tweede en derde serie besproken zijn.



Grafiek 33. De strekking van de pluim bij de twee objecten van de eerste serie (*Nero di Vialone*).



Grafiek 34. De strekking van de pluim en de pluimsteel bij een vijftal objecten van de tweede serie (*Nero di Vialone*)

§ 3. *De groei van de pluim bij de planten van de tweede serie*

Grafiek 34 brengt de pluimvorming in beeld van de volgende objecten van de tweede serie:

„12-uur constant"
„12-uur – 18-uur hoofdstengel generatief"
„18-uur – 12-uur vegetatief"
„18-uur – 12-uur generatief"
„18-uur constant"

De curven zijn samengesteld uit een beperkt aantal waarnemingen. Desondanks geven zij aanleiding tot het trekken van de volgende conclusies.

1. de strekking van de pluim begon bij het object „12-uur – 18-uur hoofdstengel generatief" geruime tijd later dan bij het object „12-uur constant".
2. bij het object „18-uur – 12-uur vegetatief" was de groei van de pluim en de pluimsteel even snel als bij het object „12-uur constant".
3. De groei van de pluim en de pluimsteel was sneller bij het object „18-uur – 12-uur generatief" dan bij het object „18-uur constant".

Bij deze conclusies kan het volgende aangetekend worden:
De eerste gevolgtrekking lijkt het overtuigende bewijs te leveren, dat bij een 12-urige belichtingsperiode de pluim zich eerder strekt dan bij een 18-urige. De planten van de in bovengenoemde conclusie vermelde objecten waren immers in volkomen gelijke omstandigheden opgegroeid tot het ogenblik waarop de pluimaanleg zichtbaar werd. Het enige verschil tussen de twee objecten schijnt dan ook te zijn het verschil in de lengte van de photoperiode nadat de hoofdstengel in het generatieve stadium was gekomen. Dit is echter schijn. We hebben n.l. bij de bespreking van de strekking van de stengel gezien, dat het overbrengen van een 12-urige belichting naar een 18-urige een zekere schok teweeg bracht, welke mede kan hebben bijgedragen tot het verschil in strekking van de pluim en de pluimsteel bij de objecten „12-uur – 18-uur hoofdstengel generatief" en „12-uur constant".

Het in de tweede conclusie vermelde object „18-uur – 12-uur vegetatief" was het enige waarvan de planten op 13 Augustus generatief werden, zodat dit object niet direct met enig ander vergeleken kan worden. Het feit, dat de strekking van pluim en pluimsteel bij dit object even snel plaats had als bij „12-uur constant" en sneller dan bij „18-uur constant", stemt overeen met de uitkomsten van de eerste serie.

De planten van de objecten „18-uur constant" en „18-uur – 12-uur generatief" waren tot het ogenblik van generatief worden volkomen vergelijkbaar. Doordat het overbrengen van de planten van een 18-urige lichtperiode naar een 12-urige geen nadelige gevolgen teweeg bracht, kon aan deze objecten de invloed van de lengte van de photoperiode op de groei van de pluim zuiver vastgesteld worden.

§ 4. *De groei van de pluim bij de planten van de derde serie*

De groei van de pluim bij de vier rassen van de derde serie was niet steeds makkelijk te volgen. Het object „*Kameji* 18-uur" vertoonde, zoals reeds eerder werd opgemerkt, bloei in twee groepen. Een curve, welke de lengte van de pluim en de pluimsteel als functie van de tijd weergeeft, heeft dan ook een zeer onregelmatig verloop. Het stond echter vast, dat de pluim eerder ging groeien bij het 12-uur object dan bij het 18-uur object.

Een beoordeling van het gedrag van *Tjina* is evenmin gemakkelijk. Doordat de groei van de pluim van het 18-uur object laat in het seizoen viel, kwam de pluim bij vrijwel geen enkele plant van dit object uit de schede van de vlag te voorschijn. De groei van de pluim verliep bij het 12-uur object veel sneller dan bij het 18-uur object, maar het verschil in omstandigheden maakt een gegrond oordeel onmogelijk.

Bij *Fortuna* en *Karang Serang* werd de groei van de pluim niet beinvloed door de lengte van de photoperiode.

Uit bovenstaande gegevens kan de conclusie getrokken worden, dat de lengte van het tijdvak tussen het tijdstip van generatief worden en het begin van de bloei bij sommige rassen wel en bij andere rassen niet groter is bij een lichtperiode van 12 uur dan bij een lichtperiode van 18 uur.

§ 5. *De bouw van de pluim bij de planten van de eerste serie*

Bij de bestudering van de bouw van de pluim werden twee punten in beschouwing genomen:

1. Is er verschil in bouw van de pluim bij de verschillende objecten?
2. Is er verschil in bouw van de pluim bij hoofd- en zijstengels van eenzelfde plant, m.a.w. moet men, ter beantwoording van vraag 1, rekening houden met de plaats van de pluim aan de plant?

Om dit laatste na te gaan werden een aantal pluimen geanalyseerd, afkomstig van de hoofdstengel en van de stengels 1/3, 1/4 en 1/5 van het 18-uur object van de eerste serie. De reden van deze keus was, dat het aantal bladeren aan gelijkgenummerde zijstengels van dit object zeer regelmatig was. Het was daardoor mogelijk een voldoende aantal pluimen te vinden, afkomstig van stengels met een gelijk bladaantal.

Aan deze pluimen werd bepaald *):

a. De lengte van de pluim, gemeten van de knoop onderaan de pluim tot aan de onderkant van de topbloem.
b. het aantal primaire zijassen.
c. de lengte van de primaire zijassen en de lengte van het bovenste gedeelte van de hoofdas (gelegen boven de eerste primaire zijassen).
d. het aantal secundaire zijassen.
e. het aantal bloemen aan elke zijas en aan het bovenste deel van de hoofdas.

Uit deze gegevens werd berekend:

a. het gemiddeld aantal bloemen per pluim.
b. het gemiddeld aantal primaire zijassen per pluim.
c. het gemiddeld aantal secundaire zijassen per pluim.
d. de gemiddelde pluimlengte.
e. de gemiddelde totale lengte van de zijassen per pluim, waarbij de top van de hoofdas als zijas beschouwd werd.

*) Uitgebreid onderzoek over de bouw van de pluim werd verricht door J.E. VAN DER STOK, wiens methode wij hier volgen. Zie Teysmannia 19, p.172-180, 1908, en Meded. Dep. Landb. Ned.Ind. 12, p.62-69, 1910.

f. het gemiddeld aantal bloemen per honderd mm. zijas, waarbij de top van de hoofdas als zijas beschouwd werd.
g. het aantal secundaire zijassen per honderd mm. primaire zijas, waarbij weer de top van de hoofdstengel als zijas beschouwd werd.

Niet bepaald werden dus het korrelgewicht en de korrelopbrengst. De reden hiervan is, dat de atmosferische omstandigheden in de kas sterk wisselen. Bloei en vruchtzetting vinden dus bij de verschillende objecten onder ongelijke omstandigheden plaats. Het heeft dus geen zin, vruchtzettingspercentage en korrelopbrengst na te gaan.

In de tabellen 26 en 27 zijn de gegevens verzameld van de pluimen, afkomstig van de hoofdstengels en de stengels 1/3, 1/4 en 1/5 van het 18-uur object van de eerste serie. Uit deze tabellen blijkt het volgende:

Het aantal bloemen per pluim was geringer naarmate de stengel, waaraan deze pluim voorkwam, een hoger nummer droeg. Hoewel de spreiding van deze productiefactor groot was, was het verloop ervan onmiskenbaar aanwezig. Hetzelfde kan gezegd worden van het aantal primaire zijassen per pluim en de gemiddelde totale lengte van de zijassen. Deze laatste eigenschap staat uiteraard niet op zichzelf, maar wordt mede bepaald door het aantal primaire zijassen per pluim. De vier andere factoren, welke in de tabel vermeld staan, t.w. het gemiddeld aantal secundaire zijassen, de gemiddelde pluimlengte, het gemiddeld aantal bloemen per honderd mm. zijas en het aantal secundaire zijassen per honderd mm. primaire zijas, vertoonden geen duidelijk verband met de plaats van de pluim aan de plant.

Uit de voorgaande berekeningen volgt, dat men bij vergelijking van de pluimen van twee of meer objecten rekening moet houden met de plaats van de pluim aan de plant. Bij de metingen en berekeningen van de pluimen van de twee objecten van de eerste serie werd dan ook gebruik gemaakt van de pluimen van de hoofdstengels. De gevonden waarden staan vermeld in tabel 28. Uit deze tabel blijkt duidelijk dat het aantal bloemen per pluim bij het 18-uur object aanzienlijk meer was dan bij het 12-uur object. Hetzelfde is het geval voor het aantal primaire zijassen en het aantal secundaire zijassen. Het grote verschil in het aantal secundaire zijassen per pluim wordt mede veroorzaakt door het verschil in het aantal primaire zijassen. Ook het aantal secundaire zijassen per honderd mm. primaire zijas is echter groter bij het 18-uur-object dan bij het 12-uur object. Pluimlengte en aantal bloemen per honderd mm. zijas vallen eveneens uit in het voordeel van het 18-uur object en zo ook de totale lengte van de primaire zijassen. Bij dit laatste moet men evenwel rekening houden met het verschil in aantal primaire zijassen per pluim.

	hoofd-stengel	spreiding bij de hoofd-stengel	zij-stengel 1/3	spreiding bij de zij-stengel 1/3	zij-stengel 1/4	spreiding bij de zij-stengel 1/4	zij-stengel 1/5	spreiding bij de zij-stengel 1/5
gem. aantal bloemen	208	27	193	21	187	30	169	30
gem. aantal primaire zijassen	10.53	0.62	9.86	0.64	9.87	0.92	9.00	0.82
gem. aantal secundaire zijassen	42.8	5.2	40.7	4.5	41.0	5.8	35.4	16.2
gem. pluimlengte in mm.	220	20	216	15	206	25	219	22
gem. gezamelijke lengte van de primaire zijassen in mm.	986	91	884	90	856	133	840	124
gem. aantal bloemen per 100 mm. zijas	21.5	1.7	21.8	5.2	21.8	1.1	20.1	1.6
gem. aantal secundaire zijassen per 100 mm. primaire zijas	4.42	0.31	4.63	0.45	4.82	0.38	4.23	0.37
aantal waarnemingen	15		14		15		7	

Tabel 26. De bouw van de pluim bij de hoofdstengel en de zijstengels 1/3, 1/4 en 1/5 bij het 18-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*).

	hoofdstengel-zijstengel 1/3	P	hoofdstengel-zijstengel 1/4	P	hoofdstengel-zijstengel 1/5	P
gem. aantal bloemen	15	0.09	21	0.04	39	0.01
gem. aantal primaire zijassen	0.67	0.01	0.66	0.02	1.53	0.00
gem. aantal secundaire zijassen	2.1	0.12	1.8	0.47	7.4	0.01
gem. pluimlengte in mm.	4	0.78	14	0.13	1	0.95
gem. gezamenlijke lengte van de primaire zijassen in mm.	84	0.05	112	0.02	128	0.02
gem. aantal bloemen per 100 mm. zijas	-0.3	0.65	-0.3	0.41	1.4	0.10
aantal secundaire zijassen per 100 mm. primaire zijas	-0.21	0.19	-0.40	0.01	0.19	0.55

Tabel 27. Het verschil van bouw van de hoofdstengel en de zijstengels 1/3, 1/4 en 1/5 bij het 18-uur object van de eerste serie (*Nero di Vialone*), P = De overschrijdingskans bij toepassing van de toets van WILCOXON.

	12 uur	spreiding bij 12 uur	18 uur	spreiding bij 18 uur	verschil	P
gem. aantal bloemen	149	12	208	27	59	0.00
gem. aantal primaire zijassen	7.36	0.9	10.53	0.6	3.17	0.00
gem. aantal secundaire zijassen	28.5	2.4	42.8	5.2	14.3	0.00
gem. pluimlengte in mm.	203	11	220	20	17	0.00
gem. gezamenlijke lengte van de primaire zijassen in mm.	817	77	968	91	151	0.00
gem. aantal bloemen per 100 mm. zijas	18.3	2.2	21.5	1.7	3.2	0.00
gem. aantal secundaire zijassen per 100 mm. primaire zijas	3.52	0.5	4.42	0.3	0.90	0.00
aantal waarnemingen	14		15			

Tabel 28. De bouw van de pluim aan de hoofdstengels van de twee objecten van de eerste serie. P = de overschrijdingskans bij toepassing van de toets van WILCOXON.

§ 6. *De bouw van de pluim bij de planten van de tweede en de derde serie*

Het geringe aantal pluimen bij de diverse objecten van de tweede serie stond het maken van berekeningen niet toe. Bovendien waren de pluimen van de planten van deze serie vaak slecht uitgegroeid; het kwam herhaaldelijk voor dat in aanleg aanwezige zijassen niet langer werden dan enkele millimeters.

Bij de bewerking van de resultaten van de derde serie kon geen gebruik gemaakt worden van gegevens van de twee *Tjina*-objecten. Het 18-uur object van dit ras bloeide laat in de herfst, vele pluimen kwamen niet geheel uit de schede van de vlag te voorschijn en de zijassen van de pluimen waren veelal niet uitgegroeid. In tabel 29 staan daarom alleen gegevens van de rassen *Fortuna*, *Karang Serang* en *Kameji*. Het is duidelijk, dat de grootte van de pluim bij *Kameji* in sterke mate door de lengte van de photoperiode beinvloed werd, terwijl zulks bij *Fortuna* en *Karang Serang* niet het geval was.

§ 7. *De benaalding van de korrels onder invloed van de lengte van de photoperiode*

Een punt, dat speciaal de aandacht vroeg, was de benaalding. Het ras *Nero di Vialone* stond in het Laboratorium voor Tropische Landbouwplantenteelt te Wageningen bekend als een ras met zeer kort benaalde korrels. Uit Italiaanse foto's blijkt, dat de zaden van dit ras als regel zeer kort benaald zijn, maar dat een enkele korrel een tamelijk lange naald draagt. Toen nu de pluimen van het 12-uur object van de eerste serie zichtbaar werden, bleek het, dat de korrels uiterst kort benaald waren, korter dan men het in Wageningen gewend was. Slechts een enkele korrel droeg een naald van enige lengte. De hoofdpluimen van het 18-uur object van de eerste serie waren daarentegen zeer sterk benaald, terwijl de naalden vaak een lengte bereikten van twee en een halve cm. De benaalding van de zijpluimen was minder algemeen en de naalden daaraan waren minder lang. Dit verschil in benaalding gold echter alleen voor de pluimen, afkomstig van de hoofdstengel en de stengels, gevormd in de eerste uitstoelingsperiode. De in Hoofdstuk XIII, § 11 beschreven dikke knoppen leverden ook pluimdragende zijspruiten op, en bij deze was de benaalding zeer onregelmatig. Bij het 12-uur object zowel als bij het 18-uur object kwamen zeer kort benaalde, kort benaalde en lang benaalde korrels voor.

Bij het inzetten van de tweede serie bestond de hoop, dat deze uitsluitsel zou geven over de invloed van de lengte van de photoperiode op de benaalding van de pluim. Bij deze serie immers zouden planten hun pluim aanleggen bij 12-urige en bij 18-urige belichting, en vervolgens uitgroeien óf bij dezelfde dagelijkse be-

	12 uur	18 uur	18 uur – 12 uur	P
Fortuna				
gem. aantal bloemen	312	286	-26	0.61
gem. aantal primaire zijassen	18.2	18.0	-0.2	0.83
gem. pluimlengte in mm.	288	282	-6	0.32
gem. gezamenlijke lengte van de primaire zijassen in mm.	1922	1891	-31	0.84
aantal waarnemingen	13	13		
Karang Serang				
gem. aantal bloemen	98	99	+1	0.92
gem. aantal primaire zijassen	10.6	10.8	+0.2	0.61
gem. pluimlengte in mm.	339	364	+25	0.02
gem. gezamenlijke lengte van de primaire zijassen in mm.	1167	1241	+74	0.19
aantal waarnemingen	15	15		
Kameji				
gem. aantal bloemen	110	227	+117	0.00
gem. aantal primaire zijassen	6.1	13.7	+7.6	0.00
gem. pluimlengte in mm.	184	246	+62	0.00
gem. gezamenlijke lengte van de primaire zijassen in mm.	583	1154	+571	0.00
aantal waarnemingen	14	13		

Tabel 29. De bouw van de pluim van zes objecten van de derde serie (*Fortuna*, *Karang Serang* en *Kameji*, 12 en 18 uur), P = de overschrijdingskans bij toepassing van de toets van WILCOXON.

lichtingsperiode, óf bij een veranderde. Hieruit zou dus kunnen blijken, of de aanleg van de naalden beïnvloed zou worden door de lengte van de photoperiode op het ogenblik van pluimvorming en tevens of een bepaalde photoperiode oorzaak zou kunnen zijn van het verlies van reeds gevormde naalden. Deze hoop bleek ijdel te zijn. Alle objecten, welke het tot pluimvorming brachten – dus o.a. niet het object „18-uur constant" – bezaten slechts kortbenaalde korrels.

De rassen *Tjina* en *Fortuna*, die bij normale cultuuromstandigheden onbenaald zijn, bleven dit bij de omstandigheden van de proef. Het benaalde ras *Karang Serang* behield zijn kafnaalden zowel bij het 12-uur object als bij het 18-uur object. De benaalding van de korrels van *Kameji* onderging, juist als bij *Nero di*

Vialone, de invloed van de lengte van de photoperiode. Bij het 12-uur object waren geen kafnaalden aanwezig. Het 18-uur object bloeide, zoals reeds is medegedeeld, in twee groepen. De vroegbloeiende groep van dit object bezat weinig kafnaalden, terwijl de laatbloeiende groep sterk en lang benaald was.

In dit verband kunnen nog waarnemingen worden vermeld, verricht aan *Kameji*-planten die niet aan de proef deelnamen. Een groep van deze planten werd op dezelfde dag gezaaid als de proefplanten, groeide op bij de locale daglengte, en was onbenaald. Een tweede groep planten werd ongeveer vier weken later gezaaid, groeide eveneens op bij de locale daglengte, bloeide ongeveer twee weken later dan eerstgenoemde groep en bleek sterk benaald te zijn.

§ 8. *Enkele aanvullende gegevens*

1. Het object „18-uur – 12-uur vegetatief" van de tweede serie werd van 18-urige naar 12-urige belichting overgebracht toen de hoofdstengels van de bij 12-urige belichting staande planten bijna in het generatieve stadium waren gekomen. Tien dagen nadien werd de eerste plant van dit object geanalyseerd: hij bleek generatief te zijn. Nadat dit vastgesteld was, werden tien planten van 18-urige naar 12-urige belichting gebracht. Van deze groep werd elke dag een plant onderzocht. Tien dagen na de verandering in de belichtingsperiode bleek de aanleg van de pluim zichtbaar geworden te zijn.

2. In voorgaande paragrafen is enkele keren gesproken over misvormingen, welke het gevolg waren van veranderingen in de dagelijkse belichtingsperiode. Hiervóór is reeds opgemerkt, dat deze misvormingen o.a. bestonden uit een gestoorde strekking en het abnormaal klein blijven van de pluim. Er traden ook andere verschijnselen op. De tijd ontbrak om de vele vergroeiingen welke soms voorkwamen te ontwarren, maar enkele vormen dienen toch vermeld te worden. Zo kwam het voor, dat het vegetatiepunt, dat op het punt stond zich te gaan differentieren tot pluim, door de plotselinge verlenging van de belichtingsperiode opnieuw blad ging vormen. Hierbij ontstond dan niet één blad, maar enkele bij elkaar, die kurketrekkervormige, geheel gesloten, aan elkaar vergroeide scheden en eveneens vergroeide bladschijven vertoonden. In een ander geval was het oorspronkelijke vegetatiepunt niet in staat geweest een pluim voort te brengen. Inplaats daarvan werden twee bloeiende spruiten aangetroffen, elk met drie bladeren. De pluim van de ene spruit was onbenaald, die van de andere droeg langbenaalde korrels. Deze vorm werd in aanleg gevonden bij een andere stengel. Deze droeg een pluimpje van ongeveer één mm. lengte, waartegen twee knoppen lagen elk ongeveer twee mm. lang. Ook

kwam het voor, dat de bovenste twee bladeren van een stengel – de aanleg van de knoop onder de pluim niet meegerekend – aan elkaar groeiden, zodat een gesloten schede en schijf gevormd werden. Deze vergroeiing van de randen van een bladschede en een bladschijf kwam ook voor wanneer het duidelijk was, dat sprake was van niet meer dan één blad.

§ 9. *Samenvatting*

a. De pluim groeit uit tegelijk met de schede van het laatste blad, de z.g. vlag. Enige dagen nadat de pluim volgroeid is, groeit ook de pluimsteel uit.
b. Bij rassen, die gevoelig zijn voor de lengte van de photoperiode, strekt de pluim zich korter na het ontstaan en tevens sneller bij een 12-urige photoperiode dan bij een 18-urige photoperiode.
c. Brengt men een plant, die gevoelig is voor de lengte van de photoperiode, over van een 12-urige photoperiode naar een 18-urige photoperiode enige dagen vóórdat zij generatief geworden zou zijn, dan treden ernstige misvormingen van de pluim op. Brengt men de plant over wanneer zij juist generatief geworden is, dan wordt de groei wel vertraagd, maar misvormingen van de pluim blijven uit.
d. Bij rassen, die gevoelig zijn voor de lengte van de photoperiode, is de pluim bij een 18-urige photoperiode groter en compacter van bouw dan bij een 12-urige photoperiode.
e. Er zijn rassen – in onze proeven *Tjina* en *Fortuna* – welke steeds onbenaald zijn. Er zijn ook rassen – in onze proeven *Karang Serang* – welke steeds benaald zijn. Daarnaast zijn er rassen – in onze proeven *Nero di Vialone* en *Kameji* – die onbenaald, kortbenaald of langbenaald kunnen zijn. Bij dergelijke rassen stimuleert een lange photoperiode de benaalding.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

1. ADAIR, C. ROY — Effect of time of seeding on yield, milling quality and other characters in rice. J. Am. Soc. Agron. 32. p. 697-706. 1940.
2. ABEYRATNE, E. — A preliminary note on an unrecorded group of paddy varieties occurring in Ceylon. Trop. Agr. Ceylon. 108. p. 21-28. 1952.
3. BEACHELL, H. M. — Effect of photoperiodism on rice varieties grown in the field. J. Agr. Res. 66. p. 325-340. 1943.
4. BEST, R. — Waarnemingen omtrent enige physiologische verschijnselen bij rijst. Verslag van het practicum Tropische Landbouwplantenteelt, 90 pp. Wageningen, 1951. Ongepubliceerd.
5. CHANDRARATNA, M. F. — The effect of daylength on heading time in rice. Trop. Agr. Ceylon. 104. p. 130-140. 1948.
6. CHANDRARATNA, M. F. — Photoperiod effects on the flowering of tropical rices. Trop. Agr. Ceylon. 108. p. 4-10. 1952.
7. CHIEN LIANG PAN — Length of exposure to light in relation to plant growth in rice. J. Am. Soc. Agron. 28. p. 58-63. 1936.
8. COYAUD, J. — Le riz, étude botanique, génétique, physiologique, agrologique et technologique appliquée à l'Indochine. Archives de l'Office Indochinois du Riz. no. 30. 312 pp. 1950.
9. EGUCHI, TSUMEO — Effects of the relative length of day and night before and after bud differentiation on formation and development of flower bud. Fifth report. J. Hort. Ass. Japan 8.2. p. 203-234. 1937. (Japans, met Engelse samenvatting).
10. ESPINO, R. B. and PANTALEON, F. — Influence of light upon growth and development of plants with special reference to the comparative effects of the morning light and of the afternoon light. Phil. Agriculturist. 19. p. 563-579. 1930 - 1931.

11. FUKE, YUTAKA On the short day and illumination treatments in rice, referring specially to the time and duration of treatment.
J. Imp. Agr. Exp. Sta. (Nishigahara, Tokyo) 1. p. 263-286. 1929-1931 (Japans, met Engelse samenvatting).

12. GUPTA, J.C.S. and SEN, N.K. Effect of vernalization and photoperiod on late sown aman paddy. II.
Science and Culture. 11. p. 273-274. 1945.
Ref. Biol. Abstr. 20.4. p. 810. nr. 7405. 1946.

13. HAIGH, J.C. A note on the effect of sowing date on the age of paddy.
Trop. Agr. Ceylon, 86. p. 284-288. 1936.

14. HARA, S. On the influence of the duration of illumination upon the shooting time and growth of paddy rice.
Ann. Agr. Exp. Sta. Gov. Gen. Chosen. 5. p. 223-249. 1930.
Ref. in G. A. W. WAGENAAR, 49.

15. HEMELRIJK, D. De toets van WILCOXON, cursus parametervrije methoden, Mathematisch Centrum Amsterdam. Gestencild verslag. p. 63-66. 1951-1952.

16. JAGOE, R.B. Photoperiodism of *Oryza sativa* in Malaya. Experiments on the effects of a small difference of light period on flowering of the padi plant.
Mal. Agr. J. 35. p. 85-102. 1952.

17. JENKINS, J. MITCHELL Effect of date of seeding on the length of the growing period in rice.
Louisiana Agr. Exp. Sta. Bull. 277. 7 pp. 1936.

18. KAR, B.K. and ADHIKARI, A.K. Phasic development in paddy.
Science and Culture. 10. p 506-508. 1945.
Ref. Biol. Abstr. 19.9. p. 2195. nr. 20022. 1945

19. KERLING, L.C.P. Ontwikkeling en periodiciteit bij rijst.
Landbouwk. Tijdschrift. 60. p. 150-159. 1948.

20a. KERLING, L.C.P. Developmental processes of the rice-plant in relation to photoperiodism. I.
Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 53. p. 1428-1441. 1950.

20b. KERLING, L.C.P. Developmental processes of the rice-plant in relation to photoperiodism. II.
Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 53. p. 1617-1633. 1950.

21. KONDO, MANTARO; OKAMURA, TAMOTSU; ISSHIKI, SHIGEO und KASAHARA, YASUO. Untersuchungen über „Photoperiodismus" der Reispflanzen. Erste Mitteilung. Ber. Ohara Inst. Landwirtsch. Forsch. 5. p. 243-280. 1932.

22. KONDO, MANTARO; OKAMURA, TAMOTSU; ISSHIKI, SHIGEO und KASAHARA, YASUO. Untersuchungen über „Photoperiodismus" der Reispflanzen. Zweite Mitteilung. Ber. Ohara Inst. Landwirtsch. Forsch. 6. p. 307-330. 1934.

23. KUILMAN, L. W. Photoperiodiciteit bij rijst. Landbouw. 13. p. 22-39. 1937.

24. KUILMAN, L. W. Uitstoeling en bloei van de rijstplant. I. Het verloop van de uitstoeling en den bloei bij de variëteit *Oentoeng*. Landbouw. 16. p. 22-62. 1940.

25. KUILMAN, L. W. Uitstoeling en bloei van de rijstplant. II. Het verloop van de uitstoeling en den bloei bij de variëteit *Baok*. Landbouw, 16. p. 439-464. 1940.

26. LIEN FANG CHAO and KUAN JEN HSU A study of the time of heading in *Oryza sativa L.* Indian J. Gen. Plant Breeding 4. p. 69. 74. 1944.

27. LORD, L. and DE SILVA, J. S. T. A note on the effect of sowing date on the age of maha paddy. Trop. Agr. Ceylon. 76. p. 332-333. 1931.

28. MEULEN, J. G. J. VAN DER De rijstselectie in Ned. Indië. Meded. Alg. Proefst. Landbouw. 52 pp. 87. 1941.

29. MISRA, G. Effect of photoperiodism on the flowering of two late varieties of paddy. Current Science. 19. p. 126-127. 1950.

30. MISRA GADADHAR Photoperiodic response in some early varities of paddy. Current Science. 20. p. 209-210. 1951.

31. MURNEEK, A. E. and WHYTE, R. O. Vernalization and photoperiodism. A symposium. Chronica Botanica Comp. Waltham. Mass., U. S. A. pp. 196. 1948.

32. MURRAY, D. B. Photoperiodism in rice in Trinidad with reference to a second crop. Emp. J. Exp. Agr. 18. p. 271-275. 1950.

33. NOGUCHI, YAKITI — On the control of flowering time of paddy riceplants by the action of light. J.Sc.Agr.Soc. 299. p.487-500. (Japans, met Engelse Samenvatting). Ref. Jap.J.Bot. 4. p.52. nr.20. 1928.1929.

34. NOGUCHI, YAKICHI — Studien über die Entwicklung der Infloreszenzen und der Blüten bei Getreidepflanzen J.Coll.Agr. 10. p.248-303. 1929.

35. PAERELS, J.J. — De rijst. Serie „Onze Koloniale Landbouw" no.5. Haarlem. H.D.Tjeenk Willink & Zn. pp. 98. 2e druk 1916.

36. RAMIAH, K. — Inheritance of flowering duration in rice. Indian J.Agr.Sci.3. p. 377-410. 1933.

37. RJABOV, I.E. — Rice breeding according to the theory of phasic developments of plants. Jarovizacija. 3. p.48-55. 1951. Ref. Plant Br.Abstr. 12.4. p.251.252. nr. 1082. 1942.

38. SCRIPCHINSKY, BASIL — The factor which stimulates to develop the rice into flowering under tropical conditions. Trop. Agr. Ceylon. 95. p.205-211. 1940.

39. SEN, NIRAD KUMAR — Vernalization and photoperiodic effect in summer and late sown winter rice. J.Indian Bot.Soc. 27. p.11-118. 1948.

40. SIRCAR, S.M. — Studies in the physiology of rice. II. Photoperiodic response in one variety of winter paddy. J. Indian Bot.Soc. 21. p.41-50. 1942.

41. SIRCAR, S.M. — Vernalization of rice by short days. Nature. 153. p.378. 1944.

42. SIRCAR, S.M. — Studies in the physiology of rice. III. Vernalization by short days. Proc.Nat.Inst.Sci.India.12.p.191-198.1946.

43. SIRCAR, S.M. and PARIJA, B. Vernalization of rice by short days. Nature. 155. p.395. 1945.

44. SIRCAR, S.M. and PARIJA, B. Studies in the physiology of rice V. Vernalization and photoperiodic response in five varities. Proc.Nat.Inst.Sci.India.15.p.93-107.1949.

45. SIRCAR, S.M. and SEN, S.P. Interaction of temperature and daylength on flowering in winter paddy, *Rupsail*. Current Science, 20. p.238-239. 1951.

46. TABATA, K., WOGATA, K. and SHIRIKAWA, M. On the effects of daylength upon the growth and the emergence of panicles in rice plants.
Proc.Crop.Sci.Soc.Japan. 4.p 226-244.1932.
Ref. G.A.W.WAGENAAR, 49.

47. TERAO, HIROSI and KATAYAMA, TUKUDA. On the premature heading in paddy rice.
J.Imp.Agr.Exp.Sta.Nishigahara. Tokyo. 1. p.25-40. 1929. (Japans, met Engelse samenvatting).

48. VAART, H.R. VAN DER Gebruiksaanwijzing voor de toets van WILCOXON.
Rapport S 32 (M4) van het Mathematisch Centrum. Amsterdam. 2e druk. 18 pp.tabellen. 1952.

49. WAGENAAR, G.A.W. Photoperiodism in rice (*Oryza sativa L.*)
Landbouw 23. p.510-526. 1951.

50. YOSHII, Y. Sc.Rep.Tohoku Imp.Univ. 4th series (Biology). II (1927) p.143-158.
Ref. L.W.KUILMAN, 23.