DE INVLOED VAN TEMPERATUUR EN LICHT OP DE GROEI EN ONTWIKKELING VAN ANDIJVIE

WITH ENGLISH SUMMARY:

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ENDIVE

Dit proefschrift met stellingen van

JOHANNE HEIJTING,

landbouwkundig ingenieur, geboren te Amsterdam, 3 december 1932, is goedgekeurd door de promotor, Dr. Ir. S. J. WELLENSIEK, hoogleraar in de tuinbouwplantenteelt.

De Rector Magnificus der Landbouwhogeschool
W. F. EIJSVOOGEL

Wageningen, 3 juni 1964

NN 8201,372 ~~no 372~~ C

DE INVLOED VAN TEMPERATUUR EN LICHT OP DE GROEI EN ONTWIKKELING VAN ANDIJVIE

WITH ENGLISH SUMMARY:

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ENDIVE

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS IR. W. F. EIJSVOOGEL,
HOOGLERAAR IN DE HYDRAULICA, DE BEVLOEIING,
DE WEG- EN WATERBOUWKUNDE EN DE BOSBOUWARCHITECTUUR,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT
VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP WOENSDAG 1 JULI 1964 TE 16 UUR

DOOR

J. HEIJTING

KANTOORDRUK DE GOEDE - WAGENINGEN - 1964

ISN = 104167-03

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN

NN08201, 372

STELLINGEN

I

Het is de moeite waard te onderzoeken in hoeverre toepassing van CO_2-behandeling tijdens het opkweken van andijvie gunstig is.

II

De conclusie van SCHNEIDER dat bij suikerbiet na vernalisatie geen bloeihormoon wordt gevormd, is onjuist.

SCHNEIDER, G.: Planta 55, 1960: 669-686.
STOUT, M.: Bot. Gaz. 107, 1945: 86-95.

III

Vergeleken met diplontische selectie is te weinig aandacht besteed aan fertiliteitsverschillen bij de verklaring van de te geringe frequentie van gemuteerde typen in de M_2.

IV

De bloemkleur van *Matthiola incana* wordt bepaald door 6 genen: H, B, L (KAPPERT), U, A, V (JUNGFER, SEYFFERT). Deze zijn waarschijnlijk identiek aan de respectievelijke genen: H, B, M, L, K, A, welke vastgesteld zijn in het materiaal van het Laboratorium voor Erfelijkheidsleer der Landbouwhogeschool te Wageningen.

V

Het is gewenst dat door botanische tuinen meer aandacht aan onkruiden wordt besteed.

VI

Aan resistentieveredeling tegen verwelkingsziekten dient een gedetailleerd fytopathologisch onderzoek van wortelparasieten vooraf te gaan.

VII

Huishoudelijke voorlichting dient zich in de toekomst niet uitsluitend tot de huisvrouw, doch tevens tot het gehele gezin te richten.

VIII

Een mogelijkheid tot uitbreiding van het huidige groentesortiment kan worden gezocht in veredeling van daartoe geschikte, in het wild voorkomende planten.

Diss. J. HEIJTING
Wageningen, juni 1964

Aan mijn Ouders

VOORWOORD

Gaarne wil ik op deze plaats mijn dank betuigen aan allen die aan het tot stand komen van dit proefschrift hebben bijgedragen.

In de eerste plaats betreft dat jullie, Vader en Moeder, jullie hebben mij de kans gegeven om mij te bekwamen in het voor mij zo boeiende vak van de Tuinbouwplantenteelt. Jullie warme belangstelling in mijn werk is mij een grote steun geweest.

U, hooggeleerde WELLENSIEK, hooggeachte Promotor, hebt mij de gelegenheid geboden op Uw laboratorium dit onderzoek te verrichten. Voor de aandacht die U aan mijn wetenschappelijke vorming hebt besteed en de vrijheid die U mij daarbij toch hebt gelaten, ben ik U zeer dankbaar.

Hooggeleerde PRAKKEN, hooggeleerde VENEMA, hooggeleerde OORT, U dank ik voor het vele dat U mij door Uw colleges meegaf. De prettige wijze waarop ik op Uw laboratorium mocht werken en de vele faciliteiten die mij werden geboden, zijn door mij in hoge mate gewaardeerd.

Een bijzonder woord van dank geldt de medewerk(st)ers van het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt. Aan de prettige sfeer waarin ik met U, collegae en assistenten, heb mogen samenwerken, bewaar ik de beste herinneringen. De grote hulpvaardigheid van tuinpersoneel en technici heb ik bijzonder op prijs gesteld. Daarnaast ben ik zeer erkentelijk voor de hulp mij geboden op de administratie en de bibliotheek.

Speciaal MIRJAM ben ik dankbaar voor de grote nauwgezetheid bij het tikken van het manuscript, evenals REIJER en HENK voor het goed verzorgde foto- en tekenwerk.

INHOUD

1. INLEIDING 1
   1.1. Herkomst en historie van andijvie 1
   1.2. De teelt van andijvie 2
      1.2.1. Als groentegewas 2
      1.2.2. Als zaadgewas 3

2. DE MORPHOLOGISCHE ONTWIKKELING VAN ANDIJVIE 5

3. DE INVLOED VAN PERIODIEKE ZAAITIJDEN BIJ VERSCHILLENDE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS HET OPKWEKEN EN NA HET UITPLANTEN 9
   3.1. Inleiding 9
   3.2. Methodiek 9
   3.3. De invloed van de temperatuur tijdens de opkweekperiode . . . 11
   3.4. De invloed van een extra belichting tijdens de opkweekperiode 14
      3.4.1. Inleiding 14
      3.4.2. Resultaten 15
   3.5. De invloed van een verkorte daglengte tijdens de opkweekperiode 22
      3.5.1. Inleiding 22
      3.5.2. Resultaten 22
   3.6. De invloed van het milieu na het uitplanten 25
   3.7. Bespreking 29

4. DE INVLOED VAN LAGE TEMPERATUUR 35
   4.1. Inleiding 35
   4.2. Methodiek 35
   4.3. Zaadvernalisatie (ZV) 36
      4.3.1. Invloed van de duur van de behandeling 36
      4.3.2. Het effect van een onderbreking van de ZV 38
      4.3.3. Devernalisatie door hoge temperatuur 40
      4.3.4. De invloed van 5-fluoruracil (5-FU) op de vernalisatie 44
      4.3.5. De invloed van de daglengte na ZV 47
   4.4. Plantvernalisatie (PV) 51
      4.4.1. Invloed van de leeftijd van de plant 53
      4.4.2. Invloed van de daglengte vóór PV 55
      4.4.3. Invloed van de duur van de koudebehandeling 56
      4.4.4. Invloed van de daglengte na PV 58
      4.4.5. Invloed van een onderbreking van de koudebehandeling . 58
      4.4.6. Invloed van het blad tijdens de vernalisatie 59

5. DE INVLOED VAN HET LICHT OP ONGEVERNALISEERDE PLANTEN 60
   5.1. Inleiding 60
   5.2. Invloed van de daglengte 60
   5.3. Invloed van de lichtintensiteit 62

6. INVLOED VAN GIBBERELLAZUUR OP STENGELSTREKKING EN BLOEI 63

7. SAMENVATTING EN BESPREKING 66

SUMMARY: THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ENDIVE 69

LITERATUUR 72

1. INLEIDING

Andijvie, *Cichorium endivia* L., is als cultuurgewas al zeer lang bekend. De plant behoort tot de familie van de composieten en cichorei en witlof behoren tot hetzelfde geslacht. Door jarenlange praktijkervaring kent de teler thans de omstandigheden voor het produceren van een goed groentegewas en het is zelfs mogelijk geworden om, gebruik makend van kas of bak, het gehele jaar verse andijvie aan de markt te brengen. Uit het onderzoek van MEEREBOER (28) en VAN DEN MUIJZENBERG (31), zie ook (48), bleek, dat de temperatuur een bepalende factor is voor het slagen van de teelt, terwijl de daglengte ook van belang is, doch een geringer effect heeft. VERKERK (50) vond bovendien dat de groei duidelijk bevorderd werd, wanneer in het vroege voorjaar onder een hoge lichtintensiteit werd opgekweekt. Bij het latere en meer fundamenteel gerichte onderzoek van HARRINGTON, VERKERK en DOORENBOS (19) werd de reactie van de plant op de factoren temperatuur en licht bestudeerd en leek de plant zeer geschikt voor verder onderzoek in deze richting. Dit onderzoek werd door mij uitgevoerd, aangevuld met waarnemingen over de morphologische ontwikkeling. De resultaten worden in de volgende hoofdstukken besproken. Vooraf komen nog enige inleidende beschouwingen over de herkomst en de teelt. Alle proeven werden uitgevoerd met het ras Volhart No.5, waarvan zaad van de firma Nunhem te Haelen werd betrokken.

1.1. HERKOMST EN HISTORIE VAN ANDIJVIE

Omtrent de herkomst van andijvie bleek lange tijd onzekerheid te bestaan. DE CANDOLLE (10) nam aanvankelijk aan, dat de plant uit India afkomstig is, terwijl anderen, HEGI (21), aannamen dat de plant, in India slechts gecultiveerd maar niet inheems, uit het gebied rond de Middellandse Zee stamt. Na een zorgvuldige vergelijking van andijvie met een in het wild voorkomende, 1-jarige *Cichorium* uit het Middellandse zeegebied, *C.pumilum* JACQUIN, besloot men algemeen dat, gezien de geringe verschillen tussen beide planten, andijvie als een vorm van *C.pumilum* beschouwd kan worden. De naam *C.endivia*, de oudst bekende naam voor andijvie, werd aangehouden. Reeds in de tijd van de Grieken en Romeinen was de plant bekend, hoewel er volgens GIBAULT (16) geen aanwijzingen zijn, dat de plant ook gegeten werd. Volgens HEGI (21) kenden de Romeinen ten minste twee rassen en werd de plant als geneesmiddel en als mestvoer voor ganzen gebruikt, terwijl MANSFELD (27) beweert, dat andijvie toen reeds als sla gegeten werd. Omstreeks de 12de eeuw was de plant ook bij de Arabieren in gebruik als geneesmiddel (16).

In latere jaren werd de plant verder in Europa bekend, en volgens HEGI (21) door monniken naar Midden-Europa overgebracht. In de

15de eeuw verhandelde men in Frankrijk een uit de plant gemaakt cosmeticum (eau de toilette). Ongeveer een eeuw later ontdekte men dat andijvie, in gebleekte vorm, eetbaar is en werd de plant dus als voedsel gebruikt. DODONAEUS (13) beschrijft in zijn Cruijdtboeck van 1608, dat men de gebleekte bladeren in de wintermaanden en de jonge plant in het warme jaargetijde, rauw, als sla, eet. Ook toen werd speciaal cichorei, maar ook andijvie, tegen diverse kwalen gebruikt. Van droge kruiden bereidde men een drank om leverziekten, geelzucht en ingewandsstoornissen te genezen, terwijl het groene, fijngestampte blad gebruikt werd tegen hartkloppingen en maagstoornissen.
Ook omstreeks die tijd, vanaf het begin van de 17de eeuw, maakte men onderscheid tussen 2 typen. Men onderscheidde een andijvie met sterk gekroesd en ingesneden blad en een type met grote gaafrandige bladeren, de z.g. escarol. Van beide typen kende men in latere jaren verscheidene rassen. De andijvie, die wij thans kennen, moet een vorm zijn van dit laatste type.
Waar in vroeger jaren, tot in het begin van deze eeuw, de andijvie gebleekt werd om de bittere smaak te verminderen, is tegenwoordig het bleken onnodig geworden, daar de huidige rassen door selectie de bittere smaak hebben verloren en het blad zachter is.

1.2. DE TEELT VAN ANDIJVIE

1.2.1. *Als groentegewas.* - Reeds werd vermeld dat het tegenwoordig mogelijk is het gehele jaar verse andijvie te oogsten. Dit is mogelijk geworden door het gebruik van glas. HUYSKES, TOLSMA en VAN WINDEN (22) hebben een teelt- en rassenkeuzetabel samengesteld voor de teelt van andijvie het jaar rond. De meest verbouwde rassen zijn ‚Breedblad Volhart Winter', zeer geschikt voor de winterteelt, en ‚Nummer Vijf', dat iets zachter blad heeft.
De plant moet, wil de teelt slagen, goed kunnen doorgroeien. Wanneer de groei stagneert, b.v. door droogte, reageert de plant door snel te gaan schieten, wanneer de groei hervat wordt. Bij het opkweken van de planten mag de temperatuur niet te laag zijn. De planten moeten bij ten minste 12°C worden opgekweekt en ook de grondtemperatuur mag niet lager zijn, RIEMENS (43). Bij lage temperatuur opgekweekte en dus langzaam gegroeide planten geven gemakkelijk doorschietende kroppen.
Daar de temperaturen in het voorjaar meestal laag zijn, is een vroege teelt van andijvie riskant. Reeds in de tijd van DODONAEUS (13) wist men dat vroeg gezaaide andijvie snel gaat schieten en bloeien.
Vroeger teelde men in hoofdzaak herfstandijvie, aldus MUIJEN (30). Volgens de teeltbeschrijving van VAN DER SLIKKE (46) zaaide men deze na de langste dag, 21 juni, en ongeveer 4 weken later kon worden uitgeplant op krachtig bemeste gronden. Men plantte meestal op land, dat vrij gekomen was na vroege teelten, zoals vroege wortels,

vroege aardappelen, erwten en tuinbonen. De planten van de laatste zaaisels werden vroeger voor half november, voor de winter dus, uitgestoken en vorstvrij opgekuild, zodat men tijdens de winter, tot ongeveer februari, nog andijvie in voorraad had. In plaats hiervan plant men tegenwoordig in september-oktober in vrij gekomen bakken of warenhuizen, zodat bij weinig vorst nog laat in de herfst, in de winter en in het vroege voorjaar, verse andijvie te oogsten is. Ook teelde men zomerandijvie en zaaide dan vanaf eind april in een koude bak. Er werd een paar keer verspeend en in mei uitgeplant, liefst bij regenachtig weer op opdrachtige, voedzame gronden.
Plant men vóór begin mei buiten uit, dan blijft de kans op mislukking vrij groot.

Voor een nog verder gaande vervroeging zaaide men vanaf maart onder glas, waarna uitgeplant werd in april, eveneens onder glas. Uit het onderzoek van BUISHAND (8) blijkt, dat men voor de vroege teelt van andijvie in de volle grond tegenwoordig reeds vanaf half februari onder glas kan zaaien bij 20-25°C. De planten worden enkele dagen na opkomst in perspotten verspeend, bij 12-16°C opgekweekt, en 5 à 6 weken na zaaien buiten uitgeplant. Deze teelt is sterk afhankelijk van de temperatuur tijdens het opkweken en van de weersomstandigheden na het uitplanten. In verband met het gevaar van doorschieten worden de planten nauw gezet en jong geoogst. De uiterste oogstdatum is het moment waarop de eerste plant van een partij gaat schieten, wanneer het groeipunt juist omhoog gaat komen en als een hard puntje in het hart van de plant te voelen is. Wanneer later wordt geoogst, hebben de planten reeds een „pijp" gevormd en zijn minder waard als groentegewas.

1.2.2. *Als zaadgewas.* - De zaadteelt van andijvie is in ons land een riskante teelt. Er moet vrij vroeg in het voorjaar worden gezaaid, om in het najaar tijdig afgerijpt zaad te kunnen oogsten. Men zaait dus in maart, in een warme bak, en plant in mei buiten uit. De planten gaan dan vrij spoedig schieten en in september-oktober is het zaad rijp. Wil men selectie toepassen, dan moet men de geselecteerde planten in de winter trachten over te houden. Daarna kan men ze in maart in een warenhuis uitplanten. De planten schieten dan door en geven een goede zaadopbrengst, VAN DER SLIKKE (46).

Het risico van een zaadteelt in ons land is, dat het nog niet afgerijpte zaad in een koud najaar prenataal gevernaliseerd wordt. Dit heeft tot gevolg, zoals uit het onderzoek van SNEEP (47) blijkt, dat, na het uitzaaien in het volgende jaar, de planten voortijdig gaan schieten, nog voor een redelijke krop gevormd is. De teelt van handelszaad wordt dan ook veel in landen met een gunstiger klimaat, zoals Zuid-Frankrijk, uitgevoerd.
Tegenwoordig gaat men er meer toe over om door jarowisatie, of zaadvernalisatie, de zaadoogst iets te vervroegen, waardoor de teelt dus minder riskant wordt. Deze techniek werd door WIEBOSCH (58,59)

uitgewerkt. Het zaad wordt voorgekiemd en daarna bij 1°C gekoeld gedurende 30-35 dagen. Direct na de behandeling, ongeveer half februari, moet worden uitgezaaid. Daarna kan in mei worden uitgeplant. De planten schieten dan spoedig door en het zaad kan in het gunstige jaargetijde van juli-augustus afrijpen. Op deze wijze kan men een behoorlijke zaadoogst verwachten.

2. DE MORPHOLOGISCHE ONTWIKKELING VAN ANDIJVIE

Het schieten en bloeien van de andijvieplant begint vroeger of later al naar de uitwendige omstandigheden. Gaat de plant vroeg schieten, dan splitst het groeipunt een gering aantal bladeren af alvorens de terminale bloemknop wordt aangelegd. Gaat de plant laat schieten, dan splitst het groeipunt eerst een groot aantal bladeren af. In dit geval wordt door de plant een rozet van bladeren gevormd: de andijviekrop. Aan de reeds geschoten plant zien we een duidelijk verschil in bladvorm tussen de reeds gevormde rozetbladeren en de stengelbladeren. Deze laatste zijn, speciaal naarmate ze hoger aan de stengel voorkomen, kleiner, smaller en spitser dan de rozetbladeren.

Bij het onderzoek van HARTMAN (20) met witlof, *Cichorium intybus* L., bleek een duidelijk verschil in bladvorm te bestaan tussen het blad van ongevernaliseerde en als kiemend zaad gevernaliseerde planten. WIEBOSCH (57) vond ook bij andijvie een dergelijk verschil, terwijl uit het onderzoek van DOORENBOS en RIEMENS (14) bleek dat na zaadvernalisatie een geringer aantal bladeren per tijdseenheid gevormd werd dan bij de ongevernaliseerde planten. Het blad van de gevernaliseerde planten was langer, breder en dunner dan dat van de ongevernaliseerde planten. Deze verschillen zijn intussen betrekkelijk klein en het is mij bij mijn eigen experimenten, waarbij echter geen systematische waarnemingen betreffende de verschillende bladvormen werden gedaan, dan ook nooit gelukt om in een jong stadium de ongevernaliseerde van de gevernaliseerde planten te onderscheiden.

Een duidelijker verschil in groeiwijze en bladvorm nemen we waar bij vergelijking van planten in korte dag (KD), die uitsluitend 8 uur daglicht krijgen, en planten in lange dag (LD), die totaal 16 uur licht krijgen. In KD wordt, zoals reeds door DOORENBOS en RIEMENS (14) werd gevonden, per tijdseenheid meer blad gevormd, dat relatief breder is dan dat in LD, terwijl de stand van het blad anders is. In KD groeit het blad meer horizontaal, in LD meer recht op. Deze resultaten tonen dus aan hoe de vorm van de bladeren afhankelijk is van de teeltomstandigheden.

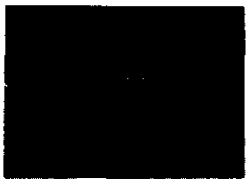
In eigen onderzoek werd de ontwikkeling van het eindvegetatiepunt bestudeerd aan betrekkelijk snel schietende planten, die na 4 weken zaadvernalisatie in LD werden opgekweekt. Het materiaal werd gefixeerd in alcohol 96%. Later werd het overgebracht in alcohol 70%, om het weefsel zachter te maken en een dag later kon het groeipunt worden uitgeprepareerd. De groeipunten werden gekleurd in joodjoodkalium om enig contrast te verkrijgen, en bekeken onder een binoculair microscoop Zeiss Opton, vergroting tot 80x.

De terminologie van de bloemaanleg, zoals deze door BEYER (3) is uitgewerkt voor bloembolgewassen, kan ook op de aanleg van de composietenbloem worden geprojecteerd. Bij de bloemknopontwikkeling van andijvie komen dan de volgende stadia voor:

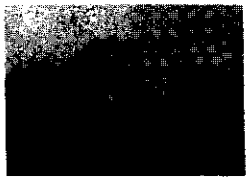
I: Bladvormende periode, knop vegetatief.
II: Begin van de bloemvormende periode, het omwindsel wordt aangelegd.
Pr: Bloemprimordia zichtbaar.
C: Kroon (corolla) zichtbaar.
A: Meeldraden (androecium) aangelegd.
G: Vruchtbladen (gynoecium) aangelegd.

Bij de jonge plant splitst het groeipunt bladeren af. Het groeipunt is klein en vlak en verkeert in stadium I. Een beeld van het vegetatieve groeipunt van een 4 weken oude plant geeft foto 1a. Wanneer de plant juist gaat schieten, bij de onderzochte planten ongeveer 32 dagen na het zaaien, komt het groeipunt wat omhoog maar blijft bladeren afsplitsen, foto 1b. Na enige dagen worden in de oksels van de reeds eerder aangelegde bladeren kleine okselknoppen zichtbaar. Het eindvegetatiepunt is inmiddels groter geworden, maar splitst nog uitsluitend bladeren af en is nog steeds in stadium I, foto 1c. Daarna wordt vrij gelijktijdig rondom het vegetatiepunt een aantal bladeren afgesplitst, die het omwindsel van de bloem gaan vormen. Hiermee is het vegetatiepunt in stadium II gekomen, foto 1d. Wanneer het omwindsel is aangelegd, begint het groeipunt van buiten naar binnen de afzonderlijke bloempjes af te splitsen. Foto 1e geeft een beeld van de aanleg van de buitenste bloemprimordia en op foto 1f zijn vrijwel alle bloemprimordia afgesplitst, met uitzondering van de topbloem. Zijn eenmaal alle bloemen aangelegd, dan gaan deze verder differentiëren. Elk bloemprimordium groeit uit tot een lintbloempje. Het eerst wordt het kroonblad gevormd, dat uit een lintvormig blad van 5 vergroeide bladen bestaat, stadium C. Op foto 1g is een begin van stadium C te zien. Er ontstaat een inzinking in het midden van elk bloemprimordium. Daarna worden de 5 meeldraden gevormd, stadium A, foto 1h. Deze meeldraden zijn op de foto niet zichtbaar, omdat ze onder de slippen van de bloemkroon zitten. De helmknoppen zijn tot een koker vergroeid, de helmdraden zijn vrij. Tenslotte wordt de stamper aangelegd.

Bij andijvie treedt dus eerst enige stengelstrekking op, alvorens de bloem wordt aangelegd. Bij ongevernaliseerde planten, die in de zomer buiten waren opgekweekt bij natuurlijk daglicht en die geschoten waren, werd waargenomen dat bij een stengellengte van 50 cm het groeipunt nog steeds bladeren afsplitste en dus nog vegetatief was. Bij andijvie verlopen de stengelstrekking en bloemaanleg dus niet gelijktijdig. Onafhankelijk van de wijze, waarop de plant is opgekweekt, gaat de bloeiwijze aan de hoofdstengel altijd het eerst bloeien en pas daarna volgt de bloei in de oksels van de lager gelegen bladeren of aan de zijstengels.
Literatuur over de bloemknopontwikkeling bij andijvie is mij niet bekend geworden. Wel is er overeenkomst met een andere composiet, *Xanthium pensylvanicum*, welke door SALISBURY (44) werd beschreven. Het vegetatieve stadium komt geheel overeen met dat van andijvie, terwijl bij de volgende stadia het groeipunt hoger uitgroeit. Voor

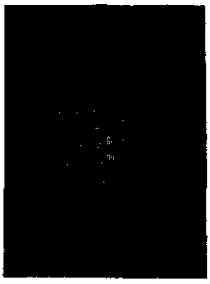


a. Stadium I
a. Stage I

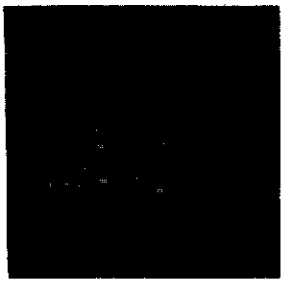


b. Stadium I
b. Stage I

c. Stadium I
c. Stage I

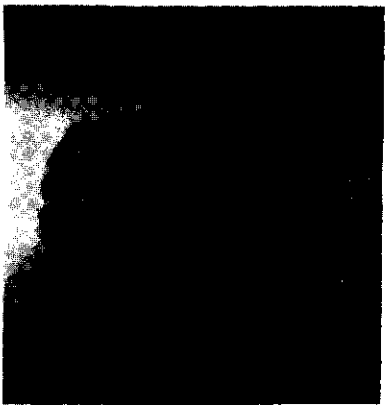


d. Stadium II
d. Stage II

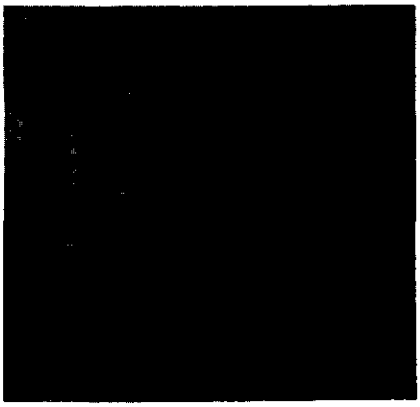


e. Stadium Pr
e. Stage Pr

f. Stadium Pr
f. Stage Pr



g. Stadium C
g. Stage C



h. Stadium A
h. Stage A

FOTO 1. Stadia van bloemknopontwikkeling bij andijvie, 50 x vergroot. Beschrijving in tekst.

PHOTO 1. Stages in the development of the apical flower buds of endive, magnification: 50 x.

de aanleg van de afzonderlijke bloempjes onderscheidt SALISBURY (44) de stadia 4 t/m 7, die volgens de terminologie van BEYER (3) alle tot het stadium Pr behoren, daar de bloemprimordia nog niet verder gedifferentieerd zijn.

3. DE INVLOED VAN PERIODIEKE ZAAITIJDEN BIJ VERSCHILLENDE OMSTANDIGHEDEN TIJDENS HET OPKWEKEN EN NA HET UITPLANTEN

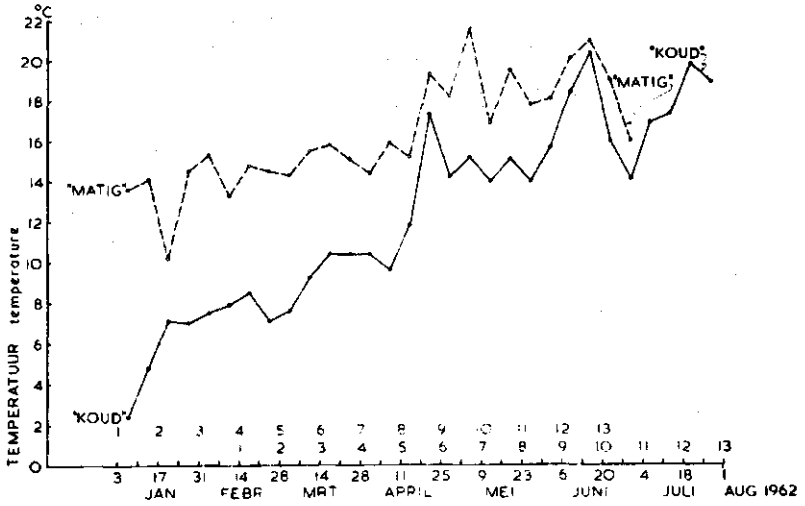
3.1. INLEIDING

Bij de andijvieteelt voor consumptie het gehele jaar rond, kan speciaal de voorjaarsteelt moeilijkheden opleveren. De temperaturen zijn dan meestal betrekkelijk laag, waardoor het schieten van de plant wordt bevorderd. Volgens BLOEMSMA en VELDMAN (4) gaan de planten, die als jong plantmateriaal bij temperaturen van 0 tot 10 à 12°C groeiden, doorschieten voordat er een voldoende krop gevormd is. De daglengte neemt in het voorjaar snel toe, terwijl bekend is uit het onderzoek van MEEREBOER (28), dat andijvie bij grotere daglengten sneller gaat schieten.
Er blijkt in het voorjaar dus een combinatie van temperatuur en licht te bestaan, die gunstig is voor het schieten. Als eerste benadering van dit probleem werd een uitgebreide periodieke zaaitijdenproef genomen onder ten dele natuurlijke omstandigheden.

3.2. METHODIEK

Vanaf 3 januari 1962 werd elke 2 weken gezaaid. Tijdens de opkweekperiode van 6 weken werden vier verschillende temperaturen gegeven, namelijk:

1e. In een koude, vorstvrij gehouden kas, waar de temperatuur aanvankelijk niet hoger kwam dan enige graden boven het vriespunt. In de loop van het voorjaar werd de kastemperatuur geleidelijk hoger, speciaal op zonnige dagen. Aangeduid als „koud".
2e. In een licht verwarmde kas, waar de temperatuur aanvankelijk ongeveer 12-15°C was en bedoeld om de invloed van een matige temperatuur op het schieten na te gaan. Aangeduid als „matig".
3e. In een meer verwarmde kas, die op 18-20°C was afgesteld. Aangeduid als „normaal".
4e. In een sterk verwarmde kas bij 35°C, daar op grond van andere experimenten het vermoeden bestond dat een zeer hoge temperatuur het schieten zou tegengaan. Alleen deze hoge temperatuur, aangeduid als „zeer warm", was gedurende het gehele seizoen vrijwel constant te houden, terwijl in het voorjaar op zonnige dagen de temperatuur in de overige kassen tot boven de streeftemperaturen opliep. De „zeer warm" opgekweekte planten stonden in een electrisch verwarmd kasje, gebouwd in een andere kas. De temperatuur werd door een thermostaat geregeld. De lichtintensiteit in dit kasje, onder dubbel glas, was aanzienlijk lager dan in de eerstgenoemde drie kassen.
In grafiek 1 is de gemiddelde temperatuur van week tot week in de „koude"- en in de „matige" kas weergegeven.



GRAFIEK 1. Gemiddelde temperatuur per week in de „koude" kas en in de „matige" kas.
Boven de data op de abscis geeft de bovenste rij cijfers de zaaidata aan, de onderste rij de uitplantdata. De afstand tussen gelijke cijfers is de opkweekperiode van het betreffende zaaisel.

GRAPH 1. Average weekly temperature in the unheated greenhouse („koud") and in the moderately heated greenhouse („matig").
The top row of figures above the data on the abscissa represents the data of sowing, the second row the data of planting. The distance between equal figures indicates the growing-period.

Na 4/4/62 blijkt de gemiddelde temperatuur van de „matige" opkweekruimte steeds boven 15°C uit te komen, doch tevens steeds boven de temperatuur in de koude kas te blijven. Na het 11de zaaisel, van 23/5, werd verder alleen in de „koude"- en in de „zeer warme" kas opgekweekt.

In het vroege voorjaar kregen enige groepen tevens een bijbelichting met sterk TL-licht overdag, ter versterking van de nog lage lichtintensiteit. Er werd zowel onder natuurlijk daglicht als ook onder sterk TL-licht opgekweekt, en wel in de „koude" kas, bij „matige" en bij „normale" temperaturen. Daar een bijbelichting alleen in het vroege voorjaar zin heeft, kregen uitsluitend de eerste 4 zaaisels extra licht, 12 uur TL-licht overdag. Hiervoor werd gebruikt TL 40W/29, 5 lampen per 0,65x 1,20 m, ongeveer 30 cm boven de planten.

Vanaf 28/3 werd, naast de zaaisels die de natuurlijke daglengte kregen bij „koud", „matig" en „normaal", ook onder een korte-dag van 9 uur opgekweekt. De planten kregen normaal daglicht van 8 - 17 uur en werden dan verduisterd door een zwarte doek over het tablet te rollen.

De planten werden normaal gezaaid in zaaischotels. In de meeste gevallen werd ongeveer een week na zaaien verspeend, afhankelijk van de snelheid waarmee de planten opkwamen. Er werd in perspotten verspeend, wat het voordeel had, dat bij het uitplanten altijd een goede potkluit aanwezig was en de groei zo weinig mogelijk geremd werd door het uitplanten. Steeds werd 6 weken na het zaaien uitgeplant. Van de eerste 7 zaaisels werd een deel van de planten buiten, een deel in een bak en een deel in een warenhuis uitgeplant. In de zomer werd uiteraard alleen buiten uitgeplant en, om de invloed van een geringere lichtintensiteit tijdens de groei na te gaan, ook onder kaasdoek.

De gegevens, die uit dit onderzoek werden verkregen, hebben dus betrekking op: de invloed van de temperatuur, van een extra belichting en van een verkorte daglengte tijdens de opkweekperiode en op de invloed van het milieu na het uitplanten. Deze punten zullen achtereenvolgens worden besproken.

3.3. DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR TIJDENS DE OPKWEEKPERIODE

Allereerst werd, daar bij de verschillende opkweekomstandigheden natuurlijk de groei van de planten verschilde, bij het uitplanten *de grootte van de plant* vastgelegd. Van 10 planten uit elke groep werd het aantal bladeren groter dan 0,5 cm geteld en de lengte van het langste blad gemeten, het laatste ter beoordeling van de lengte van de plant.

Speciaal bij de koud opgekweekte planten was de temperatuur de beperkende factor voor de groei. De eerste zaaisels waren na 6 weken nauwelijks gegroeid. Geleidelijk verbeterden de groei-omstandigheden door een stijging van de temperatuur en een toename van de lichtintensiteit en de natuurlijke daglengte. Aanvankelijk bleek ook bij „matig" en „normaal" de groei gering te zijn. Deze verbeterde geleidelijk naarmate de lichtintensiteit hoger en de dagen langer werden. Foto 2 laat duidelijk de groeiverschillen zien. In grafiek 2 is bij elke zaaidatum de lengte van de plant uitgezet voor de vier verschillende opkweekomstandigheden. De lichthoeveelheid, die de „koud"-, de „matig"- en de „normaal" opgekweekte planten kregen, is binnen elk zaaisel vrijwel gelijk. De lengteverschillen zijn dus een gevolg van het verschil in opkweektemperatuur. Per zaaisel blijken de „normaal" opgekweekte planten groter te zijn dan de „matig" opgekweekte, en deze weer groter dan de „koud" opgekweekte. De „zeer warm" opgekweekte planten stonden onder dubbel glas, kregen dus altijd minder licht dan de andere groepen en zijn dus niet strikt vergelijkbaar. Deze planten kregen constant 35°C, zodat het verloop van de „zeer warm"-lijn moet worden toegeschreven aan de factor licht. Het eerste „zeer warm" zaaisel ging dood door gebrek aan licht. Afgezien van de „zeer warm" opgekweekte planten, blijkt de lengte van de plant dus steeds groter te zijn naarmate de opkweektemperatuur hoger was.

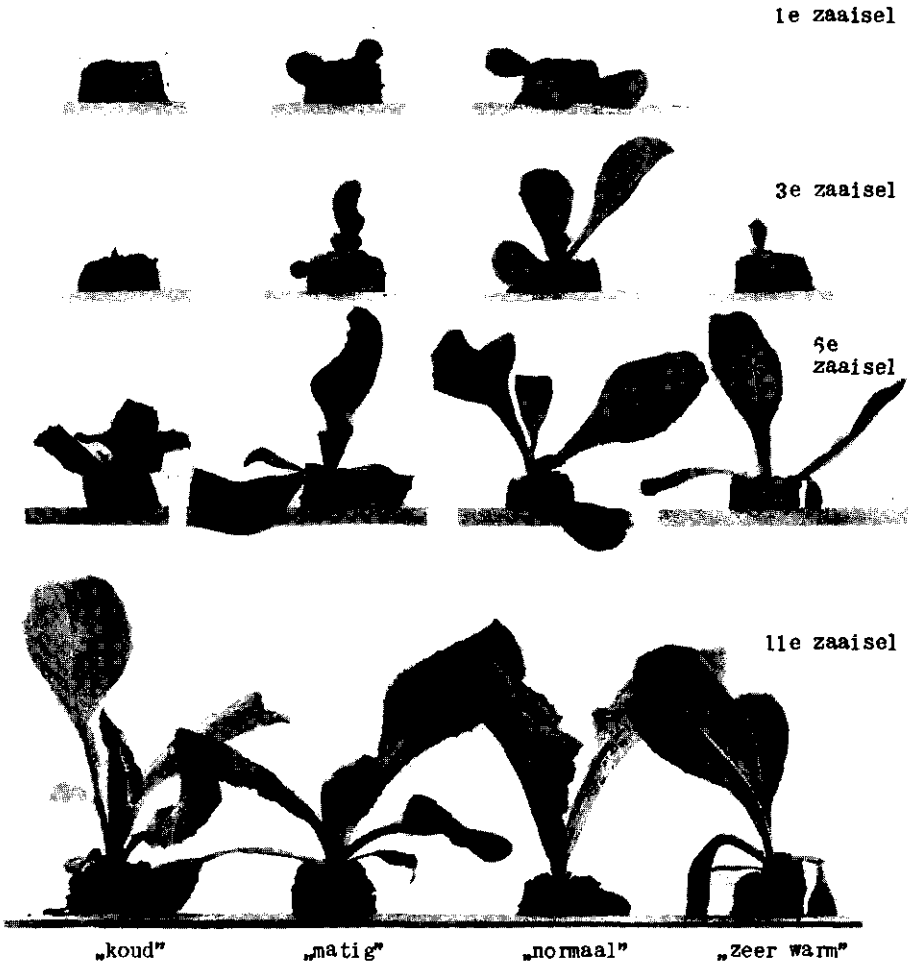
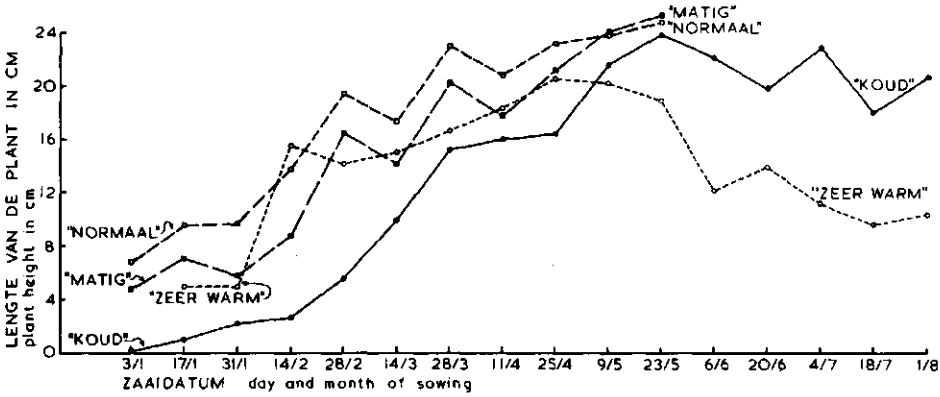


FOTO 2. Effect van verschillende milieu-omstandigheden op de groei van de jonge plant, 6 weken na zaaien. Van boven naar beneden: 1e zaaisel (3/1/62), 3e zaaisel (31/1/62), 6e zaaisel (14/3/62), 11e zaaisel (23/5/62). Van links naar rechts: opgekweekt „koud", „matig", „normaal" en „zeer warm".

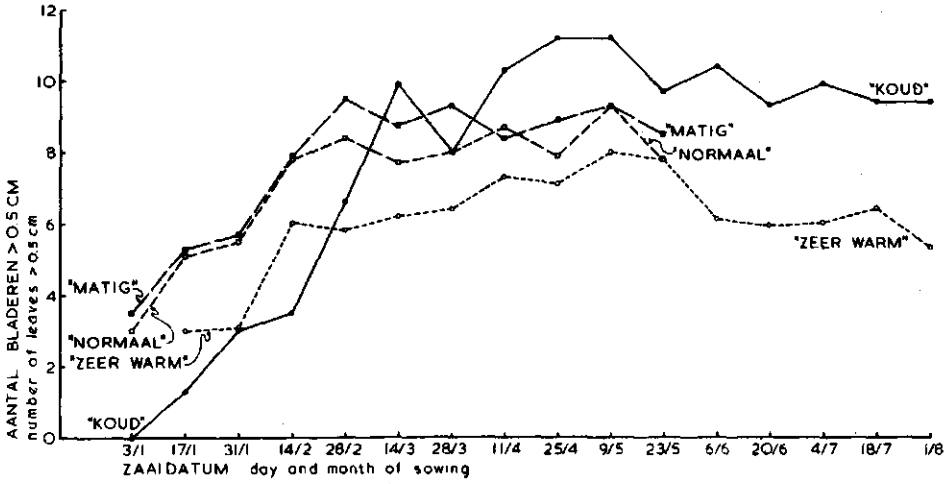
PHOTO 2. Influence of different growing conditions during the seedling stage on the growth of the plant, 6 weeks after sowing. From top to bottom: 1st sowing (3/1/62), 3rd sowing (31/1/62), 6th sowing (14/3/62), 11th sowing (23/5/62). From left to right: plants grown in unheated, moderate, normal, and very warm conditions respectively.



GRAFIEK 2. De lengte van de plant, 6 weken na zaaien en opkweken onder vier temperaturen en natuurlijk kaslicht.

GRAPH 2. *The effect of different temperatures on the height of the plants, 6 weeks after sowing: „koud" = cold, „matig" = moderate, „normaal" = normal, „zeer warm" = very warm.*

Het aantal bladeren, dat tijdens de opkweekperiode van 6 weken gevormd werd, is weergegeven in grafiek 3. Dit aantal bladeren bleek aanvankelijk het grootst te zijn bij de „matige" planten. Iets min-



GRAFIEK 3. Het aantal bladeren > 0.5 cm, 6 weken na zaaien en opkweken onder vier temperaturen en natuurlijk kaslicht.

GRAPH 3. *The effect of different temperatures on the number of leaves > 0.5 cm, 6 weeks after sowing: „koud" = cold, „matig" = moderate, „normaal" = normal, „zeer warm" = very warm.*

der blad werd gevormd bij „normaal" en nog minder bij „zeer warm". Bij de „koud" opgekweekte planten, waarbij het temperatuursverloop in het voorjaar het sterkst was, groeiden de eerste zaaisels slecht en vormden dus weinig blad, terwijl bij de latere zaaisels juist het grootste aantal bladeren gevormd werd. Wensen we voor het uitplanten stevige planten, dan lijkt, over de gehele periode gezien, een matige temperatuur van ongeveer 15°C zeer geschikt. De planten zijn niet te lang en vormen vrij veel blad.

Alle zaaisels werden buiten uitgeplant, alleen de eerste 7 zaaisels in een bak en in een warenhuis en vanaf het 6e zaaisel buiten onder kaasdoek. Voor ieder zaaisel bleek steeds een zelfde volgorde van schieten te bestaan. Het moment waarop de plant gaat schieten, is namelijk afhankelijk van de temperatuur waarbij de plant werd opgekweekt. In de grafieken 4-7 is het gemiddelde aantal dagen van zaaien tot schieten weergegeven voor de planten buiten onbedekt, in de bak, in het warenhuis en buiten onder kaasdoek. Naarmate de opkweektemperatuur hoger is, gaan de planten later schieten. Dit geldt voor alle vier de omstandigheden na het uitplanten.

Een zeer belangrijk punt bij de teelt van andijvie is de oogst, dus het gewicht van de nog niet geschoten plant. Wanneer in een groep de eerste schieters werden waargenomen, werd geoogst. Er werd per behandeling een gemiddelde groep van 12 planten afgesneden en gewogen en de overige planten bleven doorgroeien voor de bepaling van de gemiddelde schietdatum. In het algemeen bleek het gewicht per plant hoger te zijn, naarmate bij een hogere temperatuur werd opgekweekt (grafieken 8, 9, 10 en 11). Echter, bij de eerste 3 zaaisels, die buiten werden uitgeplant (grafiek 8), leverden de „matig" opgekweekte planten de zwaarste kroppen op. De oorzaak hiervan kan zijn, dat deze planten, die bij het uitplanten stevig en gedrongen waren, beter bestand zijn tegen de slechte groei-omstandigheden buiten in het voorjaar, en eenmaal uitgeplant gemakkelijker doorgroeien. De eerste 7 „koud" opgekweekte zaaisels vormden noch buiten (grafiek 8) noch onder glas (grafieken 9 en 10) een behoorlijke krop en hebben als groentegewas geen waarde. De gemiddelde temperaturen tijdens het opkweken (grafiek 1) waren laag: voor de eerste 5 zaaisels lager dan 12°C en voor de zaaisels 6 en 7 aanvankelijk beneden 12°C en later iets hoger, 14 à 15°C. Door deze lage opkweektemperaturen hebben de planten bij het uitplanten al een achterstand in groei.

Het lijkt dus gunstig om voor een vroege teelt bij betrekkelijk hoge temperaturen op te kweken. De planten gaan dan later schieten en men oogst zwaardere kroppen.

3.4. DE INVLOED VAN EEN EXTRA BELICHTING TIJDENS DE OPKWEEKPERIODE

3.4.1. *Inleiding.* - Speciaal in het vroege voorjaar wanneer de lichtintensiteit nog laag is, kan een bijbelichting overdag, ter versterking van het normale daglicht, een gunstig effect hebben op de groei.

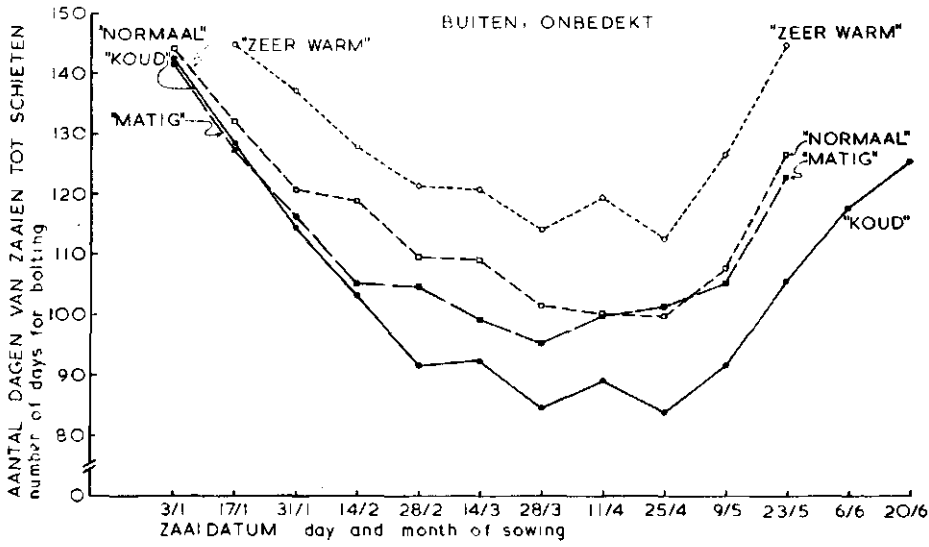
Uit het onderzoek van VERKERK (50) bleek, dat een bijbelichting in het vroege voorjaar tot resultaat heeft dat de plant sneller groeit en eerder klaar is om te worden uitgeplant dan een plant die bij natuurlijk daglicht is opgegroeid. De planten, die extra licht kregen, leverden bij de oogst zwaardere kroppen op, terwijl ze niet veel later gingen schieten dan de planten, die onder natuurlijk daglicht waren opgekweekt. Het grotere kropgewicht bij de oogst, als gevolg van een extra belichting tijdens het opkweken, werd verklaard door aan te nemen dat de planten in die periode meer blad aanleggen dan de planten bij natuurlijk daglicht en daardoor een voorsprong in groei krijgen en deze behouden.

3.4.2. *Resultaten.* - Op het moment van uitplanten werd van 10 planten de lengte gemeten, het aantal bladeren > 0.5 cm geteld en, met uitzondering van het 1ste zaaisel, ook het aantal bladeren < 0.5 cm en het aantal bladprimordiën. Deze gegevens worden in tabel 1 vermeld.

TABEL 1. De invloed van een extra belichting (+ L) tot het uitplanten, in vergelijking met natuurlijk licht (- L), bij drie temperaturen, op de groei van de plant.

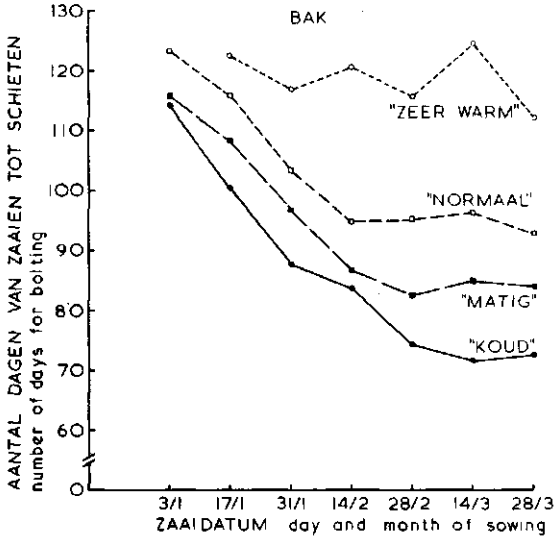
TABLE 1. The growth of the plants as affected by exposure to extra light (+ L) during the first 6 weeks after sowing, in comparison with natural light (- L), at three temperatures.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zaaidatum *Day and month of sowing*	„koud" *(cold)*			„matig" *(moderate)*			„normaal" *(normal)*		
	- L	+ L	+L/-L %	- L	+ L	+L/-L %	- L	+ L	+L/-L %
	lengte in cm *(lenght in cm)*								
3/1	0,1	0,2	200	4,9	8,5	174	6,9	11,1	161
17/1	1,0	1,3	190	7,1	10,0	141	9,6	15,3	159
31/1	2,2	2,3	105	5,8	8,8	152	9,7	13,2	136
14/2	2,7	2,9	107	8,9	12,6	142	13,8	15,7	114
	aantal bladeren > 0.5 cm *(number of leaves > 0.5 cm)*								
3/1	0	0		3,5	6,7	191	3,0	6,3	210
17/1	1,3	2,0	154	5,3	9,3	176	5,1	9,6	188
31/1	3,0	3,3	110	5,7	8,9	156	5,5	9,3	169
14/2	3,5	4,2	120	7,9	10,5	133	7,8	10,3	132
	aantal bladeren < 0.5 cm + bladprimordia *(number of leaves < 0.5 cm + leaf primordia)*								
17/1	4,8	5,2	108	12,5	28,8	229	12,5	35,7	286
31/1	7,0	8,7	124	12,6	27,9	221	16,4	34,1	208
14/2	7,0	10,1	144	19,0	37,0	195	23,2	37,2	160
	totaal aantal gevormde bladeren *(total number of leaves)*								
17/1	6,1	7,2	118	17,9	38,1	213	17,6	45,3	257
31/1	10,0	12,0	120	18,3	36,8	201	21,9	43,4	198
14/2	10,5	14,3	136	26,9	47,5	177	31,0	47,5	153



GRAFIEK 4

GRAPH 4



GRAFIEK 5

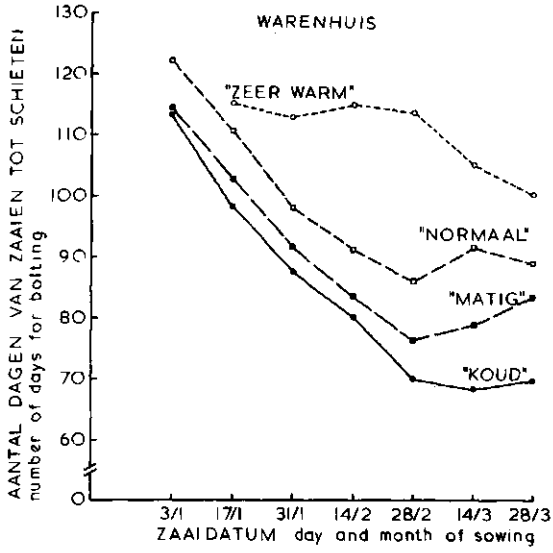
GRAPH 5

GRAFIEKEN 4 - 7. De invloed van de temperatuur vóór het uitplanten op het aantal dagen tot schieten bij vier opkweekomstandigheden. De planten werden uitgeplant:

buiten onbedekt	:	grafiek 4
in bak	:	grafiek 5
in warenhuis	:	grafiek 6
buiten onder kaasdoek	:	grafiek 7

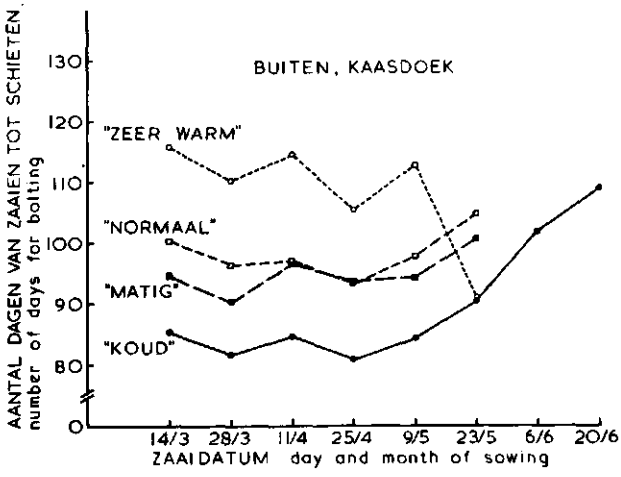
GRAFIEK 6

GRAPH 6



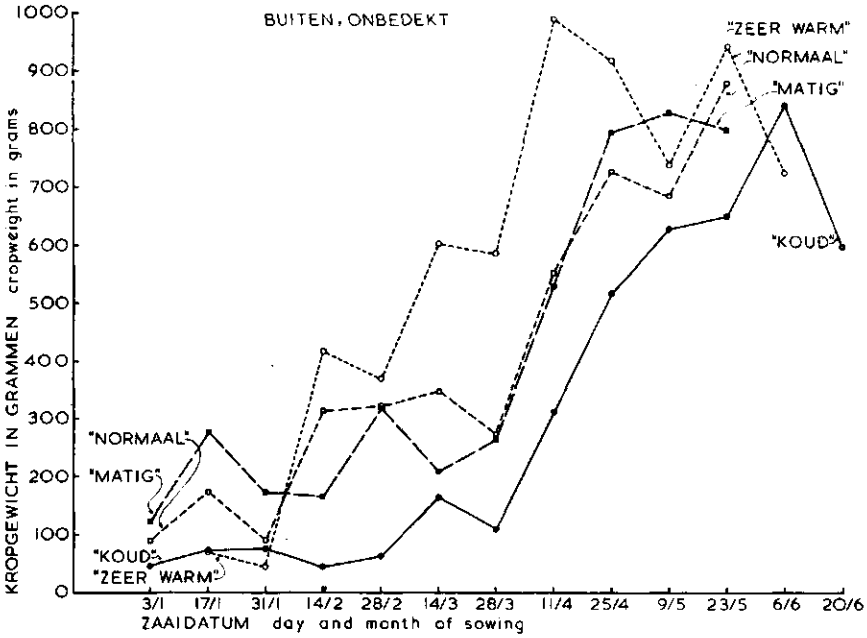
GRAFIEK 7

GRAPH 7

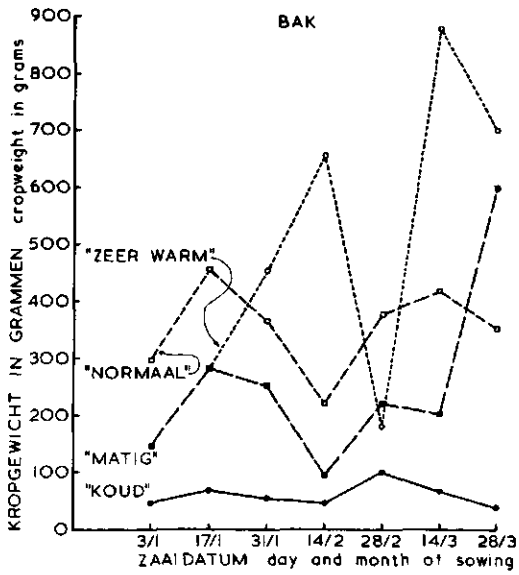


GRAPHS 4 - 7. *The effect of temperature during the seedling stage expressed as number of days required for bolting under four temperatures of raising. The plants were grown:*

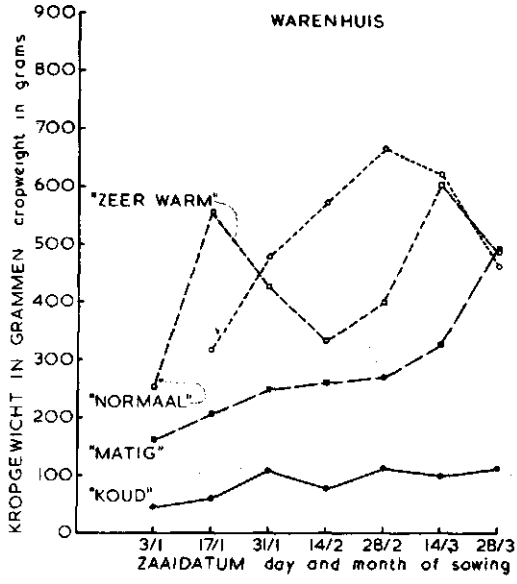
under normal open field conditions	:	*graph 4*
in cold frames	:	*graph 5*
in a glasshouse	:	*graph 6*
in the field covered with cheese-cloth:		*graph 7*



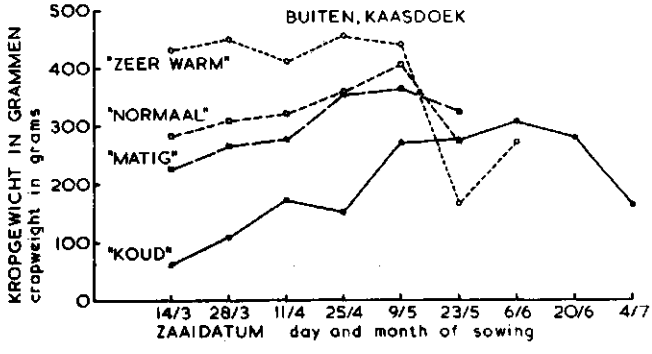
GRAFIEK 8
GRAPH 8



GRAFIEK 9
GRAPH 9



GRAFIEK 10
GRAPH 10



GRAFIEK 11
GRAPH 11

GRAFIEKEN 8 - 11. De invloed van de temperatuur vóór het uitplanten op het kropgewicht bij vier opkweekomstandigheden. De planten werden uitgeplant:

buiten onbedekt	:	grafiek 8
in bak	:	grafiek 9
in warenhuis	:	grafiek 10
buiten onder kaasdoek	:	grafiek 11

GRAPHS 8 - 11. The effect of temperature during the seedling stage expressed as crop weight at the beginning of bolting under four temperatures of raising. The plants were grown:

under normal open field conditions	:	*graph 8*
in cold frames	:	*graph 9*
in a glasshouse	:	*graph 10*
in the field covered with cheese-cloth	:	*graph 11*

In alle gevallen bleek *de lengte van de plant* bij de belichte groepen (+ L, kolommen 3, 6 en 9) groter te zijn dan bij de onbelichte groepen (- L, kolommen 2, 5 en 8). *Het aantal bladeren*, dat gevormd werd, bleek bij de belichte groepen eveneens groter te zijn dan bij de onbelichte groepen. Speciaal bij „matig" en bij „normaal" werd een duidelijk effect van de extra belichting waargenomen. Om een beeld te krijgen van het effect van de bijbelichting, werden in tabel 1 de gegevens van de belichte groepen uitgedrukt als % van de onbelichte groepen (kolommen 4, 7 en 10). Het effect van een extra belichting blijkt meestal af te nemen, naarmate de natuurlijke lichtomstandigheden gunstiger worden, dus naarmate later gezaaid wordt, speciaal bij „normaal". Echter was het effect van een extra belichting vrij gering of onbetrouwbaar bij de „koud" opgekweekte planten.

Na het uitplanten, buiten, in de bak en in het warenhuis, werd het moment waarop de planten gingen schieten, waargenomen. Het aantal dagen van zaaien tot schieten wordt vermeld in tabel 2.

TABEL 2. De invloed van een extra belichting tijdens opkweek (+ L) op het aantal dagen van zaaien tot schieten, vergeleken met natuurlijk licht (- L), bij drie opkweektemperaturen en bij drie milieus van uitplanten.

TABLE 2. The influence of extra light (+ L) on the number of days required for bolting, compared with natural light (- L), with three temperatures during the raising period, under three environments after planting out.

1	2	3	4	5	6	7
Zaaidatum *Day and month of sowing*	„koud" *(cold)*		„matig" *(moderate)*		„normaal" *(normal)*	
	- L	+ L	- L	+ L	- L	+ L
	buiten *(open field)*					
3/1	142,7	142,0	141,6	141,9	144,1	145,3
17/1	128,7	128,2	127,3	131,1	132,2	134,4
31/1	114,5	114,2	113,4	117,3	120,8	124,8
14/2	103,1	103,0	105,1	113,0	119,0	118,2
	bak *(cold frames)*					
3/1	114,1	112,8	115,3	119,0	123,3	127,4
17/1	100,5	99,0	108,3	110,3	115,9	113,4
31/1	87,3	90,8	96,8	98,5	103,3	110,1
14/2	83,6	81,5	86,8	91,4	94,8	98,8
	warenhuis *(glasshouse)*					
3/1	113,4	112,0	114,5	118,7	122,2	124,2
17/1	98,4	97,3	103,0	105,2	110,8	112,3
31/1	87,7	88,2	91,3	96,8	98,2	106,7
14/2	80,1	79,7	83,7	87,2	91,3	93,0

Bij de „koud" opgekweekte planten (kolommen 2 en 3) bleek een extra belichting tot het uitplanten geen invloed op het schieten te hebben. Bij de „matig"- en „normaal" opgekweekte planten werd het schieten door de extra belichting enigszins vertraagd. De verschillen zijn gering, doch betrouwbaar. De enige uitzonderingen zijn het zaaisel van 3/1, „matig" opgekweekt, en het zaaisel van 14/2, „normaal" opgekweekt, en beide buiten uitgeplant.

Op het moment, dat in een bepaalde groep de eerste schieters voorkwamen, werd geoogst, 12 planten per behandeling, en het gewicht per plant bepaald. In tabel 3 wordt het gemiddelde kropgewicht van de verschillende groepen vermeld.

TABEL 3. De invloed van een extra belichting tijdens opkweek (+ L) op het kropgewicht, vergeleken met natuurlijk licht (- L), bij drie opkweektemperaturen en bij drie milieus van uitplanten.

TABLE 3. The influence of extra light (+ L) during the seedling stage expressed as crop weight at the beginning of bolting, compared with natural light (- L), with three temperatures during the raising period, under three environments after planting out.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zaaidatum *Day and month of sowing*	„koud" *(cold)*			„matig" *(moderate)*			„normaal" *(normal)*		
	- L	+ L	+L/-L %	- L	+ L	+L/-L %	- L	+ L	+L/-L %
	buiten *(open field)*								
3/1	47	60	128	124	222	179	91	260	286
17/1	72	76		278	224		175	249	142
31/1	77	113	147	174	252	145	90	209	232
14/2	43	143	133	165	342	207	313	321	
	bak *(cold frames)*								
3/1	47	53		146	144		298	265	
17/1	68	57		283	374	132	457	430	
31/1	55	101	184	254	278		367	304	
14/2	46	70	152	95	198	208	222	259	
	warenhuis *(glasshouse)*								
3/1	45	64	142	161	499	310	254	561	221
17/1	60	112	187	207	419	202	556	501	
31/1	109	98		249	264		426	303	
14/2	76	85		262	478	182	333	415	125

Verwacht werd, dat de planten die voor het uitplanten extra licht kregen, bij de oogst een hoger kropgewicht zouden bereiken dan de onder natuurlijk daglicht opgekweekte planten, zoals door VERKERK (50) werd gevonden. Dit was echter bij dit experiment niet steeds het geval. Waar het gemiddeld kropgewicht van de belichte planten betrouwbaar groter is dan dat van de onbelichte planten, is in ta-

bel 3 het gewicht van de belichte planten uitgedrukt als % van dat van de onbelichte. Deze resultaten vallen enigszins tegen, in het bijzonder bij de planten in de bak. Het blijkt dus, dat de voorsprong in groei, die de belichte planten aanvankelijk bij het uitplanten hadden, in lang niet alle gevallen bij de oogst tot uiting komt. Misschien kan de oorzaak hiervan gezocht worden in het feit dat de planten door het uitzonderlijk slechte voorjaar van 1962, na het uitplanten zowel buiten, als in de bak, als in het warenhuis, een stilstand in de groei kregen. In een minder koud voorjaar, wanneer de planten na het uitplanten gemakkelijker doorgroeien, kan de voorsprong in groei, als gevolg van een extra belichting voor het uitplanten, na het uitplanten behouden blijven en kunnen de extra belichte planten mogelijk zwaardere kroppen opleveren.

3.5. DE INVLOED VAN EEN VERKORTE DAGLENGTE TIJDENS DE OPKWEEKPERIODE

3.5.1. *Inleiding.* - Uit het onderzoek van MEEREBOER (28) bleek reeds, dat behalve de temperatuur ook de daglengte na het uitzaaien het schieten kan beïnvloeden. Wanneer in een verkorte daglengte van 10 uur daglicht werd opgekweekt, gingen de planten in sommige gevallen later schieten. Bij het onderzoek van DOORENBOS en RIEMENS (14) was gebleken dat de planten in een korte dag (KD) van 8 uur daglicht meer bladeren vormen dan in een lange dag (LD) van 16 uur. Wanneer de planten tijdens het opkweken in KD meer blad zouden vormen dan bij natuurlijk daglicht, dan zouden deze planten bij het uitplanten reeds een voorsprong in groei kunnen hebben.

3.5.2. *Resultaten.* - In tabel 4 worden de lengte van de plant en het totale aantal gevormde bladeren vermeld, waargenomen 6 weken na zaaien, dus op het moment dat de planten werden uitgeplant. *De lengte* van de in KD opgekweekte planten (kolommen 3, 5 en 7) blijkt in vrijwel alle gevallen kleiner te zijn dan bij de overeenkomstige groepen, in natuurlijke dag (ND) opgekweekt (kolommen 2, 4 en 6). *Het aantal bladeren*, dat tijdens het opkweken in KD gevormd werd, is eveneens in de meeste gevallen kleiner, welk verschil bij „koud" niet uitgesproken is. Het gevolg van opkweken in KD is dus, dat de planten in groei achter blijven bij de planten in ND. Op grond van deze gegevens is dan ook niet te verwachten, dat opkweken in KD een gunstige invloed op de oogst zal uitoefenen, tenzij het schieten sterk vertraagd wordt door de KD-behandeling en de planten daardoor een langere groeiperiode kunnen krijgen. Teneinde dit na te gaan, werden zes weken na het zaaien de planten onbedekt en buiten onder kaasdoek uitgeplant. Op het moment, dat in een bepaalde groep de eerste schieters werden waargenomen, werden 12 planten geoogst en gewogen. Bij de overige 20 planten werd het moment, waarop de plant juist gaat schieten, waargenomen. De resultaten worden in tabel 5 gegeven.

TABEL 4. De invloed van een korte-dag behandeling (KD), in vergelijking tot natuurlijke dag (ND), tijdens het opkweken bij drie temperaturen gegeven, op de groei van de plant. Metingen 6 weken na het zaaien.

TABLE 4. The growth of the plants as affected by exposure to short day (KD) during the first 6 weeks after sowing, in comparison with natural day (ND), at three temperatures. Measured 6 weeks after sowing.

1	2	3	4	5	6	7
Zaaidatum *Day and month of sowing*	„koud" *(cold)*		„matig" *(moderate)*		„normaal" *(normal)*	
	ND	KD	ND	KD	ND	KD
	lengte in cm *(length in cm)*					
28/3	15,3	14,2	20,3	13,2	23,1	18,6
11/4	16,1	13,1	17,8	16,0	20,9	20,8
25/4	13,5	13,7	21,3	18,0	23,3	17,1
9/5	21,7	21,0	24,1	17,9	23,9	16,0
23/5	23,9	20,1	25,5	14,5	24,9	11,6
6/6	22,1	17,6				
20/6	19,9	20,1				
	totaal aantal gevormde bladeren *(total number of leaves)*					
28/3	30,9	38,9	37,3	32,6	32,5	32,6
11/4	42,6	38,3	33,5	32,5	34,9	30,9
25/4	45,6	45,8	34,1	31,1	32,0	26,8
9/5	41,2	51,3	35,7	32,7	35,0	18,0
23/5	39,6	43,2	36,5	30,2	31,1	12,0
6/6	40,2	38,6				
20/6	35,2	41,1				

In de meeste gevallen blijkt een KD-behandeling voor het uitplanten het schieten van de plant te vertragen, zowel bij de planten buiten onbedekt als bij de planten onder kaasdoek. In die gevallen, waarbij het aantal dagen tot schieten van de planten uit KD betrouwbaar groter is dan van de planten uit ND, werden deze getallen in de tabel onderstreept. Het valt op, dat de verschillen het meest uitgesproken zijn bij de „normaal" opgekweekte planten en het minst bij de „koud" opgekweekte, zowel onbedekt als onder kaasdoek.

Het kropgewicht van de bij KD opgekweekte planten, vermeld in tabel 6, bleek slechts in enkele gevallen betrouwbaar groter te zijn dan de in ND opgekweekte.

Uit deze gegevens blijkt dus, dat een KD-behandeling tijdens het opkweken geen uitgesproken gunstige invloed uitoefent op de groei van andijvie en zeker niet gunstig is voor de teelt. De planten

TABEL 5. De invloed van een korte-dag behandeling (KD) tot het uitplanten, in vergelijking met natuurlijke dag (ND) bij drie opkweektemperaturen en bij twee milieus van uitplanten, op het aantal dagen van zaaien tot schieten. Betrouwbaar verschillende waarden zijn onderstreept.

TABLE 5. The influence of a short day treatment (KD) during the first 6 weeks after sowing on the number of days required for bolting, compared with natural day (ND), with three temperatures during the raising period, under two environments after planting out. Significantly differing values have been underlined.

1	2	3	4	5	6	7
Zaaidatum *Day and month of sowing*	„koud" *(cold)*		„matig" *(moderate)*		„normaal" *(normal)*	
	ND	KD	ND	KD	ND	KD
	buiten onbedekt *(open field)*					
28/3	84,5	85,5	95,4	100,2	101,5	108,4
11/4	89,1	90,7	99,8	98,9	100,1	110,3
25/4	83,8	86,6	101,3	108,7	99,9	112,3
9/5	91,7	96,6	105,1	123,5	107,7	122,1
23/5	105,5	117,3	122,8	140,3	126,7	135,7
6/6	117,6	131,2				
20/6	125,4					
	buiten onder kaasdoek *(in the field covered with cheese-cloth)*					
28/3	81,7	81,5	90,4	92,5	96,3	101,2
11/4	84,7	86,0	96,5	96,7	97,0	102,6
25/4	80,9	82,2	93,7	100,9	93,4	103,4
9/5	84,4	96,0	94,4	113,4	97,8	111,5
23/5	90,3	99,3	100,5	121,3	104,8	122,2
6/6	101,8	117,6				
20/6	109,0	121,2				

blijven in groei achter, gaan later schieten, doch de oogst is niet of nauwelijks groter dan bij de planten die onder natuurlijk daglicht werden opgekweekt. Ook uit het onderzoek van VERKERK (50), waarbij zeer vroeg gezaaid werd, bleek, dat een KD-behandeling, gegeven na het uitplanten, meestal het schieten enigszins vertraagt en de opbrengst iets verkleint.
Een KD-behandeling in het voorjaar blijkt dus in het algemeen geen gunstige resultaten op te leveren.
De duidelijke verschillen tussen de planten, die buiten onbedekt of buiten onder kaasdoek werden uitgeplant, komen nader ter sprake in 3.6.

TABEL 6. De invloed van een korte-dag behandeling (KD) tot het uitplanten, in vergelijking met natuurlijke dag (ND) bij drie opkweektemperaturen en bij twee milieus van uitplanten, op het kropgewicht. Betrouwbaar verschillende waarden zijn onderstreept.

TABLE 6. The influence of a short day treatment (KD) during the first 6 weeks after sowing expressed as crop weight at the beginning of bolting, compared with natural day (ND), with three temperatures during the raising period, under two environments after planting out. Significantly differing values have been underlined.

1	2	3	4	5	6	7
Zaaidatum *Day and month of sowing*	„koud" *(cold)*		„matig" *(moderate)*		„normaal" *(normal)*	
	ND	KD	ND	KD	ND	KD
	buiten onbedekt *(open field)*					
28/3	110	177	265	590	273	457
11/4	312	348	528	583	552	897
25/4	518	559	790	981	729	958
9/5	623	495	824	847	883	770
23/5	550	810	799	981	878	872
6/6	840	838				
20/6	597	611				
	buiten onder kaasdoek *(in the field covered with cheese-cloth)*					
28/3	109	93	267	190	310	328
11/4	174	130	278	300	321	413
25/4	152	137	355	435	360	419
9/5	271	357	395	415	407	336
23/5	276	288	325	355	273	360
6/6	308	297				
20/6	280	263				

3.6. DE INVLOED VAN HET MILIEU NA HET UITPLANTEN

In de voorafgaande onderdelen van dit hoofdstuk werd de invloed van verschillende temperatuur- en lichtomstandigheden vóór het uitplanten besproken. Door het gebruik van verwarmde kassen hebben we de temperatuur en eventueel het licht enigszins in de hand. Dit is veel minder het geval na het uitplanten, speciaal wanneer buiten wordt uitgeplant. Er werd buiten, in een bak of in een koud warenhuis uitgeplant.

In de maanden februari en maart van 1962 was het nog koud, zodat de eerste drie zaaisels, die op resp. 14/2, 28/2 en 14/3 buiten uitgeplant zouden worden, op die data tijdelijk in een bak met ramen gezet werden om ze te beschutten tegen de sneeuw. De wind kon onder de ramen door spelen, zodat de planten de normale buitentem-

peratuur kregen. Alleen wanneer 's nachts vorst te verwachten was, werden er rietmatten over gerold om te voorkomen dat de planten zouden bevriezen. Pas vanaf 27/3 kon buiten worden uitgeplant. De planten hadden veel te lijden van het slechte weer en de bladeren, die voor het uitplanten gevormd waren, stierven spoedig af. Het nieuw gevormde blad, speciaal van de eerste 4 zaaisels, was hard en als groentegewas waren deze planten weinig aantrekkelijk.
Gedurende de natte zomermaanden was de groei van de planten buiten bijzonder goed en werden behoorlijke kroppen geoogst. De regelmatige vochtvoorziening, de niet te hoge temperatuur en de weinige uren zon waren blijkbaar gunstig voor een goede groei. Het laatste zaaisel, dat buiten nog geheel volgroeid is, werd gezaaid 20/8, dus uitgeplant op 1/8. De oogst viel in oktober-november, afhankelijk van de omstandigheden voor het uitplanten. De planten, die „koud" werden opgekweekt, werden op 18/10 geoogst, in dezelfde kas bij KD opgekweekt werden zij 29/10 geoogst, terwijl van de bij 35°C opgekweekte planten op 19/11 de eerste plant ging schieten. Op die datum werd de proef afgesloten, nadat al enige malen nachtvorst was opgetreden.

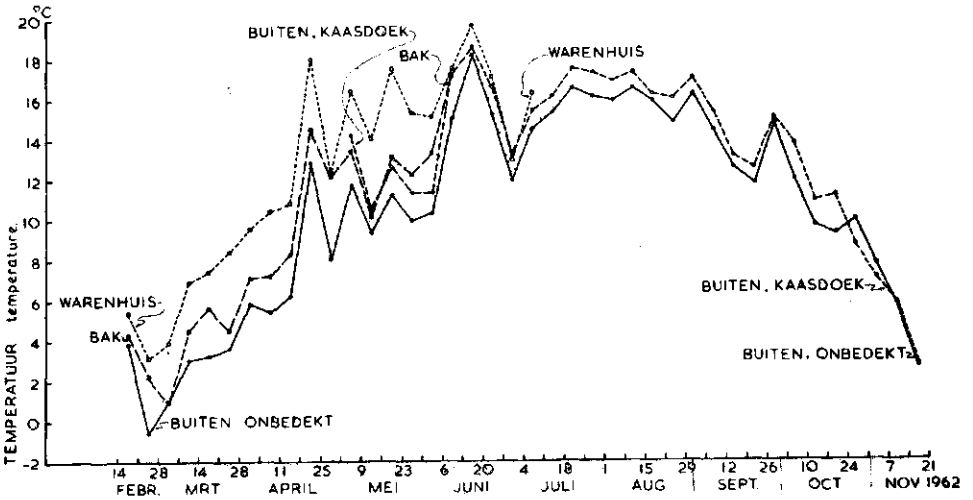
Soortgelijke moeilijkheden als optraden bij het uitplanten vanaf 14/2 buiten, werden ondervonden bij het uitplanten in de bak. Door de slechte weersomstandigheden kon de bak niet tijdig worden klaargemaakt en moesten de planten in kistjes in een onverwarmde bak worden geplaatst. Dit was niet zo bezwaarlijk, daar de planten in perspotten verspeend waren en dus over een goede kluit beschikten. Bovendien was de groei zeer gering bij de lage temperatuur in de bak. Pas vanaf 19/3 kon normaal in de bak worden uitgeplant.

In het koude warenhuis werden de planten steeds op tijd uitgeplant, 6 weken na het zaaien.
Het bleek dat de jonge planten de koude en de nachtvorsten redelijk goed konden doorstaan, zodat van alle groepen betrekkelijk weinig planten dood gingen.

Vanaf het 6de zaaisel, dus vanaf 25/4, werd ook buiten onder kaasdoek uitgeplant, met het doel om de groei van andijvie onder een lagere lichtintensiteit te bestuderen. Foto 3 geeft een beeld van deze proefopstelling.

Uit het temperatuursverloop, door thermografen geregistreerd, werd van week tot week de gemiddelde temperatuur berekend, die in grafiek 12 wordt weergegeven.
De temperatuur buiten is natuurlijk lager dan de temperatuur onder glas. Opvallend is, dat de temperatuur in het warenhuis geregeld enig[illegible]s hoger was dan in de bak. Vanaf half februari heerst er dus [illegible]jkbaar in de kleinere ruimte van de bak een lagere temperatuur dan in het warenhuis onder staand glas. Later in het voorjaar, op zonnige dagen, kon de bak beter gelucht worden dan het warenhuis, waardoor het verschil in temperatuur gedurende die tijd verklaard wordt. Op 14/6 werd van de bak het glas gelicht, zodat de planten verder de buitentemperatuur kregen. De temperatuur onder kaasdoek was gedurende de gehele zomer 1 à 2 graden hoger dan de buitentemperatuur. De luchtvochtigheid was eveneens hoger dan buiten.

FOTO 3. De teelt van andijvie onder kaasdoek.
PHOTO 3. The way of growing plants covered with cheese-cloth.



GRAFIEK 12. Gemiddelde temperatuur per week buiten onbedekt, buiten onder kaasdoek, in de bak en in het warenhuis.

GRAPH 12. Average weekly temperature under normal open field conditions („buiten, onbedekt"), in the field and covered with cheese-cloth („buiten, kaasdoek"), in cold frames („bak") and in a glasshouse („warenhuis").

Uit de verkregen gegevens betreffende het moment, waarop de planten gaan schieten, bleek dat de onder dezelfde omstandigheden opgekweekte planten steeds het eerst gingen schieten in het warenhuis, daarna in de bak, vervolgens buiten onder kaasdoek, en tenslotte buiten onbedekt. Zoals uit de grafieken 13 t/m 16 blijkt, geldt dit voor de planten, die „koud" (grafiek 13), „matig" (grafiek 14) en „normaal" (grafiek 15) werden opgekweekt. Alleen bij de bij 35°C opgekweekte planten (grafiek 16) gaan het 6de en 7de zaaisel uit de bak betrekkelijk laat schieten, maar overigens is de volgorde van schieten gelijk aan die van de bij de lagere temperaturen opgekweekte planten.
Zoals ook uit deze grafieken blijkt, duurde het vrij lang voor de eerste zaaisels gingen schieten, als gevolg van de lage temperaturen na het uitplanten. In de week van 18-25/4 kwam een aantal mooie warme dagen voor en gingen de planten van de eerste 4 zaaisels vrij gelijktijdig schieten. Daar deze steeds 2 weken na elkaar gezaaid zijn, neemt het aantal dagen van zaaien tot schieten bij deze eerste zaaisels dus sterk af. Bij de laatste zaaisels, die in de zomer werden uitgeplant en dus bij het opkweken een betrekkelijk hoge temperatuur kregen, neemt het aantal dagen van zaaien tot schieten toe. Door de betrekkelijk hoge temperatuur na het zaaien van deze objecten, het geleidelijk korter worden van de natuurlijke daglengte en de geleidelijke daling van temperatuur in september-oktober (grafiek 12), wordt het schieten blijkbaar vertraagd.

Onafhankelijk van de wijze, waarop de plant werd opgekweekt, bleek er dus een bepaalde volgorde van schieten te bestaan voor de verschillende milieus. Van meer naar minder gunstig is de volgorde: warenhuis - bak - buiten onder kaasdoek - buiten onbedekt. Van de milieufactoren, die hiervoor verantwoordelijk zijn, speelt de factor temperatuur een belangrijke rol. Zoals uit grafiek 12 bleek, verliep deze in dezelfde volgorde als boven. Een steeds hogere temperatuur na het uitplanten, hoe wisselend het temperatuursverloop zelf ook is, is dus bevorderlijk voor de ontwikkeling, de plant gaat eerder schieten. In hoeverre de factor licht van invloed is op de ontwikkeling van de plant, is veel moeilijker na te gaan. Onder kaasdoek is de lichtintensiteit aanzienlijk lager dan buiten en het is wel waarschijnlijk dat dit de ontwikkeling van de plant in hoge mate beïnvloedt. Een lagere lichtintensiteit zou dan het schieten bevorderen, terwijl de plant in groei achterblijft bij de planten buiten.

Behalve de besproken klimaatsfactoren spelen natuurlijk andere mee, zoals de windsnelheid. De planten buiten zijn volkomen onbeschut en onder glas goed beschut. De planten onder kaasdoek zijn goed beschut tegen wind, harde regen en felle zon. De eventuele invloed van deze factoren viel buiten het onderwerp van mijn onderzoek.

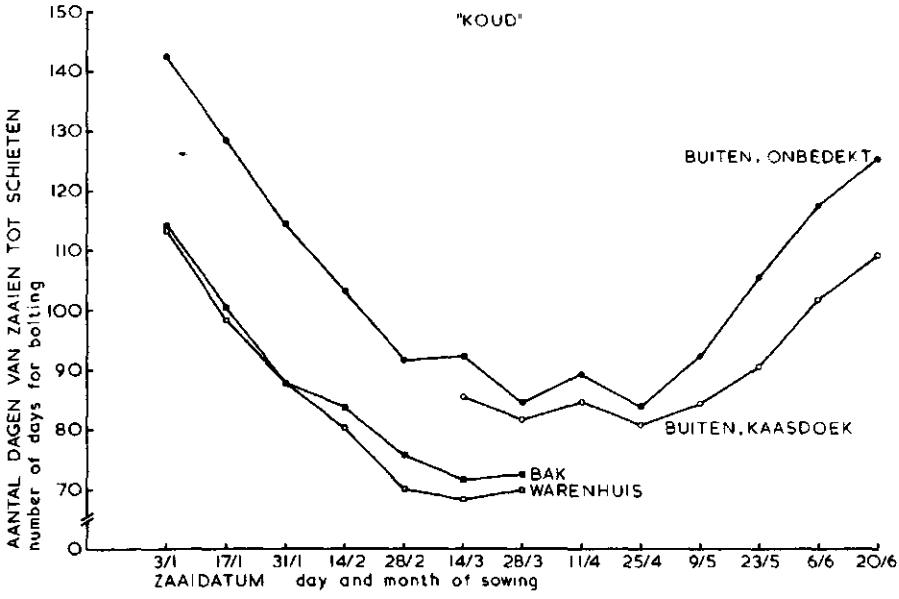
De gegevens omtrent de invloed van het milieu na het uitplanten op het gewicht van de plant, bepaald op het moment dat in een groep de eerste schieters werden waargenomen, worden in tabel 7 vermeld.

Bij vergelijking van de kropgewichten van de planten in de bak (kolommen 4, 8, 12 en 16) en in het warenhuis (kolommen 5, 9, 13 en 17) bleek er geen duidelijk verschil te bestaan. Alleen de „normaal" opgekweekte planten lijken in het warenhuis (kolom 13) over het algemeen een hoger kropgewicht op te leveren dan in de bak (kolom 12). Bij vergelijking van de kropgewichten van de planten buiten (kolommen 2, 6, 10 en 14) en onder glas (bak en warenhuis), blijkt er voor de „koud"- (kolommen 2, 4 en 5) en de „matig"- (kolommen 6, 8 en 9) opgekweekte planten geen verschil op te treden, met uitzondering van het „matige" zaaisel van 28/3, waarbij het kropgewicht onder glas hoger is dan buiten. Dit zaaisel kreeg bij het opkweken een enigszins hogere temperatuur dan de voorafgaande „matige" zaaisels, zoals uit grafiek 1 bleek. Wanneer bij „normaal" en bij „zeer warm" werd opgekweekt, bleek het kropgewicht van de planten onder glas over het algemeen hoger te zijn dan dat van de planten buiten, op een enkel uitzonderingsgeval na. Het blijkt dus dat de planten onder glas sneller groeien. Wanneer echter niet te warm werd opgekweekt, beneden de „matige" temperatuur van ± 15°C, bleek het kropgewicht op het moment, dat de plant net gaat schieten, onder glas of buiten ongeveer gelijk te zijn.

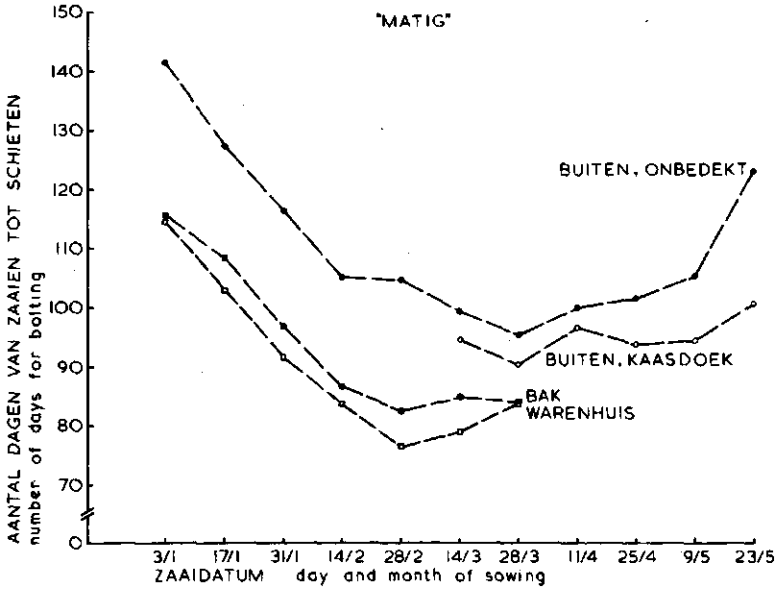
Een duidelijk verschil in kropgewicht nemen we waar bij vergelijking van de planten buiten onbedekt en buiten onder kaasdoek. Zoals reeds bleek, gaan de planten onder kaasdoek eerder schieten en het kropgewicht blijkt thans meestal aanzienlijk lager dan van de planten op het veld, een enkele uitzondering daargelaten. Soortgelijke duidelijke verschillen tussen de planten, buiten onbedekt of buiten onder kaasdoek, werden reeds gesignaleerd in 3.5 (tabellen 5 en 6 op p.24 en 25). Aanvankelijk was de groei van de planten onder kaasdoek bijzonder goed, evenals de kwaliteit als groentegewas, daar het blad mooi zacht was. Bij de zaaisels van 14/3 en 28/3 is het verschil in kropgewicht van de planten buiten onbedekt en buiten onder kaasdoek dan ook niet groot. Bij de volgende zaaisels werden de verschillen groter en aan het eind van de zomer was het gewas onder kaasdoek slap en de groei zeer gering. Daar de zomer van 1962 vrij slecht en tamelijk regenrijk was, stonden de planten onder kaasdoek vrij donker en vochtig en bleven door gebrek aan licht achter in groei.

3.7. BESPREKING

Beschouwen we allereerst de invloed van de verschillende omstandigheden vóór het uitplanten op de groei van de plant in die periode, dan blijkt voor elk zaaisel afzonderlijk, dat naarmate de opkweektemperatuur hoger was, de planten langer waren, met uitzondering van de „zeer warm" opgekweekte planten, en het aantal bladeren dat werd gevormd kleiner. Bij vrij lage temperatuur werd een gering aantal bladeren gevormd. Met elk volgend zaaisel namen lichtintensiteit en daglengte toe en namen ook de lengte van de plant



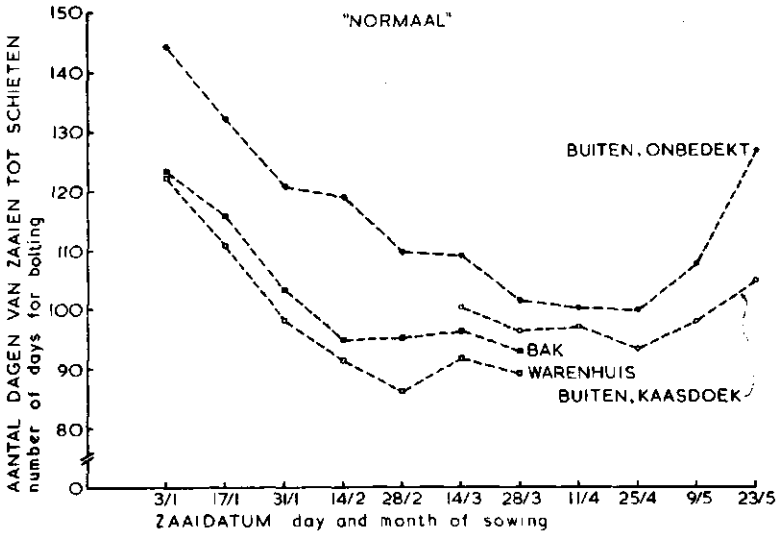
GRAFIEK 13
GRAPH 13



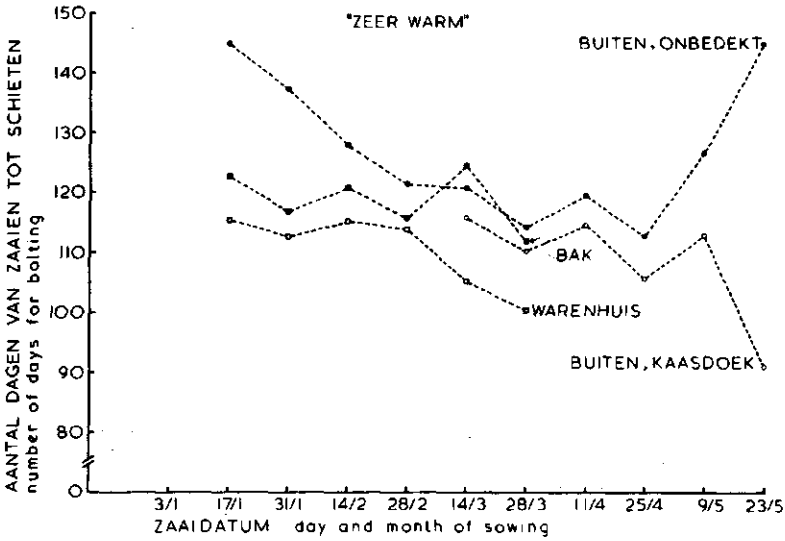
GRAFIEK 14
GRAPH 14

GRAFIEKEN 13 - 16. De invloed van het milieu na het uitplanten op het schieten van planten, opgekweekt:

„koud" : grafiek 13
„matig" : grafiek 14
„normaal" : grafiek 15
„zeer warm": grafiek 16



GRAFIEK 15
GRAPH 15



GRAFIEK 16
GRAPH 16

GRAPHS 13 - 16. *The influence of the growing conditions on the bolting of plants, grown for 6 weeks before planting:*

cold : graph 13
moderate : graph 14
normal : graph 15
very warm: graph 16

TABEL 7. Gemiddeld kropgewicht in grammen na periodieke zaai onder verschillende
TABLE 7. Average crop weight in grams after periodic sowing under different

1	2	3	4	5	6	7	8
	„koud" *(cold)*				„matig" *(moderate)*		
Zaaidatum *Day and month of sowing*	buiten onbedekt *(open field)*	buiten kaasdoek *(in the field covered with cheesecloth)*	bak *(cold frames)*	warenhuis *(glasshouse)*	buiten onbedekt *(open field)*	buiten kaasdoek *(in the field covered with cheesecloth)*	bak *(cold frames)*
3/1	47		47	45	124		146
17/1	72		68	60	278		283
31/1	77		55	109	174		254
14/2	43		46	76	165		95
28/2	64		100	112	319		221
14/3	163	61	67	99	208	227	204
28/3	110	109	37	111	265	267	602
11/4	312	174			528	278	
25/4	516	152			790	355	
9/5	626	271			824	365	
23/5	650	276			799	325	
6/6	840	308					
20/6	597	280					

en het aantal gevormde bladeren toe. Een extra belichting tot het uitplanten bevordert de groei, een KD-behandeling tot het uitplanten remt de groei.
Beschouwen we thans de invloed van de verschillende omstandigheden vóór het uitplanten op de ontwikkeling van de plant, dan blijkt in eerste instantie, dat naarmate bij een hogere temperatuur werd opgekweekt, de planten later gaan schieten en het kropgewicht bij de oogst, wanneer de eerste schieters worden waargenomen, het grootst is. Een extra belichting tijdens het opkweken vertraagt het schieten enigszins, terwijl de oogst niet of nauwelijks hoger is. Een KD-behandeling tijdens het opkweken beïnvloedt de oogst in ongunstige zin.

mstandigheden en na groei in verschillende omstandigheden.
onditions and after different growing conditions.

9	10	11	12	13	14	15	16	17
	„normaal" *(normal)*				„zeer warm" *(very warm)*			
warenhuis *(glasshouse)*	buiten onbedekt *(open field)*	buiten kaasdoek *(in the field covered with cheesecloth)*	bak *(cold frames)*	warenhuis *(glasshouse)*	buiten onbedekt *(open field)*	buiten kaasdoek *(in the field covered with cheesecloth)*	bak *(cold frames)*	warenhuis *(glasshouse)*
161	91		298	254				
207	175		457	556	70		283	317
249	90		367	426	45		455	478
262	313		222	333	416		659	573
270	321		379	400	368		181	650
326	347	285	418	603	602	432	883	621
494	273	310	353	487	587	450	704	463
	552	321			990	412		
	729	360			919	456		
	683	407			737	442		
	878	273			941	167		
					721	273		

Voor het milieu na het uitplanten geldt, dat de ontwikkeling van de plant het snelst verloopt waar de temperatuur het hoogst is. Van meer naar minder gunstig is de volgorde: warenhuis - bak - buiten onder kaasdoek - buiten onbedekt. Het kropgewicht bij de oogst is vrijwel gelijk in bak en warenhuis en, beneden een „matige" temperatuur opgekweekt, ook gelijk aan dat van buiten onbedekt. Bij hogere temperatuur opgekweekt, is het kropgewicht in bak en warenhuis hoger dan buiten onbedekt. Het kropgewicht buiten onder kaasdoek is steeds lager dan buiten onbedekt.

Bij vergelijking van praktijkproeven, in 1962 in Benelux verband uitgevoerd, betreffende de vroege teelt van andijvie (1, 6, 7, 9), speciaal gericht op de oogst van vollegrondsandijvie tussen half

mei en eind juni, met een aantal behandelingen uit mijn eigen experiment, die de beschreven omstandigheden het best benaderen, blijkt dat in mijn geval de planten eerder gaan schieten en een lager kropgewicht bereiken. Hiervoor zijn twee redenen aan te wijzen. In de eerste plaats werden de praktijkproeven in verband met de slechte weersomstandigheden veel later uitgeplant dan oorspronkelijk de bedoeling was en in de tweede plaats werd uitsluitend op lichte gronden uitgeplant.

Als slotconclusie geldt, dat het voor de vroege teelt van andijvie gunstig is om de planten bij 15 à 16°C op te kweken, eventueel in januari en februari onder sterk licht. Het is gewenst bij hogere temperatuur op te kweken, wanneer onder glas zal worden uitgeplant.

Uit het zojuist beschreven onderzoek blijkt, dat het moment waarop de planten gaan schieten in hoge mate wordt beïnvloed door de factoren temperatuur en licht. De resultaten van meer gedetailleerd onderzoek betreffende de bloeiversnellende werking van beide factoren zullen nu worden besproken. Allereerst wordt nader ingegaan op de invloed van lage temperatuur, zowel bij zaadvernalisatie als plantvernalisatie, waarbij ook de invloed van het licht ter sprake komt. Daarna wordt de invloed van het licht bij ongevernaliseerde planten besproken.

4. DE INVLOED VAN LAGE TEMPERATUUR

4.1. INLEIDING

Zoals in het vorige hoofdstuk reeds bleek, wordt het schieten door lage temperatuur bevorderd. De plant gaat echter pas schieten wanneer de temperatuur hoger en gunstig voor de groei wordt. Het bloeiversnellend effect van een lage temperatuursbehandeling van gekiemde zaden was reeds bekend uit het onderzoek van MEEREBOER (28), VAN DEN MUIJZENBERG (31), WIEBOSCH (57), RAPPAPORT en WITTWER (39), en uit het onderzoek van HARRINGTON, VERKERK en DOORENBOS (19) bleek dat ook door vernalisatie van jonge planten het schieten versneld wordt.
Na vernalisatie bleek een lange daglengte het schieten te bevorderen: MEEREBOER (28), HARRINGTON, VERKERK en DOORENBOS (19).
Zoals beschreven in de overzichtsliteratuur betreffende dit onderwerp, LANG (24), MURNEEK and WHYTE (29), CHOUARD (12), NAPP-ZINN (35), SALISBURY (45), wordt met de term vernalisatie enerzijds de behandeling bij lage temperatuur van gekiemde zaden of gehele planten bedoeld, anderzijds het proces van bloeibevordering door lage temperatuur, en wel speciaal wanneer de koude een indirect effect heeft en eerst na afloop van de behandeling de bloem wordt aangelegd, WELLENSIEK, DOORENBOS en ZEEVAART (56). Bij bepaalde koudebehoeftige gewassen is de koude strikt noodzakelijk voor de bloemaanleg, bij andere gewassen, waaronder andijvie, heeft de koude slechts een bloeiversnellend effect.

In de volgende onderdelen van dit hoofdstuk zullen de resultaten met betrekking tot de vernalisatie van andijvie worden besproken. Na een beschrijving van de toegepaste methodiek volgt een bespreking van de resultaten betreffende het effect van: de duur van de vernalisatie, een onderbreking van de koudebehandeling, devernalisatie door hoge temperatuur, en een behandeling tijdens de vernalisatie met de groeiremmende stof 5-fluoruracil. Verder wordt ingegaan op het effect van de daglengte na vernalisatie en in het geval van plantvernalisatie op het effect van de daglengte tijdens het opkweken.

4.2. METHODIEK

Voor de zaadvernalisatie werd het zaad voorgekiemd gedurende 1 à 2 dagen bij 20-25°C in een petrischaal op nat filtreerpapier. Hierna werd, om van gelijk materiaal uit te gaan, het juist gekiemde zaad uitgezocht en in een petrischaal uitgelegd. De ongevernaliseerde controle-planten werden 1 à 2 dagen voor het einde van de koudebehandeling te kiemen gezet, gelijk met het gevernaliseerde

materiaal in verspeenkistjes met grond uitgelegd en enige weken later opgepot.
De behandeling bij lage temperatuur werd in een koelcel gegeven bij 5°C en zwak TL-licht gedurende 16 uur.

Hoge temperatuur, ongeveer 35°C, werd in een speciaal kasje gegeven, waarvan in 3.2 op p. 9 reeds melding gemaakt werd.

Gedurende de periode van eind mei tot september-oktober stonden de planten overdag van 8.00 tot 16.00 uur buiten op wagens van 5 x 1.50 m. Daarna werden deze in lichtdicht afgesloten, goed geventileerde ruimten gereden. In de korte-dag (KD) ruimte kregen de planten 16 uur duisternis, in de lange-dag (LD) ruimte werd, vanaf het moment dat de planten naar binnen gereden werden, eerst gedurende 8 uur zwak gloeilamplicht gegeven, per wagen 12 gloeilampen van 25 W ongeveer 1 m boven de planten. Deze planten kregen dus totaal 16 uur licht. De temperatuur was in beide ruimten vrijwel gelijk, dank zij de goede ventilatie..

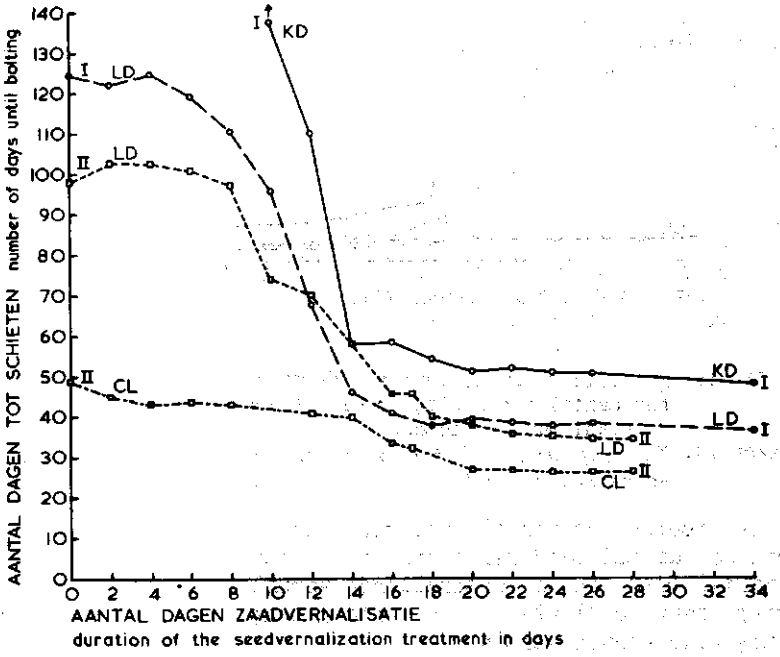
De proeven in voor- en najaar werden in de kas uitgevoerd bij een temperatuur van 18-20°C. De planten in KD kregen van 8.30 tot 16.30 uur normaal daglicht, in LD normaal daglicht met daarop aansluitend aanvullend zwak licht tot een totale lengte van 16 uur. Bij enkele proeven werd continu licht gegeven, waarbij aansluitend op het daglicht zwak gloeilamplicht werd gegeven.

4.3. ZAADVERNALISATIE (ZV)

4.3.1. *Invloed van de duur van de behandeling.* - Zoals reeds bleek, kunnen door zaadvernalisatie het schieten en bloeien versneld worden. Tijdens de behandeling bij lage temperatuur gaat de groei zeer langzaam verder, zodat aan het einde van de behandeling het worteltje reeds is uitgegroeid. Ook bij zeer langdurige vernalisatie gaat de groei langzaam verder, de plant blijft tijdens de behandeling echter volkomen vegetatief. Bij een bepaald experiment werd gedurende ruim 1½ jaar gevernaliseerd, van 16/12/59 tot 7/7/61. Hierbij werd uitgegaan van 30 gekiemde zaden, die bij de lage temperatuur uitgroeiden tot kleine planten met enigszins gekroesd blad. Na deze vernalisatie waren nog slechts 2 planten in leven, die buiten in natuurlijke LD zeer snel, ongeveer na een week, gingen schieten en pas veel later, na ongeveer 2 maanden, gingen bloeien. Het blijkt dus, dat voor een verdere ontwikkeling van de plant een normale temperatuur vereist is. Voor een succesvolle vernalisatie bleek (MEEREBOER, 28) 4 weken zaadvernalisatie (ZV) reeds voldoende te zijn en werd in LD een snelle ontwikkeling waargenomen.

Om een nader beeld te verkrijgen omtrent het verloop van het schieten bij een toenemende vernalisatieduur, werd bij een eerste experiment gedurende 0 tot 34 dagen gevernaliseerd. Op 15/7/59 eindigden de behandelingen en kreeg de helft van de planten LD, de andere helft KD. Bij een tweede experiment werd 0 tot 28 dagen gevernali-

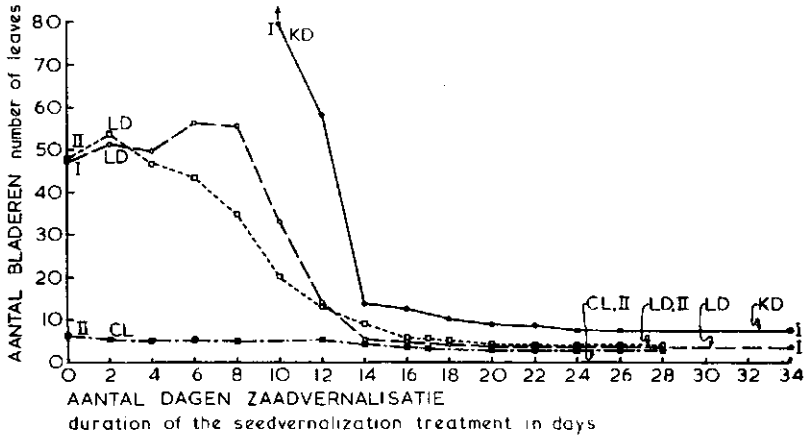
seerd, tot 9/3/61, waarna LD of continu licht (CL) gegeven werd. Het aantal dagen tot schieten, gerekend vanaf het einde van de behandeling, is voor beide experimenten uitgezet in grafiek 17. Het



GRAFIEK 17. Het effect van de duur van de zaadvernalisatie uitgedrukt in aantal dagen vanaf het einde van de zaadvernalisatie tot schieten. Experiment 1 wordt aangeduid met I en experiment 2 met II. KD = korte dag, LD = lange dag, CL = continu licht.

GRAPH 17. The influence of the duration of the seed vernalization expressed as number of days from sowing until bolting. Curve I represents experiment 1, curve II represents experiment 2. KD = short-day treatment, LD = long-day treatment, CL = continuous light.

blijkt dat er na 0 tot 6 à 8 dagen ZV nauwelijks sprake is van een effect van de koudebehandeling, terwijl bij een langduriger vernalisatie, toenemend van 8 tot ongeveer 20 dagen, het schieten sterk versneld wordt met een toenemende duur van de behandeling. Bij een verder toenemende vernalisatieduur blijkt het schieten nauwelijks meer versneld te worden. Op het moment dat de jonge plant gaat schieten, zien we een strekking van de stengelleden tussen de bladeren en wordt er nauwelijks een rozet gevormd. Duidelijk blijkt uit grafiek 17 dat de ontwikkeling in CL sneller gaat dan in LD en in LD sneller dan in KD.
Het aantal reeds uitgegroeide bladeren, geteld op het moment dat de plant gaat schieten, vertoont een soortgelijk verloop, grafiek 18.



GRAFIEK 18. Het effect van de duur van de zaadvernalisatie uitgedrukt in het aantal reeds uitgegroeide bladeren tot het moment waarop de plant gaat schieten.

GRAPH 18. *The influence of the duration of the seed vernalization expressed as number of fully grown leaves until bolting.*

Bij een toenemende vernalisatieduur van 6 à 8 tot 18 à 20 dagen, neemt het aantal bladeren sterk af. Alleen in CL is het verschil in aantal bladeren na verschillende vernalisatiebehandelingen vrij gering, daar de planten in de korte groeiperiode tot het schieten weinig blad kunnen vormen.

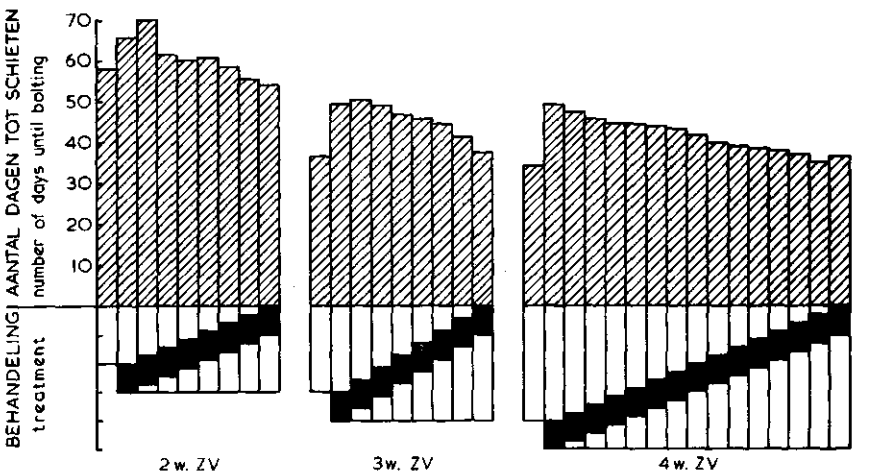
Het verschil tussen de resultaten in LD van beide experimenten is een gevolg van de ongelijke omstandigheden na ZV. Bij vergelijking van de gegevens van een serie andere experimenten bleek, in LD, het gemiddeld aantal dagen tot schieten als volgt te variëren:

	kas	buiten
na 2 w. zaadvernalisatie	45 - 64	54 - 87
na 4 w. zaadvernalisatie	33 - 43	42 - 49

Bij de besproken experimenten werd aaneengesloten koude gegeven. Wat het effect van de vernalisatie is, wanneer de koudebehandeling onderbroken wordt door een periode normale temperatuur, wordt thans behandeld.

4.3.2. *Het effect van een onderbreking van de ZV.* - Bij het onderzoek naar de invloed van een onderbreking van de koudebehandeling, werd een serie behandelingen gegeven, waarbij een onderbreking met een week normale temperatuur, 18-20°C, op verschillende momenten plaats had. Om eventuele invloed van het licht tijdens de behandeling uit te sluiten, werd de gehele behandeling in het donker uitgevoerd. De totale vernalisatieduur was 2, 3 of 4 weken, het einde van alle behandelingen was op 9/3/61, waarna de planten in de kas normale temperatuur en LD kregen. Zoals we reeds zagen, valt een

vernalisatie van 2 w. binnen het traject, waarbij door langere vernalisatie het schieten sterk versneld wordt, 3 w. ZV valt net buiten dit traject, terwijl een vernalisatieduur van 4 weken ruimschoots voldoende is voor volledige vernalisatie. Bij totaal 2 w. ZV en 4 w. ZV werd de onderbreking gegeven na 0, 2, 4, 6 enz. dagen vernalisatie, bij totaal 3 w. ZV na 0, 3, 6, 9 enz. dagen. Het schema van de behandelingen en de resultaten, uitgedrukt in aantal dagen vanaf het einde van de behandeling tot schieten, worden gegeven in grafiek 19. Het blijkt, dat na 2 w. ZV de normaal gevernaliseerde controle niet het eerst schoot, hetgeen echter een toevallige afwijking kan zijn. Na totaal 3 w. en 4 w. ZV vertraagt een



GRAFIEK 19. Het effect van een onderbreking van de koudebehandeling beoordeeld als het aantal dagen tot schieten, gerekend vanaf het einde van de behandeling. Het onderste gedeelte van de grafiek geeft een schematisch beeld van de behandelingen, met een totale vernalisatieduur, van links naar rechts, van 2 w. ZV, 3 w. ZV en 4 w. ZV en een onderbreking met een week normale temperatuur op verschillende momenten, aangegeven door zwarte blokken.

GRAPH 19. The influence of an interruption of the cold-treatment, judged by the number of days until bolting. The lower part of the graph indicates the different treatments, with a total vernalization of, from left to right, 2 weeks (2 w. ZV), 3 weeks (3 w. ZV) and 4 weeks (4 w. ZV), interrupted by one week normal temperature at different moments, indicated by black blocks.

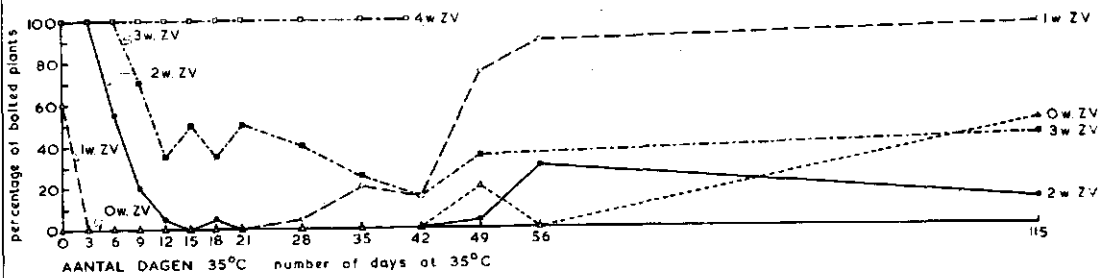
onderbreking van de vernalisatie in alle gevallen het schieten enigszins, vergeleken met een normale vernalisatie van resp. 3 w. en 4 w. ZV. Verder blijkt het moment, waarop de onderbreking gegeven werd, bepalend te zijn voor de mate waarin het schieten wordt vertraagd. Hoe eerder de onderbreking gegeven werd, des te meer werd het schieten vertraagd. Dit geldt voor zowel 2 w., 3 w. als

4 w. ZV. Bij een tweede experiment van gelijke strekking gingen te veel planten dood om nog betrouwbare gegevens op te leveren, maar leek toch een zelfde tendens aanwezig.

Uit het onderzoek bij rogge van PURVIS en GREGORY (37), waarbij de behandeling bij lage temperatuur enige malen werd onderbroken door hogere temperatuur, 20°C gedurende 1 of meer dagen, en een aantal cycli van afwisselend lage en hogere temperatuur gegeven werd, bleek dat de hogere temperatuur een devernaliserende werking heeft. In het geval van andijvie is het onjuist om van devernalisatie te spreken, daar het schieten juist het sterkst vertraagd wordt wanneer de „onderbreking" met normale temperatuur voorafgaande aan de koudebehandeling of na 2 of 3 dagen vernalisatie gegeven wordt. De term antivernalisatie zou beter passen. Een mogelijkheid is, dat door verbruik van tijdens de vernalisatie benodigde stoffen de vernalisatie geringer is. Dit blijkt het meest aan het begin van de vernalisatie te zijn en neemt af naar het einde, zodat hier een onderbreking nog slechts een gering vertragend effect heeft.

4.3.3. *Devernalisatie door hoge temperatuur.* - Het is bekend uit het onderzoek bij andere gewassen (PURVIS en GREGORY (37) bij winterrogge, LANG en MELCHERS (25) bij *Hyoscyamus niger*, WATERSCHOOT (51) bij *Dianthus barbatus*, NAPP-ZINN (32, 33) bij *Arabidopsis thaliana*, BARENDSE (2) bij *Cheiranthus allionii*), dat de invloed van de koude geheel of gedeeltelijk te niet gedaan kan worden door een behandeling bij hoge temperatuur direct na afloop van de vernalisatie. Verondersteld werd reeds (HARRINGTON, VERKERK en DOORENBOS, 19) dat ook bij andijvie devernalisatie door hoge temperatuur mogelijk zou zijn. Bij enkele oriënterende experimenten bleek dit inderdaad het geval te zijn en naar aanleiding hiervan werd het onderzoek in deze richting voortgezet.

Na zaadvernalisatie gedurende 0, 1, 2, 3 of 4 weken, tot 1/8/61, werd gedurende een toenemend aantal dagen, 0, 3, 6 enz. dagen, 35° C gegeven bij natuurlijk daglicht. Na afloop van deze behandelingen kregen de planten verder LD bij normale buitentemperatuur. Op 24/9/61, dus 115 dagen later, werd de proef afgebroken, daar de planten bij de heersende weersomstandigheden nauwelijks meer groeiden, terwijl op dat moment een groot aantal planten nog niet geschoten was. Zoals echter al bleek bij een oriënterend experiment, gaat een aantal planten na een behandeling bij hoge temperatuur enigszins schieten en nemen we aanvankelijk een stengelstrekking van enkele millimeters waar. Hierna stopt in vele gevallen de lengtegroei en groeit de plant normaal vegetatief verder. Als „schieters" worden alleen die planten aangemerkt, die normaal doorschieten.
Het percentage geschoten planten aan het einde van dit experiment is in grafiek 20 uitgezet.
Beschouwen we eerst de invloed van de hoge temperatuur gedurende een beperkt aantal dagen, b.v. tot 21 dagen, wat voor een devernalisatiebehandeling zeer lang is, dan blijkt dat het percentage

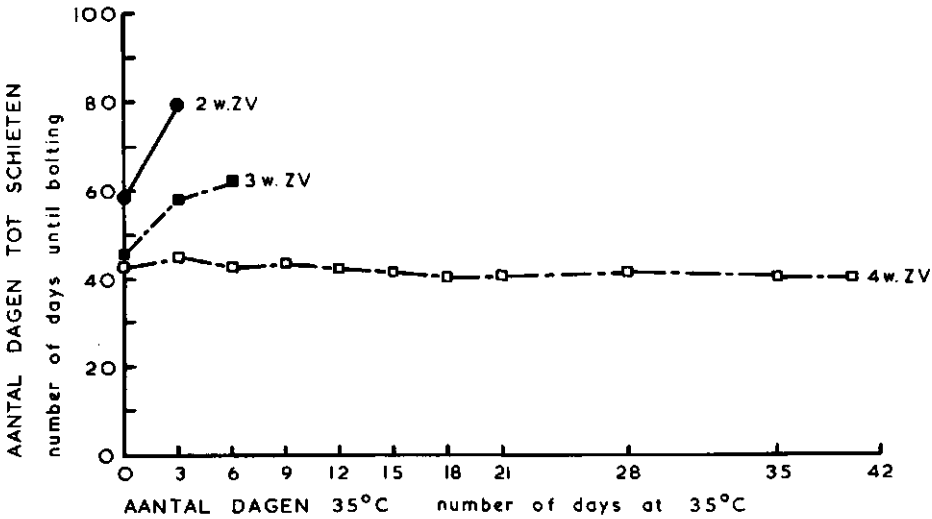


GRAFIEK 20. Effect van een toenemend aantal dagen 35°C (abscis), na ZV gedurende 0, 1, 2, 3 of 4 weken, uitgedrukt als % schieters aan het einde van het experiment (ordinaat).

GRAPH 20. *The effect of an increasing number of days at 35°C (abscissa), given after a seed vernalization treatment of 0, 1, 2, 3 or 4 weeks, expressed as % bolted plants at the end of the experiment (ordinate).*

schieters toeneemt naarmate langer werd gevernaliseerd. Bij de ongevernaliseerde planten komen nog geen schieters voor. Na 1 w. ZV en 0 d. 35°C is slechts 60% van de planten geschoten, terwijl na 1 w. ZV gevolgd door 3 of meer dagen 35°C geen geschoten planten worden waargenomen. Na 2 w. ZV gevolgd door 3 d. 35°C en na 3 w. ZV gevolgd door 6 d. 35°C gaan de planten nog voor 100% schieten, terwijl dit percentage bij een langduriger behandeling bij 35°C vrij sterk afneemt. De 4 w. ZV-behandelingen blijken steeds voor 100% te schieten, zelfs bij 35°C na gemiddeld 40,4 dagen.
Beschouwen we nu het effect van een langduriger behandeling bij 35°C, dan blijkt de hoge temperatuur het schieten te bevorderen, speciaal bij de ongevernaliseerde of zeer kort gevernaliseerde planten. Van de ongevernaliseerde planten gaan na 49 en 115 dagen 35°C resp. 20% en 50% schieten. Na 1w. ZV, gevolgd door een langdurige behandeling bij hoge temperatuur, is het percentage schieters aanzienlijk hoger dan na 1 w. ZV en 0 d. 35°C.

Voor die behandelingen waarbij een percentage geschoten planten van 100% werd waargenomen, werd het gemiddeld aantal dagen vanaf het einde van de vernalisatie tot het schieten berekend en uitgezet in grafiek 21. Na 2w. en 3w. ZV gevolgd door een korte behandeling bij 35°C blijkt het aantal dagen tot schieten sterk toe te nemen. Hoge temperatuur, direct na niet te lange ZV gegeven, blijkt dus een devernaliserende werking te hebben. Na 4 w. ZV blijkt he aantal dagen tot schieten weinig te veranderen onder invloed van d behandeling bij 35°C. De planten worden niet gedevernaliseerd en de hoge temperatuur lijkt het schieten zelfs enigszins te bevorderen. De gevernaliseerde toestand blijkt reeds gestabiliseerd te zijn. De hoge temperatuur heeft dus een tweeledig effect, enerzijds een devernaliserend effect bij een korte behandeling, anderzijds be-

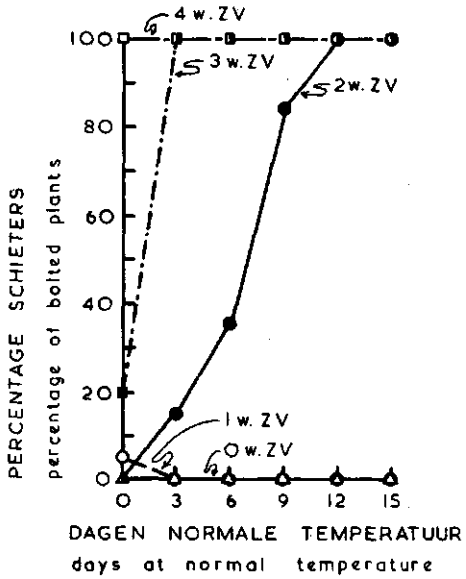


GRAFIEK 21. Effect van een toenemend aantal dagen 35°C (abscis), na ZV, uitgedrukt als aantal dagen tot schieten (ordinaat) voor de behandelingen die aan het einde van het experiment voor 100% geschoten zijn, zie grafiek 20.

GRAPH 21. The effect of an increasing number of days at 35°C (abscissa), following seed vernalization, expressed as the number of days until bolting (ordinate) for the treatments which resulted in 100% bolted plants at the end of the experiment, see graph 20.

vordert hij de ontwikkeling van de plant bij een langdurige behandeling, speciaal bij ongevernaliseerde of zeer kort gevernaliseerde planten.

Bij het zo juist besproken experiment werd direct aansluitend op de koudebehandeling hoge temperatuur gegeven. Uit het onderzoek van PURVIS en GREGORY (37) met winterrogge, LANG en MELCHERS (25) met *Hyoscyamus niger* en WATERSCHOOT (51) met *Dianthus barbatus* is bekend dat, wanneer voorafgaande aan de hoge temperatuur enige dagen matige temperatuur wordt gegeven, de plant niet meer gedevernaliseerd wordt. In een tweede experiment, waarbij de koudebehandelingen gelijk met die van het vorige experiment gegeven werden, dus tot 1/6/61, werd dit ook voor andijvie nagegaan. Na 0, 1, 2, 3 of 4 weken ZV werd eerst in LD 0, 3, 6, 9, 12 of 15 dagen normale temperatuur gegeven en vervolgens 35°C bij natuurlijk daglicht tot 30/6/61, dus gedurende resp. 29, 26, 23, 20, 17 en 14 dagen. Daarna volgde LD. De resultaten met betrekking tot het percentage geschoten planten aan het einde van het experiment op 24/9/61, dus 115 dagen na het einde van de ZV, zijn vermeld in grafiek 22.
Na 0 w. en 1 w. ZV gingen de planten na 115 dagen nog niet schieten, met uitzondering van 1 plant (5%) bij de behandeling 1 w. ZV



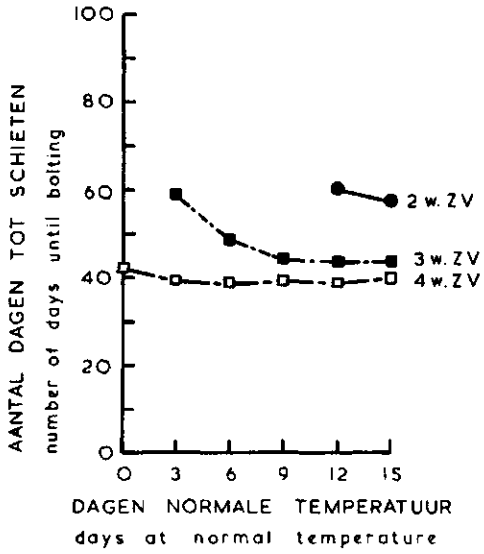
GRAFIEK 22.
Het effect van een aantal dagen normale temperatuur voorafgaande aan de devernalisatie-behandeling, uitgedrukt als % geschoten planten bij het einde van het experiment, 115 dagen na ZV. Gevernaliseerd werd gedurende 0, 1, 2, 3 of 4 weken.

GRAPH 22.
The effect of a normal temperature during a certain number of days, preceding the devernalization treatment, expressed as % of bolted plants at the end of the experiment, 115 days after the seed vernalization. Vernalized (ZV) during 0, 1, 2, 3 or 4 weeks.

- 0 d. LD - 29 d. 35°C, hetgeen in overeenstemming met de resultaten van het vorige experiment is. Na 2 w. ZV, gevolgd door 12 of meer dagen normale temperatuur, waren de planten voor 100% geschoten, evenals na 3 w. ZV gevolgd door 3 of meer dagen normale temperatuur. Na 4 w. ZV gingen de planten bij alle behandelingen voor 100% schieten.

Beschouwen we het aantal dagen tot schieten, berekend voor die behandelingen waarbij een percentage geschoten planten van 100% werd waargenomen (grafiek 23), dan blijkt dat de behandeling 2 w. ZV en 12 d. normale temperatuur gegeven voor de hoge temperatuur, niet betrouwbaar verschilt van de gedurende 2 weken gevernaliseerde planten in LD, zoals in grafiek 21 is weergegeven. Bij 3 w. ZV blijkt dat na 9 dagen normale temperatuur de planten niet meer gedevernaliseerd kunnen worden, het aantal dagen tot schieten blijft verder constant. Na 4 w. ZV lijkt het aantal dagen tot schieten enigszins af te nemen wanneer tussen vernalisatie en hoge temperatuur enige dagen normale temperatuur wordt gegeven.

De duur van de periode normale temperatuur, die tussen ZV en de behandeling bij hoge temperatuur gegeven moet worden om devernalisatie te voorkomen, is dus afhankelijk van de duur van de vernalisatie: hoe langer vernalisatie, hoe korter de periode normale temperatuur.



GRAFIEK 23.
Het effect van een aantal dagen normale temperatuur voorafgaande aan de devernalisatie-behandeling, uitgedrukt als aantal dagen tot schieten voor de behandelingen die aan het einde van het experiment voor 100% geschoten zijn, zie grafiek 22.

GRAPH 23.
The effect of a normal temperature during a certain number of days, preceding the devernalization treatment, expressed as the number of days until bolting for the treatments which resulted in 100% bolted plants at the end of the experiment, see graph 22.

4.3.4. *De invloed van 5-fluoruracil (5-FU) op de vernalisatie.* - Uit het onderzoek bij de korte-dag planten *Xanthium* en *Pharbitis*, BONNER en ZEEVAART (5), ZEEVAART (61), bleek dat stoffen als 5-FU en 5-fluordesoxyuridine (5-FDU) de bloei-inductie kunnen remmen, indien toegediend tijdens of direct na de inductieve donkere periode. Het 5-FU bleek zowel de synthese van RNA als van DNA te remmen. De directe oorzaak van de remming van de bloei-inductie werd gezocht in de remming van de vermeerdering van het DNA en van de celdeling in het groeipunt.

Voor een succesvolle vernalisatie zijn, zoals blijkt uit het onderzoek van WELLENSIEK (54), delende cellen noodzakelijk voor bloei-inductie door koude. Oriënterenderwijze werd nu nagegaan of door een remming van de celdeling door 5-FU vernalisatie kan worden voorkomen.

Bij een eerste experiment werd het zaad 1 dag voorgeweekt, een deel in water en een deel in een 5-FU oplossing, concentratie 5.10^{-4} molair. Deze concentratie leek nl. in een kiemproef, waarbij een concentratiereeks van 10^{-4} tot 5.10^{-3} molair getoetst werd, het meest geschikt. Na het voorweken werd gedurende 4 weken gevernaliseerd, in water of in 5-FU, gedurende de gehele periode of een deel daarvan.

Allereerst bleek, direct na ZV, dat het zaad tendele zichtbaar gekiemd was. Bij het niet gekiemde zaad werd geen effect waargenomen van een 5-FU behandeling vóór of tijdens de ZV, het zaad bleek normaal gevernaliseerd te zijn. Blijkbaar kon de stof niet in het zaad doordringen. Bij het gekiemde zaad werd echter wel een effect van de behandeling waargenomen, zoals blijkt uit tabel 8. Het voorweken in 5-FU gaf bij een normale vernalisatie in water (regel 2

TABEL 8. Het remmend effect van voorweken en vernaliseren in 5-FU, weergegeven als aantal dagen tot schieten en lengte en breedte van het 1ste blad, gemeten 23 dagen na zaaien.

TABLE 8. The inhibitory effect of soaking and vernalization in 5-fluorouracil, on the number of days required for bolting and on the length and width of the 1st leaf, measured 23 days after sowing.

I.	Voorgeweekt in *(Soaked in)*	Gevernaliseerd in *(Vernalized in)*	Aantal dagen tot schieten *(Number of days until bolting)*	Lengte 1ste blad in cm *(Length of the 1st leaf in cm)*	Breedte 1ste blad in cm *(Width of the 1st leaf in cm)*
2.	H_2O	H_2O	23,0	7,3	2,4
3.	5-FU	H_2O	24,0	6,6	2,6
4	H_2O	5-FU	26,1	4,6	1,6
5.	5-FU	5-FU	32,1	2,7	1,1

en 3) geen effect. De planten gingen vrijwel gelijk schieten en de groei, uitgedrukt in lengte en breedte van het 1ste blad, was vrijwel gelijk. Vernalisatie in 5-FU blijkt echter het schieten enigszins te vertragen en de groei te remmen, zoals blijkt bij vergelijking van de regels 2 en 3 met 4 en 5. Dit effect wordt versterkt wanneer ook wordt voorgeweekt in 5-FU (regels 4 en 5).
Wanneer slechts een gedeelte van de koudebehandeling in 5-FU wordt gegeven, is het effect van de behandeling geringer, terwijl een behandeling met 5-FU aan het einde van de periode ZV de groei meer lijkt te remmen dan aan het begin van de ZV, mogelijk door een verder voortgeschreden zaadkieming.

Tevens werd het effect van een 5-FU-behandeling na ZV nagegaan, door de planten gedurende 1 week met 5-FU te behandelen, op verschillende momenten na ZV. Het bleek dat de bladeren, die op het moment van de behandeling normaal het sterkst groeien, nu aanzienlijk in groei geremd worden, terwijl het schieten nauwelijks vertraagd wordt. Een behandeling met 5-FU na ZV is dus niet interessant bij de bestudering van een eventuele invloed van 5-FU op de vernalisatie.

Daar uit de resultaten van deze experimenten de indruk werd verkregen dat de gebruikte concentratie van de 5-FU oplossing vrij laag was, werd bij een volgend experiment een reeks van concentraties gebruikt, lopend van 5.10^{-4} tot 40.10^{-4} molair. Het zaad werd gedurende 24 uur voorgeweekt in water of in 5-FU en daarna gedurende 3 of 4 weken gevernaliseerd in 5-FU. De resultaten van dit experiment, uitgedrukt in aantal dagen tot schieten, worden in tabel 9 gegeven. Zowel bij 3 w. als bij 4 w. ZV zien we dat in dit geval voorweken in 5-FU geen effect heeft. Beschouwen we de invloed van de verschillende concentraties, dan blijkt dat bij een toenemende concentratie het aantal dagen tot schieten niet of nauwelijks toeneemt. Wel moet hierbij worden opgemerkt dat een aantal planten sterk in groei geremd was. Enkele planten gingen in het geheel niet schieten, maar vormden bloemknoppen zonder dat er stengelstrekking plaatsvond.

TABEL 9. De invloed van voorweken en vernaliseren in 5-FU van verschillende concentraties, op het aantal dagen tot schieten, bij vernalisatie gedurende 3 of 4 weken.

TABLE 9. The effect of soaking and vernalization during 3 or 4 weeks in 5-fluorouracil at different concentrations on the number of days required for bolting. Concentrations 0 - 40.10^{-4} M.

Concentratie 5-FU *(Concentration 5-FU)*	3 w. ZV		4 w. ZV	
	geweekt in water *(soaked in water)*	geweekt in 5-FU *(soaked in 5-FU)*	geweekt in water *(soaked in water)*	geweekt in 5-FU *(soaked in 5-FU)*
0	21,7		16,9	
5.10^{-4}	25,1	22,7	19,5	20,3
10.10^{-4}	22,4	24,0	19,9	19,5
15.10^{-4}	23,9	24,4	21,1	21,3
20.10^{-4}	23,5	21,6	21,3	20,6
25.10^{-4}	25,3	24,7	24,7	20,4
30.10^{-4}	25,8	23,8	22,9	21,9
40.10^{-4}	22,4	22,1	21,8	22,3

De waargenomen vertraging van het schieten is waarschijnlijk een direct gevolg van de groeiremming en niet het gevolg van een directe invloed van 5-FU op de vernalisatie.
Daar het mogelijk is dat bij het voorweken gedurende 1 dag hoofdzakelijk celstrekking optreedt en de celdeling pas later in de kou begint, werd bij een volgend experiment de invloed van kiemen in 5-FU, voorafgaande aan de vernalisatie, nagegaan. Allereerst werd het zaad gedurende 3 dagen in water voorgekiemd. In de daarop volgende 3 dagen werd dagelijks een deel van het gekiemde materiaal overgebracht in 5-FU 20.10^{-4} molair, zodat vóór ZV, gedurende 0, 1, 2 of 3 dagen met 5-FU behandeld werd. Er werd gedurende 1, 2, 3 of 4 weken gevernaliseerd. De resultaten van dit experiment, het waargenomen aantal dagen tot schieten, zien we in tabel 10. Behalve de controle planten die gelijk met de behandelingen gekiemd en gevernaliseerd werden in water (regel 3), is er een tweede controle groep van op de normale wijze gevernaliseerde planten (regel 2). Bij vergelijking van beide regels zien we, dat het voorkiemen gedurende totaal 6 dagen het schieten sterk vertraagt, zoals onder 4.3.2 reeds gevonden werd. Vernalisatie in 5-FU blijkt na langdurig voorkiemen in water (regel 4) geen effect te hebben, het voorkiemen in 5-FU (regels 5, 6 en 7) heeft nauwelijks effect.

Uit de resultaten van deze experimenten blijkt dus, dat 5-FU de vernalisatie niet remt. In bepaalde gevallen wordt wel de groei geremd en als gevolg daarvan het schieten vertraagd.

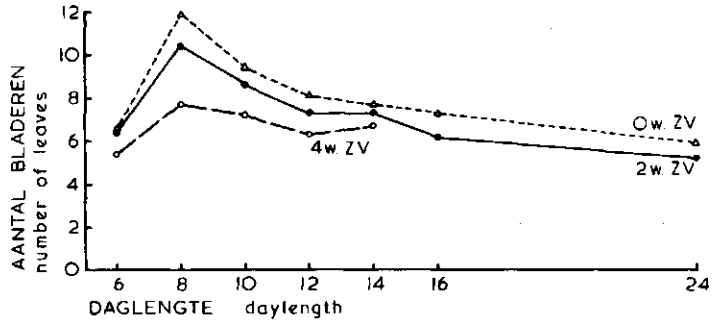
TABEL 10. De invloed van kieming in 5-FU gedurende 0, 1, 2 of 3 dagen, gevolgd door vernalisatie in 5-FU (20.10^{-4} molair) gedurende 2, 3 of 4 weken, op het aantal dagen tot schieten.

TABLE 10. The effect of germination in 5-fluorouracil during 0, 1, 2 or days, followed by vernalization in 5-FU (20.10^{-4} M) during 1, 2 3 or 4 weeks, on the number of days required for bolting.

1.	Behandeling (*treatment*)			Duur zaadvernalisatie (*duration of the seed vernalization*)				
	Kieming (*Germination*)		Vernalisatie in (*Vernalized in*)	0 w.	1 w.	2 w.	3 w.	4 w.
	water	5-FU						
2.	1 d.	-	water	72,2	59,8	35,9	28,1	23,9
3.	6 d.	-	water	63,9	46,5	42,8	40,6	40,3
4.	6 d.	-	5-FU		46,6	41,6	38,9	44,2
5.	5 d.	1 d.	5-FU		46,4	42,7	42,7	46,8
6.	4 d.	2 d.	5-FU		47,9	42,7	47,1	43,5
7.	3 d.	3 d.	5-FU		47,7	44,7	43,5	41,4

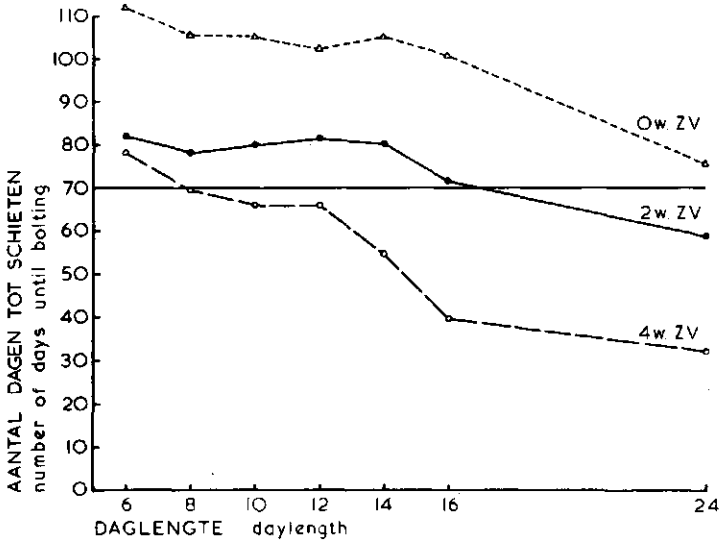
4.3.5. *De invloed van de daglengte na ZV.* - Zoals reeds bleek in 4.3.1, op p. 36, is het moment waarop de plant na vernalisatie gaat schieten mede afhankelijk van de daglengte, die na de vernalisatie gegeven wordt. In CL bleek de plant zeer snel te schieten, in LD ook betrekkelijk snel, doch in KD duurde het vrij lang voor de eerste schieters werden waargenomen.

Het effect van verschillende daglengten na ZV werd nader onderzocht bij een experiment, in de zomer buiten uitgevoerd, waarbij daglengten van resp. 6, 8, 10, 12, 14, 16 en 24 uur licht werden gegeven. De planten kregen 6 uur normaal daglicht van 10 tot 16 uur, 8 uur normaal daglicht van 8 tot 16 uur, eventueel daarop aansluitend het benodigde aantal uren gloeilamplicht. Er werd gedurende 0, 2 of 4 weken gevernaliseerd, zodanig dat de koudebehandelingen eindigden op 14/7/60. Op 22/9/60, dus 70 dagen later, werd de proef naar de kas overgebracht en, daar de verschillende daglengten in de kas niet te realiseren waren, werd verder uitsluitend CL gegeven. Op gezette tijden werd, speciaal van de niet geschoten planten, het aantal bladeren geteld, resp. 39, 49, 60 en 70 dagen na ZV en bleek het aantal bladeren vrij sterk toe te nemen met het afnemen van de daglengte, vooral na 0 en 2 weken ZV. Bij een dagelijkse belichting van 6 uur bleven de planten klein, vormden zeer weinig blad als gevolg van de te geringe dagelijkse belichting, en vrij veel planten gingen dood. In grafiek 24 is het aantal bladeren uitgezet, dat 49 dagen na ZV werd geteld. Bij de latere tellingen werd een soortgelijk verloop gevonden, alleen werden de verschillen nog wat groter. Na 4 w. ZV was het verschil in aantal bladeren vrij gering. De planten gingen, speciaal bij de langere daglengten, snel schieten en de bladtellingen werden dus voortijdig gestaakt.



GRAFIEK 24. De invloed van de daglengte op het aantal bladeren, geteld 49 dagen na zaaien, bij gedurende 0, 2 of 4 weken gevernaliseerde planten.

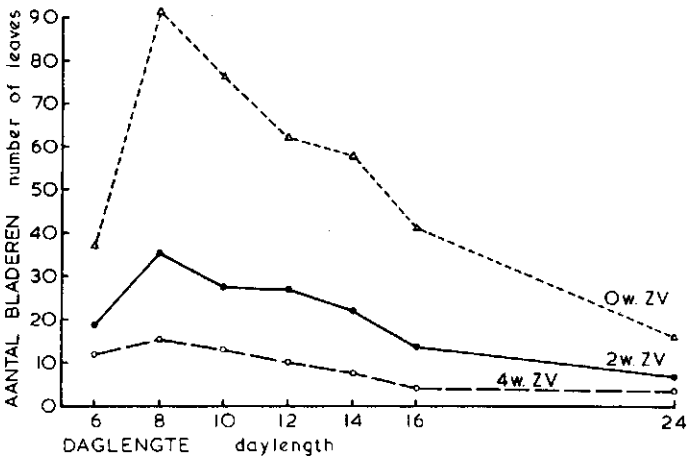
GRAPH 24. *Daylength response expressed as number of leaves, observed 49 days after sowing, of plants vernalized during 0, 2 or 4 weeks.*



GRAFIEK 25. De invloed van de daglengte op het aantal dagen tot schieten, bij gedurende 0, 2 of 4 weken gevernaliseerde planten. Na 70 dagen werd continu licht gegeven (horizontale lijn). De op dat moment nog vegetatieve planten gingen bij deze daglengte schieten.

GRAPH 25. *The effect of daylength on the number of days required for bolting. Data taken from plants vernalized during 0, 2 or 4 weeks. After 70 days, continuous light was given (horizontal line). Plants at that moment still in the vegetative stage, started to bolt in continuous light.*

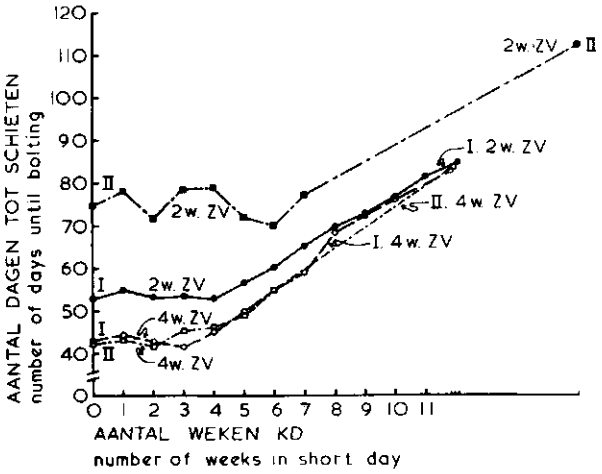
Het moment, waarop de plant gaat schieten, in grafiek 25 uitgedrukt als aantal dagen vanaf einde der ZV tot schieten, bleek sterk afhankelijk van de daglengte, speciaal bij de gedurende 4 weken gevernaliseerde planten, die voor het overbrengen naar de kas reeds geschoten waren. Hoe langer de daglengte was, hoe eerder de planten gingen schieten. Bij de ongevernaliseerde en kort gevernaliseerde planten, die later in de kas bij CL gingen schieten, is dit in veel mindere mate het geval. Hier blijkt het effect van de verschillende daglengten in het daaropvolgende CL sterk te zijn genivelleerd.
Het aantal bladeren, dat tot het schieten gevormd wordt, is in grafiek 26 weergegeven. Bij een daglengte van 6 uur blijven de planten aanzienlijk in groei achter en zouden waarschijnlijk zelfs zijn doodgegaan, wanneer ze bij die daglengte gebleven waren. Bij



GRAFIEK 26. De invloed van de daglengte op het aantal bladeren dat tot het schieten gevormd wordt. Gevernaliseerd gedurende 0, 2 of 4 weken.
GRAPH 26. *Daylength response expressed as number of leaves formed until bolting. Vernalization: 0, 2 or 4 weeks.*

een daglengte van 8 uur wordt een maximaal aantal bladeren gevormd, dat met het toenemen van de daglengte afneemt. Hiervoor zijn ten minste twee effecten van de daglengte verantwoordelijk. In de eerste plaats wordt met het toenemen van de daglengte een geringer aantal bladeren per tijdseenheid gevormd en in de tweede plaats gaat de plant met het toenemen van de daglengte eerder schieten en groeit dus korter vegetatief door.
Het blijkt dus dat bij zowel ongevernaliseerde als gevernaliseerde planten de vegetatieve groei afneemt en de tijdsduur tot schieten afneemt, naarmate de daglengte groter wordt vanaf 8 uur.

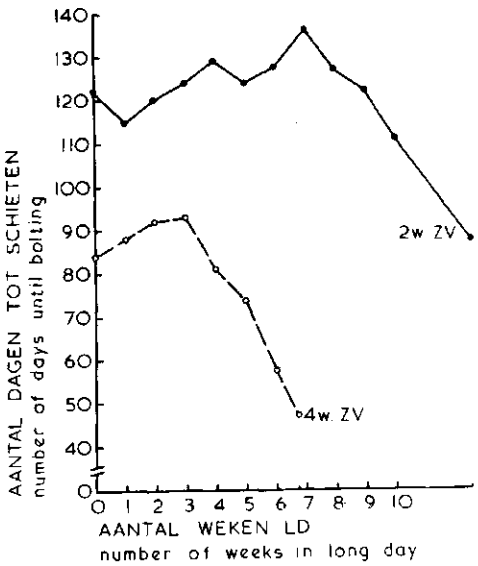
Hierna werd nagegaan wat de invloed van een bepaalde periode KD of LD na vernalisatie is en of, zoals door HARRINGTON, VERKERK en DOORENBOS (19) werd verondersteld, een korte periode KD na ZV de bloei versnelt, speciaal wanneer vrij kort gevernaliseerd wordt. Bij het eerste experiment werd gedurende 2 of 4 weken gevernaliseerd, tot 20/1/60. Hierna werden resp. 0, 1, 2, 3, enz. weken KD gegeven, gevolgd door LD. De planten werden in de kas opgekweekt en de groei was vrij gering bij de lage lichtintensiteit van de wintermaanden. Hierdoor waren de planten zeer klein toen ze gingen schieten, wat het vaststellen van de juiste schietdatum bemoeilijkte. Om deze reden werd het experiment in de zomermaanden herhaald. Bij experiment 2 eindigden de koudebehandelingen op 3/6/60.
Het aantal dagen, dat verloopt tussen einde zaadvernalisatie en schieten, wordt weergegeven in grafiek 27. Hieruit blijkt dat na 2 w. ZV in de eerste 5 à 6 weken, na 4 w. ZV in de eerste 3 à 4 weken, de daglengte na ZV weinig invloed heeft op het schieten.



GRAFIEK 27. Het effect van korte dag na zaadvernalisatie gedurende 2 of 4 weken, uitgedrukt in aantal dagen vanaf einde ZV tot schieten. Experiment 1: I; experiment 2: II.

GRAPH 27. The effect of short-day treatment after seed vernalization during 2 or 4 weeks, expressed as number of days from end of seed vernalization, required for bolting.

De plant is dan nog klein en blijkbaar minder gevoelig voor de invloed van de daglengte. Wordt echter langer KD gegeven, dan lijkt de vertraging van het schieten evenredig met de duur van de KD-behandeling toe te nemen tot de planten tenslotte ook in KD gaan schieten.
In het omgekeerde geval, waarbij een toenemend aantal weken LD gegeven werd, gevolgd door KD, lijkt een korte periode LD, direct na het zaaien, op 11/5/60, het schieten enigszins te vertragen, vergeleken met planten die uitsluitend KD kregen, grafiek 28.



GRAFIEK 28.
Het effect van een periode lange dag gevolgd door korte dag, na zaadvernalisatie gedurende 2 of 4 weken, uitgedrukt in aantal dagen vanaf einde ZV tot schieten.
GRAPH 28.
The effect of long-day treatment followed by short day, after seed vernalization during 2 or 4 weeks, expressed as number of days from end of seed vernalization, required for bolting.

De vegetatieve groei is in LD geringer dan in KD, zodat de planten na een korte periode LD een achterstand hebben op de planten in KD, hetgeen de oorzaak zou kunnen zijn van het vertraagde schieten. Bij een langduriger behandeling in LD neemt het aantal dagen tot schieten sterk af tot de planten in LD reeds gaan schieten.

Deze resultaten steunen dus de boven genoemde veronderstelling van HARRINGTON c.s. niet. Zij vertonen overeenkomst met die van WELLENSIEK en BARENDSE (55) met *Cheiranthus allionii*, waarbij de bloei door een korte periode KD na ZV nauwelijks geremd wordt. De werking van een korte periode LD na ZV kan moeilijk worden vergeleken, daar deze plant na ZV in KD niet gaat bloeien. De eerste weken na ZV, wanneer de plant nog klein is, is de invloed van de daglengte dus gering.

Het blijkt dus dat na ZV de bloei het snelst gerealiseerd wordt naarmate de daglengte groter is. Een KD-behandeling na ZV versnelt het schieten niet, ook niet wanneer vrij kort gevernaliseerd wordt.

4.4. PLANTVERNALISATIE (PV)

Het onderzoek naar de invloed van plantvernalisatie (PV) bleek, vergeleken met zaadvernalisatie, in het algemeen moeilijker uitvoerbaar. Terwijl bij ZV slechts het gekiemde zaad wordt behandeld, wordt bij PV met gehele planten gewerkt. Deze moeten dus verschillende malen verplaatst kunnen worden en werden voor dat doel in potten opgekweekt. Tijdens het onderzoek bleek het bovendien nood-

zakelijk de omstandigheden na afloop van de behandelingen bijzonder goed te kiezen, daar anders het effect van de behandelingen niet was waar te nemen, doordat de planten of te snel of te traag gingen schieten.

Bij een tweetal experimenten werd de invloed van plantvernalisatie onderzocht. Bij het eerste experiment waren de planten 1, 3, 5, 7 of 9 weken oud bij het begin van de vernalisatie. Er werd zodanig gezaaid dat alle koudebehandelingen gelijktijdig konden worden uitgevoerd en wel van 25/3/59 tot 22/4/59, dus gedurende 4 weken. De planten werden in LD of in KD opgekweekt en na de vernalisatie werd LD of KD gegeven, zodat per leeftijd 4 behandelingen voorkwamen: LD - koude - LD, KD - koude - LD, LD - koude - KD, KD - koude - KD.
De resultaten, uitgedrukt in aantal dagen vanaf het einde van de PV tot schieten, en in aantal dagen van zaaien tot schieten, zijn vermeld in tabel 11, en worden straks nader besproken.

TABEL 11. Het effect van de leeftijd, de daglengten vóór en na de plantvernalisatie gedurende 4 weken, uitgedrukt in gemiddeld aantal dagen van het einde der PV tot het schieten, en in gemiddeld aantal dagen van zaaien tot schieten.

TABLE 11. The effect of the age, the daylengths before and after plant vernalization during 4 weeks, expressed as average number of days from the end of the plant vernalization until bolting, and as average number of days from sowing until bolting.

1	2	3	4	5	6	7
Leeftijd *(Age)*	Daglengten vóór en na vernalisatie *(Daylengths before and after vernalization)*					
	Contr.-LD	LD-LD	KD-LD	Contr.-KD	LD-KD	KD-KD
	Aantal dagen vanaf einde PV tot schieten *(Number of days from the end of vernalization until bolting)*					
1 w.	55,9	36,6	39,0	[1]	57,0	60,0
3 w.	16,4	34,8	29,4	107[2]	49,7	43,3
5 w.	5,0	34,2	31,9	86[3]	30,1	37,8
7 w.	2,3	23,8	23,7	62,6	33,9	26,5
9 w.	-5,2	11,8	21,0	37,1	20,1	32,4
	Aantal dagen van zaaien tot schieten *(Number of days from sowing until bolting)*					
1 w.	90,9	71,6	74,0	[1]	92,0	95,0
3 w.	65,4	83,8	78,4	156[2]	98,7	92,3
5 w.	68,0	97,2	94,9	149[3]	93,1	100,8
7 w.	79,3	100,8	100,7	139,6	110,9	103,5
9 w.	85,8	102,8	112,0	128,1	111,1	123,4

[1]) 0% geschoten , *no bolted plants*
[2]) 2 planten geschoten, *2 bolted plants*
[3]) 1 plant geschoten , *1 bolted plant*

Tegelijk met de normale koudebehandelingen werd in een gelijkwaardige ruimte 10-12°C gegeven. De vernalisatie bleek bij die temperatuur even goed te verlopen als bij 5°C.

Bij het tweede experiment werd op 29/5/62 in LD en in KD gezaaid en op 30/5/62 begonnen de eerste koudebehandelingen. Telkens een week later gingen de volgende groepen planten naar de koelcel, zodat een leeftijdsserie van planten van 0 tot 12 weken oud bij het begin van de koudebehandelingen werd verkregen. Er werd gedurende 2, 4 of 6 weken gevernaliseerd, de planten kwamen na PV dus niet gelijk uit de koude, en na vernalisatie werd LD of KD gegeven. Toen het experiment in het najaar werd afgesloten, waren in KD slechts weinig planten geschoten. De resultaten, evenals bij het vorige experiment uitgedrukt in aantal dagen vanaf het einde der PV tot schieten, en in aantal dagen van zaaien tot schieten, vermeld in tabel 12, hebben dus alleen betrekking op de planten in LD. Bij de beide experimenten werd uitgegaan van 20 planten per behandeling. De vier factoren, die van betekenis zijn bij plantvernalisatie, nl. de leeftijd van de plant aan het begin van de vernalisatie, de daglengte vóór de vernalisatie, de duur van de koudebehandeling en de daglengte na de vernalisatie, zullen nu worden besproken.

4.4.1. *Invloed van de leeftijd van de plant.* - Bij de twee reeds genoemde experimenten en waarvan de resultaten in de tabellen 11 en 12 werden vermeld, werd de invloed van de leeftijd van de plant bij het begin van de vernalisatie nader onderzocht. Bij het eerste experiment (tabel 11) bleek dat, naarmate de leeftijd van de plant vóór PV toeneemt, het aantal dagen vanaf het einde van de vernalisatie tot schieten meestal afneemt (tabel 11 bovenste deel, kolommen 3, 4, 6, 7). Dit blijkt nog duidelijker, wanneer we het aantal dagen vanaf het einde van de vernalisatie tot schieten van alle gevernaliseerde planten per leeftijd sommeren en het gemiddelde berekenen:

leeftijd in weken:	1	3	5	7	9
aantal dagen :	47,0	39,1	33,5	26,9	21,3

Het aantal dagen van zaaien tot schieten neemt echter toe met het toenemen van de leeftijd (tabel 11 onderste deel, kolommen 3, 4, 6, 7), een enkele uitzondering daargelaten.

Wanneer de planten 3 weken of ouder waren bij het begin van de koudebehandeling, bleek PV gevolgd door LD (tabel 11 onderste deel, kolommen 3 en 4) het schieten niet te versnellen: de ongevernaliseerde planten in LD (kolom 2) gingen eerder schieten dan de behandelde. Het feit dat het aantal dagen van zaaien tot schieten niet gelijk is bij de ongevernaliseerde planten in LD (kolom 2), moet een gevolg zijn van de wisselende omstandigheden in de kas, daar deze planten steeds 2 weken na elkaar werden gezaaid. Bij een KD-nabehandeling (kolommen 6 en 7) bleek PV het schieten te versnellen, vergeleken met ongevernaliseerde planten in KD (kolom 5).

TABEL 12. De invloed van de leeftijd, het opkweken in LD of KD, en de duur van de plantvernalisatie - 2, 4 of 6 weken - op het gemiddeld aantal dagen van einde der PV tot schieten in LD, en op het gemiddeld aantal dagen van zaaien tot schieten.

TABLE 12. The effect of the age, the raising in long day or short day and the duration of the plant vernalization - 2, 4 or 6 weeks - on the average number of days from the end of the plant vernalization until bolting in long day, and on the average number of days from sowing until bolting.

1	2	3	4	5	6	7
Leeftijd *(Age)*	opgekweekt in LD *(grown in long day)*			opgekweekt in KD *(grown in short day)*		
	2 w. PV	4 w. PV	6 w. PV	2 w. PV	4 w. PV	6 w. PV
	Aantal dagen vanaf einde PV tot schieten *(Number of days from the end of vernalization until bolting)*					
0 w.	47,2	37,8	36,8	47,2	37,8	36,8
1 w.	42,0	36,4	31,1	46,2	40,7	31,1
2 w.	38,3	31,0	24,6	38,2	32,6	24,5
3 w.	43,8	29,4	22,3	36,3	28,0	20,7
4 w.	56,1	30,0	24,0	37,0	23,1	21,2
5 w.	44,1	33,9	26,1	30,2	25,4	20,7
6 w.	54,0	37,6	21,9	35,0	26,0	17,5
7 w.	56,7	50,4	28,9	39,3	27,0	22,9
8 w.	44,5	36,2	30,8	31,6	25,8	23,0
9 w.	41,1	34,3	27,1	25,5	20,9	19,2
10 w.	35,0	24,1	20,3	23,6	23,2	18,0
11 w.	26,1	22,5		20,8	18,1	
12 w.	25,9	15,2		22,6	15,3	
	Aantal dagen van zaaien tot schieten *(Number of days from sowing until bolting)*					
0 w.	62,2	66,8	79,8	62,2	66,8	79,8
1 w.	64,0	72,4	81,1	68,2	76,7	81,1
2 w.	67,3	74,0	81,6	67,2	75,6	81,5
3 w.	79,8	79,4	86,3	72,3	78,0	84,7
4 w.	99,1	87,0	95,0	80,0	80,1	92,2
5 w.	94,1	97,9	104,1	80,2	89,4	98,7
6 w.	111,0	108,6	106,9	92,0	97,0	102,5
7 w.	120,7	128,4	120,9	103,3	105,0	114,9
8 w.	115,5	121,2	129,8	102,6	110,8	122,0
9 w.	119,1	126,3	133,1	103,5	112,9	125,2
10 w.	120,0	123,1	133,3	108,6	122,2	131,0
11 w.	118,1	128,5		112,8	124,1	
12 w.	124,9	128,2		121,6	128,3	

Bij het tweede experiment (tabel 12) werd een grotere leeftijdsserie bij het begin van de vernalisatie genomen, nl. van 0 tot 12 weken oud, echter bij 6 w. PV van 0 tot 10 weken. Om een duidelijker beeld van het effect van vernalisatie op verschillende leef-

tijden te verkrijgen, werd het aantal dagen vanaf het einde van de vernalisatie tot schieten per leeftijd gesommeerd en het gemiddelde berekend. Voor planten van 0 tot 10 weken bij het begin der PV was dit:

leeftijd :	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
aantal dagen :	40,5	38,0	31,5	30,2	31,8	29,9	32,0	37,2	32,0	27,7	23,5

Wanneer de resultaten na 6 w. PV (kolommen 4 en 7) niet werden meegeteld, kon het gemiddeld aantal dagen tot schieten voor de leeftijden van 0 tot 12 weken berekend worden, deze waren:

leeftijd:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
aant.d.:	42,4	41,3	35,0	34,4	36,3	33,3	37,9	42,6	34,5	30,1	25,9	22,1	20,0

Het blijkt in beide gevallen dat, met het toenemen van de leeftijd van de plant vóór PV van 0 tot 2 weken, het schieten na PV wordt versneld. Bij planten van 2 tot 8 weken oud bij het begin der PV is het aantal dagen tot schieten vrijwel gelijk, een enkele uitzondering daargelaten, terwijl bij een verdere toename van de leeftijd het schieten wederom wordt versneld. Het voorkomen van maxima en minima bij vernalisatie van planten op bepaalde leeftijden, zoals door NAPP-ZINN (33) bij *Arabidopsis* en door BARENDSE (mondelinge mededeling) bij *Cheiranthus allionii* werd gevonden, zou bij andijvie ook het geval kunnen zijn. De gegevens van het eerste experiment wijzen echter niet in die richting en die van het tweede experiment zijn niet sprekend genoeg om dit met zekerheid vast te stellen.
Beschouwen we nu het onderste deel van tabel 12, dan blijkt dat bij planten van 6 à 7 weken oud of ouder bij het begin van de vernalisatie, PV het schieten niet versnelt, vergeleken met ongevernaliseerde planten in LD die 103,7 dagen na zaaien gingen schieten. Bij de in KD opgekweekte en gedurende 2 w. gevernaliseerde planten (kolom 5) is dit echter pas vanaf 10 weken oud het geval. Naarmate de plant ouder is bij het begin van de PV, neemt het aantal dagen van zaaien tot schieten in het algemeen toe, doch deze toename stopt bij planten van 7 weken of ouder, opgekweekt in LD en na 2 of 4 weken PV (kolommen 2, 3).

4.4.2. *Invloed van de daglengte vóór PV.* - Door HARRINGTON, VERKERK en DOORENBOS (19) werd reeds waargenomen dat bij een KD-voorbehandeling gedurende 4 of 8 weken het schieten wordt versneld. Uit de beide experimenten (tabel 11 en 12), waarbij planten van verschillende leeftijden, opgekweekt in LD of KD, werden gevernaliseerd, kunnen we de invloed van de daglengte vóór PV nagaan.
Uit het eerste experiment, waarbij op verschillende momenten werd gezaaid en de planten gelijktijdig werden gevernaliseerd, is een invloed van de daglengte voor de koudebehandeling niet duidelijk aanwezig (tabel 11). Sommeren we de gegevens van de planten die voor PV in LD, en die voor PV in KD werden opgekweekt, dan is het gemiddeld aantal dagen vanaf het einde der PV tot schieten:

LD: 34,0
KD: 35,2

Bij het tweede experiment (tabel 12), waarbij alle behandelingen gelijk werden gezaaid, en de planten dus onder volkomen gelijke omstandigheden werden opgekweekt, bleek dat bij vernalisatie van zeer kleine planten, 1 of 2 weken oud, een KD-voorbehandeling òf geen òf een remmend effect had.
Bij vernalisatie op een leeftijd van 3 of meer weken gingen de in KD opgekweekte planten steeds eerder schieten dan de in LD opgekweekte. Wanneer we ook in dit geval alle gegevens sommeren voor de in LD en in KD opgekweekte planten, dan is het aantal dagen vanaf het einde der PV tot schieten:

LD: 34,6
KD: 28,5

KD vóór PV bevordert in dit geval het schieten dus.
Beschouwen we nu het effect van opkweken in LD of KD in samenhang met de leeftijd van de plant vóór PV, dan is het aantal dagen vanaf einde der PV tot schieten:

	Leeftijd										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LD:	40,5	36,6	31,3	31,8	36,6	34,5	37,8	45,3	37,1	34,2	25,9
KD:	40,5	39,3	31,8	28,5	27,1	25,4	26,3	29,4	26,8	21,9	21,5

We zien hieruit dat bij planten van 3 weken of ouder, KD steeds het schieten versnelt, terwijl er verschil is tussen opkweken in LD of KD voor de verschillende leeftijden. In LD opgekweekt, blijkt het aantal dagen tot schieten na PV nogal te variëren, zonder dat er een duidelijk verloop aanwezig is. In KD opgekweekt, blijkt het aantal dagen tot schieten vrij regelmatig af te nemen, met het toenemen van de leeftijd tot 5 weken.

4.4.3. *Invloed van de duur van de koudebehandeling.* - Onder 4.3.1 op p. 36 zagen we reeds dat, bij langdurige vernalisatie van gekiemd zaad dat tijdens de koudebehandeling uitgroeit tot een kleine plant, geen bloei optreedt in de koude. Bij langdurige plantvernalisatie ging de plant evenmin bij de lage temperatuur bloeien, althans niet binnen een jaar. Van de 48 planten, op 26/7/60 bij het begin van de vernalisatie 2 maanden oud, waren een jaar later nog 4 in leven. Op 7/7/61 kwamen deze planten buiten in LD en gingen na ongeveer 1 week schieten en 2 maanden later bloeien. Een zelfde resultaat werd dus als na langdurige ZV verkregen.
Het onderzoek naar het verloop van het schieten bij een toenemende duur van de koudebehandeling werd niet zo uitgebreid uitgevoerd als bij ZV het geval was. Er werd alleen gedurende 2, 4 of 6 weken gevernaliseerd. De resultaten van dit onderzoek (tabel 12, bovenste deel) tonen duidelijk aan dat, bij planten van gelijke leeftijd aan het begin van de vernalisatie, het aantal dagen van

het einde der PV tot schieten afneemt in de volgorde: 2 w. PV - 4 w. PV - 6 w. PV (kolommen 2-3-4, en 5-6-7). Wanneer we het effect van de duur van de vernalisatie nader beschouwen, door alle individuele waarnemingen van gedurende resp. 2 w. (kolommen 2 + 5), 4 w. (kolommen 3 + 6) of 6 w. (kolommen 4 + 7) gevernaliseerde planten te sommeren en hiervan het gemiddelde bepalen, waarbij de leeftijden 11 en 12 weken oud bij het begin van de PV niet worden meeberekend, dan is het gemiddeld aantal dagen vanaf het einde van de PV tot schieten voor:

2 w. PV:	40,8
4 w. PV:	31,5
6 w. PV:	25,2

Er is dus een duidelijke versnelling van het schieten waar te nemen bij een toenemende duur van de PV.
Vergelijken we nu de invloed van de duur van de koudebehandeling bij ZV en bij PV, dan blijkt bij ZV (4.3.1 op p. 36) dat bij een toenemende vernalisatieduur, vanaf 20 dagen, het schieten niet verder wordt versneld, terwijl bij langduriger PV het schieten wel wordt versneld, gezien het verschil in aantal dagen tot schieten na 4 w. en 6 w. PV. Bij ZV kan dus met minder koude worden volstaan dan bij PV.

Wanneer we nu het effect van de leeftijd in samenhang met de duur van de PV beschouwen, door de resultaten van de voorbehandelingen te sommeren, dan is het gemiddeld aantal dagen van het einde der PV tot schieten:

	Leeftijd												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2 w.:	47,2	44,1	38,2	40,0	46,4	37,0	44,2	48,4	38,0	32,6	28,3	23,5	24,2
4 w.:	37,8	38,5	31,8	28,7	26,5	29,5	31,7	37,8	31,0	27,6	23,6	20,3	15,2
6 w.:	36,8	31,1	24,6	21,5	22,6	23,4	19,7	25,8	26,9	22,8	19,1		

Deze getallen verschaffen ons geen nadere informatie omtrent de invloed van de leeftijd. Wel blijkt duidelijk dat, voor elke leeftijd, door een toenemende duur van de PV het schieten wordt bevorderd.
Beschouwen we nu het effect van opkweken in LD of KD in samenhang met de duur van de vernalisatie, dan is het gemiddeld aantal dagen tot schieten na PV:

duur PV	LD	KD
2 w.	46,0	35,8
4 w.	34,5	28,6
6 w.	26,9	23,6

We zien hierbij duidelijk dat opkweken in KD het schieten bevordert, zowel bij 2, 4 als 6 weken PV. Het verschil tussen opkweken in LD en KD neemt echter af, naarmate langer wordt gevernaliseerd.

Beschouwen we nogmaals het verschil in aantal dagen van het einde der PV tot schieten in tabel 12, tussen de kolommen 2-3-4 onder-

ling, en tussen de kolommen 5-6-7 onderling, dan blijkt dit in de meeste gevallen niet groot te zijn. Daar de planten op één datum werden gezaaid, begon het schieten in de meeste gevallen bij de gedurende 2 weken, daarna bij de gedurende 4 weken en daarna bij de gedurende 6 weken gevernaliseerde planten, zoals blijkt uit het aantal dagen van zaaien tot schieten (tabel 12 onderste deel, kolommen 2-3-4, en 5-6-7).

4.4.4. *Invloed van de daglengte na PV.* - In 4.1 op p. 35 bleek reeds uit literatuurgegevens, dat een lange daglengte na vernalisatie het schieten bevordert en onder 4.3.5 op p. 47 werd dit door mijn eigen experimenten bevestigd in geval van ZV.

Bij de beide thans besproken experimenten werd na PV òf LD òf KD gegeven. Bij het eerste experiment (tabel 11) gingen de planten in LD eerder schieten dan in KD, een enkele toevallige afwijking daargelaten. Wanneer we nu de gegevens van de gevernaliseerde planten sommeren voor de LD en de KD nabehandelingen, dan is het gemiddeld aantal dagen vanaf PV tot schieten bij de beide daglengten:

LD: 29,2
KD: 40,6

Een LD-nabehandeling blijkt dus duidelijk het schieten te bevorderen. Beschouwen we nu het effect van de leeftijd van de plant vóór PV in samenhang met de daglengte na PV, dan is het gemiddeld aantal dagen van het einde der PV tot schieten:

	Leeftijd				
	1	3	5	7	9
LD:	37,7	32,1	33,2	23,7	17,2
KD:	58,3	46,4	33,8	31,4	26,2

In het algemeen blijkt LD na PV dus het schieten te versnellen, behalve bij de 5 w. oude planten.
Aan het einde van het tweede experiment was in KD slechts een gering aantal planten geschoten, welke niet werden vermeld in tabel 12.

4.4.5. *Invloed van een onderbreking van de koudebehandeling.* - Evenals bij ZV (4.3.2. op p. 38) werd bij PV de invloed van een onderbreking van de koudebehandeling op verschillende momenten nagegaan. Bij een eerste experiment werd de indruk verkregen, dat het schieten het meest vertraagd werd, wanneer de onderbreking ongeveer in het midden of even voorbij het midden van de koudebehandeling werd gegeven. Een soortgelijk effect dus als door BARENDSE (2) bij *Cheiranthus allionii* werd gevonden. Er bleek echter tijdens de nabehandeling in LD een storend effect te zijn opgetreden van belichting van naburige experimenten, waardoor de gegevens onzuiver en niet bruikbaar werden. Dit experiment werd dus herhaald en leverde helaas geen gegevens op, daar, bij de vrij hoge temperatuur

in de kas, alle planten tegelijk, binnen een week, gingen schieten. Deze reactie was te snel om nog enige verschillen te kunnen waarnemen, die echter zeker niet groot geweest kunnen zijn.

4.4.6. *Invloed van het blad tijdens de vernalisatie.* - Bij het onderzoek naar de werking van de koude werd nagegaan of de koude inwerkt op het groeipunt en hoe ontbladerde planten op vernalisatie reageren. Naast elkaar werden normale planten en ontbladerde planten gevernaliseerd, terwijl ook een aantal planten direct na de koudebehandeling ontbladerd werd. Van de ontbladerde planten ging, zoals te verwachten was, een groot aantal dood. Van de 40 vóór PV ontbladerde planten bleven er 8 in leven, van de 10 na PV ontbladerde planten slechts 2. Het effect van ontbladering was gering, de vóór de vernalisatie ontbladerde planten gingen slechts 4 dagen later schieten dan de intacte planten, de na de koude ontbladerde planten vrijwel gelijk met de intacte planten. Hoewel de aantallen klein waren, volgt hier wel uit dat voor de vernalisatie van andijvie alleen het groeipunt noodzakelijk is.

5. DE INVLOED VAN HET LICHT OP ONGEVERNALISEERDE PLANTEN

5.1. INLEIDING

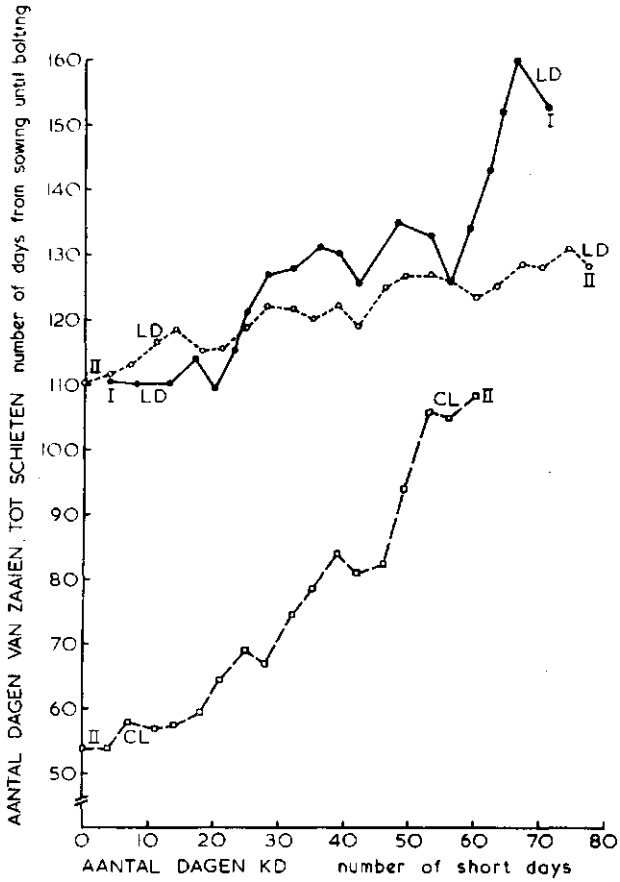
Zoals reeds bekend was (3.1 op p. 9), en duidelijk bleek uit het in hoofdstuk 3 besproken experiment, waarbij de invloed van periodieke zaaitijden bij verschillende omstandigheden tijdens het opkweken en na het uitplanten werd bestudeerd, is lage temperatuur niet noodzakelijk voor het schieten en bloeien.
De duur van de periode van zaaien tot schieten bleek voorts mede afhankelijk te zijn van het licht en wel van de daglengte en van de lichtintensiteit.

5.2. INVLOED VAN DE DAGLENGTE

De invloed van de daglengte na ZV en voor en na PV werd in hoofdstuk 4, op p. 47, 55 en 58, reeds besproken en het bleek dat de gevernaliseerde planten eerder schieten naarmate de daglengte na vernalisatie groter is.
Voor ongevernaliseerde planten werd aangenomen (MEEREBOER, 28) dat deze op dezelfde wijze reageren en enkele incidentele waarnemingen wijzen ook in die richting: ongevernaliseerde planten in KD gaan pas na zeer lange tijd schieten en bloeien, in LD veel eerder en in CL nog eerder.
Bij het reeds onder 4.3.5. op p. 47 besproken experiment werden ook ongevernaliseerde planten bij daglengten, lopend van 6 tot 24 uur licht per etmaal, opgekweekt. Deze behandelingen moesten helaas 70 dagen na zaaien worden afgebroken, toen de planten nog niet waren geschoten. Zij werden verder geteeld in de kas bij CL en er was nauwelijks sprake van een nawerking van de daglengtebehandelingen. Er werden dus geen duidelijke resultaten betreffende het verloop van het schieten bij een toenemende daglengte verkregen.

Een tweede punt, dat bij de bespreking van de invloed van de daglengte de aandacht vraagt, is het feit dat bij bepaalde ongevernaliseerde planten een periode KD bloeibevorderend werkt (DOORENBOS en WELLENSIEK, 15; CHOUARD, 12). Bij winterrogge (GOTT, GREGORY en PURVIS, 17) bleek een periode KD na het zaaien de bloei te versnellen. Bij *Campanula medium* (WELLENSIEK, 52) en *Scabiosa succisa* (CHOUARD, 11) die als ongevernaliseerde plant in LD niet gaan bloeien, trad, wanneer enige tijd KD gegeven werd, in de daarop volgende LD wel bloei op. Bij andijvie werd door HARRINGTON c.s. (19) een bloeibevorderend effect van KD gevonden.
In een drietal experimenten werd de invloed van een periode KD,

gegeven direct na het zaaien, nader onderzocht. De eerste twee experimenten werden in de zomer buiten uitgevoerd en in het najaar werden de planten naar de kas overgebracht. Er werd gezaaid in KD, bij het eerste experiment op 23/6/59, en geregeld werd een aantal planten naar LD overgeplaatst. Het aantal dagen van zaaien tot schieten werd waargenomen. De resultaten van het eerste experiment worden weergegeven in grafiek 29, lijn I, LD. Het blijkt dat een



GRAFIEK 29. De invloed van een periode KD direct na het zaaien, op het aantal dagen van zaaien tot schieten bij ongevernaliseerde planten. Nabehandeling in LD of CL. Experiment I werd gezaaid 23/6/59, experiment II 20/2/61.

GRAPH 29. *The influence of a period of short day given directly after sowing, on the number of days required from sowing until bolting for unvernalized plants. Aftertreatment in long day or continuous light. Experiment I was sown 23/6/59, experiment II 20/2/61.*

KD-behandeling van 0 tot 20 dagen het schieten weinig beïnvloedt, terwijl, naarmate langer KD gegeven wordt, het schieten sterker vertraagd wordt. Teneinde meer gegevens te verkrijgen, werd dit experiment herhaald, en werd gezaaid op 27/5/60. Dit leverde echter geen resultaat, de planten gingen zeer traag schieten, waardoor de proef moest worden beëindigd toen de waarnemingen nog verre van volledig waren.
In het volgende jaar werd het experiment herhaald. Er werd toen vroeg gezaaid, op 20/2/61, om voor het einde van de zomer het experiment te kunnen beëindigen. Na de KD-behandelingen werd een deel van de planten in LD, en een deel in CL verder geteeld.
De resultaten van dit experiment (grafiek 29, II) tonen duidelijk aan, dat een KD-voorbehandeling het schieten vertraagt, speciaal wanneer bij de nabehandeling CL wordt gegeven. Dit effect is des te sterker naarmate langer KD gegeven wordt. Deze resultaten zijn dus niet in overeenstemming met de bovengenoemde resultaten van HARRINGTON c.s. bij een tweetal experimenten. Bij één hiervan werd echter, in plaats van LD bij natuurlijk daglicht, LD onder sterk licht gegeven gedurende 16 uur per etmaal. En daar onder de gegeven omstandigheden een hoge lichthoeveelheid het schieten vertraagt, kan in dit geval het verschil in lichthoeveelheid tussen de KD- en de LD-behandeling mede verantwoordelijk zijn voor de verschillen. Niettemin blijft de waarneming bij een volgend experiment, in dit geval bij natuurlijk licht uitgevoerd, dat na 8 w. KD eerder schieten optreedt dan na LD. Dit kon door mijn experimenten dus niet bevestigd worden.

5.3. INVLOED VAN DE LICHTINTENSITEIT

Om een globale indruk te krijgen van de invloed van de lichtintensiteit, werden enkele oriënterende experimenten uitgevoerd. Zoals reeds uit het onderzoek van VERKERK (50) en ook uit 3.4 op p. 15 bleek, wordt het schieten van ongevernaliseerde planten vertraagd door het opkweken, in winter en voorjaar, bij een hogere lichtintensiteit dan de natuurlijke.
Ook bleek reeds uit 3.6 op p. 28 dat, later in het voorjaar en in de zomer, het schieten wordt versneld door een lagere lichtintensiteit dan de natuurlijke. In beide gevallen bleek de hoogste lichtintensiteit het schieten te vertragen.

Bij enkele experimenten, uitgevoerd bij kunstlicht, nl. TL + gloeilampen, werd een aantal verschillende lichtintensiteiten verkregen door de planten op verschillende afstanden van de lichtbron te plaatsen. De hoogste lichtintensiteit was lager dan de natuurlijke. Vergeleken werden ongevernaliseerde planten, die op een beginleeftijd van 7 weken gedurende 50 dagen bij LD in de verschillende lichtintensiteiten werden geplaatst en daarna in LD onder natuurlijk licht. Het bleek dat, naarmate de lichtintensiteit afnam, de groei meer geremd en het schieten meer vertraagd werd. Een soortgelijk resultaat werd verkregen met als kiemend zaad gedurende 8 weken gevernaliseerde planten.

6. DE INVLOED VAN GIBBERELLAZUUR OP STENGELSTREKKING EN BLOEI

Over de werking van gibberelline (GA_3) bestaat een uitgebreide literatuur. Uit de resultaten van WELLENSIEK (53) bleek reeds dat verschillende planten verschillend kunnen reageren op een behandeling met GA_3. Uit de reactie van een aantal gewassen, door LANG en REINHARD (28) bestudeerd, werd vastgesteld dat de belangrijkste werking van GA_3 is het bevorderen van de stengelstrekking en deze is het sterkst bij koudebehoeftige planten of LD-planten die een vegetatief rozet vormen. Bloei onder niet-inductieve omstandigheden treedt gewoonlijk slechts na herhaalde toediening van relatief hoge doses op en deze variëren voor de verschillende gewassen. Verder merkten ze op dat GA_3 een functie kan hebben bij de physiologische regulatie van de bloemaanleg in de plant, doch dat de aard van deze functie niet duidelijk is.
Inmiddels zijn 9 gibberellinen bekend geworden, met specifieke werking. Beschouwen we de invloed van deze verschillende stoffen bij sla, die volgens het onderzoek van RAPPAPORT c.s. (40, 41, 42) ongeveer op gelijke wijze als andijvie op de invloed van temperatuur en licht reageert, dan blijkt (WITTWER en BUKOVAC, 60) dat GA_3 het meest effectief is voor stengelstrekking en vroege bloei.
VARGA (49) vond bij de aan andijvie verwante witlof, dat na behandeling met GA_3 het schieten wordt vervroegd, en de plant eerder generatief wordt.
Omtrent de reactie van andijvie op een behandeling met GA_3 werd door HARRINGTON, RAPPAPORT en HOOD (18) gevonden dat GA_3 de bloei versnelt, doch dat na herhaalde GA_3-behandelingen de bloeiwijzen duidelijk veranderen; deze worden kleiner, lichtblauw en langgesteeld.
RAPPAPORT en BONNER (38) vonden dat een GA_3-behandeling bij jonge planten zowel de werking van de koude bij ZV als de LD kan vervangen, speciaal wanneer herhaaldelijk GA_3 wordt toegediend.

Bij mijn eigen onderzoek werd gewerkt met GA_3 dat, gezien de resultaten met sla, waarschijnlijk ook voor andijvie het meest effectief is voor stengelstrekking en bloei. De gebruikte concentratie was 100 dpm.
Er werd gedurende 0, 1, 2, 3 of 4 weken gevernaliseerd, tot 2/5/62. Een deel van het zaad werd gevernaliseerd in water, een deel in GA_3. Daar het bleek dat GA_3 tijdens de vernalisatie geen invloed heeft op het schieten en de bloei, hetgeen ook reeds door RAPPAPORT en BONNER (38) werd gevonden, wordt bij de verdere bespreking alleen gerekend met de normaal in water gevernaliseerde planten. Na ZV werd LD of KD gegeven. Vanaf 29/5/62, dus 27 dagen na ZV, werden de planten met GA_3 behandeld door 3 maal per week ongeveer 0,1 cc op de top te druppelen. De behandeling werd gestaakt wanneer de

bloeiwijze zichtbaar werd. Er werd uitgegaan van 20 planten per behandeling. In tabel 13 wordt het gemiddeld aantal dagen vanaf het einde van de ZV tot schieten in LD of KD gegeven. Het blijkt dat GA_3 zowel in LD als in KD het schieten bevordert, met uitzon-

TABEL 13. De invloed van GA_3 op het schieten, uitgedrukt in aantal dagen vanaf het einde der ZV tot schieten. Er werd gevernaliseerd gedurende 0, 1, 2, 3 of 4 weken, waarna LD of KD werd gegeven.

TABLE 13. The effect of a treatment with GA_3 on stem elongation, expressed as number of days from the end of the seed vernalization until bolting. The plants were vernalized during 0, 1, 2, 3 or 4 weeks, followed by long day or short day.

		Duur zaadvernalisatie (*Duration of the seed vernalization*)				
		0 w.	1 w.	2 w.	3 w.	4 w.
	in LD					
- GA_3		55,6	55,7	48,3	26,2	24,6
+ GA_3		35,0	33,2	32,0	25,1	25,5
	in KD					
- GA_3		--	--	--	69,2	62,2
+ GA_3		35,6	35,8	35,5	35,6	35,2

dering van de gedurende 3 w. en 4 w. gevernaliseerde planten in LD, die reeds gingen schieten voordat met de GA_3-behandelingen werd begonnen. Verder zien we dat bij een behandeling met GA_3 de planten vrijwel gelijktijdig gaan schieten. In LD lijkt het aantal dagen tot schieten enigszins af te nemen naarmate langer werd gevernaliseerd, doch in KD gaan de met GA_3 behandelde planten, onafhankelijk van de duur van de vernalisatie, gelijk schieten en ook gelijk met de ongevernaliseerde planten in LD, die met GA_3 behandeld werden. Beschouwen we het moment, waarop de planten gaan bloeien, waarbij als „bloei" wordt aangemerkt de bloei van de bloeiwijze aan de top, dan is het aantal dagen vanaf het einde van de ZV tot bloeien voor de planten in LD:

	na 0 w.	1 w.	2 w.	3 w.	4 w. ZV
- GA_3:	110,3	122,5	96,3	50,1	47,7
+ GA_3:	89,1	87,3	76,8	45,7	45,8

Van de onbehandelde en gedurende 0, 1 of 2 weken gevernaliseerde planten gingen resp. 4, 6 en 14 van de 20 planten bloeien. Het blijkt dat GA_3 de bloei versnelt, en dat het aantal dagen tot bloei afneemt naarmate langer wordt gevernaliseerd.

De met GA_3 behandelde planten in KD gingen veel later bloeien dan die in LD, doch bij een groot aantal planten ging de bloeiwijze aan de top niet open en was dus geen vergelijkbare bloeidatum waar te nemen. Gezien echter de mate van bloei van de zijstengels, lijkt

er echter geen verschil te bestaan tussen de gedurende 0 tot 3 weken gevernaliseerde planten, die ongeveer 130 dagen na ZV gingen bloeien, terwijl de gedurende 4 weken gevernaliseerde planten eerder gingen bloeien, nl. 96 d. na ZV. Het blijkt dus dat bij planten in KD een behandeling met GA_3 de bloei aanzienlijk versnelt, gezien het feit dat bij de onbehandelde planten zelfs na 4 w. ZV bij het einde van het experiment nog geen bloeiende planten voorkwamen. De stengelstrekking verloopt in KD altijd bijzonder traag. Het grootste effect van een behandeling met GA_3 werd dus waargenomen bij de planten in KD. Het feit dat GA_3 in een aantal gevallen de bloei indirect bevordert via stengelstrekking, zoals door WELLENSIEK (53) werd opgemerkt, blijkt dus ook voor andijvie te gelden.

7. SAMENVATTING EN BESPREKING

Andijvie kan onder alle omstandigheden, waarbij nogeen redelijke groei mogelijk is, uiteindelijk gaan schieten en bloeien, behalve bij de lage temperatuur van 5°C, waarbij de groei zeer gering was en de planten zelfs na 1½ jaar niet gingen schieten. In korte dag (KD) bij normale temperatuur blijft de plant lang vegetatief, doch gaat uiteindelijk toch schieten en bloeien.

Twee factoren, die het moment waarop de plant gaat schieten en bloeien belangrijk beïnvloeden, zijn temperatuur en licht. We beschouwen nu eerst de invloed van de temperatuur op de groei en ontwikkeling van de plant vanaf het eerste begin, het kiemende zaad, en daarna de invloed van het licht, mede in combinatie met de temperatuur.

1. *Vernalisatie.* Een periode van lage temperatuur (5°C), in een vroeg groeistadium gegeven, blijkt het schieten belangrijk te versnellen. Wanneer de planten bij het begin van de vernalisatie reeds wat ouder zijn, blijken de ongevernaliseerde planten in lange dag (LD) eerder te schieten dan de gevernaliseerde. In KD gaan de ongevernaliseerde planten zeer laat schieten en wordt het schieten door vernalisatie altijd sterk versneld. Voor het bereiken van een maximaal effect kan bij zaadvernalisatie (ZV) met minder koude worden volstaan dan bij plantvernalisatie (PV).

2. *Devernalisatie.* Het effect van ZV kan, wanneer niet te lang wordt gevernaliseerd, door hoge temperatuur direct na vernalisatie worden te niet gedaan. Wanneer echter tussen de vernalisatie en de behandeling bij hoge temperatuur enige dagen normale temperatuur wordt gegeven, treedt na een behandeling bij hoge temperatuur geen devernalisatie op. De minimale duur van de periode normale temperatuur hangt af van de duur van de vernalisatie. Naarmate langer gevernaliseerd wordt, kan korter normale temperatuur worden gegeven, terwijl na 4 weken ZV, direct gevolgd door hoge temperatuur, geen devernalisatie meer optreedt. De gevernaliseerde toestand is blijkbaar tijdens de langere vernalisatie of tijdens de normale temperatuur reeds gestabiliseerd. Door PURVIS en GREGORY (37) werd bij winterrogge een soortgelijk verschijnsel gevonden.

3. *Onderbroken vernalisatie.* Wanneer de ZV wordt onderbroken met normale temperatuur gedurende 1 week, wordt het schieten vertraagd vergeleken met ononderbroken vernalisatie van gelijke duur. Het moment, waarop de onderbreking gegeven wordt, bepaalt de mate van vertraging. Deze is het grootst wanneer aan het begin van de vernalisatie wordt onderbroken. De normale temperatuur werkt in dit geval dus antivernaliserend.

4. *Invloed blad.* Bij plantvernalisatie blijkt het blad tijdens de koude geen rol te spelen.

5. *5-Fluoruracil.* Een behandeling met de groei-remmende stof 5-FU vóór, tijdens of na de vernalisatie, blijkt niet van invloed te zijn op het vernalisatieproces.

6. *Gibberellazuur (GA_3).* Andijvie gaat onder niet optimaal inductieve omstandigheden na een behandeling met GA_3 versneld schieten en bloeien. De mate van versnelling is afhankelijk van de overige omstandigheden. In KD is het verschil tussen de onbehandelde en behandelde planten bijzonder groot en komt het effect van ZV bij de met GA_3 behandelde planten niet of nauwelijks tot uitdrukking. GA_3 bevordert in hoge mate de stengelstrekking, waardoor tevens de bloei wordt vervroegd.

7. *Normale temperatuur.* Aanvankelijk wordt het schieten dus door lage, vernaliserende temperatuur bevorderd en wordt het schieten door hogere temperatuur vertraagd en wel des te sterker naarmate deze hoger is. Op een later moment van het groeiproces echter, wordt de ontwikkeling in generatieve richting door hogere temperaturen bevorderd.

8. *Zeer hoge temperatuur (35°C).* Zeer hoge temperatuur kan door de andijvieplant bijzonder goed worden verdragen, zelfs bij langdurige behandeling. Wanneer ongevernaliseerde planten permanent bij 35°C worden geteeld, blijken deze sneller te gaan schieten dan planten bij normale temperatuur en het schieten wordt dus door zeer hoge temperatuur bevorderd. Wordt de plant echter gedurende een korte periode bij 35°C opgekweekt, dan blijkt deze hoge temperatuur het schieten sterk te vertragen, en antivernaliserend te werken. Een soortgelijke antivernaliserende werking werd door NAPP-ZINN (32) bij *Arabidopsis* gevonden.

De reactie van andijvie op verschillende temperaturen vertoont grote overeenkomst met die van wintergranen. Bij het vernalisatieonderzoek van deze gewassen, samengevat door PURVIS (36), blijken temperaturen tussen 1 en 6 à 7°C optimaal vernaliserend te werken. De werking neemt af bij lagere en bij hogere temperaturen en verdwijnt geheel tussen 12-14°C. Boven 15 à 17°C begint het devernaliserend effect van hogere temperaturen.

9. *Daglengte.* Zowel ongevernaliseerde als gevernaliseerde planten gaan eerder schieten, naarmate de daglengte groter is. Permanent KD remt het schieten aanzienlijk. Geen bloeiversnellend effect werd gevonden van een korte periode KD, bij ongevernaliseerde planten direct na het zaaien gegeven, of bij gevernaliseerde planten direct na de vernalisatie gegeven. Dit is in tegenstelling tot de mening van HARRINGTON c.s. (19). Alleen wanneer vóór PV in KD werd opgekweekt, werd een bloeiversnellend effect van de KD waargenomen. Een soortgelijk effect werd door JUNGES (23) gevonden, wanneer rode bieten in KD bij lage lichtintensiteit werden opgekweekt, en door NAPP-ZINN (34) bij *Arabidopsis*, wanneer vóór de koude bij lage lichtintensiteit, dus bij een geringere lichthoeveelheid, werd opgekweekt.

10. *Lichtintensiteit.* Verlaging van de lichtintensiteit bevordert soms het schieten, doch remt soms ook. Klaarblijkelijk spelen dus andere factoren mee, zonder dat uitgemaakt kon worden welke dit zijn.

11. *Praktische teelt.* We beschouwen nu de praktische teelt van andijvie, aan de hand van de ons bekende reacties van de plant op temperatuur en licht. Bij de *consumptieteelt* van andijvie in de volle grond, zoals deze vroeger uitsluitend werd uitgevoerd, was de kans op mislukking vrijwel uitgesloten, mits op geschikte grond werd geteeld. Er werd na 21 juni buiten gezaaid, de temperatuur was dan betrekkelijk hoog en tijdens de groeiperiode nam de daglengte steeds meer af. Onder invloed van deze beide factoren bleef de plant dus lang vegetatief.
Thans wordt andijvie reeds vroeg in het voorjaar gezaaid en moet bij vrij hoge temperatuur worden opgekweekt om vroegtijdig schieten te voorkomen (BUISHAND c.s., 8, 9). De tijdens de groei steeds groter wordende daglengte kan het schieten bevorderen, doch de grotere lichthoeveelheid bevordert de vegetatieve groei, zodat het gewas, met uitzondering van de zeer vroege zaaisels, sneller geoogst kan worden dan bij de teelt in het najaar. De kroppen kunnen bij de oogst kleiner zijn, doch er wordt dichter geplant.

Bij de *zaadteelt* kunnen door vernalisatie het schieten en de bloei worden vervroegd. Hierdoor kan het zaad tijdig afrijpen, en wordt prenatale vernalisatie in het najaar voorkomen. Na langdurige vernalisatie bestaat het gevaar dat de vegetatieve groei van de plant afneemt, mede onder invloed van de natuurlijke lange dag, en per plant minder zaad wordt geoogst.

SUMMARY: THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF ENDIVE

Endive is a plant that ultimately bolts and flowers under almost all growing conditions. Photo 1 shows the development of the apical bud from the vegetative until the generative phase. The two main factors which influence bolting and flowering are temperature and light; their influence on both growth and development has been investigated.

1. From experiments with periodical dates of sowing, different raising-temperatures (graph 1), and 4 different growing-conditions data were obtained about:
(a) The influence of the temperature during the raising-period. The most favourable temperature for the growth of the seedling proves to be about 15°C (graphs 2 and 3, photo 2). However, with increasing raising-temperature the crop weight increases (graphs 8-11) since bolting is delayed (graphs 4-7).
(b) The influence of extra light during the raising-period. Extra light is favourable for the growth of the seedling (table 1), and delays bolting (table 2), but does not always increase crop weight (table 3).
(c) The influence of short day during the raising-period. In the seedling-stage short day inhibits growth (table 4), delays bolting (table 5), but does not substantially influence crop weight (table 6).
(d) The influence of the 4 different growing conditions (open field, cold frame, glasshouse, in the field covered with cheese-cloth: photo 3). High temperature stimulates bolting and increases crop weight (graphs 12-16, table 7). Plants that received low temperature in the seedling-stage, however, do not increase their crop weight.

2. *Vernalization.* Low temperature (5°C) given during germination or in the seedling-stage promotes bolting and flowering as shown in graphs 17 and 18. In short day, vernalization accelerates bolting considerably, independent of the age of the plant at the time of vernalization. In long day, however, unvernalized plants start bolting earlier than plants which were already rather old at the time of vernalization (tables 11 and 12).

3. *Interrupted vernalization.* Interruption of seed vernalization by normal temperature for 1 week delays bolting in comparison with non-interrupted vernalization for the same length of time, and depends on the moment of the interruption (graph 19). An interruption at the beginning of the vernalization has the greatest effect and induces anti-vernalization.

4. *Devernalization.* The effect of seed vernalization can be nullified by high temperature (35°C) given immediately after vernalization, especially when vernalization is applied for not too long

a period (graphs 20 and 21). Normal temperature between vernalization and high temperature prevents devernalization (graphs 22 and 23).

5. *Influence of the leaf.* For plant vernalization the presence of leaves is not essential.

6. *5-Fluorouracil.* A treatment with the growth-inhibiting substance 5-FU, before, during or after vernalization, has no influence on the vernalization-process (tables 8, 9 and 10).

7. *Gibberellic acid (GA_3).* After treating with GA_3, endive starts bolting and flowering under non-optimal inductive conditions. In short day a considerable difference exists between non-treated and GA_3-treated plants, independent of seed vernalization (table 13). GA_3 promotes stem elongation, which results in early flowering.

8. *Influence of high temperature (35°C).* Endive can support high temperature very well, even for prolonged periods. In unvernalized plants grown at 35°C bolting is accelerated in comparison with plants grown at normal temperature (graph 20). However, a short period of high temperature given after sowing, inhibits bolting and induces anti-vernalization.

9. *Influence of daylength.* Increasing daylength promotes early bolting in unvernalized as well as in vernalized plants (graphs 24-28). A short period of short day does not promote flowering in unvernalized plants when given immediately after sowing (graph 29), nor in vernalized plants when given immediately after vernalization (graph 27). The only flower-promoting action of short days has been observed when short days precede vernalization (tables 11 and 12).

10. *Influence of light intensity.* Low light intensity sometimes promotes and sometimes inhibits bolting, evidently depending on other factors which have not been elucidated.

11. *Practical growing.* In the past endive *for vegetable production* was normally sown in the field after the 21st of June. The high temperature as well as the decreasing daylength keep the plant in the vegetative stage for a very long time and almost completely prevent bolting.

Nowadays endive is sown under glass early in spring and raised at fairly high temperatures in order to prevent early bolting. Though the increasing daylength in this time of the year may promote bolting, the increasing total light quantity stimulates the vegetative growth which shortens the period of cultivation and allows an early harvest when compared with a crop sown later in the year. At harvest time the spring sown plants may be smaller, but owing to the smaller distances of planting there are more plants per unit of surface.

When growing endive *for seed production,* seed vernalization prior to sowing is a useful expedient to promote bolting and flowering.

It creates favourable conditions for the early ripening of the seed and this prevents vernalization of the unripe seed in autumn. Prolonged seed vernalization may hamper the vegetative growth and, in combination with the natural long day of summer, influence the ensuing seed production unfavourably.

LITERATUUR

1. B., L.: Andijvie zaaitijdenproef. Beneluxproeven. Tuinbouwberichten **27**, 1963: 82–83 en 130–131.
2. BARENDSE, G.W.M.: Devernalization in *Cheiranthus allionii*. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. C **66**, 1963: 183–188.
3. BEYER, J.J.: De terminologie van de bloemaanleg der bloembolgewassen. Meded. Landbouwhogesch. Wageningen **46**, 1942: 1-17.
4. BLOEMSMA, D. en VELDMAN, G.: Vroege andijvieteelt. Stichting Tuinbouwvoorbeeldbedrijf Harderwijk, Apeldoorn, Rijkstuinbouwconsulentsch., 1953: 21 pp.
5. BONNER, J. and ZEEVAART, J.A.D.: Ribonucleic acid synthesis in the bud. An essential component of floral induction in *Xanthium*. Plant Physiol. **37**, 1962: 42-49.
6. BUISHAND, Tj.: Teeltonderzoek. Andijvie-zaaitijdenproef. Zevende Jaarversl. Proefstat. Groenteteelt in de volle grond, Alkmaar, 1961: 71-72.
7. BUISHAND, Tj.: De vroege teelt van andijvie in de volle grond. Groenten en fruit **17**, 1961: 736-737 en **18**, 1963: 1175-1177.
8. BUISHAND, Tj.: De kunst van het vroeg andijvie telen in de volle grond. Tuinderij **3**, 1963: 248-249.
9. BUISHAND, Tj., KRAKER, J.DE en BREEBAART, G.: Teelt- en rassenonderzoek bij andijvie in 1963. Rapp. No 9 Proefstat. Groenteteelt in de vollegrond, Alkmaar, 1964: 36 pp..
10. CANDOLLE, A. DE: L'origine des plantes cultivées. 5e ed., Paris, Félix Alcan, 1912: 77-78.
11. CHOUARD, P.: La journée courte ou l'acide gibbérellique comme succédanés du froid pour la vernalisation d'une plante vivace en rosette, le *Scabiosa succisa* L. C.R. Acad. Sci. (Paris) **245**, 1957: 2520-2522.
12. CHOUARD, P.: Vernalization and its relation to dormancy. Ann. Rev. Plant Physiol. **11**, 1960: 191-238.
13. DODONAEUS, R.: Cruijdtboeck. Leyden, 1608: 1074-1076.
14. DOORENBOS, J. and RIEMENS, P.C.: Effect of vernalization and daylength on number and shape of leaves in chicory and endive. Acta Bot. Neerlandica **8**, 1959: 33-37.
15. DOORENBOS, J. and WELLENSIEK, S.J.: Photoperiodic control of floral induction. Ann. Rev. Plant Physiol. **10**, 1959: 147-184.
16. GIBAULT, G.: Histoire des légumes. Paris, Librairie Horticole, 1912: 107-111.
17. GOTT, M.B., GREGORY, F.G. and PURVIS, O.N.: Studies in vernalization of cereals. XIII. Photoperiodic control of stages in flowering between initiation and ear formation in vernalised and unvernalised Petkus winter rye. Ann. of Bot. N.S. **19** , 1955: 87-126.
18. HARRINGTON, J.F., RAPPAPORT, L. and HOOD, K.J.: Influence of gibberellins on stem elongation and flowering of endive. Science **125**, 1957: 601-602.
19. HARRINGTON, J.F., VERKERK, K. and DOORENBOS, J.: Interaction of vernalization, photoperiod and light intensity in floral initiation of endive. Neth. Journ. Agric. Sci. **7**, 1959: 68-74.
20. HARTMAN, Th.A.: After-effects of low temperature on leaf morphology of *Cichorium intybus* L. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. C **59**, 1956: 677-684.
21. HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mittel-Europa. München, J.F. Lehmanns Verlag, 1928: 992-1000.

22. HUYSKES, J.A., TOLSMA, S. en WINDEN, W.P. VAN: Andijvie het jaar rond. Tuinbouwgids 1959: 404.
23. JUNGES, W.: Die Wirkung von Tageslänge und Lichtintensität in der Präthermophase bienner Pflanzen. Ber. D. Bot. Ges. 71, 1958: 197-204.
24. LANG, A.: Physiology of flowering. Ann. Rev. Plant Physiol. 3, 1952: 265-306.
25. LANG, A. und MELCHERS, G.: Vernalisation und Devernalisation bei einer zweijährigen Pflanze. Z. Naturforsch. 2b, 1947: 444-449.
26. LANG, A. and REINHARD, E.: Gibberellins and flower formation. Adv. in Chem. Ser. 28, 1961: 71-79.
27. MANSFELD, R.: Die Kulturpflanze. Vorläufiges Verzeichnis landwirtschaftlich oder gärtnerisch kultivierter Pflanzenarten. Berlin, Akademie Verlag, 1959: 449-450.
28. MEEREBOER, P.J.: De invloed van de temperatuur en de daglengte op het doorschieten van zomerandijvie. Tuinbouw 2, 1947: 84-88.
29. MURNEEK, A.E. and WHYTE, R.O.: Vernalization and photoperiodism. A symposium. Waltham, Mass., U.S.A., Chronica Botanica Company, 1948: 193 pp.
30. MUIJEN, J.C.: De Nederlandsche groentekweeker. Zutphen, P. van Belkum Azn, 1905: 108-110.
31. MUIJZENBERG, E.W.B. VAN DEN: The influence of the air conditioned glasshouse on the growth of plants. Rept. 13th Int. Hort. Congr. 1952: 895-903.
32. NAPP-ZINN, K.: Untersuchungen über das Vernalisationsverhalten einer winterannuellen Rasse von *Arabidopsis thaliana*. Planta 50, 1957: 177-210.
33. NAPP-ZINN, K.: Vernalisation, Licht und Alter bei *Arabidopsis thaliana* (L.) HEYNH. I. Licht und Dunkelheit während Kälte- und Wärmebehandlung. Planta 54, 1960: 409-444.
34. NAPP-ZINN, K.: Vernalisation, Licht und Alter bei *Arabidopsis thaliana* (L.) HEYNH. II. Die Rolle der vor und nach der Kältebehandlung herrschenden Lichtintensität. Planta 54, 1960: 443-452.
35. NAPP-ZINN, K.: Vernalisation und verwandte Erscheinungen. Handb. d. Pflanzenphysiol. 16, Berlin, Springer Verlag, 1961: 24-75.
36. PURVIS, O.N.: The physiological analysis of vernalisation. Handb. d. Pflanzenphysiol. 16, Berlin, Springer Verlag, 1961: 73-122.
37. PURVIS, O.N. and GREGORY, F.G.: Studies in vernalisation. XII. The reversibility by high temperature of the vernalised condition in Petkus winter rye. Ann. of Bot. N.S. 16, 1952: 1-21.
38. RAPPAPORT, L. and BONNER, J.: Interactions of gibberellin, vernalization, photoperiod and temperature in the flowering of endive. Plant Physiol. 35, 1960: 98-102.
39. RAPPAPORT, L. and WITTWER, S.H.: Stimulation of flowering by vernalization of endive seedlings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67, 1956: 438-439.
40. RAPPAPORT, L. and WITTWER, S.H.: Flowering in head lettuce as influenced by seed vernalization, temperature, and photoperiod. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67, 1956: 429-437.
41. RAPPAPORT, L. and WITTWER, S.H.: Night temperature and photoperiod effects on flowering of leaf lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68, 1956: 279-282.
42. RAPPAPORT, L., WITTWER, S.H. and TUKEY, H.B.: Seed vernalization and flowering in lettuce *(Lactuca sativa)*. Nature 178, 1956: 51.
43. RIEMENS, J.M.: Groenteteelt onder glas. 2e druk, Groningen, P. Noordhoff, 1956: 118-125.

44. SALISBURY, F.B.: The dual role of auxin in flowering. Plant Physiol. 30, 1955: 327-334.
45. SALISBURY, F.B.: The flowering process. Oxford, Pergamon Press, 1963: 234 pp.
46. SLIKKE, C.M. VAN DER: Beknopt leerboek der groenteteelt. Groningen, Wolters, 1948: 115-119.
47. SNEEP, J.: Enige ervaringen op het gebied van de zaadteelt. Meded. I.V.T., 17, 1950: 21-31.
48. TUINBOUWPLANTENTEELT, HET LABORATORIUM VOOR: De nieuwe toepassing van de electriciteit. Nieuwe Veldbode 7, 1940: 11-12.
49. VARGA, A.: Tuinbouwkundige toepassingen van GA_3. Wageningen, L.E.B. fonds, 1963: 84 pp. Diss.
50. VERKERK, K.: Extra belichting bij vroege andijvie. Meded. Dir. Tuinbouw 14, 1951: 925-940.
51. WATERSCHOOT, H.F.: Effects of temperature and daylength on flowering in *Dianthus barbatus* L. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. C 60, 1957: 318-323.
52. WELLENSIEK, S.J.: Flower formation in *Campanula medium*. Meded. Landbouwhogesch. Wageningen 60, 1960: 1-18.
53. WELLENSIEK, S.J.: Gibberellin and flowering. Symposium „Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline", Giessen, 1-3/12/60, Berlin, Springer Verlag, 1962: 60-68.
54. WELLENSIEK, S.J.: Dividing cells as the prerequisite for vernalization. Plant Physiol. 1964, ter perse.
55. WELLENSIEK, S.J. and BARENDSE, G.W.M.: Flower-formation in *Cheiranthus allionii*. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. C 66, 1963: 123-131.
56. WELLENSIEK, S.J., DOORENBOS, J. et ZEEVAART, J.A.D.: L'action du froid dans le processus de la vernalisation. Bull. Soc. Franç. de Physiol. Veget. 2, 1956: 1-13.
57. WIEBOSCH, W.A.: Het veranderen van de vernalisatietoestand als hulpmiddel bij de plantenveredeling. Meded. Dir. Tuinbouw 13, 1950: 593-607.
58. WIEBOSCH, W.A.: Enige algemene wenken over jarowisatie. Zaadbelangen 15, 1961: 474-475.
59. WIEBOSCH, W.A.: Jarowisatie bij groentegewassen. Tuinbouwgids 1962: 524-525.
60. WITTWER, S.H. and BUKOVAC, M.J.: Quantitative and qualitative differences in plant response to the gibberellins. Amer. J. Bot. 49, 1962: 524-529.
61. ZEEVAART, J.A.D.: DNA multiplication as a requirement for expression of floral stimulus in *Pharbitis nil*. Plant Physiol. 37, 1962: 298-304.