

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK

Verslagen
nr. 9, 1977

Bladvormingssnelheid bij erwten als
ontwikkelingsverschijnsel in relatie
tot temperatuur en rasvroegheid

door

H.D. Gmelig Meyling

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
Inleiding	5
Invloed van daglengte en lichtintensiteit op de ontwikkeling tot bloei in relatie tot de temperatuur	5
Invloed van daglengte en lichtintensiteit op de bladvormingssnelheid in relatie tot de temperatuur	6
De bladvormingssnelheid als functie van de temperatuur onder natuurlijke daglichtcondities	8
Droge-stofproductie tegen de achtergrond van blad- vorming en ontwikkeling in relatie tot temperatuur en rasvroegheid	9
Literatuur	12

303423.

Inleiding

Naast andere factoren heeft de temperatuur een sterke invloed op zowel groei als ontwikkeling bij planten. Een typisch voorbeeld van de relatie tussen temperatuur en ontwikkelingssnelheid kan onder meer gevonden worden bij erwten (Leitch, 1916; Kopetz, 1943 en Van Dobben, 1962).

Uit proeven van Ottosson (1958) kwam de invloed van de lichtintensiteit op de ontwikkelingssnelheid naar voren. Verder bleek uit een onderzoek van Went (1957), dat de snelheid van de bladvorming bij de erwt behalve van daglengte en lichtsterkte in sterke mate afhankelijk is van de temperatuur.

De vraag doet zich voor of uit de bladvormingssnelheid de mate van ontwikkeling tot de bloei kan worden afgeleid.

Voorts lijkt het nuttig meer informatie te verkrijgen over de samenhang tussen de bladvorming en de temperatuur en rasvroegeheid in verband met de droge-stofproductie.

Invloed van daglengte en lichtintensiteit op de ontwikkeling tot bloei in relatie tot de temperatuur

Het rassensortiment kan verdeeld worden in lange-dag- en dagneutrale typen.

Uit onderzoekingen van o.a. Kopetz (1939), Reath en Wittwer (1952) en Riepma (1954) blijkt dat vroege rassen over het algemeen dagneutraal zijn. Ze worden dan ook niet of nauwelijks door de daglengte in hun ontwikkeling tot bloei beïnvloed, hetgeen eveneens in onze proeven naar voren kwam.

Over het effect van de lichtintensiteit in relatie tot de rasvroegeheid waren tot nu toe geen gegevens bekend. Uit figuur 1, waarin voor een vroeg en een laat ras het verband is aangegeven tussen het aantal dagen vanaf opkomst tot bloei en de temperatuur in relatie tot daglengte en lichtintensiteit, blijkt dat het vroege ras de minste reactie vertoont t.a.v. daglengte en lichtintensiteit. De reactie van vroege en late rassen op de temperatuur is echter nagenoeg gelijk.

Bij opeenvolgende zaaitijdstippen in het open veld zijn de verschillen in ontwikkeling tot bloei tussen vroege en

late rassen groter naarmate eerder in het seizoen wordt gezaaid, doordat bij vroeg zaaien de daglengte voor de late, meestal daglengtegevoelige, rassen nog niet optimaal is (figuur 2).

Eerst bij zaaien na begin mei neemt de duur tot bloei rechtevenredig af met de rasvroegheid, doordat dan de daglengte voor de late typen wel optimale waarden bereikt.

Hetzelfde doet zich voor wanneer de lichtintensiteit te laag blijft, b.v. bij zaaien in januari in kassen, ook al wordt de natuurlijke daglengte kunstmatig met zwak licht verlengd tot 17 uur (figuur 3).

In de praktijk wordt bij opeenvolgende zaaitijden de tijd tussen opkomst en bloei steeds korter door het toenemen van zowel temperatuur, daglengte als lichtintensiteit. Bij nagenoeg gelijke zaaitijdstippen in verschillende jaren kunnen de temperatuur en de lichtintensiteit van jaar op jaar zodanig verschillen dat de ontwikkelingsperioden ook binnen één ras sterk kunnen variëren.

Invloed van daglengte en lichtintensiteit op de bladvormings-
snelheid in relatie tot de temperatuur.

Binnen een daglengtetraject van 13-18 uur heeft de daglengte nauwelijks enige invloed op de bladvormingssnelheid. Dit geldt zowel in relatie tot de temperatuur als in relatie tot de rasvroegheid (tabel 1).

Tabel 1. Daglengteïnvloed op de bladvormingssnelheid (aantal bladeren dag⁻¹) in relatie tot temperatuur en rasvroegheid *)

ras	gem. temp. in °C			
	12		20	
	daglengte in uren dag ⁻¹			
	13	18	13	18
Aurora (vroeg)	0,31	0,30	0,46	0,47
Onyx (vroeg)	0,29	0,29	0,46	0,46
Dark Skin Perfection (laat)	0,30	0,30	0,47	0,46

*) zie blz. 7

- *) Opkomst op 10/11 in kassen; natuurlijk daglicht versterkt met 12 uur HPL-licht tot ca. 11.000 Lux en zwak bijbelicht met 100 Watt gloeilampen tot een daglengte van 13 en 18 uur.dag⁻¹ (proefperiode 18 dagen).

Voor een aantoonbare daglengteïnvloed, dient blijkbaar het daglengteverschil groter te zijn dan in ons geval. Went (1957), die wel een invloed van de daglengte op de blad-vormingssnelheid vond, liet in zijn proeven de daglengte variëren van 8-24 uur dag⁻¹. Mogelijk is ook de gebruikte lichtsoort van invloed.

De invloed van de lichtintensiteit is bij lage temperatuur niet aanwezig, maar wordt eerst goed merkbaar bij oplopende temperatuur (tabel 2).

Tabel 2. Invloed van de lichtintensiteit op de bladvormings-snelheid (aantal bladeren dag⁻¹) in relatie tot de temperatuur**

ras	gem.temp. in °C	gem. lichtint. in cal cm ⁻² dg ⁻¹	gem.aantal bladeren dg ⁻¹
Aurora	10,1	288	0,28
Onyx	10,1	288	0,28
Aurora	10,1	43	0,28
Onyx	10,1	43	0,30
Aurora	21,5	202	0,49
Onyx	21,5	202	0,51
Aurora	21,5	30	0,44
Onyx	21,5	30	0,46

- ***) Opkomst op 24/4; buiten en in de kas onder natuurlijke daglichtomstandigheden, waarbij het licht niet of wel is afgeschermd (proefperiode 18 dagen)

Een gecombineerde invloed van daglengte en lichtintensiteit laat zien dat ook deze onafhankelijk verloopt van de rasvroegheid (tabel 3).

Tabel 3. Gecombineerde invloed van daglengte en lichtintensiteit op de bladvormingssnelheid (aantal bladeren dag⁻¹) in relatie tot temperatuur en rasvroegheid.

ras	gem. temp. in °C			
	12		20	
	gem. lichtint. in Lux			
	1) 11.000	2) 800	1) 11.000	2) 800
	daglengte in uren dag ⁻¹			
	13	9	13	9
Aurora (vroeg)	0,31	0,29	0,46	0,34
Onyx (vroeg)	0,29	0,26	0,46	0,31
Dark Skin Perfection (laat)	0,30	0,27	0,47	0,34

- 1) Opkomst op 10/11 in kassen; natuurlijk daglicht versterkt met 12 uur HPL-licht en zwak bijbelicht tot een daglengte van 13 uur dag⁻¹.
- 2) Natuurlijk daglicht kunstmatig afgeschermd bij een natuurlijke daglengte van ca. 9 uur dag⁻¹ (proefperiode 18 dagen).

De bladvormingssnelheid als functie van de temperatuur onder natuurlijke daglichtcondities.

Zoals uit het voorgaande reeds is gebleken, verloopt de invloed van de temperatuur op de bladvormingssnelheid onafhankelijk van de rasvroegheid, hoewel de rasverschillen t.a.v. de bladvormingssnelheid binnen eenzelfde vroegheids-

klasse vrij groot kunnen zijn (figuur 4).

In hoeverre echter, doen de natuurlijke daglengte- en stralingsverschillen een groot deel van het jaar de temperatuursreactie variëren?

Om op deze vraag een antwoord te vinden, werden gedurende twee jaar vanaf medio februari t/m eind december, zowel in potten als in het open veld onder natuurlijke daglichtcondities, twee vroege rassen periodiek uitgezaaid en het aantal bladeren op de 18e dag van opkomst geteld volgens de methode Higgings (1952), waarvan figuur 5 een beeld geeft.

Het verband tussen de gemiddelde bladvormingssnelheid en de gemiddelde temperatuur gedurende de eerste 18 dagen na opkomst voor twee vroege rassen is te zien in figuur 6, waarbij beide rassen nagenoeg niet van elkaar verschillen. Ondanks het feit dat alle waarnemingen betrekking hebben op verschillende perioden, zowel binnen als buiten het normale groeiseizoen, dus onder uiteenlopende omstandigheden van daglengte, temperatuur en straling, verloopt het verband over een breed temperatuurtraject vrijwel rechtlijnig.

Droge-stofproductie, tegen de achtergrond van bladvorming en ontwikkeling in relatie tot temperatuur en rasvroegheid.

Aangezien zowel de ontwikkelingsnelheid tot bloei als de bladvormingssnelheid in sterke mate door de temperatuur worden beheerst, moeten beide verschijnselen nauw aan elkaar gekoppeld zijn.

Wanneer uit de temperatuursinvloed op de bladvormingssnelheid het aantal dagen wordt berekend dat nodig is om de eerste vijf bladeren tot ontplooiing te brengen, blijkt deze tijd af te nemen met oplopende temperatuur (figuur 7). Daar een gelijke relatie optreedt tussen het aantal dagen tot bloei en de temperatuur (figuur 1) kan de bladvormingssnelheid als een ontwikkelingsverschijnsel - zij het morfologisch - in samenhang met de temperatuur worden geïdentificeerd. Het verschil echter is, dat de morfologische ontwikkeling (bladvorming) in tegenstelling tot de generatieve ontwikkeling (tijd tot bloei) onafhankelijk verloopt van de rasvroegheid (figuur 4).

Kennelijk is de bladvormingssnelheid een ontwikkelingsverschijnsel van de soort en de tijd die nodig is om tot bloei te komen, een ontwikkelingsverschijnsel van het ras.

Het tijdstip van de bloei wordt beheerst door een specifiek erfelijk ingebouwd bloeihormonen-mechanisme. De rassen onderscheiden zich dan ook door hun verschillende tijdstippen van bloeivorming, zodat we spreken van vroege en late rassen. Kenmerkend voor vroege rassen is, dat zowel de groeiduur tot de bloei als het aantal bladeren aan de hoofdstengel geringer is dan bij late rassen.

Dit is ook duidelijk te zien uit gegevens van potproeven in kassen. In figuur 8 is het aantal bladeren uitgezet tegen het aantal dagen na opkomst voor een vroeg (Aurora) en een laat (Dark Skin Perfection) ras bij een hoog (18-23 °C) - en een laag (9-13 °C) temperatuursregiem.

Omdat bij een zelfde temperatuur het aantal bladeren bij de bloei vrijwel rechtevenredig is met het aantal dagen tussen opkomst en bloei geeft de helling van de lijn zowel de bladvormingssnelheid als de ontwikkelingssnelheid aan. Voorts blijkt uit de figuur dat bij een zelfde temperatuur ook de groeisnelheid (droge-stofproduktie) onafhankelijk verloopt van de rasvroegheid, een gevolg van het feit dat de bladvormingssnelheid onafhankelijk van de rasvroegheid verloopt. De grotere bladvormingssnelheid bij hogere temperaturen resulteert derhalve in een grotere groeisnelheid t.o.v. lagere temperatuur.

In potproeven met eenstengelige planten, kan dan ook vanwege het ontbreken van een gesloten groen oppervlak het produkt van het halve aantal bladeren in een bepaalde periode (als vervangingseenheid voor het bladoppervlak) en het aantal groeidagen, die onder normale omstandigheden beide door de temperatuur worden beheerst, maatgevend zijn voor de drogestofproduktie tot het moment van de bloei. Dit is te zien in figuur 9 waarin het verband is aangegeven tussen het gemiddeld aantal bladdagen (n dagen \times $\frac{1}{2}$ aantal bladeren n^e dag) en de totale droge-stofproduktie.

Dit verband blijkt nagenoeg onafhankelijk te zijn van rasvroegheid en temperatuur.

In tegenstelling tot een gesloten gewas verloopt bij individuele planten de droge-stofproduktie exponentieel.

Ook in een proef waarbij een gesloten gewasoppervlak werd verkregen kon, hoewel rasverschillen mogelijk zijn, geen verband gevonden worden tussen de rasvroegheid en de groeisnelheid.

In de praktijk zal, indien door voldoende bladvorming de grond goed bedekt wordt, de droge-stofproductie grotendeels door de groeiduur worden bepaald, hetgeen in overeenstemming is met de huidige waarnemingen.

Naast de reeds eerder genoemde vroegheidskenmerken, hebben vroege rassen over het algemeen nog een geringere bladafmeting (i.c. geringer bladgewicht) een hogere blad/stengelverhouding, een korter gewas en een lagere droge-stofproductie ten tijde van de bloei (tabel 4).

Tabel 4. Planthoogte, versgewicht blad⁻¹, blad/stengelverhouding en totaal drooggewicht plant⁻¹ (gegevens bij bloei).

ras	cijfer voor vroegheid	plant-hoogte cm	gem. temp. 12 °C		
			versgew. g blad ⁻¹	blad/stengel	tot. drooggew. in g plant ⁻¹
Aurora	9	61	0,47	0,55	2,03
Onyx	8,5	50	0,38	0,63	1,53
Kelvedon Wonder	7	84	0,50	0,52	2,35
Supcovert	6	92	0,63	0,58	3,00
Cobri	5	105	0,54	0,56	4,42
Dark Skin					
Perfection	3	114	0,70	0,47	6,34
			gem. temp. 20 °C		
Aurora	9	50	0,33	0,89	0,80
Onyx	8,5	37	0,23	0,87	0,63
Kelvedon Wonder	7	63	0,40	0,68	1,04
Supcovert	6	71	0,41	0,68	1,35
Cobri	5	88	0,37	0,66	1,90
Dark Skin					
Perfection	3	97	0,63	0,70	3,38

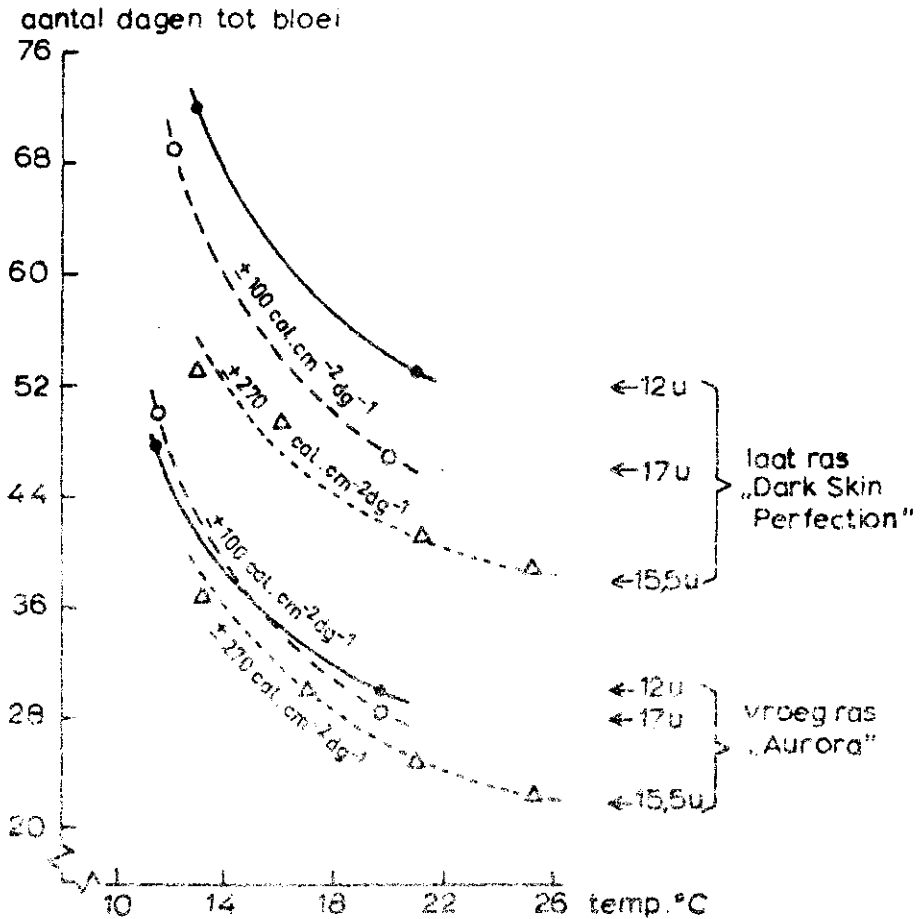
Hoewel reeds uit vroeger onderzoek, zowel het verband tussen de ontwikkelingssnelheid tot bloei en de droge-stofproduktie ten tijde van de bloei (Van Dobben, 1963) als het verband tussen de droge-stofproduktie bij de bloei en de peulopbrengst in samenhang met de temperatuur (Brouwer, 1962) duidelijk bleek, is de peulproduktie in relatie tot de bladvorming en de rasvroegheid nog onvoldoende geanalyseerd. Dit laatste zou meer inzicht kunnen verschaffen in de achtergrond van de beperkingen die vroege rassen bezitten.

Literatuur

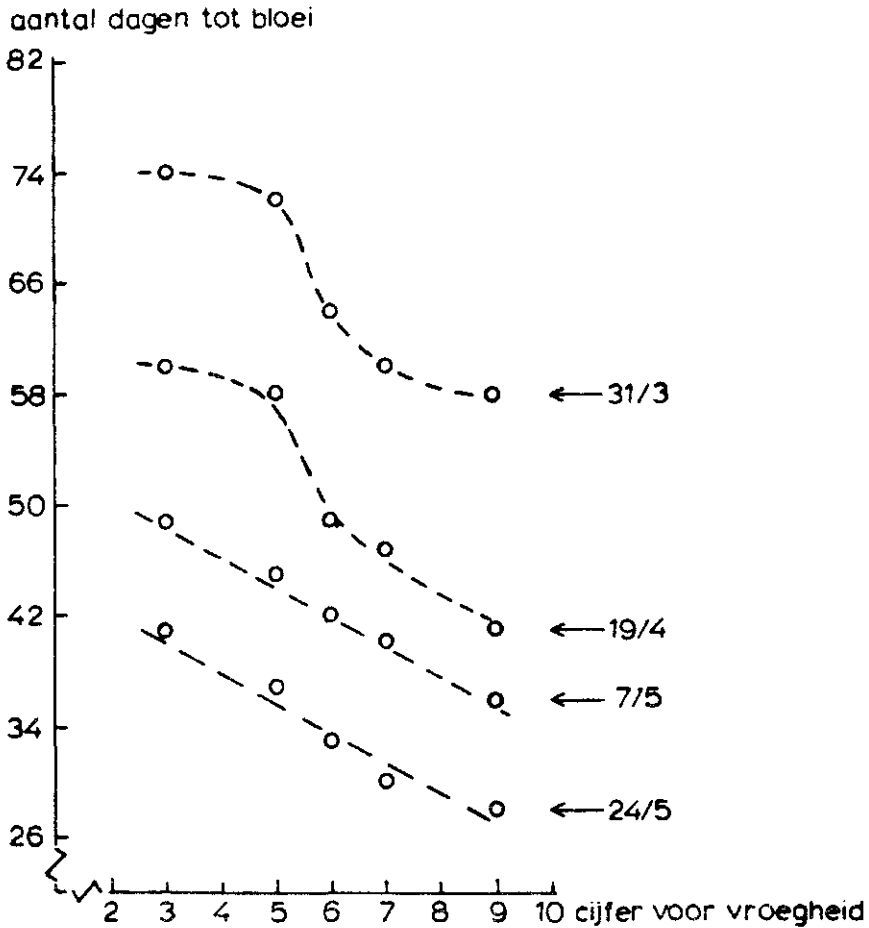
- Brouwer, R., 1962. Distribution of dry matter in the plant. Neth. J. agric. Sci. 10, 361-376.
- Dobben, W.H. van, 1962. Influence of temperature and light conditions on dry matter distribution, development rate and yield in arable crops. Neth. J. agric. Sci. 10, 377-389.
- Dobben, W.H. van, 1963. The physiological background of the reaction of peas to sowing time. Jaarb. IBS, 41-49, Wageningen.
- Higgins, J.J., 1952. Instructions for making phenological observations of garden peas. The Johns Hopkins Univ. Lab. of Climatology, Seabrook, New Jersey.
- Kopetz, L.M., 1939. Photoperiodische Untersuchungen an Pfluckerbsen. Gartenbau Wiss. 12, 299.
- Kopetz, L.M., 1943. Über den Einfluss der Temperature auf Wachstum und Entwicklung Pfluckerbsensorten. Gartenbau Wiss., 17, 255.
- Leitch, I., 1916. Some experiments on the influence of temperature on the rate of growth in *Pisum sativum*. Annals of Bot. 30, 25.
- Ottosson, L., 1958. Growth and maturity of peas for canning and freezing. Inst. of Plant Husbandry, Upsala, 1-112.
- Reath, A.N. and S.H. Wittwer, 1952. The effects of temperature and photoperiod on the development of pea varieties. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60, 301.

Riepma, P. 1954. De daglengtereactie van erwten. Verslag
Centr. Inst. v. Landbk. Onderz., Wageningen.

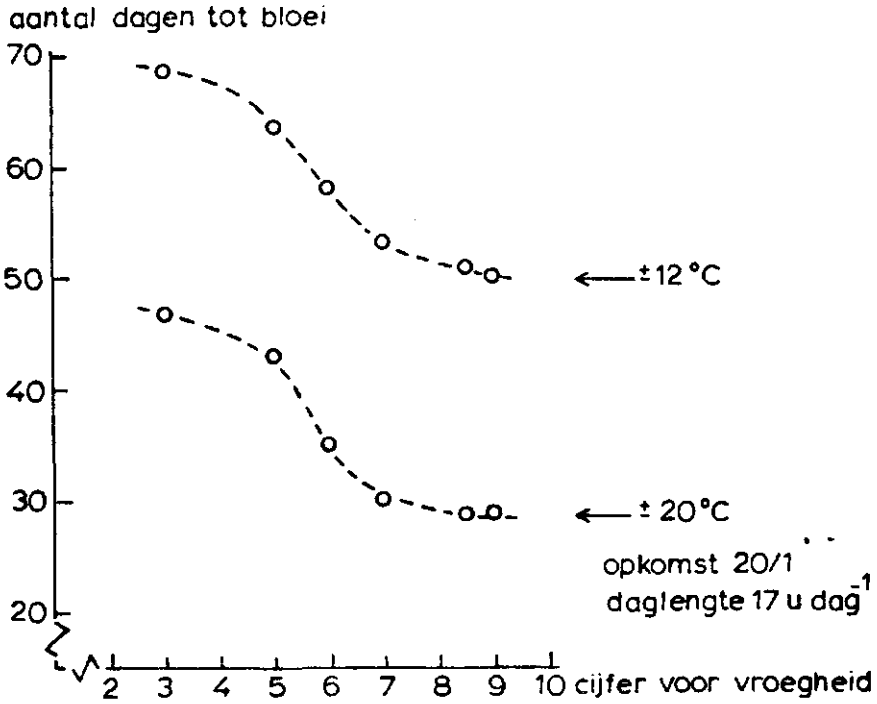
Went, F.W., 1957. The experimental control of plant growth.
With special reference to Earhart Plant Res. Lab. at
the California Inst. of Technology. Waltham, Mass. USA
Chronica Bot. Comp.



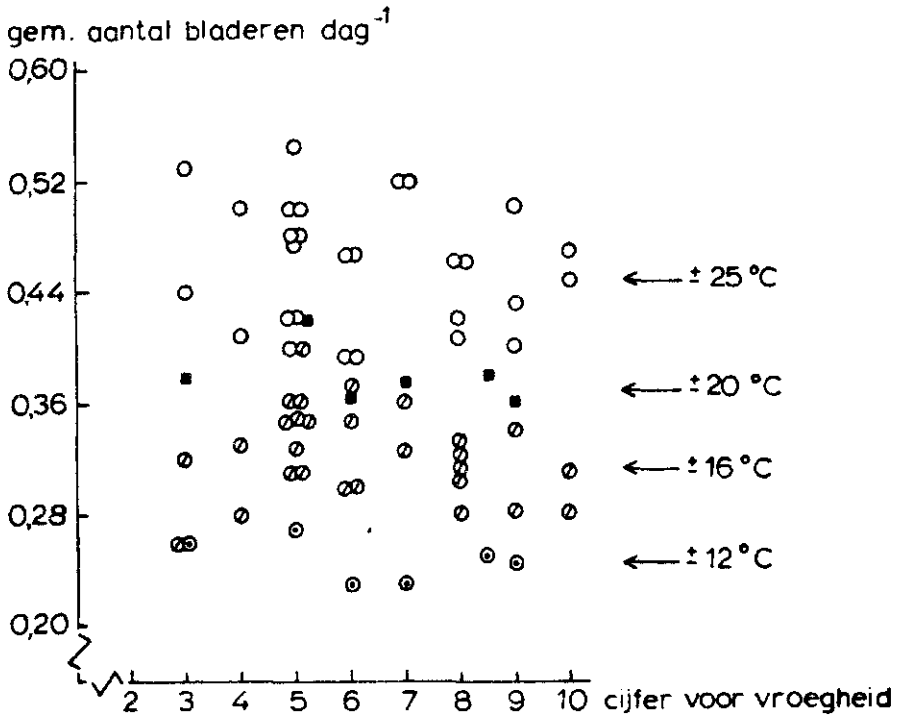
Figuur 1. Het verband tussen het aantal dagen vanaf opkomst tot bloei en de temperatuur in relatie tot daglengte (uren dag⁻¹) en lichtintensiteit (cal cm⁻²dag⁻¹) bij een vroeg en een laas ras.



Figuur 2. Het verband tussen het aantal dagen vanaf opkomst tot bloei en de rasvroegheid bij opeenvolgende opkomsttijdstippen (←), buiten in het open veld.
← 31/3, daglengte bij opkomst 12,4 uur.dag⁻¹
← 19/4, daglengte bij opkomst 14,4 uur.dag⁻¹
← 7/5, daglengte bij opkomst 15,9 uur.dag⁻¹
← 24/5, daglengte bij opkomst 16,9 uur.dag⁻¹



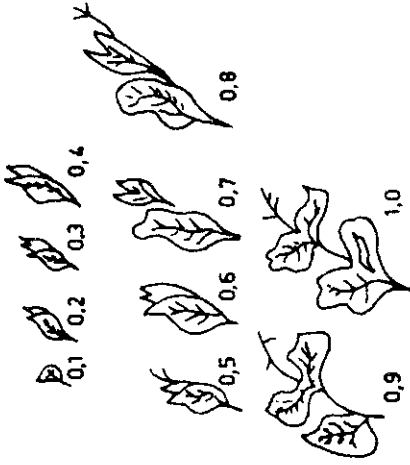
Figuur 3. Het verband tussen het aantal dagen vanaf opkomst tot bloei en de rasvroegheid bij twee temperaturen en sub-optimale lichtintensiteit.



Figuur 4. Het verband tussen de gem. bladvormingssnelheid (aantal bladeren.dag⁻¹) gedurende opkomst tot bloei en de rasvroegheid in relatie tot de temperatuur (alle temperaturen bij lange dag, gelijke lichtintensiteit en verschillende rassen per vroegheidsklasse).

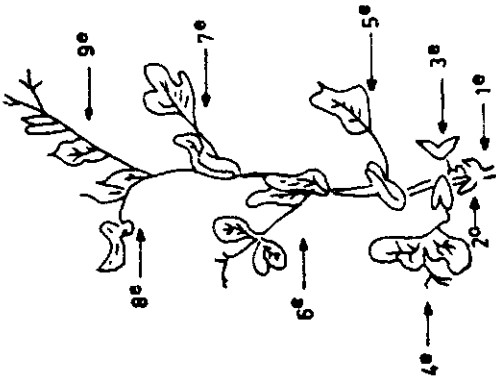
Cijfer voor vroegheid: 10 = zeer vroeg
1 = zeer laat

- ca. 25 °C (uit gegevens van Van Dobben, 1963)
- ca. 20 °C
- ◌ ca. 16 °C (uit gegevens van Van Dobben, 1963)
- ◌ ca. 12 °C



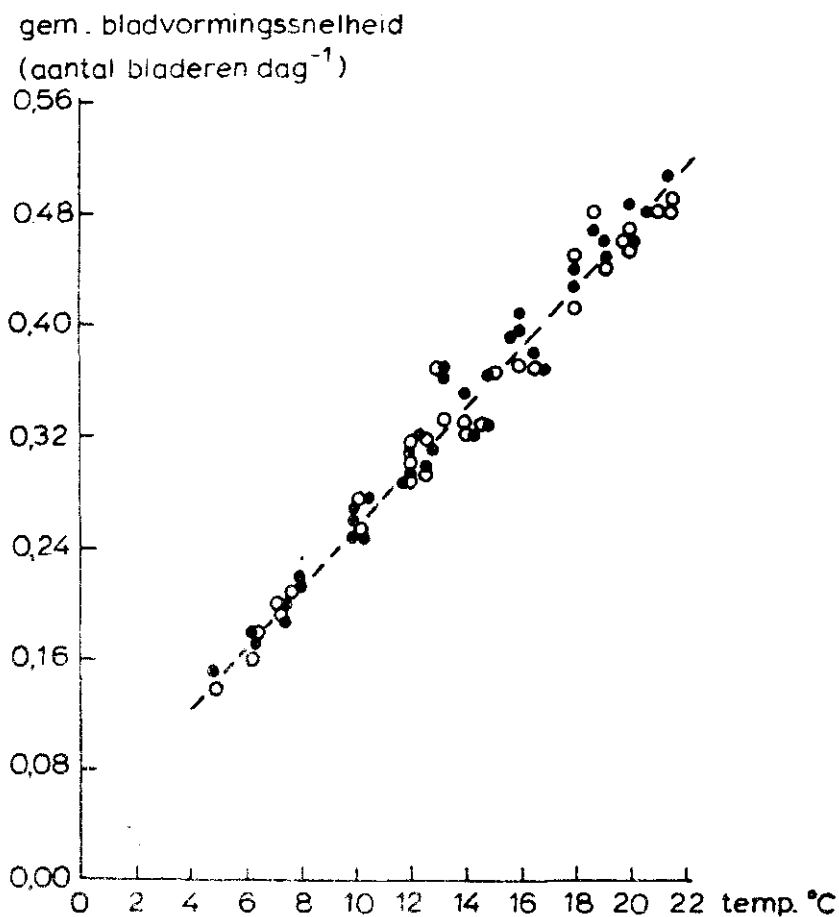
b) opeenvolgende ontwikkelingsstadia van het laatste blad.

0,1 = eerste begin van ontplooiing
1,0 = volledige ontplooiing



a.) aantal bladeren

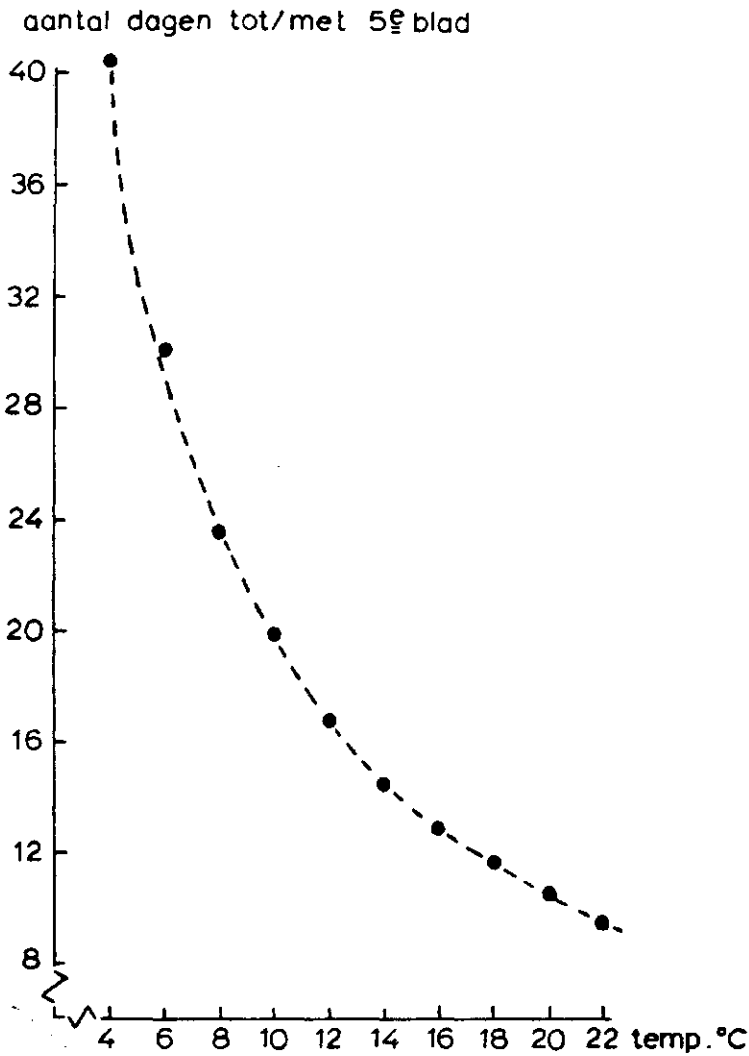
Figuur 5. Het aantal bladeren (a) en verschillende opeenvolgende ontwikkelingsstadia van het laatste blad (b) bij erwt (volgens Higgins, 1952).



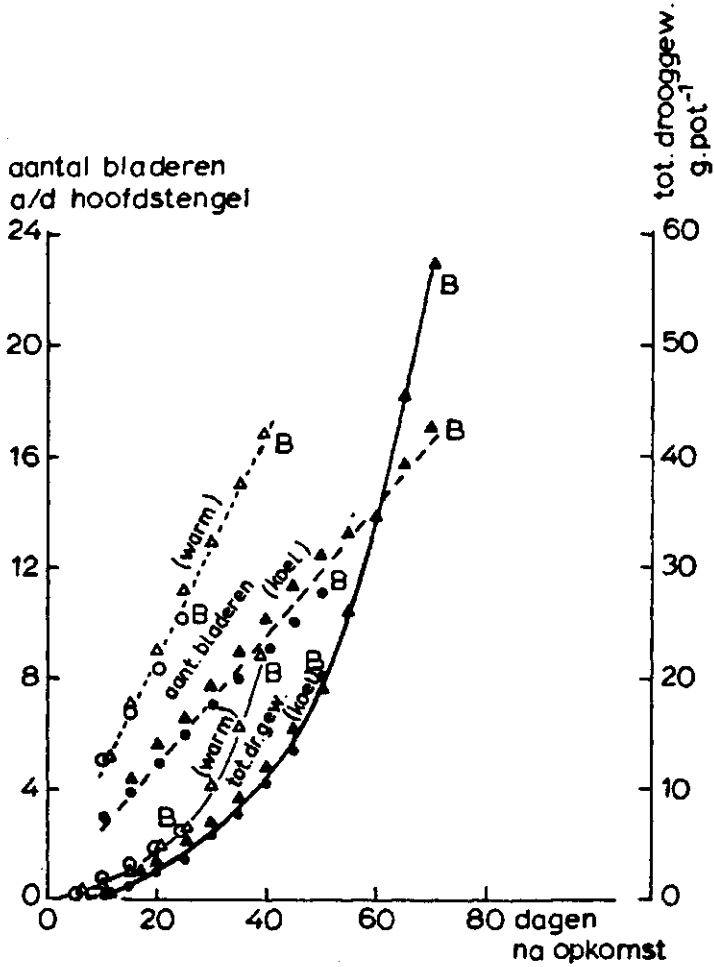
Figuur 6. Het verband tussen de gem. bladvormingsnelheid (aantal bladeren dag⁻¹) gedurende de eerste achttien dagen na opkomst en de gem. temperatuur, bij planten van verschillende zaaizels vanaf medio februari tot eind december.

○ Aurora

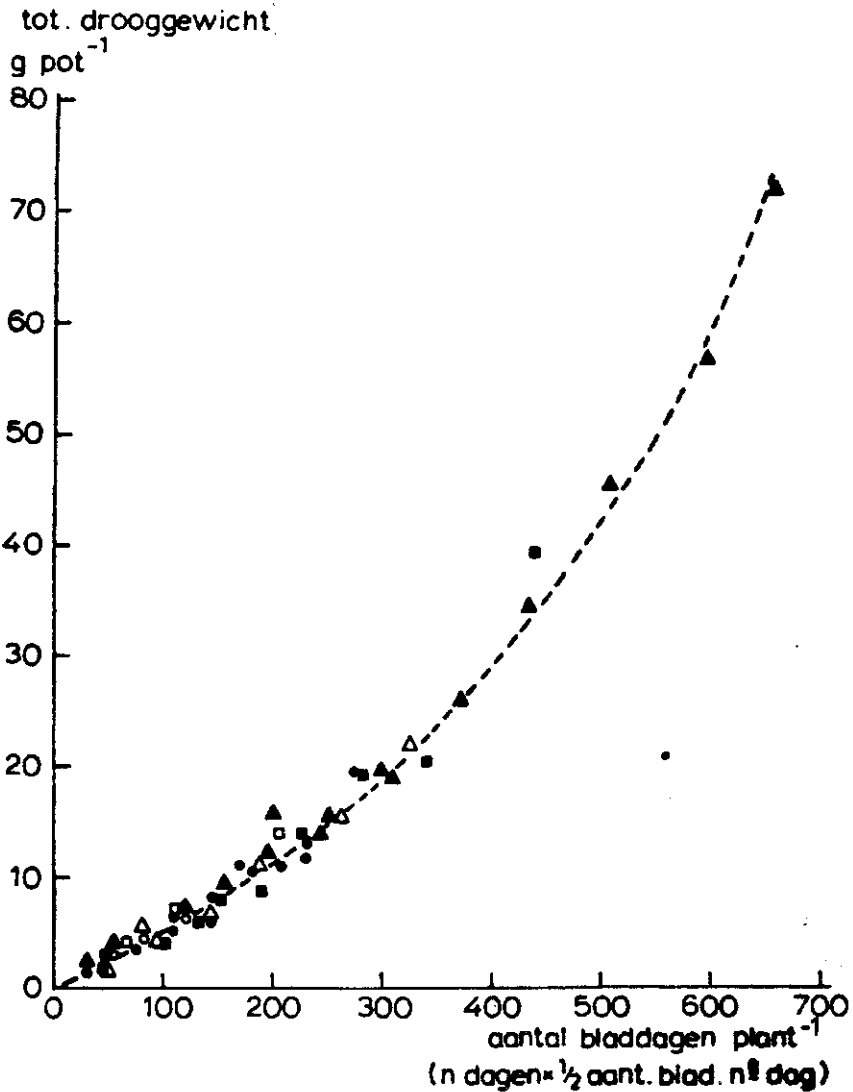
● Onyx



Figuur 7. De samenhang tussen de benodigde tijd in dagen tot vorming van de eerste vijf bladeren, als gemiddelde van twee vroege rassen (Aurora en Onyx), en de temperatuur.



Figuur 8. Het verband tussen de bladvorming van een vroeg (Aurore, ● - ○) en een laat ras (Dark Skin Perfection, ▲ - △) en de tijd enerzijds in een warm (18-23 °C) en in een koel (9-13 °C) milieu en tussen de droge-stofproductie en de tijd anderzijds (potproeven, kassen).
B = tijdstip van de bloei.



Figuur 9. Het verband tussen de droge-stofproduktie en het aantal bladdagen (ndagen × ½ aantal bladeren n^edag) (potproeven, kassen).

vroeg ras Aurora ○ warm milieu ● koel milieu
middenlaat ras Supcovert □ warm milieu ■ koel milieu
laat ras Dark Skin Perfection △ warm milieu ▲ koel milieu