

Invloed van de temperatuur op de groei van asperges

Influence of temperature on the growth of asparagus

1. Inleiding

In de praktijk is waargenomen dat warm, zonnig weer onmisbaar is voor een vroegtijdige oogst en een grote veilingaanvoer van asperges. Om deze waarneming op juistheid te toetsen is door middel van een reeks proeven onderzocht welke samenhang er tussen de temperatuur in en om het aspergebed en het groeiverloop van asperges bestaat.

De proeven werden opgezet door ir. J. Sneep en dr. ir. J. J. Post. Zij waren het gevolg van een discussie met drs. C. D. Scheer en ir. H. Egberts over de invloed van de weersomstandigheden op de aanvoertijden van groenten. De metingen werden verricht door de heren B. van Rheenen van het K.N.M.I. en B. A. van Eggermond van het Rijkstuinbouwconsulentschap te Den Bosch. Er werden deels halfuurlijks en 's nachts metingen gedaan. Voor deze bijzondere inspanning is een woord van dank zeker op zijn plaats.

In de paragrafen 2 t/m 7 worden de resultaten van de proeven besproken. Zij zullen een inzicht geven in de invloed van temperatuurschommelingen op de groei binnen het tijdsbestek van een etmaal.

Door tussenkomst van ir. J. A. Huyskes werd ons ook een aantal veilinggegevens van de Coöperatieve Nijmeegse Veiling G.A. verstrekt. Daardoor kon

ook de invloed van temperatuurschommelingen gedurende het gehele oogstseizoen worden bestudeerd.

2. Materiaal en methode

De proeven werden in 1951 en 1952 op een aspergeveld te Bergen op Zoom op een humushoudende stuifzandgrond uitgevoerd. Het humeuze dek van het veld was circa 75 cm dik en rustte op roestig gebleekt zand. De doorlatendheid van deze grond was goed. De planten waren afkomstig van een ter plaatse gebruikte selectie uit Roem van Brunswijk.

In 1951 werden de temperaturen gemeten met kwikthermometers, opgesteld op 150 cm (luchttemperatuur) en 3 cm (idem) boven de grond, op 0 cm (kwikbol, bedekt met een dun laagje grond) en verder op diepten van 3, 6, 12 en 24 cm in de as van het aspergebed.

In 1952 werden op vrijwel gelijke wijze temperaturen opgenomen; alleen werden toen geen temperaturen gemeten op 3 cm boven het maaiveld en lagen de meetplaatsen in het aspergebed enkele centimeters dieper dan het jaar daarvoor (zie fig. 1). Ook werden temperaturen opgenomen aan de zijkant van het aspergebed, en wel op 15 en 27 cm diepte. Tenslotte werd in de maanden mei en juni met behulp van een thermograaf de temperatuur van het aspergebed op 27 cm diepte in de naaste omgeving

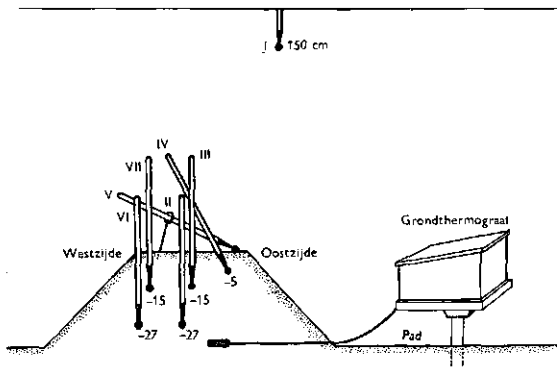


Fig. 1. Opstelling van de thermometers in 1952. De thermometers in het op doorsnede getekende aspergebed zijn genummerd I tot VII; I was aan een paal bevestigd; de cijfers bij de kwikreservoirs geven de diepte aan waarop de temperatuur in het aspergebed werd gemeten.

van de wortelstok geregistreerd. Ongeveer op deze diepte bevindt zich de bodem van het aspergebed. Om de (ondergrondse) groei van de aspergestengels te kunnen meten, werd op de top van elke te meten stengel een metalen draadje geplaatst, waaraan een hoedje was bevestigd (zie fig. 2). Achter dit draadje werd een millimeterschaal in het aspergebed gestoken. De thermometers stonden op geringe afstand van de plaats waar de groeimetingen werden verricht.

3. Het dagelijks verloop van de temperatuur

Halfuurlijkse temperatuurmetingen zijn verricht op 14 en 15 juni 1951, uurlijkse metingen op 30 en 31 mei en 1 juni 1951 en op 19 en 21 mei en 3 en 5 juni 1952.

Op al deze dagen was het redelijk zonnig en warm.

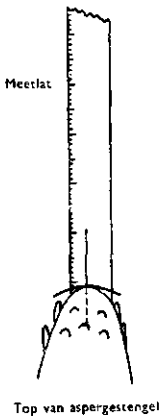


Fig. 2. Groeimeting van aspergestengels

Tabel 1. Samenvatting van de temperatuurmetingen op 30 en 31 mei en op 1 en 6 juni 1951

Opstelling van de thermometers	Maximumtemperaturen op:							
	30-5-'51		31-5-'51		1-6-'51		6-6-'51	
	° C	uur	° C	uur	° C	uur	° C	uur
+ 150 cm	15	14-19	19,4	17	21,5	16	22	14-16
+ 3 cm	—	—	—	—	—	—	28	13-16
0 cm	24,6	15	30,4	14	35,0	15	42	13-16
— 3 cm	24,4	15	28,4	15	31,6	15	36	13-16
— 6 cm	21,8	17-18	24,8	16-17	28,0	16	30,4	16-17
— 12 cm	20,6	20	23,4	17-18	25,2	17-18	28,8	17-18
— 24 cm	>15	na 20	>17	na 20	>18	na 18	22,2	20
<i>Opmerkingen</i>	zonnig, winderig na koude nacht		zonnig, stevige N.O.-wind		zonnig, O.-wind		Bewolking tussen 13 en 18 uur, verder zonnig	

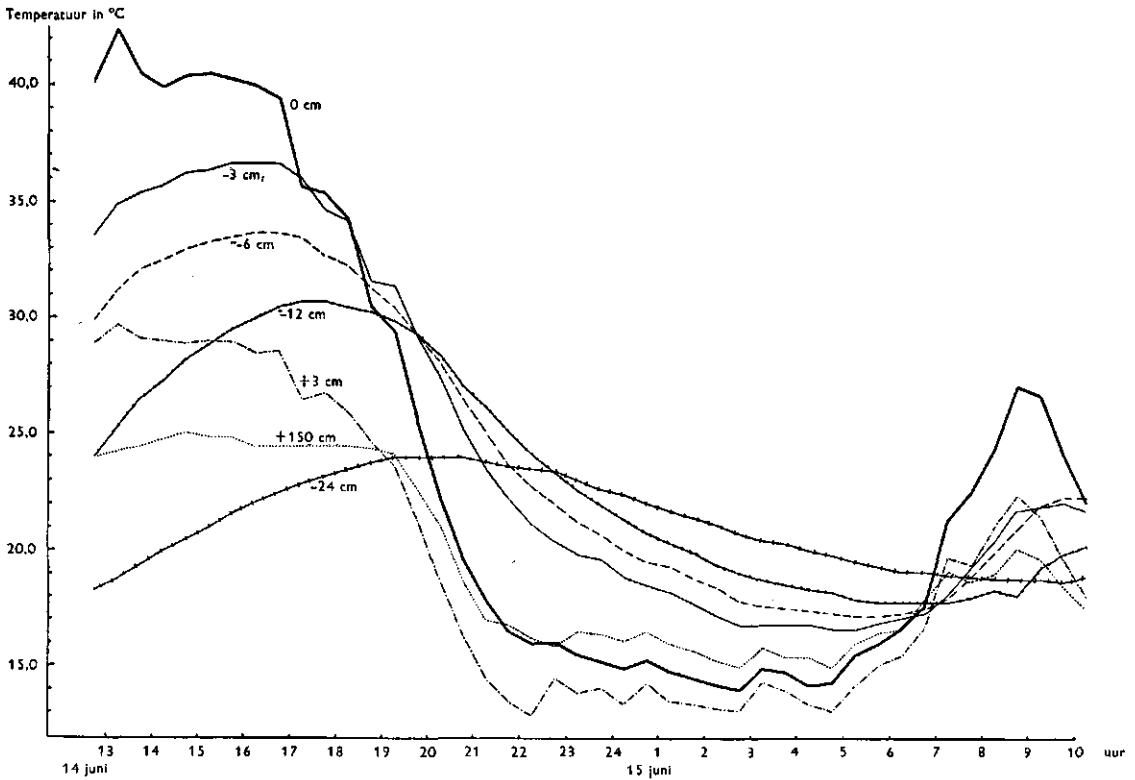


Fig. 3. Halfuurlijkse temperatuurmetingen in en boven een aspergebed te Bergen op Zoom op 14 en 15 juni 1951

De temperatuurgrafieken waren zo gelijkvormig, dat hier kan worden volstaan met alleen de grafiek voor 14 en 15 juni 1951 af te drukken (fig. 3).

Nadere beschouwing van deze grafiek leert het volgende.

De grootste dagelijkse schommelingen werden genoteerd bij de oppervlaktetemperatuur. Op de zonnige 14e juni valt de top der curve vrijwel samen met de hoogste stand van de zon. Op 15 juni loopt de temperatuur na een zonnig begin van de ochtend om 9 uur plotseling terug door een regenbui.

Kleine verschillen in bewolking geven aan de curve

midden op de dag enkele oneffenheden. Ook in de nacht treden kleine storingen op in het regelmatige verloop.

De luchttemperaturen op 3 cm en op 150 cm sluiten in zoverre aan bij de oppervlaktetemperatuur, dat het tijdstip van de maximale luchttemperatuur nauwelijks later ligt dan dat van de maximale oppervlaktetemperatuur. De maximale luchttemperaturen zijn ook vlak bij de grond aanmerkelijk lager dan de maximale oppervlaktetemperatuur. In de nacht en de vroege ochtend zijn de lucht- en de oppervlaktetemperatuur vrijwel gelijk. Daarbij was de lucht-

Tabel 2. Samenvatting van het temperatuurverloop van 12 uur op 14 juni tot 10 uur op 15 juni 1951 in een aspergebed

Opstelling van de thermometers	Maximum-temperatuur op 14 juni		Minimum-temperatuur op 15 juni		Amplitude ° C	Opmerkingen
	° C	uur	° C	uur		
150 cm	25	14-19	15	2-5	10,0	14 juni was een zonnige zeer warme dag. Op 15 juni viel om 9 uur reeds een flinke regen, waarop afkoeling volgde.
3 cm	29,8	13-16	13	22-5	16,8	
0 cm	42,5	13-15	14	3-5	28,5	13 juni was de laatst voorgegaande regendag.
— 3 cm	37	16	16,5	3-5.30	20,5	
— 6 cm	33,8	16.30	17,3	5.30	16,5	
—12 cm	30,8	17.30	18,0	6-7	12,8	
—24 cm	24,1	20-21	18,8	9-10	5,3	

temperatuur op 3 cm boven de grond zelfs iets lager dan de oppervlaktetemperatuur.

De *grondtemperaturen* volgen de oppervlaktetemperatuur, echter met sterke vertraging op grotere diepte. De amplitude der schommeling neemt af met de diepte. De curven der *grondtemperaturen* verlopen vloeiend.

Het temperatuurverloop op genoemde data is opgenomen in de tabellen 1 t/m 4.

In 1951 werden tussen 9 uur 'smorgens en 18 à 21 uur 's avonds elk uur temperaturen gemeten op 30 en 31 mei en op 1 en 6 juni. Zij zijn samengevat in tabel 1. Er dient opgemerkt te worden dat op 28 mei neerslag voorkwam met opvallende groei. Daarna bleef het droog tot 10 juni.

De bovengrondse temperaturen tonen vaak toeval-lige storingen, waardoor het tijdstip van de maximale temperatuur sterk wordt beïnvloed. Om deze reden is dit tijdstip nogal ruim genomen, vooral bij de temperatuur op 150 cm. De grondtemperaturen op -12 en -24 cm verlopen vloeiend maar vrij vlak. In het interval 17-18 uur bijvoorbeeld is de temperatuur op -12 cm vrijwel constant.

Van 14 juni 12 uur tot 15 juni 17 uur werden de temperaturen elk half uur opgenomen. Fig. 3 en tabel 2 geven een beeld van dit temperatuurverloop. In 1952 zijn uurlijkse temperaturen opgenomen en wel van 11 uur op 19 mei tot 5 uur op 21 mei en van 17 uur op 3 juni tot 14 uur op 5 juni. De tabellen 3 en 4 geven hiervan een overzicht.

Uit de tabellen 1 t/m 4 kan voor warme zonnige dagen een aantal conclusies worden getrokken:

- De maximumtemperatuur in een aspergebed is op grotere diepte lager,
- de minimumtemperatuur is op grotere diepte hoger,
- op 27 cm diepte is de amplitude van de temperatuurschommeling nog bijna 5°,
- vooral op grotere diepte vallen de maximum- en minimumtemperatuur aanzienlijk later dan aan de oppervlakte;
- de luchttemperatuur is een slechte maatstaf voor temperatuurschommelingen in de bovengrond, althans in het tijdsbestek van één dag.

Tabel 3. Samenvatting van het temperatuurverloop van 11 uur op 19 mei tot 5 uur op 21 mei 1952 in een aspergebed

Opstelling van de thermometers	Maximum-temperatuur op 19 mei		Minimum-temperatuur op 20 mei		Maximum-temperatuur op 20 mei		Amplitude °C
	°C	uur	°C	uur	°C	uur	
150 cm	22	13-15	6,5	5-6	17	14-16	13
0 cm	44	12-15	6	5	37	14	34,5
— 5 cm	26	13-17	12	7	23	15	12,5
—15 cm	22,5	18	15	8.30	20	18	6,2
—15 cm opzij *	24,5	19	15	9	22	18.30	7,2
—27 cm	20	19-22	16,5	10-13	18,2	18-23	2,6
—27 cm opzij *	21	20.30	16	11.30	19	19	4,0
<i>Opmerkingen</i>	zonnig, N.O.-wind, nogal warm		zeer zonnig, O.-wind		Laatste regenbu gevallen op 12 mei		

* Zie voor plaatsing der thermometers figuur 1. De temperaturen opzij gemeten zijn slechts weinig hoger (door geringere zijwaartse diepte) dan midden in het aspergebed op dezelfde diepte.

Tabel 4. Samenvatting van het temperatuurverloop van 17 uur op 3 juni tot 14 uur op 5 juni 1952 in een aspergebed

Opstelling van de thermometers	Minimum-temperatuur op 4 juni		Maximum-temperatuur op 4 juni		Minimum-temperatuur op 5 juni		Amplitude °C
	°C	uur	°C	uur	°C	uur	
150 cm	8,0	22-6	21,0	14-18	10,0	5	12,0
0 cm	7,0	5	43,0	15	10,0	5	34,5
— 5 cm	10,0	6	31,0	14-15	12,6	5	19,7
—15 cm	13,5	7-8	23,7	16-18	15,6	7	9,1
—27 cm	15,5	7-10	20,4	18-21	17,0	8-9	4,1
<i>Opmerkingen</i>	zeer zonnige dag na koude ochtend				zeer zonnig		veel regen op 1 juni, ook regen op 2 juni, daarna droog

Zou men in een formule de samenhang willen uitdrukken tussen de diepte waarop gemeten wordt enerzijds en de maximumtemperatuur of minimumtemperatuur of amplitude of tijdstip van maximum- of minimumtemperatuur anderzijds, dan gold zeer globaal voor de laag grond tussen -3 tot -27 cm diepte: Op dubbele diepte is de maximumtemperatuur 3° C lager, de minimumtemperatuur 1° C hoger, de amplitude 4° C kleiner. Bovendien treedt dan een dubbele vertraging in het bereiken van de maximumtemperatuur op (ongeveer één uur per 5 cm).

4. Het dagelijks verloop van de groei

Op 14 en 15 juni 1951 werden in het aspergebed naast de temperaturen ook halfuurlijks de diepten

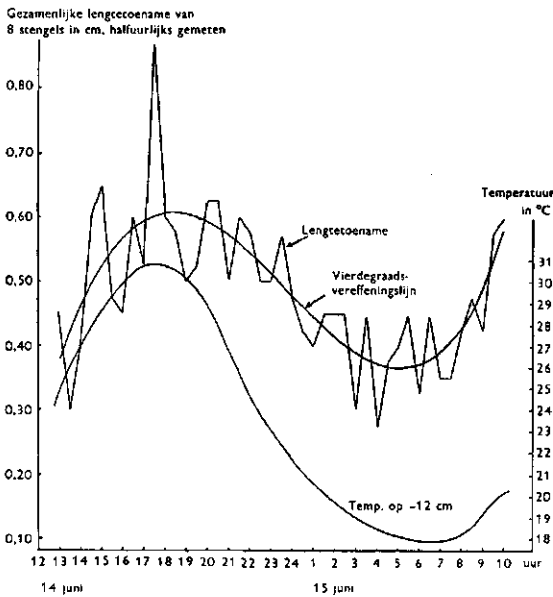


Fig. 4. Lengtetoeename van acht stengels en temperatuurverloop in een aspergebed te Bergen op Zoom (14—15 juni 1951)

van acht stengeltoppen gemeten. De gezamenlijke aangroeiing van deze acht stengels in tijdsintervallen van telkens een half uur is uitgezet in fig. 4 naast de temperatuur op 12 cm diepte aan het begin van elk tijdsinterval (zie ook tabel 5).

De grafiek van de aangroeiing der aspergestengels loopt zeer onregelmatig doordat slechts tot in $\frac{1}{4}$ mm nauwkeurig werd afgelezen. Dit brengt een relatief grote meetfout mee. Een (vierdegraads-) vereffeningsslijn door de punten geeft een beter beeld van het werkelijk verloop van de groeisnelheid. Dan blijkt dat een hogere temperatuur op 12 cm diepte samengaat met een grotere groeisnelheid en dat de curve voor de groeisnelheid hetzelfde dagelijks verloop toont als de curve voor de temperatuur midden in een aspergebed (d.i. op ± 12 cm diepte).

Als het waar is dat de groeisnelheid toeneemt door hogere temperatuur, mogen wij de grootste groeisnelheid verwachten na de hoogste temperatuur. Blijkens fig. 4 valt op 12 cm diepte (d.i. ter hoogte van de stengeltop) de grootste groeisnelheid ongeveer samen met de hoogste temperatuur. Temperaturen op grotere diepten hebben hun top na de grootste groeisnelheid en kunnen daarom niet als oorzaak van de versnelde groei worden aangemerkt. Evenmin temperaturen op geringere diepte dan de stengeltop, daar deze niet rechtstreeks op de stengel inwerken. Wij veronderstellen daarom, dat de temperatuur invloed uitoefent via de stengeltoppen en dat de groei vrijwel onmiddellijk reageert op de temperatuur. Deze bewering vindt steun bij de waarneming van fysiologen, dat aspergestengels vlak onder de stengeltop het sterkst groeien (vgl. E. B. Working [5]).

Opmerkelijk is nog dat volgens fig. 4 de groeisnelheid om 9 uur weer snel stijgt, terwijl blijkens fig. 3 de oppervlaktetemperatuur dan sterk daalt. Op 12 cm diepte echter stijgt de temperatuur dan nog. (Wellicht had de regenbui hier een gunstig effect.) Helaas zijn de metingen na 10 uur niet voortgezet.

Verder is opmerkelijk, dat op 15 juni 9 uur de groeisnelheid reeds even groot was als op 14 juni 13 uur. In 1952 werd de groei van 11 aspergestengels uurlijks gemeten van 19 mei 11 uur tot 21 mei 5 uur.

Fig. 5 geeft het verloop van de gezamenlijke aangroeiing van deze 11 stengels in tijdsintervallen van telkens een uur, uitgezet naast de temperatuur op -15 cm en -5 cm diepte aan het begin van elk tijds-

Tabel 5. Groeimetingen van acht aspergestengels op 14 en 15 juni 1951

Stengelnummer	Diepte van de stengeltoppen in cm op		Groei in 21½ uur	Stengeldikte in cm (10 cm onder de kop)
	14-6, 12.45 uur	15-6, 10.15 uur		
1	8,0	5,3	2,7	1,2
2	14,5	11,1	3,4	0,9
3	16,0	11,3	4,7	1,0
4	11,0	9,3	1,7	1,5
5	8,5	4,7	3,8	1,5
6	15,0	13,9	1,1	1,8
7	15,5	13,7	1,8	1,0
8	5,0	2,9	2,1	0,9
Gemiddelde	11,7	9,0	2,7	—

Tabel 6. Groeimetingen van elf aspergestengels op 19-21 mei 1952

Stengelnummer	Diepte van de stengeltop in cm op		Groei in cm in 42 uur
	19-5, 11 uur	21-5, 5 uur	
1	19	16,35	2,65
2	19,5	16,75	2,75
3	7,5	1,4	6,1
4	22	20,85	1,15
5	17	14,8	2,2
6	9	7,2 —*	1,8 +
7	13	11,3 +	1,7 —
8	12	9,3 +	2,7 —
9	11	8,05	2,95
10	10	5,45	4,55
11	16	13,3 +	2,7 —
Gemiddelde	14,2	11,3	2,84

* + of — betekent 0,025 cm meer of minder.

Gezamenlijke lengtetoeename van 11 stengels in cm. uurlijks gemeten

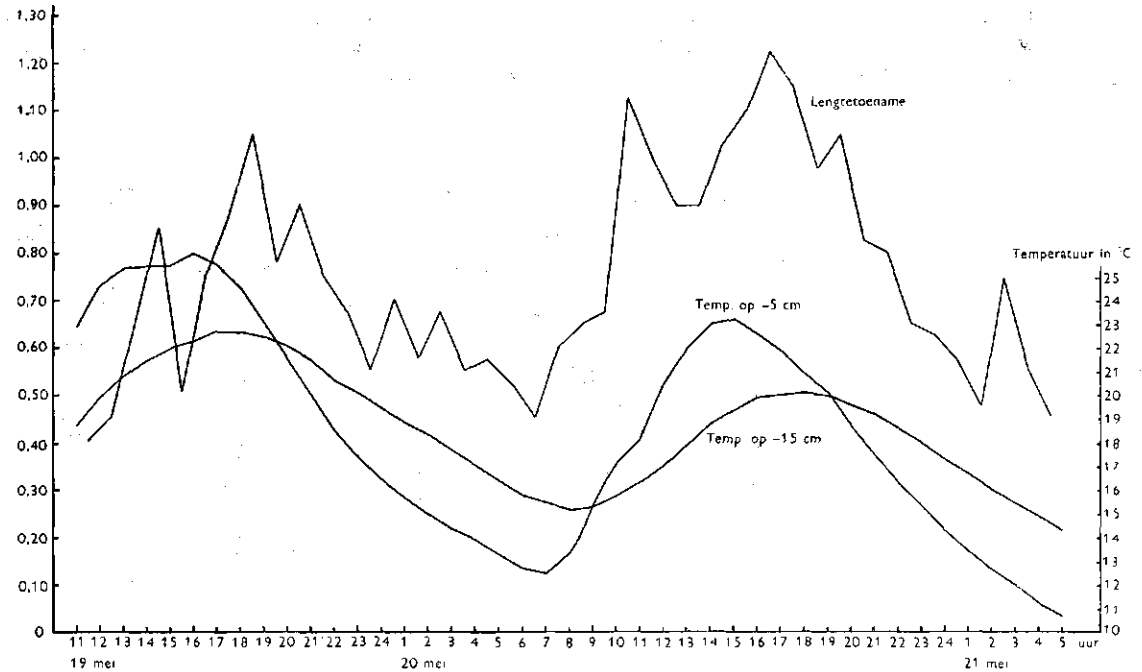


Fig. 5. Lengtetoeename van elf stengels en temperatuurverloop in aspergebed te Bergen op Zoom (19–21 mei 1952)

interval. De diepte van de stengeltoppen blijkt uit tabel 6.

De conclusie getrokken bij figuur 4 wordt geheel bevestigd. De grootste groeisnelheid ligt op 20 mei iets vóór de maximumtemperatuur op 15 cm diepte en ná die op 5 cm diepte. De gemiddelde diepte van de stengeltop op 20 mei is minder dan 15 cm. Opmerkelijk is in figuur 5 verder, dat ondanks daling van de temperatuur van 19 op 20 mei de groeisnelheid op 20 mei hoog was. Het onregelmatig verloop van de curve voor groeisnelheid is weer vooral een gevolg van het meten met een te grove eenheid ($\frac{1}{4}$ mm).

In 1952 werd ook van negen aspergestengels uurlijks de groei gemeten en wel van 3 juni 17 uur tot 5 juni 14 uur. Figuur 6 en tabel 7 geven een beeld van het groei- en temperatuurverloop.

Na het voorafgaande valt over figuur 6 en tabel 7 weinig te zeggen. Het warme weer van 3–5 juni komt duidelijk in temperatuur en groeisnelheid tot uiting. De grond was nog vochtig van de regen op 1 en 2 juni. Vergelijking van de tabellen 6 en 7 laat zien dat de groei in juni aanzienlijk sneller was dan in mei.

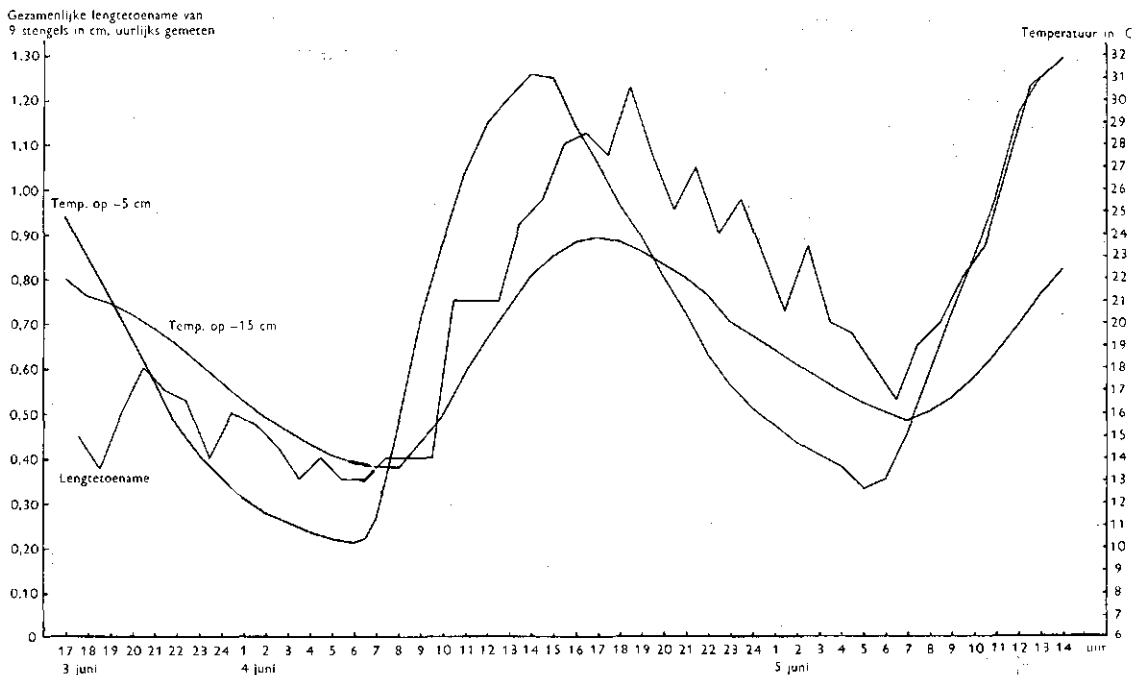


Fig. 6. Lengtetoeename van negen stengels en temperatuurverloop in een aspergebed te Bergen op Zoom (3—5 juni 1952)

Tabel 7. Groeimetingen van negen aspergestengels op 3—5 juni 1952

Stengelnummer	Diepte van de stengeltop in cm op		Groei in cm in 45 uur
	3-6, 17 uur	5-6, 14 uur	
1	11	6,3 +*	4,7 —
2	19	14,2	4,8
3	12	7,7 —	4,3 +
4	20,5	19,0 —	1,5 +
5	14	11,85	2,15
6	13	10,15	2,85
7	10	5,2 +	4,8 —
8	17,5	14,5	3,0
9	20	15,5 +	4,5 —
Gemiddelde	15,2	11,6	3,62

* + of — betekent 0,025 cm meer of minder

5. Het effect van beschaduwen

Om aan te tonen, dat de schommeling in het groei-verloop als gebleken in de figuren 3 t/m 5 werkelijk een direct gevolg is van de verwarming van het aspergebed door zonbestraling, werd in 1952 een aantal van de gemeten stengels beschaduwd. Een scherm van rietmatten werd op korte afstand boven een deel van het proefbed aangebracht.

Vanaf 20 mei 6 uur tot 24 mei 10 uur werden viermaal daags de temperaturen op +150, 0, -15 en -27 cm alsook de diepten van de stengeltoppen van 10 stengels gemeten. Geschaduwd werd van 21 mei 6 uur tot 23 mei 9 uur.

De voornaamste uitkomsten zijn samengevat in figuur 7 en in de tabellen 8 en 9.

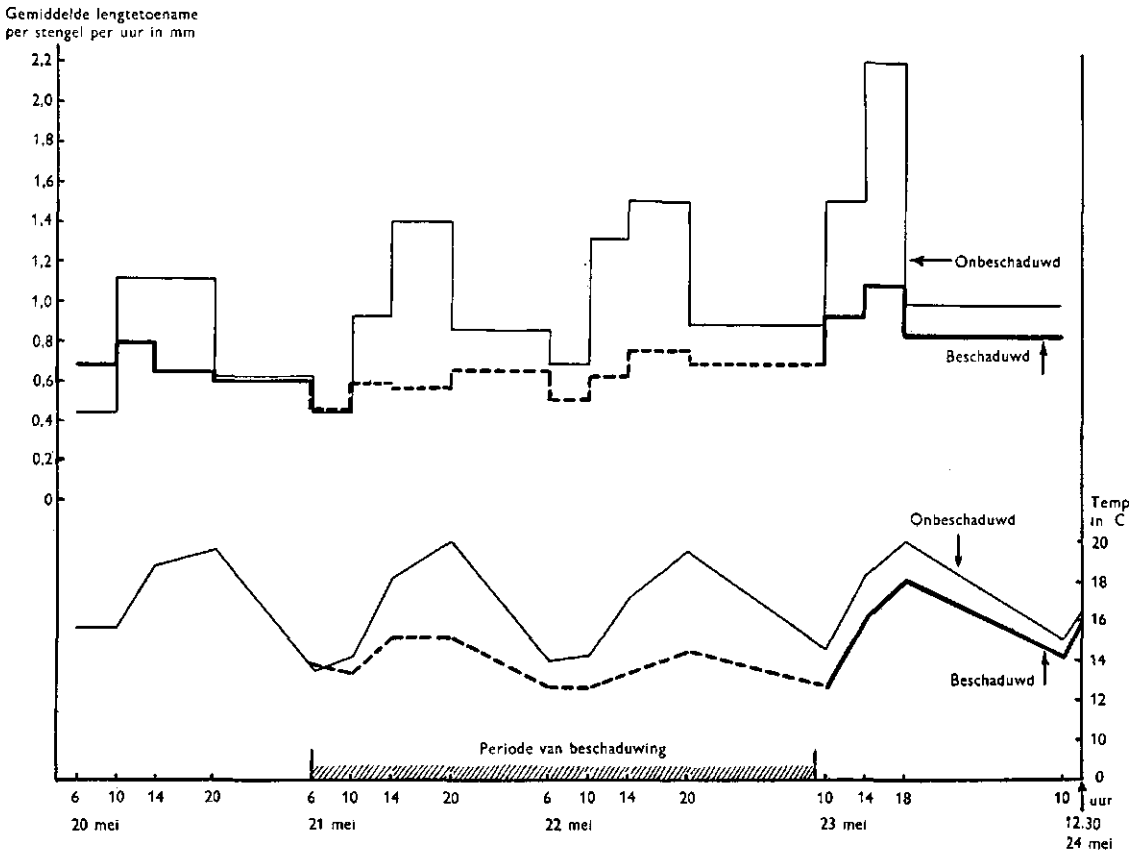


Fig. 7. Temperatuurverloop op 15 cm diepte en de gemiddelde groeisnelheid van ondergrondse stengels in een aspergebed te Bergen op Zoom met en zonder beschaduwing (20-24 mei 1952)

Uit figuur 7 en tabel 8 blijkt:

1. Door beschaduwing op een zonnige dag wordt het temperatuurverloop in de bodem sterk afgevlakt; ook de gemiddelde dagtemperatuur is lager. Een dag na beschaduwing is de temperatuur in het tevoren beschaduwde deel van het aspergebed nog steeds lager dan in het niet beschaduwde deel.

2. Door beschaduwing wordt het dagelijks verloop van de groeisnelheid afgevlakt, de groei over een gehele dag wordt minder en ook een dag na beschaduwing is de groei nog vertraagd.

Wij mogen dus concluderen, dat het groeiverloop van ondergrondse aspergestengels direct beïnvloed wordt door de verwarming van de bovengrond bij sterke instraling (of: felle zonneshijn).

Tabel 8. Temperaturen in ° C en groei in een aspergebed met en zonder beschaduwing

Opstelling van de thermometers	20 mei				21 mei				22 mei				23 mei			24 mei	
	6 uur	10 uur	14 uur	20 uur	6 uur	10 uur	14 uur	20 uur	6 uur	10 uur	14 uur	20 uur	10 uur	14 uur	18 uur	10 uur	12.30 uur
<i>Onbeschaduwd</i>	° C				° C				° C				° C			° C	
0	6,4	28,9	37,0	13,5	9,4	35,8	35,4	14,8	9,5	27,0	33,7	14,0	30,2	36,4	17,4	30,6	35,0
— 5	12,6	17,2	23,0	18,6	8,6	20,5	24,8	18,8	10,3	17,6	24,9	18,0	20,1	27,0	20,2	18,7	23,2
— 15	15,7	15,7	18,8	19,6	13,6	14,2	18,2	20,0	14,0	14,3	17,2	19,6	14,6	18,2	20,0	15,0	16,6
— 27	17,6	16,6	17,0	18,2	15,1	14,4	16,7	19,2	15,3	14,7	16,1	18,7	14,6	16,6	18,8	15,4	15,9
<i>Beschaduwd</i>	Tijdens beschaduwing												Na beschaduwing				
— 5	10,4 12,7 14,6 15,4 10,9 12,4 14,0 15,0												14,4 22,3 19,0 16,4 21,0				
— 15	13,8 13,4 15,2 15,2 12,7 12,7 13,4 14,5												12,8 16,2 18,1 14,2 16,2				
— 27	16,2 15,2 14,9 15,2 14,2 13,8 13,8 14,4												13,4 14,2 15,8 14,4 14,8				

Opmerkingen

Gemiddeld warme dagen met droog weer; laatste regen op 16 mei
 zeer zonnig, O.-wind zonnig, O.-wind, zonnig, N.-wind
 koude ochtend weinig zon, toene-
 mende luchtvoch-
 tigheid

Gemiddelde lengtetoeename per stengel in mm per uur in de periode volgend op een meting (Vergelijk fig. 7)

<i>Onbeschaduwd</i> (4 stengels)	0,44	1,11	1,09	0,62	0,44	0,92	1,38	0,85	0,69	1,31	1,50	0,88	1,50	2,19	0,98
<i>Beschaduwd</i> (6 stengels)	0,69	0,80	0,64	0,60	0,46	0,58	0,56	0,65	0,50	0,62	0,75	0,69	0,92	1,08	0,82

□ = beschaduwd

Tabel 9. Groei per dag van aspergestengels met en zonder beschaduwing

Stengelnummer	Diepte stengel-top op 20/5 6 uur	Groei per dag in cm *				Diepte stengel-top op 24/5 10 uur
		20/5	21/5	22/5	23/5	
		6 uur tot 21/5 6 uur	6 uur tot 22/5 6 uur	10 uur tot 23/5 10 uur	10 uur tot 24/5 10 uur	
1	17,9	1,6 +	1,3 —	1,6	1,1	12,1
2	18,55	1,8 +	1,4 +	1,8	3,0	10,2
3	5,2	3,85	2,7	3,1	3,3	-8,05 **
4	21,6 +	0,8 +	0,9	0,9	1,0	17,9
5	16,25	1,45	1,2	1,5	2,4	9,5
6	8,2 —	1,1 +	0,9	1,1	1,9	3,05
	14,6 ***	1,8	1,4	1,6	2,1	7,45
8	10,8	1,5 +	1,7 —	2,1	2,4	2,9
9	9,7	1,7	1,8	2,7	3,1	0,1
10	8,15	2,75	3,6	3,5	3,5	-5,6 **
11	14,9	1,6	1,8	2,3	3,2	5,8
	10,01	1,9	2,2	2,6	3,0	0,8

□ = beschaduwd

* + of — betekent 0,025 cm meer of minder.

** Aan het eind van de proef dus boven de grond.

*** De cursief gedrukte getallen zijn de gemiddelden van de nummers 1 t/m 6 en van 8 t/m 11.

6. Diepte van de stengeltop en groeisnelheid; discussie

Blijkens de tabellen 5, 6 en 7 bevonden zich de stengeltoppen van elke serie op zeer verschillende diepte. Gezien de variatie van de temperatuur op verschillende diepten en de werking van warmte via de stengeltop, zouden wij dus moeten verwachten:

- dat op relatief warme dagen de stengeltoppen die zich dicht aan de oppervlakte bevinden, sneller groeien dan dieper gelegen stengeltoppen.
- dat stengeltoppen op grotere diepte een vlakker dagelijks groeiverloop tonen dan stengeltoppen dicht aan de oppervlakte en

c. daarbij op een later tijdstip de snelste groei vertonen.

Bezien we figuur 7, dan blijkt dat de schommeling in groeisnelheid van dag tot dag toeneemt, terwijl het temperatuurverloop in de vier betrokken dagen vrijwel gelijk is. Dit klopt dus met hetgeen onder *b* werd gesteld.

Blijkens tabel 9 wordt ook de dagelijkse aangroei van onbeschaduwde stengels elke dag groter. Ook bij beschouwing van het groeiverloop van de afzonderlijke asperges binnen een dag — hiertoe werden aparte berekeningen gemaakt — kregen de genoemde veronderstellingen wel enige steun, maar de onderlinge verschillen tussen de aspergestengels

zijn te groot en hun aantal was te gering om de drie veronderstellingen op hun juistheid te toetsen. De tabellen 5 en 7 geven een duidelijke indruk van de verschillen in groeisnelheid van afzonderlijke asperges.

We konden om dezelfde redenen niet verwachten enige samenhang te vinden tussen diepte van de stengeltop en groeisnelheid of (zie tabel 5) tussen stengeldikte en groeisnelheid.

Alvorens conclusies uit deze proeven te trekken, is het nuttig de resultaten te vermelden van proeven genomen door Earl B. Working in 1924 in Arizona. Hij mat de bovengrondse groei van groene aspergestengels uit klauwen in een warenhuis in de maanden februari—april bij temperaturen tussen 15 en 40° C. Beschaduwing werd toegepast om de werking van het licht op de groei na te gaan. De groei werd op de volgende wijzen gemeten:

op geregelde tijdstippen langs een millimeterschaal, voor nauwkeurige aflezingen met het microscoop, continu door middel van een auxograaf, door op aspergestengels met inkt een centimeterverdeling aan te brengen.

Enkele van zijn conclusies waren:

1. Van jonge groene aspergescheuten groeit bij een lengte van 20 cm alleen de bovenste helft nog. De snelste groei zit 4 à 5 cm onder de top, dus in de celstrekingszone (zie fig. 8). Van zaailingen groeit bij een lengte van 70 cm alleen het bovenste kwart.

2. De groei van groene aspergescheuten vertoont een S-curve, waarbij in de aanvang van de groei (totale groei: 140 cm in een periode van 12 dagen) de groeisnelheid evenredig is met de bereikte lengte. De groei is dus in de aanvang exponentieel.

3. Het dagelijks temperatuurverloop komt ook in de groei van groene asperges gedurende de gehele groei-periode duidelijk tot uiting. De groene stengels nemen hierbij de temperatuur aan van de omringende lucht; bij directe zonbestraling kan de temperatuur van de stengels echter 1 à 2 ° hoger zijn dan die van de lucht.

4. Bij constante temperatuur maar natuurlijke belichting toont de groei van aspergestengels een volkomen regelmatig verloop. Het blijkt dus, dat de *dagelijkse schommeling in groeisnelheid* niet door belichting, doch *alleen door temperatuurschommelingen* wordt teweeggebracht.

5. De hoogte waarop de stengels gaan vertakken, is sterk afhankelijk van de temperatuur. Bij constante temperaturen van 35 à 40° C vertakken de scheuten al op 6 cm hoogte, bij 15° C pas op 75 à 100 cm hoogte!

6. Belichting heeft hoogstens een geringe invloed op primaire vertakking, doch wellicht een grote invloed op secundaire vertakking van aspergescheuten.

De groei van groene aspergescheuten reageert blijkens proeven van Working dus op een zelfde wijze op temperatuur als witte ondergrondse asperges. Het ligt voor de hand te onderstellen dat ook bij witte stengels de groeicurve in de aanvang exponentieel is, waarbij dan de groei van asperges sneller wordt, naarmate de toppen dichtter aan de oppervlakte komen. Deze groei zal, zoals boven reeds werd verondersteld, nog extra worden versneld door de hogere temperaturen in de bovenste laag van het

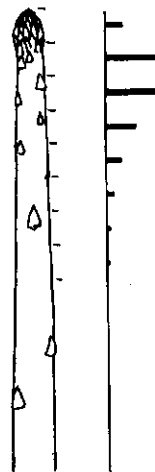


Fig. 8. Groei van een aspergestengel in 24 uur (naar E. B. Working). De lengte van elk van de horizontale banden geeft de groei van het bijbehorende deel van 1 cm in 24 uur aan.

aspergebod. Zo is de snel toenemende groeisnelheid (vooral van onbeschaduwde stengels) in tabel 9 te verklaren door de som van groeiversnelling bij exponentiële groei en groeiversnelling in de warmere bovenlaag.

Uit onze proeven is niet te concluderen, of een plotseling intredende warme periode behalve direct ook nog over langere tijd de groei versnelt. En wel om twee redenen. Allereerst werden de metingen niet langer dan twee à vier dagen verricht. Voor zover ze vier dagen zijn verricht, hebben ze telkens op dezelfde stengels betrekking en we zagen reeds, dat wanneer hierbij groeiversnelling optreedt, dit reeds uit twee andere oorzaken te verklaren is. Working echter ([5], fig. 6) geeft de groeicurve van één stengel over 12 dagen, waarbij in een gelijkmatig warme periode (25 à 30° C) twee koudere dagen (temperatuur lager dan 20° C) optreden. De groeisnelheid daalt in deze periode tot minder dan de helft, maar als vrij plotseling de koudeperiode ophoudt, herstelt de groeisnelheid zich meteen weer op het oude peil. *Men mag hieruit concluderen, dat een uitgesteld effect van temperatuurverandering op de groei niet waarschijnlijk is.* Ook de in de volgende paragraaf te bespreken veilinggegevens geven deze indruk.

7. Veilinggegevens

Door bemiddeling van ir. J. A. Huyskes werden van de Coöperatieve Nijmeegse Veiling G.A. gegevens ontvangen over de dagelijkse aanvoer van asperges in 1953 en 1954. Deze gegevens hebben betrekking op het aspergeteeltgebied rond Wychen. Vrijwel alle asperges in dit gebied worden via bovengenoemde veiling verkocht.

Bij de interpretatie van veilinggegevens moet men bedacht zijn op invloeden, waarvan proeven in de regel vrij zijn. De veilingaanvoer wordt bij voorbeeld beïnvloed door weersomstandigheden en verschillende andere factoren die invloed uitoefenen op de werkzaamheden (steken, vervoer, enz.). Zo is er geen veilingaanvoer op zondag. Op maandag is de

aanvoer gering. Op dinsdag is de aanvoer zeer groot, nadat op maandag asperges zijn gestoken. Een kermis kan grote invloed op het verloop der werkzaamheden uitoefenen.

De grootte van de dagelijkse veilingaanvoer werd voor de jaren 1953 en 1954 uitgezet in de grafieken 9 en 10 boven de gemiddelde dagtemperaturen te De Bilt. Ook zijn uitgezet het aantal uren zonnenschijn en de regenval in mm, alles te De Bilt. Bij een eerste beschouwing van temperatuur- en aanvoercurve bleek reeds, dat aanvoertoppen volgen op hoge temperaturen en dat er ruw geschat sprake is van een tijdsverschil van ± 2 dagen. Om de grafieken voor temperatuur en aanvoer beter te kunnen vergelijken, zijn de aanvoeren geplaatst boven de temperaturen van twee dagen tevoren, zodat de aanvoertoppen direct boven de temperatuurtoppen kwamen te liggen. Om het effect van de zondagen te markeren, hebben wij verticale lijnen gezet bij elke zondag. Strikt genomen zou men bezwaar moeten maken tegen het gebruik van weergegevens uit De Bilt, in het bijzonder tegen gebruik van luchttemperaturen, nadat in het voorgaande is gebleken, dat de grondtemperaturen zo belangrijk zijn. Van Wychen waren echter geen grondtemperaturen bekend. Wel hebben we grondtemperaturen van de afdeling Natuurkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen vergeleken met luchttemperaturen in De Bilt. Daarbij bleek, dat ze vrijwel dezelfde schommelingen vertoonden voor zover het daggemiddelden betrof. Wij menen dan ook, dat voor ons doel de gemiddelde dagtemperaturen te De Bilt een globale indruk geven van het verloop van de grondtemperaturen te Wychen.

In grafiek 10 voor de veilingaanvoer in 1954 blijkt de veilingaanvoer drie in het oog springende toppen te vertonen (gemerkt 1, 2, 3). Deze vallen duidelijk samen met perioden van zonnig weer. Opmerkelijk is dat top 1 voor de veilingaanvoer achterblijft bij top 1 voor de temperatuur. Deze vertraging zou een

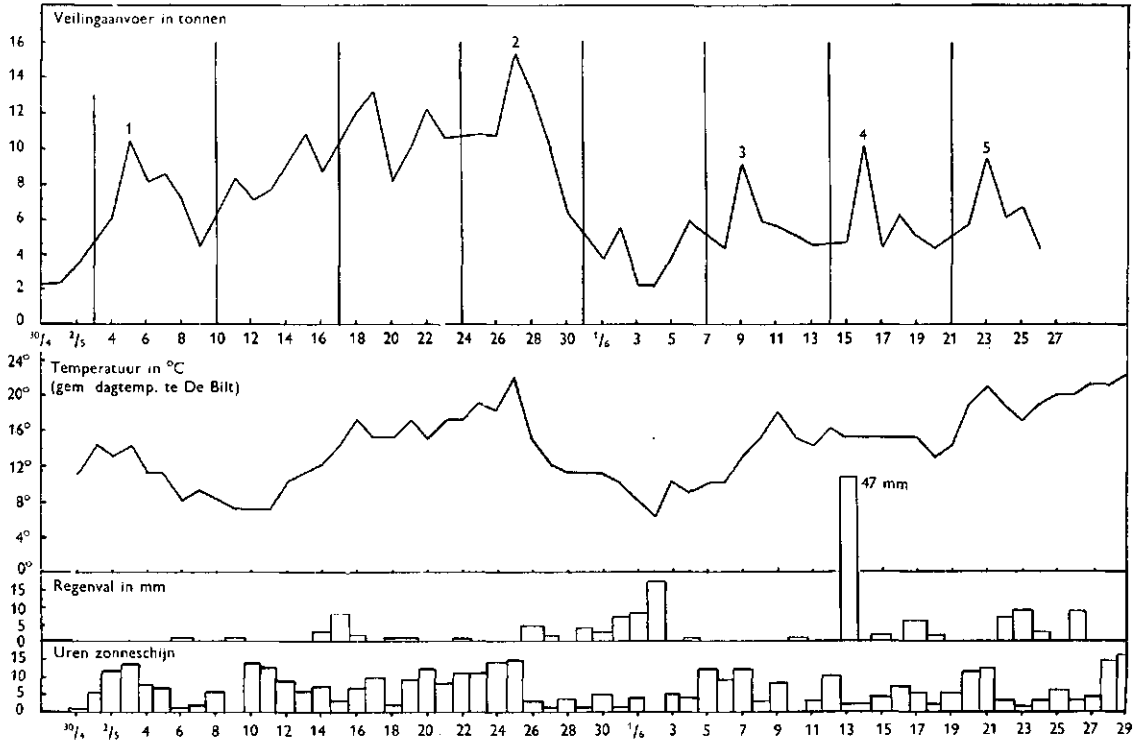


Fig. 9. Daggegevens over veilingaanvoer van asperges te Nijmegen en over temperatuur, neerslag en zonschijn te De Bilt in 1953

gevolg kunnen zijn van een koude noordoostenwind bij zonnig weer (wat niet uit deze grafiek blijkt). Bij dit weertype kan de grondtemperatuur vrij hoog zijn en de luchttemperatuur relatief laag. In zo'n geval is het aantal zonne-uren een betrouwbaarder maatstaf voor de grondtemperatuur.

Twee perioden met weinig zon gaan vergezeld van een geringe aanvoer.

In grafiek 9 voor de veilingaanvoer in 1953 blijkt ook een duidelijke samenhang tussen aantal uren

zonschijn of de temperatuur enerzijds en de veilingaanvoer anderzijds. Een korte periode van hoge temperatuur met zon brengt de aanvoer op gang. Een korte periode met bewolkt weer en lagere temperatuur daarna doet de aanvoer snel teruglopen. Een lange periode met vrij veel zon en stijgende temperatuur in de tweede helft van mei brengt de veilingaanvoer op zijn hoogste punt. Een periode van koud regenachtig weer tegen begin juni doet de aanvoer vrijwel afbreken. Enkele korte zonnige

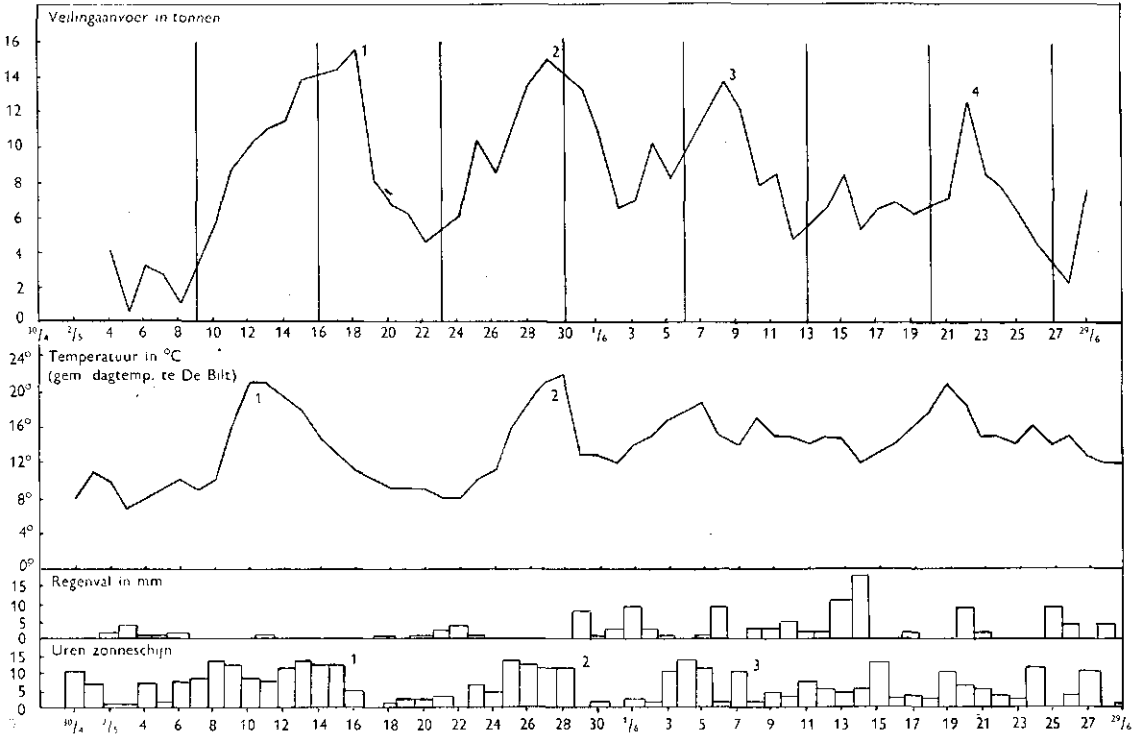


Fig. 10. Dagegevens over veilingaanvoer van asperges te Nijmegen en over temperatuur, neerslag en zonneshijn te De Bilt in 1954

perioden hierna brengen enig herstel van de aanvoer, die echter niet meer op volle gang komt. Opmerkelijk zijn nog de drie kleinere toppen 3, 4 en 5, alle op dinsdag.

Een gunstig effect van regen op de aanvoer is in beide grafieken niet te bespeuren.

In verband met de uitkomsten van beide grafieken is het interessant van drs. W. J. Sangers [4] te vernemen, dat over een reeks van jaren klachten zijn binnengekomen over het „technisch resultaat van

asperges” en wel bij landelijk gemiddelde maandtemperaturen van 11°, 12°, 12,7°, 12,9°, 13,1°, 13,9°, 14° C over mei en bij maandtemperaturen van ± 15° C over juni.

De vraag kan worden gesteld: hoe verklaren we het verschil van ± twee dagen tussen warmteweg en aanvoertop? We nemen op grond van het voorgaande aan dat de warmtereactie onmiddellijk is. De aspergestengels groeien bij warm weer gemiddeld 2 à

3 cm per dag. Zij hebben dus zeker 10 dagen nodig om boven de grond te komen. Als op elke diepte evenveel stengeltoppen voorkwamen en de groeisnelheid op elke diepte even groot was, zou het gemiddelde tijdstip, waarop de stengels warmte ontvangen, 5 dagen voor de oogst liggen. Het verschil tussen aanvoer- en warmtetop zou dan ongeveer 6 dagen zijn. De grafieken 9 en 10 tonen duidelijk aan dat deze schatting te hoog is. Het veel kleinere verschil is daaruit te verklaren dat temperatuurschommelingen het meest optreden in de bovenste laag van het aspergebed. Wij zien dan ook dat op dagen met zonnig weer juist in de vroege morgen, dus bij snel toenemen van de zonnestraling, veel asperges snel na elkaar boven de grond komen. Omdat reeds op vrij geringe diepte de temperatuuramplitude klein is, zal de verwarming dieper in het aspergebed weinig bijdragen tot de typische aanvoertoppen.

Deze wisselvalligheid in de aanvoer is geen voordeel voor de teler. Een gelukkige omstandigheid is echter dat de grootte van de aanvoer over langere tijd niet wordt bepaald door de wisselvallige verwarming van het bovenste laagje van het aspergebed, maar vooral door de meer gelijkmatige verwarming in de diepere lagen. Immers, ook in het beginstadium van de groei zal warmte de belangrijkste stimulans zijn. Daarom is waarschijnlijk voor een grote aanvoer over het gehele seizoen verwarming in de kern van het aspergebed onmisbaar. De schommelingen van de temperatuur in de bovenste laag zijn een hinderlijke bijkomstigheid, wanneer zonnestraling de warmtebron is.

8. Conclusies

1. Zelfs op de bodem van een aspergebed (-27 cm) is op warme meidagen nog een temperatuurschommeling van 5° C waarneembaar. De temperatuurschommelingen direct onder de oppervlakte kunnen bijzonder groot zijn.

2. De temperaturen op enige diepte vertoonden hun maxima en minima op een aanmerkelijk later tijdstip dan de oppervlaktetemperatuur.

3. De groeisnelheid van aspergescheuten blijkt een duidelijk dagelijks verloop te tonen. Zij is ongeveer het grootst op het tijdstip, dat ook de temperatuur ter hoogte van de stengeltop het hoogst is. Waarschijnlijk heeft de temperatuur even beneden de stengeltop een onmiddellijke invloed op de groeisnelheid.

4. Ongetwijfeld werken ook andere factoren op de groeisnelheid, maar zij hadden geen overheersend effect op het verloop binnen één dag.

5. Dat sterke verwarming van de bovenste laag van het aspergebed de oorzaak was van versnelde groei bleek toen een deel van het bed werd beschaduwd.

6. Voor een grote aanvoer over langere tijd is de temperatuur onder in het aspergebed doorslaggevend. De warmte hiertoe wordt indirect door zonnestraling verkregen. De wisselvalligheid van de temperatuur in de bovenste laag van het aspergebed, en daarmee van de veilingaanvoer, is een hinderlijke of zelfs schadelijke bijkomstigheid.

Praktische consequenties van deze uitkomsten zijn de volgende. Voor een goede opbrengst van asperge is een goede verwarming in het voorjaar van het gehele aspergebed, vooral ook van de binnenste zone noodzakelijk. In de praktijk komt deze meestal tot stand door absorptie van zonnestraling. In dit geval is het absorberend vermogen van de bestraalde buitenlaag van het aspergebed van bijzonder belang. Dit kan worden vergroot door volledige onkruidbestrijding en door aanzwarten van het oppervlak van het bed met een dunne laag roet of slakkenmeel (er zouden nog proeven over rendabele uitvoerbaarheid moeten worden genomen; om uit te maken in hoeverre verwarming mogelijk is, zou de temperatuur in verschillende zones van het aspergebed vergeleken moeten worden met die in de omringende

vlakke bodem; ook waarnemingen onder omstandigheden als nachtvorst zijn dan van belang).

Nodig is ook dat de grond, waarmee de asperges zijn toegedekt, de zonnewarmte goed doorgeeft, maar tegelijk weinig vocht en daarmee kou uit de ondergrond optrekt. Organische mest tenslotte kan door broei een sterk verwarmende werking hebben. De praktijk heeft hierin een aanzienlijke ervaring.

De vraag doet zich voor, of technische verwarming van aspergebedden mogelijkheden biedt. Voordelen kunnen zijn: aanzienlijke vervroeging en vergroting van de opbrengst. De mogelijkheden tot *vergroting* van de aspergeoogst lijken gering, omdat de grootte van de oogst mede afhangt van het in de voorafgaande zomer in de vlezige wortels opgeslagen reserve-voedsel.

Vervroeging van de oogst betekent een vroegere afsluiting van het steekseizoen voor de verwarmde aspergebedden en daarmee een iets langere periode voor het vormen van reserves. Het vervroegen van de oogst met enkele weken zou een aanzienlijk voordeel betekenen, wanneer eenvoudige kunstmatige verwarming mogelijk is. In Nederland is daarmee nog vrijwel geen ervaring opgedaan. In de literatuur worden enige meest in zuidelijke landen toegepaste methoden besproken [1, 2, 3]. Onderzocht zou moeten worden, of ze economisch verantwoord aan Nederlandse omstandigheden kunnen worden aangepast. De volgende mogelijkheden kunnen worden genoemd: het plaatsen van rietschermen als windschermen om een aantal, bij voorbeeld acht, aspergebedden en het 's nachts afdekken van de bedden met rietmatten om uitstraling te voorkomen.

In het departement *Vaucluse* (Zuid-Frankrijk) is men erin geslaagd de oogst twee volle maanden te

vervroegen door plaatsing van eenruiters boven de bedden. De verwarming en het steekseizoen worden beëindigd zodra de vollegrondsoogst op gang komt. Ir. J. Snee heeft deze teelt bezichtigd. Hij schrijft het succes toe ten eerste aan de vrij intensieve langdurige zonnestraling, waardoor de temperatuur onder de eenruiter tot hoge waarde oploopt, ten tweede aan de vaak optredende mistral, die de buitentemperatuur laag houdt.

In de omgeving van Parijs en in Essex worden pijpleidingen met warm water gebruikt. Ook hier heeft men door forgeren de aspergeoogsten aanzienlijk vervroegd. De leidingen worden geplaatst op 15 à 20 cm diepte in uitgediepte sleuven tussen twee bedden. De sleuven worden opgevuld met broeiende mest. Bij deze methode streeft men er duidelijk naar ook de binnenste zone van het aspergebed goed te verwarmen zonder de aspergeplant te beschadigen. In de omgeving van Antwerpen worden omstreeks Kerstmis asperges geforceerd op dezelfde wijze als waarop men in België witlof trekt.

Tot slot moeten nog de elektrische grondverwarmingskabels worden genoemd. Zij schijnen voor Nederlandse omstandigheden wel bruikbaar te zijn.

Summary

Influence of temperature on the growth of asparagus

1. The effect of sunshine on the temperature of the soil at different depths in an asparagus bed has been investigated. The influence of temperature on growth has been examined. Auction data from Nijmegen confirmed some conclusions.

2. In May and June 1951 and 1952 both the temperature and the growth of asparagus were recorded hourly or half-hourly during some whole days. Measurements

were carried out at different depths. The technique applied in measuring temperature and growth is shown in Figures 1 and 2 of this paper.

3. Results are demonstrated in Graphs 3, 4, 5 and 6 and in Tables 1 to 7. The conclusions are:

a. Even at the bottom of an asparagus bed (—27 cm) a fluctuation of about 5° C has been observed on hot days in May.

Fluctuations near the surface were extremely great (Fig. 3).

b. The temperatures at a considerable depth reach their minimum and maximum later than the surface temperatures.

c. The rate of growth of white asparagus follows the fluctuations of the temperature, and is at its maximum when the temperature near the top of the shoot is at its maximum (Figures 4, 5 and 6), from which it follows that high temperature near the top of the shoot stimulates growth immediately.

4. By covering part of the bed with reed mats, fluctuations in temperature as well as in growth are reduced, a fact which proves the existence of a direct relation between high temperature of the bed (caused by irradiation) and growth of white asparagus (Fig. 7, Tables 8 and 9).

5. A paper on green asparagus by E. B. Working (1924) has been discussed. Working proves that the growth of green asparagus is hardly influenced by light (only secondary branching seems to react), but is strongly influenced by temperature. He finds the same conformity between daily fluctuations of temperature and growth as we observed in the case of white asparagus. During days of constant temperature and natural light no growth fluctuations were present.

6. No delayed action of a change of temperature in affecting the growth rate has been observed. From Working's Figure 6 it appears improbable that such an effect is present. On the other hand the growth curve of a green asparagus shoot is an S-curve; thereof,

under constant temperature older asparagus shoots of, say, 20 cm in length may be expected to grow faster than smaller ones. Moreover, in an asparagus bed it is observed that shoots whose tops are near surface often grow very fast when extremely high temperatures occur.

7. Comparison of data on the supply of asparagus at the auction of Nijmegen with daily temperatures from the Royal Netherlands Meteorological Institute at De Bilt shows that peaks of supply are correlated with peaks of high temperature about two days earlier. As shoots need some ten days in which to grow from the bottom to the surface of the bed, it is clear that only those shoots which have nearly reached the surface can have a hand in the abundance of supply after hot days.

8. It may be concluded that, to ensure a large supply of asparagus, a high temperature in the lower part of the bed is most important. Fluctuations in the supply due to fluctuations in temperature in the upper part of the bed are unavoidable if solar irradiation is the only source of heat.

9. Some technical possibilities of heating an asparagus bed are mentioned no reference to commercial practicability being made at this stage.

Literatuur

1. Kidner, A. W.: *Asparagus*. Faber and Faber Ltd., Londen: 102—108.
2. Pasquier, H.: *La forçage de l'asperge blanche*. Revue Horticole, 1954: 1021.
3. Ravel, G. de: *La culture de l'asperge sous serre en Vaucluse*. Revue Horticole, 1953: 933.
4. Sangers, W. J.: *De geschiktheid van het Nederlandse klimaat voor de groenteteelt*. Med. Dir. Tuinb. 18, 1955: 159 en 213.
5. Working, E. B.: *Physical and chemical factors in the growth of asparagus*. Tech. Bull. 5 Univ. of Arizona. Coll. of Agr. 1924.

Mededelingen ^{1 2}

van het Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen

45. **Gerritsen, C. J.** De rassenkeuze bij de Walnoot. Maart 1953 f 1,15
46. **Kronenberg, H. G.** De veredeling van Kleinfruit in de Ver. Staten van Amerika f 0,65
47. **Banga, O.** en **M. Keuls.** Praktijkproeven met Berlikumer Wortel 1949. April 1953 f 0,65
48. **Gerritsen, C. J.** Welke kersen moeten we planten. April 1953 f 0,45
49. **Banga, O., M. Keuls** en **M. Wattel.** Praktijkproeven met Flakkeese Winterwortel 1950-1951. Mei 1953 f 0,90
50. Algemene Veredelingsdagen 1952. Verslag van voordrachten en discussies. Juni 1953 f 1,50
51. **Sneep, J.** Praktijkproeven met Spitskool 1949-1950 en 1950-1951. Juli 1953 f 0,65
52. **Boom, B. K.** Internationaal reglement voor de naamgeving van gekweekte planten f 0,75
53. **Kronenberg, H. G.** en **F. Garretsen.** Oprengstproeven met aardbeiklonen. November 1953 f 0,35
54. Veredelingsdag Groentegewassen 1953. Verslag van voordrachten en discussies. December 1953 f 1,—
55. **Floor, J.** Planten in plastic. Januari 1954 Uitverkocht
56. **Banga, O.** Taproot-problems in the breeding of root vegetables f 0,25
57. **Jensma, J. R.** en **A. Kraai.** Praktijkproeven met Rode Kool 1950-1951. Juni 1954 f 1,10
58. **Jensma, J. R.** en **A. Kraai.** Praktijkproeven met Spruitkool 1950-1951. Juli 1954 f 0,85
59. Veredelingsdag Fruitgewassen 1954. Verslag van voordrachten en discussies. Augustus 1954 f 0,95
60. **Kraai, A.** The use of Honey-bees and Bumble-bees in breeding work. September 1954 f 0,45
61. **Jensma, J. R.** en **A. Kraai.** Praktijkproeven met Witte Kool 1952-1953. Februari 1955 f 1,35
62. **Banga, O.** en **J. W. de Bruyn.** Selection of Carrots for Carotene Content. Februari 1955 f 0,25
63. **Kronenberg, Hester G.** en **L. M. Wassenaar.** Praktijkproeven met aardbeirassen 1952-1954. April 1955 f 0,90
64. **Keuls, M.** en **J. W. Sieben.** Two statistical problems in plant selection. April 1955 f 0,35
65. **Banga, O.** The Institute of Horticultural Plant Breeding. April 1955 f 0,25
66. **Banga, O.** Uienveredeling met gebruikmaking van in-teelt en herstel door heterosis. Juni 1955 f 0,30
67. **Banga, O.** Carrot yield analysis. September 1955 f 0,30
68. **Banga, O., J. W. de Bruyn** en **L. Smeets.** Selection of carrots for carotene content. II. Sub-normal content at low temperature. September 1955 f 0,25
69. **Braak, J. P.** Effect of temperature and light on June Yellows in strawberries. September 1955 f 0,25
70. **Banga, O.** De ontwikkeling van de rassensituatie bij groentegewassen. Oktober 1955 f 0,25
71. **Bruyne, A. S. de.** Tendensen in de ontwikkeling van het Nederlandse fruitsortiment. Oktober 1955 f 0,40
72. **Banga, O.** Praktijkproeven met Knolselderij 1953-1954. November 1955 f 0,30
73. **Floor, J.** Proeven met stekken onder watervernevelling. April 1956 f 1,—
74. **Andeweg, J. M.** en **J. M. Ruyten.** Praktijkproeven met Tomaten 1954-1955. April 1956 f 0,40
75. **Andeweg, J. M.** en **A. van Steenberg.** Praktijkproeven met stoksnijsbonen 1953-1954 f 0,35
76. **Banga, O.** en **J. L. van Bennekom.** Praktijkproeven met Ronde Witpunt Radijs 1953-1954 f 0,55
77. **Smeets, L.** and **Hester G. Kronenberg.** Runner formation on strawberry plants in autumn and winter
- Smeets, L.** Runner formation on strawberry plants in autumn and winter. II. Influence of the light intensity on the photoperiodical behaviour. Juni 1956 f 0,30
78. **Smeets, L.** Influence of the temperature on runner production in five strawberry varieties. Juni 1956 f 0,25
79. **Smeets, L.** and **L. M. Wassenaar.** Problems of heat spot in *Fragaria vesca* L. when indexing strawberry selections for viruses. June 1956 f 0,50
80. **Banga, O.** and **J. W. de Bruyn.** Selection of carrots for carotene content. III. Planting distances and ripening equilibrium of the roots. Juni 1956 f 0,35
81. **Banga, O.** International conference on the improvement and on the standardization of vegetable varieties at Wageningen, Netherlands, on August 26 and 27, 1955. August 1956 f 0,75
82. **Floor, J.** Proeven met vermeerdering van houtige gewassen. September 1956 f 0,80
83. **Gerritsen, C. J.** Improvement of the cherry varieties used in the Netherlands. Oktober 1956 f 0,35
84. **Gerritsen, C. J.** Research offered new possibilities for nut growing in the Netherlands. Oktober 1956 f 0,25
85. **Andeweg, J. M.** The breeding of scab-resistant frame cucumbers in the Netherlands. Oktober 1956 f 0,30
86. **Zellinga, A. E.** An improved acetic orcein squash method for serial cytological preparations. Oktober 1956 f 0,20
87. **Braak, J. P.** and **L. Smeets.** The Phytotron of the Institute of Horticultural Plant Breeding at Wageningen, Netherlands. Oktober 1956 f 0,30
88. **Banga, O.** and **L. Smeets.** Some effects of the photoperiod on growth and pithiness of radishes. Oktober 1956 f 0,30
89. **Kho, Y. O.** and **J. P. Braak.** Reduction in the yield and viability of carrot seed in relation to the occurrence of the plant bug *Lygus campestris* L. Oktober 1956 f 0,35
90. **Terpstra, W.** Some factors influencing the abscission of clefted leaf petioles Januari 1957 f 0,35
91. **Keuls, M.** en **J. J. Post.** Invloed van de temperatuur op de groei van asperges Oktober 1957 f 0,70

Rassenlijsten ¹ uitgegeven door het Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen

- Achtste Beschrijvende Rassenlijst voor Fruit. 1957 f 1,75
- Negende Beschrijvende Rassenlijst voor Groentegewassen. 1957. Redacteur Dr. O. Banga f 1,75

Jaarverslagen ¹ van het Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen

- Jaarverslag 1950. (1951) Uitverkocht
- Jaarverslag 1951—1952. 2 (1954) f 3,50