



Uniformiteit in het uitgangsmateriaal van aardbei

Resultaten van een literatuurstudie

Anja Dieleman, Elly Nederhoff en Ruud Maaswinkel



Referaat

De teelt van aardbeien onder glas is een kostenintensieve teelt, waarbij het van belang is dat de productie per plant hoog is. Uit metingen blijkt dat er tussen planten grote verschillen in productie bestaan. In een literatuurstudie, uitgevoerd op verzoek van Plantum en gefinancierd door Productschap Tuinbouw, is nagegaan wat verschillen in uitgangsmateriaal van aardbei kan veroorzaken en de gevolgen hiervan op de vruchtproductie. De grootte van een stek bleek met name bepaald te worden door de positie aan de stolon. Naarmate een stek afkomstig is van een positie dicht bij de moederplant is de stek zwaarder met een grotere diameter en meer bladeren. Kern van deze literatuurstudie was hoe de grootte van de stek de vruchtproductie beïnvloedt. Stekgrootte blijkt wel invloed te hebben op de timing van de productie, maar niet op de totale vruchtproductie. Dat betekent dat met stekgrootte het verloop van de productie te sturen is. Voorgesteld wordt in vervolgonderzoek planten individueel te volgen van moment van steknemen tot totale productie waarbij de ontwikkeling van planten goed gevolgd wordt, om daarmee kennis op te doen van de processen in de plant. Zo zou de productie van aardbeien in kasteelten gestuurd kunnen worden via het uitgangsmateriaal.

Abstract

In strawberry cultivation in greenhouses, high production levels are required. Measurements showed that plants differ considerably in number of fruits produced. In a literature study, requested by Plantum and financed by the Commodity Board for Horticulture, factors determining the differences in strawberry runner plants were determined as well as the consequences for fruit production. The size of the runner appeared to be primarily determined by the position on the stolon. Runners originating from a position closer to the mother plant were heavier with a larger crown diameter and more leaves. Central issue in this review is how the size of the runner affects fruit production. The size of the runner appears to affect the timing of production but not total fruit production. This implies that the pattern of production can be steered with runner size. For future research, we propose to follow individual plants from runner to producing plant and register plant development during this period in order to gain knowledge on the plant processes. In this way, the the production of greenhouse

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Droevendaalsesteeg 1, 6708 PB Wageningen
: Postbus 644, 6700 AP Wageningen
Tel. : 0317 - 48 60 01
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Belang van uniform hoogwaardig plantmateriaal	7
	1.2 Doel	8
	1.3 Onderzoeksvragen	9
2	Het gewas aardbei	11
	2.1 Plantopbouw	11
	2.2 Vermeerdering en teelt in kassen	11
3	Vegetatieve vermeerdering	13
	3.1 De ideale stek	13
	3.2 Factoren van invloed op stekgrootte	13
	3.2.1 Assimilatenvoorziening van de moederplant	13
	3.2.2 Positie aan de stolon	14
	3.2.3 Nutriëntenvoorziening	16
	3.2.4 Moment van steknemen	17
	3.3 Conclusie	18
4	Effect van stekgrootte op productie	19
	4.1 Conclusie	21
5	Bloemaanleg en uitlopervorming	23
	5.1 Conclusie	24
6	Conclusies, discussie en aanbevelingen	25
	6.1 Vegetatieve vermeerdering en stekgrootte	25
	6.2 Stekgrootte en vruchtproductie	26
	6.3 Stekproductie	27
7	Literatuurlijst	29

Samenvatting

De teelt van aardbeien onder glas is een kostenintensieve teelt, waarbij het van belang is dat de productie per plant hoog is. Recent bleek uit tellingen op een praktijkbedrijf dat het aantal vruchten dat per plant geproduceerd werd in de najaarsteelt varieerde tussen de 20 en 70 vruchten per plant. Verder zaten er ook grote verschillen in het uitgangsmateriaal van deze teelt, ondanks het feit dat de planten voor de telvakken op uniformiteit geselecteerd waren. In hoeverre de verschillen in uitgangsmateriaal de oorzaak zijn van de productieverschillen is niet bekend. Dit was aanleiding voor een literatuurstudie naar de uniformiteit van het uitgangsmateriaal van aardbei en de gevolgen hiervan op de vruchtproductie. Dit onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van vragen van de werkgroep "Plantkwaliteit aardbei" van Plantum en werd gefinancierd door Productschap Tuinbouw.

De kwaliteit van een stek wordt bepaald door het gewicht, aantal bladeren, stolondikte, kroondiameter en het aantal wortels of wortelprimordia. Deze eigenschappen worden met name bepaald door de positie aan de stolon. Naarmate een stek afkomstig is van een positie dicht bij de moederplant is de stek zwaarder met een grotere diameter en meer bladeren. Deze zichtbare eigenschappen van de stekken worden niet beïnvloed door het moment van het nemen van de stekken.

Een belangrijke vraag in deze literatuurstudie was hoe de grootte van de stek de uiteindelijke vruchtproductie van de plant beïnvloedt. Hiernaar is veel onderzoek gedaan, waaruit blijkt dat het grootte van de stek wel invloed heeft op de vroege productie, maar niet op de totale productie van de planten. Dit betekent wel dat met de grootte van de stek, mede bepaald door de positie van de stek aan de stolon, de timing van de productie te sturen is. Grote stekken hebben een hogere vroege productie, terwijl kleine stekken in het begin van de teelt een lagere productie hebben, maar dit compenseren aan het einde van de teelt.

De uniformiteit van stekken zou te verbeteren kunnen zijn door moederplanten in korte tijd veel uitlopers te laten vormen. Dit kan gestuurd worden door de assimilaten- en nutriëntenvoorziening van de moederplanten, lichtperiode en temperatuur. Zware moederplanten produceren meer uitlopers en stekken. Verder worden bij lange dagen en hoge temperaturen meer stolonen gevormd, terwijl bij korte dagen en lage temperaturen knoppen zich ontwikkelen tot bloemtrossen in plaats van stolonen.

Om het mogelijk te maken via het uitgangsmateriaal de productie van aardbeien in Nederlandse kassen te sturen, is meer kennis nodig van de groei en ontwikkeling van stekken tot producerende planten en de processen die daarbij een rol spelen. Eén van de aspecten hierbij is het moment van het nemen van de stekken, wat mogelijk ook een effect heeft op de ontwikkeling van de planten, maar waarover nog nagenoeg geen systematisch onderzoek is gedaan. In een vervolgonderzoek zouden planten individueel gevolgd moeten worden van moment van steknemen tot totale productie waarbij de ontwikkeling van de planten goed gevolgd zou moeten worden.

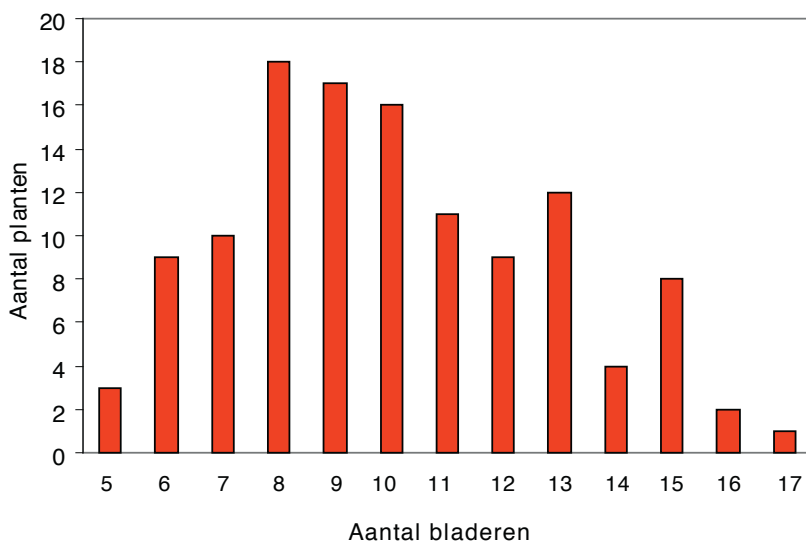
1 Inleiding

In Nederland wordt op ca. 1600 ha aardbeien geteeld (CBS Statline), waarvan 1350 ha in de open grond (CBS Statline), 210 ha onder glas en 58 ha in tunnels (Vermeulen, 2010). Het areaal aardbeien in de open grond is de afgelopen 10 jaar redelijk constant gebleven, terwijl het areaal onder glas en in tunnels gegroeid is van 170 ha in 2000 tot 270 ha in 2009. Waar de productie per m² in de vollegrond gemiddeld 2 kg is, is dit in de doorteelt onder glas 12-15 kg/m² (Vermeulen, 2010).

1.1 Belang van uniform hoogwaardig plantmateriaal

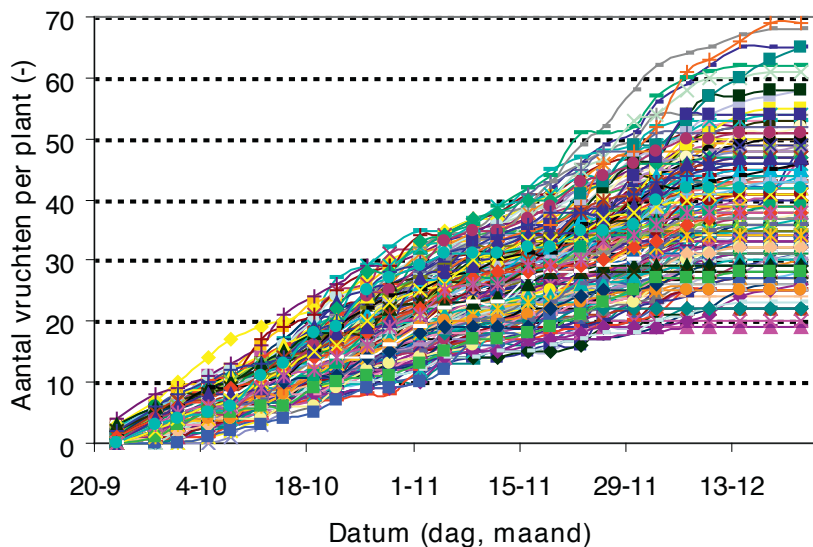
De teelt van aardbeien in kassen is een veel kostenintensievere teelt dan aardbeien in de grond of in tunnels. Om de hoge investeringen terug te verdienen, is het noodzakelijk dat de timing van de productie te sturen is, en dat de productie per m² hoog is. Er zijn wel veel gegevens over het effect van voeding, moment van steknemen, watergift, etc. op productie bij aardbei, maar deze gegevens zijn altijd gemiddelden over partijen. Over het effect van de kwaliteit van het uitgangsmateriaal op de productie van een partij is veel minder bekend.

In 2009 is in het kader van Het Nieuwe Telen een aardbeienproef uitgevoerd op een praktijkbedrijf (Kempkes *et al.*, 2010). Op 10 en 11 augustus 2009 werden Elsanta stekken geplant. Voorafgaand aan het planten waren uit de partij aangeleverde stekken planten voor de telvakken geselecteerd op uniformiteit. In september werd de kwaliteit van het uitgangsmateriaal bepaald door het aantal bladeren te tellen van aardbeien uit telvakken in de kas. Op dat moment bleek het aantal bladeren van deze “uniforme” planten uiteen te lopen van 5 tot 17 bladeren per plant (Figuur 1.1.). Dat betekent dat de verschillen tussen de planten die van een vermeerderaar komen en bij een teler in de kas komen nog groter zijn.



Figuur 1.1. Het aantal planten met een het aantal bladeren liep uiteen van 3 planten met 5 bladeren tot 17 planten met 9 bladeren tot 1 plant met 17 bladeren in een partij op uniformiteit geselecteerde aardbeienstekken (n.a.v. Kempkes *et al.*, 2010).

In de teelt van aardbei in kassen kunnen de verschillen in productie tussen verschillende planten groot zijn. In de proef zoals hierboven beschreven bleek dat de productie per plant varieerde van 20 tot 70 stuks per plant (Kempkes *et al.*, 2010; additionele data; Figuur 2.). In hoeverre de verschillen in productie direct gekoppeld zijn aan de verschillen in uitgangsmateriaal in deze teelt is niet bekend. Het lijkt wel aannemelijk dat er een relatie zal bestaan tussen grootte van een plant bij de start van de teelt en de uiteindelijke productie er van.



Figuur 1.2. Het aantal vruchten per aardbeienplant van 204 individuele planten gemeten in de periode september tot en met december 2009 (n.a.v. Kempkes *et al.*, 2010).

Voor zowel telers als vermeerderders is het van belang te weten op welke manier de verschillen in grootte (aantal bladeren, gewicht, dikte van de stolon, diameter van de kroon) van de stekken kunnen sturen, en hoe zij daarmee tot uniformer plantmateriaal zouden kunnen komen. Daarom is door de werkgroep “Plantkwaliteit aardbei” van Plantum het verzoek gedaan om de beschikbare informatie over dit onderwerp te verzamelen. In deze literatuurstudie wordt gekeken wat er bekend is over verschillen in plantmateriaal bij aardbei, wat daarvan de oorzaken zijn, en hoe deze verschillen voorkomen of verkleind kunnen worden. De vraag is daarbij of en hoe de kwaliteit en uniformiteit van het uitgangsmateriaal de uiteindelijke productie van de planten beïnvloedt, en hoe dit te sturen zou kunnen zijn. Dit onderzoek is gefinancierd door Productschap Tuinbouw.

1.2 Doel

De literatuurstudie heeft als doel informatie te verzamelen welke factoren van invloed zijn op de verschillen in plantgewicht, aantal bladeren, etc. van de uitlopers aan de plant, en hoe deze factoren te beïnvloeden zijn. Vervolgens moet de vraag beantwoord worden hoe de eigenschappen van de stek de productie uiteindelijk beïnvloeden. Deze informatie moet leiden tot kennis hoe de uniformiteit van de stekken van aardbeienmoerplanten te verhogen is.

1.3 Onderzoeksvragen

In deze literatuurstudie zullen de volgende vragen beantwoord worden:

1. Wat beïnvloedt de grootte van een stek?
2. Hoe vertaalt de stekgrootte zich door in productie?
3. Wat zijn andere mogelijkheden om de stekproductie te beïnvloeden?

Hierbij zal gekeken worden naar:

- Wat is een goede stek?
- Relatie tussen generatie en eigenschappen van de stek (grootte, aantal bladeren, aantal wortels, etc.)
- Effecten van stekgrootte op de productie
- Bloei-inductie en uitlopervorming.

2 Het gewas aardbei

2.1 Plantopbouw

Een aardbeiplant heeft een sterk verkorte, verticaal opgroeiende stengel (kroon, neus of spruit) met daaraan de bladeren en wortels. Het gedeelte onder de grond is de wortelstok of rhizoom (Vroegop *et al.*, 2007). De basiseenheid van een aardbeienplant bestaat uit een stukje stengel met daarop een blad, met in de oksel daarvan een zijknop. Een zijknop bevat een stukje stengel met daarop enkele bladeren en een groeipunt. De zijknop kan gaan groeien, hetgeen dan zichtbaar wordt als een neus. In deze zijknop kan zich zowel een tros als een stolon ontwikkelen. Tijdens de vegetatieve fase bestaat de plant uitsluitend uit dergelijke eenheden, welke heel dicht op elkaar zitten, omdat de stengelstukjes, die samen de hoofdas van de plant vormen heel kort zijn (Booij *et al.*, 2002).

Een stolon of uitloper heeft lange dunne internodia, en vormt wortels en uiteindelijk kleine plantjes op de nodes. Een moederplant kan zeer veel uitlopers produceren in alle richtingen en iedere uitloper kan zeer veel plantjes voortbrengen. Water en voedingsstoffen gaan van de moederplant naar het plantje, en soms de tegenovergestelde richting, via de uitloper. Onder invloed van veranderde daglichtlengte en temperatuur voltrekt zich jaarlijks een kringloop van fysiologische toestanden. Buiten overwintert de plant met korte, sterk gedrongen stengels dicht bezet met bladeren. Bij strenge vorst sterft het blad af. Buiten (in Nederland) begint in maart-april de hergroei van de bladeren, in mei gevolgd door de eerste bloemen en vanaf eind mei of begin juni door vruchten. In de zomer vormen ze uitlopers (stolonen), waaraan jonge plantjes groeien. Het aantal uitlopers en zijuitlopers varieert van ras tot ras. De vorming van uitlopers met jonge planten wordt bevorderd door het wegnemen van de bloemtrossen. Vanaf eind augustus-begin september tot ver in het najaar vindt de aanleg van bloemknoppen plaats.

In de vegetatieve fase bestaat de aardbeiplant enkel uit zijknoppen (neuzen) die zeer dicht op elkaar zitten. De stengelstukjes tezamen vormen de hoofdas van de plant. In de generatieve fase, de fase waarin de plant gaat bloeien en vrucht dragen, heeft de plant ook bloemstengels. In de generatieve fase ziet een aardbeiplant er schematisch uit zoals in Figuur 2.1. is weergegeven (Booij *et al.*, 2002). Aan het uiteinde van de hoofdas bevindt zich de primaire bloemstengel waarop twee of drie zijknoppen zijn uitgelopen. Deze vormen de zijtakken van de bloemstengel. Een bloem vormt zich telkens aan de uiteinden van zowel de zij- als de hoofdas. De bloem welke aan het einde van de hoofdas zit, wordt de primaire bloem genoemd, en degene aan de zijtak de secundaire bloem. Aan elk van de zijassen kunnen wederom weer vertakkingen ontstaan met aan het uiteinde een bloem (de tertiaire bloem enz.). Lager op de hoofdas kunnen eveneens knoppen uitlopen welke eindigen in een bloemstengel. Deze worden secundaire bloemstengel genoemd. Het aantal zijassen dat zich tot een bloemstengel ontwikkeld kan sterk variëren. (Vroegop *et al.*, 2007).

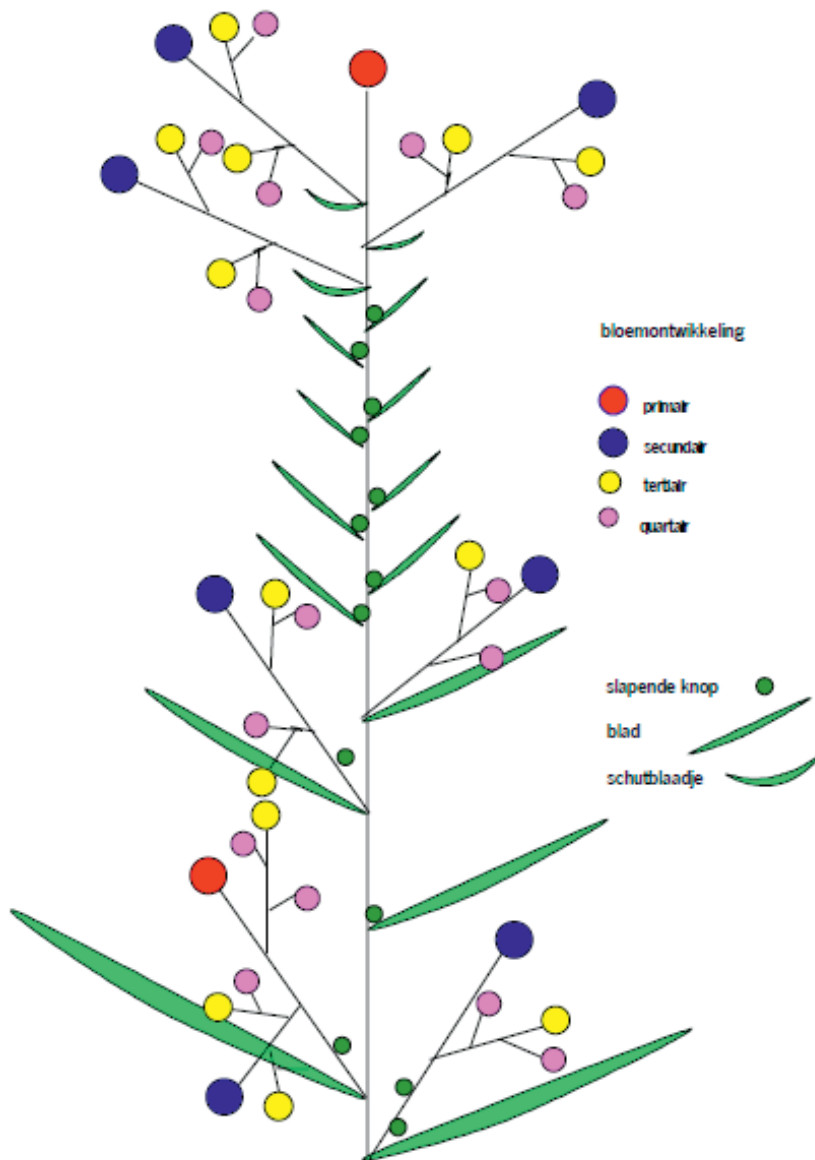
Naarmate de orde van zowel de trossen als de bloemen binnen een tros hoger is, is deze later gevormd en ontwikkelt zich dus later (bloeit later en draagt later vrucht). De aanleg van de primaire en secundaire trossen vindt veelal plaats tijdens de periode op het wachtbed. Na de bewaring voor de eerste teelt in de herfst worden nog enkele tertiaire trossen gevormd en ontwikkelen zich met name de hogere orde bloemen (Booij *et al.*, 2002).

2.2 Vermeerdering en teelt in kassen

Hoewel aardbeiplanten meerjarig zijn, wordt de beste opbrengst en kwaliteit verkregen van éénjarige planten. In maart worden moederplanten uitgezet, die worden ontdaan van bloemknoppen. In de zomer, onder invloed van lange dagen, worden uitlopers (stolonen) gevormd waaraan nieuwe plantjes gevormd worden (runnerplanten, dochterplanten, stekken). Aardbeienplanten kunnen grote aantallen stekken produceren, die sterk kunnen variëren. Een in Nederland veel geteeld ras als Elsanta produceert gemiddeld tussen de 12 en 20 stekken per moederplant (Lieten, 2000), terwijl andere rassen als Chandler of Oslo Grande circa 80 stekken produceren (Bish *et al.*, 2001; Takeda *et al.*, 2004).

Echter, de gewichten van deze stekken kunnen (sterk) variëren, met mogelijke consequenties voor de vervolggroei. Vermeerdering vindt bijna altijd plaats op het veld in de grond, maar kan ook op substraat (Lieten *et al.*, 2004) en in de kas, waar moederplanten in goten worden geteeld. De uitlopers hangen naar beneden en vormen dochterplantjes ('hangstekken'). De stekken worden verzameld, en kunnen dan worden geplant in trays gevuld met teeltaarde (trayplanten), of kunnen gekoeld worden bewaard.

Voor gekoelde bewaring worden de stekken eind november tot begin december gesorteerd, ingepakt en opgeslagen in een koelcel bij -1.5 °C. Circa half augustus (na 9 maanden in de koelcel) worden de jonge planten uitgeplant in potten of librabakken gevuld met teeltaarde. Van deze planten wordt geoogst van oktober tot half december (eerste oogst, najaarsoogst). Hierna volgt een periode van doorstoken voor bloemvorming, en vervolgens een rust periode waarin niet wordt gestookt. In februari wordt de kas weer opgestookt om nieuw blad te vormen, waarbij gloeilampen worden ingezet om bladstrekking te stimuleren. Van half april tot eind mei wordt van deze planten voor de tweede keer geoogst (voorjaarsoogst). Hierna worden de planten geruimd.



Figuur 2.1. Schematische weergave van de plantstructuur in de herfstteelt (Uit: Booij *et al.*, 2002).

3 Vegetatieve vermeerdering

Aardbeien voor kasteelten in Nederland worden vegetatief vermeerderd door het winnen van stekken (runnerplanten, dochterplanten) die in grote getale worden gevormd aan uitlopers (ranken, stolonen, runners) van moederplanten (moederplanten). Bij de stekproductie spelen zeer veel factoren een rol, zoals type (junidrager of doordrager), ras, seizoen, daglengte, temperatuur, voorgeschiedenis van moederplant, timing (datum van steknemen, bewaarduur, plantdatum), koudebehandeling, en meer. De dochterplantjes aan een stolon hebben afnemende positie en leeftijd, ook wel 'generatie' genoemd. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de stekgrootte beïnvloed kan worden en daarmee ook gestuurd kan worden.

3.1 De ideale stek

Trayplanten zijn aardbeienstekken die bij voorkeur genomen worden als ze nog geen wortels hebben, zodat ze direct in trays beworteld kunnen worden op een veenmengsel. In de afgelopen jaren zijn trayplanten in plaats gekomen van de gebruikelijke bewortelde wachtbedplanten (Lieten, 2000). Stekken worden frequent geoogst, 2 tot 3 keer per week, om uniform uitgangsmateriaal te krijgen.

De ideale stek heeft de volgende eigenschappen:

- De stek is virusvrij;
- De stek heeft een gemiddelde grootte (ca. 6.5 tot 10 cm);
- De stek heeft goed zichtbare wortelpunten, bij voorkeur 0.5 tot 1 cm lang (Lieten, 1994);
- De stekken moeten 2-3 intacte bladeren hebben; alleen de erg oude en beschadigde bladeren moeten verwijderd worden (Lieten, 1994);
- De bladeren moeten niet langer zijn dan ca. 10 cm om de stekken makkelijk te kunnen verwerken;
- De kroondiameter moet ca. 8 tot 12 mm zijn;
- De stekken moeten gesneden worden met een stukje stolon zodat ze makkelijk in het veenmengsel gestoken kunnen worden om de plantjes vast te zetten totdat de wortels ontwikkelen. Lieten en Baats (1988) gaven aan dat dat stukje ongeveer 1.5 tot 2 cm zou moeten zijn. In een bijeenkomst met vermeerderders gaven zij aan dat dit 3 tot 4 cm zou moeten zijn.

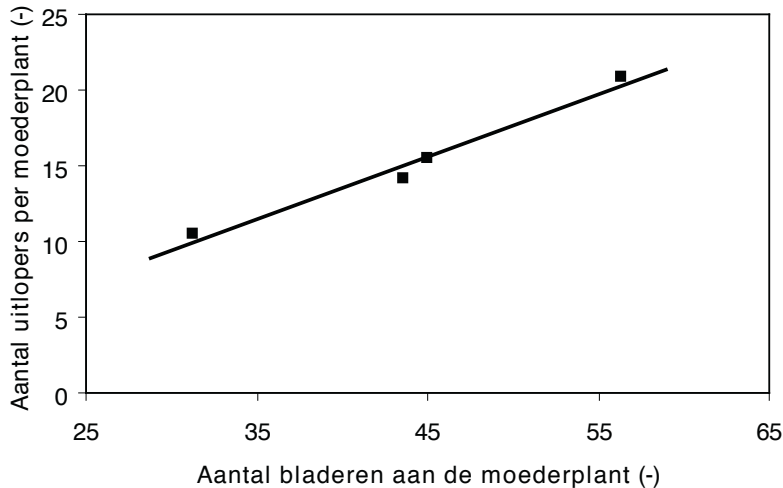
3.2 Factoren van invloed op stekgrootte

De grootte van een stek kan op verschillende manieren aangegeven worden, bijvoorbeeld door het gewicht (Bartczak *et al.*, 2007; Takeda *et al.*, 2004; Menzel & Waite, 2006), kroondiameter (MacKenzie & Xiao, 2003; Kehoe *et al.*, 2009; Miserendino *et al.*, 2009), aantal bladeren (Bartczak *et al.*, 2007) of de diameter van de stolon (Bish~Set~Sal~S2000).

3.2.1 Assimilatenvoorziening van de moederplant

Bij vegetatieve vermeerdering is de toestand van de moederplant van groot belang voor het aantal nakomelingen dat geproduceerd kan worden en de kwaliteit van de nakomelingen. Wanneer de moederplant voldoende assimilaten heeft kunnen vormen, zullen er meer en zwaardere stekken van geoogst kunnen worden. De hoeveelheid assimilaten in de moederplant is te beïnvloeden via de plantdichtheid in de kas en op het veld, bijbelichten en CO₂ dosering in de kas, seizoen en locatie. Moederplanten die bijvoorbeeld bij een hogere lichtintensiteit in groeikamers stonden, vormden meer uitlopers dan planten bij een lagere lichtintensiteit (Wu *et al.*, 2009).

Door Smeets (1968) is uitgebreid onderzoek gedaan naar stekproductie bij aardbei. De assimilatenvoorziening van de moederplanten werd beïnvloed door veldjes moederplanten te beschaduen. Naarmate de moederplanten meer licht kregen, groeiden ze sterker, uitgedrukt in aantal bladeren en aantal kronen. Verder was het zo dat een sterkere groei van de moederplant gepaard gaat met de vorming van meer uitlopers (Figuur 3.1.).



Figuur 3.1. Relatie tussen het de grootte van de moederplant (aantal bladeren) van het ras Senga Sengana en het aantal uitlopers dat per moederplant gevormd wordt (Data: Smeets, 1968).

Ook wanneer de groeikracht van de moederplanten uitgedrukt wordt als het aantal kronen dat in een bepaalde periode gevormd is, geldt dat zware moederplanten veel uitlopers vormen en lichte moederplanten weinig uitlopers (Smeets, 1968).

Wanneer een moederplant een grotere assimilatenvoorraad heeft op het moment dat de uitlopers en stekken gevormd worden, kunnen de individuele stekken ook een grotere assimilatenreserve hebben. Voor wortelvorming en daarna voor het aanleggen van bloemen en de ontwikkeling van de vruchten zijn veel assimilaten nodig (Long, 1935). Wanneer de stek zwaarder is op het moment van snijden, zou deze meer assimilatenreserves kunnen hebben voor de vroege bloei en vruchtontwikkeling. Uit metingen blijkt namelijk dat de aanleg van bloemen en vervolgens de ontwikkeling van vruchten kan leiden tot uitputting van de reservevoorraad aan assimilaten, wat leidt tot een afname van het wortelgewicht (May *et al.*, 1994).

Samenvattend geldt een zwaardere moederplant meer stekken kan produceren. Naarmate de assimilatenvoorziening van de moederplant beter is, door meer licht, CO₂, lagere plantdichtheid en andere factoren, zal het gewicht van de moederplant toenemen, en daarmee het aantal stekken dat er gevormd worden. Wat dit betekent voor de uniformiteit van de gevormde stekken is niet bekend.

3.2.2 Positie aan de stolon

De grootte van de stek wordt beïnvloed door de positie aan de stolon. Takeda *et al.* (2004) vond dat het gewicht van een stekje afnam met de positie aan de stolon (Tabel 3.1.). Naarmate een stek verder verwijderd was van de moederplant, was de stek lichter. Alleen de oudste stek had minder wortels dan de rest, verder waren er geen aantoonbare verschillen in beworteling van de stekken.

Tabel 3.1. Gewicht en wortelvorming op moment van oogst van stekken van posities 2, 4, 6, 8 en 10 van stolonen van 'Chandler' aardbeienplanten (Takeda et al., 2004). De metingen zijn verricht aan 10 planten per stekpositie.

Stekpositie	Gewicht (g) ¹	Wortelvorming	
		Aantal	Lengte (cm)
2	6.7 a	9.6 b	4.0 a
4	4.8 b	16.8 ab	4.3 a
6	2.9 c	17.9 ab	4.6 a
8	2.3 c	20.5 a	4.9 a
10	1.5 d	15.1 ab	5.2 a

¹ Verschillende letters in de kolommen geven aan dat de waarden aantoonbaar verschillen met een betrouwbaarheid van 95%

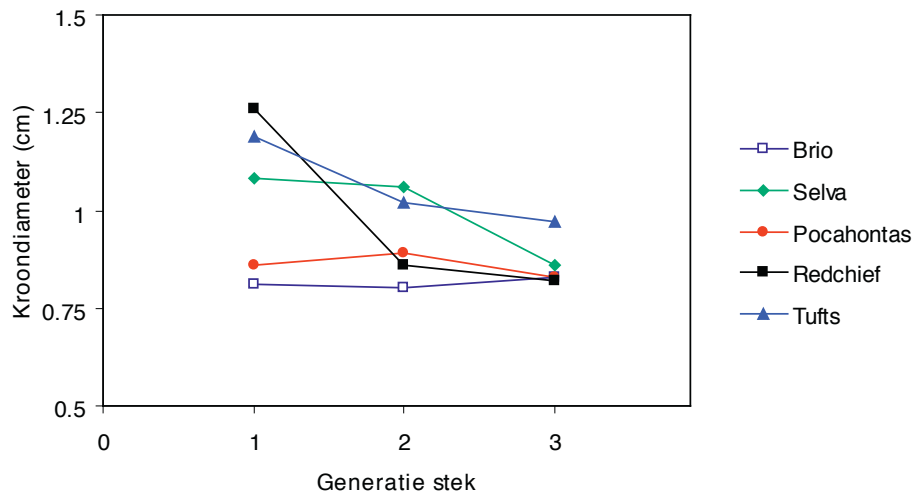
Vergelijkbare resultaten zijn gevonden door Takeda & Hokanson in 2003. Zij lieten zien dat Chandler planten van mei tot juli ongeveer 12 stolonen per plant produceerden, met daaraan 30 stekken. Het aantal stekken per stolon varieerde van 2 tot 6. Langs een stolon was de oudste stek het zwaarst (gemiddeld 6.7 g) en daarna de stekken van de 2^e, 3^e, 4^e en 5^e (1.5 g) positie. Op het veld bleek er geen effect te zijn van de positie of grootte van de stekken op de productie van de stolonen en het aantal gevormde kronen.

De waarneming dat er een duidelijk verschil is in de grootte van de stekjes van verschillende generaties op het moment van het steknemen is vaker gedaan. Bartczak et al. (2007) hebben zowel de diameter van de kroon, het aantal bladeren als het versgewicht van de stekken bepaald 100 dagen na het opzetten van de stekken in een klimaatkamer. Het bleek dat zowel kroondiameter, aantal bladeren als het versgewicht van de stekken groter was voor de 1^e generatie stek (het dichtste bij de moederplant) dan voor de 2^e generatie en de derde generatie (Tabel 3.2.).

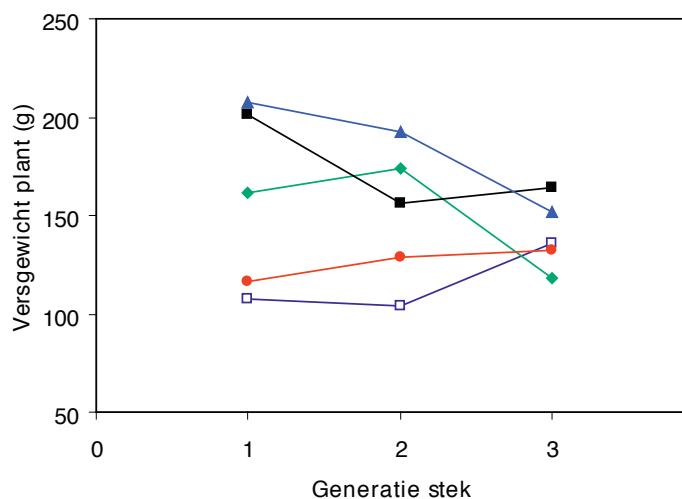
Tabel 3.2. Effect van de generatie op de kroondiameter, aantal bladeren en versgewicht van stekken aan uitlopers van de aardbeienrassen Elsanta en Honeoye (Bartczak et al., 2007).

	Elsanta			Honeoye		
	1 ^e generatie	2 ^e generatie	3 ^e generatie	1 ^e generatie	2 ^e generatie	3 ^e generatie
Diameter kroon (mm)	14.2 a	12.3 b	10.9 c	13.4 a	12.3 b	11.0 c
Aantal bladeren (-)	16.2 a	9.3 c	6.9 d	15.5 a	10.2 b	6.5 d
Plantversgewicht (g)	24.4 a	15.9 c	12.9 d	18.8 b	16.2 c	12.8 d

De effecten van stekpositie of generatie van de stek op de kroondiameter of het versgewicht van de plant kan sterk verschillen (Türkben, 2008). In figuren 3.2. en 3.3. is te zien dat het effect van het 1^e, 2^e of 3^e stekje aan een stolon op kroondiameter van de bewortelde stek of het versgewicht van de stek op het moment van losmaken van de moederplant sterk verschilt voor de 5 onderzochte rassen.



Figuur 3.2. Effect van de generatie van de stek van 5 aardbeienrassen op de kroondiameter van de bewortelde stek (Türkben, 2008).



Figuur 3.3. Effect van de generatie van de stek van 5 aardbeienrassen op het versgewicht (onder) van de stek op het moment van losmaken van de moederplant (Türkben, 2008).

Bish *et al.* (2000) lieten zien dat grotere stekken (grotere stolon diameter) of meer bladeren op het moment van steknemen na enige weken een betere wortelgroei, grotere kroondiameter en een betere bloemontwikkeling hebben.

Samenvattend geldt dat de positie van een stek aan de stolon een grote invloed heeft op gewicht, kroondiameter en aantal bladeren van een stek. Naarmate de stek eerder gevormd is, en dus aan de stolon dicht bij de moederplant zit is de stek groter en zwaarder.

3.2.3 Nutriëntenvoorziening

Er is veel onderzoek verricht naar de optimale nutriëntensamenstelling voor aardbei (Hancock, 1999). De nutriënten die het snelst beperkend zijn, zijn stikstof, kalium, borium en calcium, terwijl fosfaat, ijzer, magnesium en mangaan nagenoeg geen probleem vormen.

De nutriëntenbehoefte hangt sterk af van het genotype en (in de grond) de gesteldheid van de grond.

Door Lieten (2001) is op het Proefbedrijf der Noorderkempen een proef gedaan waarin moederplanten vier voedingsschema's toegediend kregen, vanaf het uitplanten buiten tot het snijden van de stekken rond 25 juli. Moederplanten kregen het standaard voedingsschema, en drie groepen moederplanten kregen een verlaagde stikstofgift door kalinitraat te vervangen door kalisulfaat of door het nitraatcijfer te verlagen door sulfaat te verhogen. Verder werd het standaard schema met een standaard met extra magnesiumsulfaat. Het standaard voedingsschema leverde gemiddeld 12 bruikbare stekken per moederplant op. Het verminderen van de nitraatdosering reduceerde het aantal stekken met 20 tot 35% (Tabel 3.3.). Extra magnesiumnitraat leidde niet tot extra groei of stekproductie (Lieten, 2001).

Tabel 3.3. Invloed van nitraat/sulfaat verhouding en nitraat/fosfaatverhouding in de voedingsoplossing op de hoeveelheid stekken (Uit: Lieten, 2001).

Aantal stekken per moederplant	Concentratie (mmol/liter) in voedingsoplossing			
	Standaard	Schema 2	Schema 3	Schema 4
	11 NO ₃	7 NO ₃	7 NO ₃	5 NO ₃
	1 PO ₄	1 PO ₄	5 PO ₄	1 PO ₄
	1 SO ₄	3 SO ₄	1 SO ₄	4 SO ₄
Klein	4.8	4.3	3.7	2.1
Middel	4.4	2.6	2.7	2.8
Groot	2.5	2.3	1.1	1.2
Totaal	11.7	9.2	7.5	6.3

Samenvattend kan gesteld worden dat de voedingstoestand van de moederplanten van invloed is op het aantal stekken dat door de moederplant gevormd wordt. Hoe de uniformiteit van de stekken beïnvloed wordt door de voedingstoestand van de moederplanten is niet bekend.

3.2.4 Moment van steknemen

In de cyclus van de plantontwikkeling van aardbei, worden in het voorjaar stolonen gevormd waaraan nieuwe plantjes gevormd worden. In het veld ontwikkelen de uitlopers met stekken zich, en zijn de planten in juli/augustus voldoende beworteld om losgesneden te worden van de moederplant. Gedurende de tijd aan de moederplant ontwikkelen zich de stekken verder. Ze maken nieuwe bladeren aan en worden zwaarder.

Door Kehoe *et al.* (2009) werden stekken van Elsanta genomen op 5 juli en 19 juli voor trayplanten. De stekken werden gesorteerd in drie klassen (groot, midden en klein) en uitgeplant op verschillende media. Er was geen effect van het moment van het oogsten van de stekken op de totale productie. Het oogsten van de stekken op 19 juli in plaats van 5 juli had wel een effect op het gemiddeld vruchtgewicht, dat was lager voor een later moment van steknemen (Kehoe *et al.*, 2009). In Nederland en België worden stekken van het ras Elsanta over het algemeen genomen van 15 juli tot de eerste dagen van augustus voor trayplanten. Volgens Lieten (2000) is het moment van steknemen belangrijk voor de productiecapaciteit van de planten. Wanneer stekken genomen worden en geplant voor 15 juli worden er vaak planten met veel kronen gevormd die te veel vruchten dragen. Stekken opgeplant na 5 augustus bewortelen niet altijd even goed en blijven achter in hun ontwikkeling, zodat de productiecapaciteit achter blijft.

Samenvattend kan gezegd worden dat het moment van steknemen zich niet direct uit in zichtbare uniformiteit van de stekken. Naarmate er later of vaker stekken geoogst worden, zullen er meer stekken gevormd worden.

3.3 Conclusie

In dit hoofdstuk is gekeken naar een aantal factoren die invloed zouden kunnen hebben op de kwaliteit en uniformiteit van stekken die van de moederplanten geoogst kunnen worden. Er blijkt wel de nodige informatie beschikbaar te zijn over effecten op aantal stekken die geproduceerd worden, maar informatie over hoe de uniformiteit van stekken beïnvloed wordt is beperkt. Het aantal stekken dat aan een moederplant gevormd wordt, wordt beïnvloed door de assimilatenvoorziening van de moederplanten en de nutriëntengift tijdens de teelt van de moederplanten en de vorming van stekken. Naarmate een moederplant meer assimilaten tot zijn beschikking heeft, zal deze meer stekken vormen. Hoe de kwaliteit van de stekken beïnvloedt wordt (grootte, gewicht, etc.) is niet bekend. Ook met de voedingstoestand van de moederplant is het aantal stekken dat gevormd wordt te sturen.

De eigenschappen van een stek (gewicht, diameter, aantal bladeren, etc.) worden met name sterk bepaald door de positie van een stek aan de stolon. Naarmate een stek eerder gevormd is, en dus aan de stolon dicht bij de moederplant zit, is de stek groter en zwaarder.

4 Effect van stekgrootte op productie

De meest uitgebreide studie naar verschillen tussen stekken van verschillende gewichten en de effecten daarvan op de langere termijn is gedaan door Takeda *et al.* (2004). Zij zetten moederplanten van het ras Chandler in de kas op 27 april 1999, waar de planten stolonen mochten ontwikkelen tot 20 juli. Wanneer er aan de stolonen secundaire stolonen ontwikkelden, werden die in een vroeg stadium weggehaald. Op 20 juli werden de stekken van de stolonen gehaald, gesorteerd en gewogen. Het gewicht van een stekje nam af met de positie aan de stolon. Naarmate een stek verder verwijderd was van de moederplant, was de stek lichter. De stekken waren op moment van het steknemen al beworteld, op de jongste stekken na.

De stekken werden opgepot, en na drie weken op het veld uitgeplant (12 augustus 1999). Na het uitplanten, groeiden de planten goed. De grootte van de stekken of de positie aan de stolon bleken geen effect te hebben op het aantal stolonen dat de planten na drie maanden gevormd hadden (Tabel 4.1.). De zware stekken ontwikkelden een extra kroon aan de plant, en de lichtere planten gemiddeld een halve kroon extra. In de periode 11 mei – 8 juni werden de vruchten geoogst. De productie (kg/plant) bleek niet beïnvloed te zijn door de positie van de stekken op de uitloper. De grootte van de stekken beïnvloedde wel de productie, maar niet het gemiddeld vruchtgewicht (Tabel 4.1.). Hierbij was het overigens zo dat een factor 10 verschil in gewicht van de stekken (0.9 vs. 9.9 g) 10% minder productie opleverde.

Tabel 4.1. Effect van het gewicht en de positie van de stekken op aantal stolonen en kronen in oktober 1999 en de oogst in het voorjaar 2000 voor 'Chandler' aardbeienplanten in een tunnel (Takeda et al., 2004).

Stekcategorie	Stolonen ¹ (no./plant)	Kronen (no/ plant)	Productie (kg/plant)	Gemiddeld vruchtgewicht (g)
Gewicht				
Erg zwaar (9.9 g)	11 a	2.0 a	0.82 a	13.5 a
Zwaar (4.9 g)	10 a	2.0 a	0.77 ab	14.0 a
Gemiddeld (2.8 g)	10 a	1.7 ab	0.75 b	14.9 a
Licht (1.7 g)	10 a	1.6 b	0.80 ab	14.6 a
Erg licht (0.9 g)	10 a	1.5 b	0.75 b	14.9 a
Positie				
2 ^e	11 a	1.8 a	0.72 a	13.0 b
4 ^e	9 a	1.7 a	0.73 a	14.2 ab
6 ^e	10 a	1.8 a	0.76 a	14.5 a
8 ^e	10 a	1.4 a	0.73 a	14.1 ab
10 ^e	10 a	1.6 a	0.72 a	13.5 ab

¹ Verschillende letters in de kolommen geven aan dat de waarden aantoonbaar verschillen met een betrouwbaarheid van 95%

Kroondiameter is goed te gebruiken als indicator voor de vegetatieve status en voor het aantal bloemen aanwezig op het moment van planten (Jemmali & Boxus, 1993). Moerplanten met dikkere stolonen leveren over het algemeen stekken met een grotere kroondiameter (Bish *et al.*, 2000). Over het effect van kroondiameter op de uiteindelijke productie verschillen de resultaten. Pérez De Camacaro *et al.* (2004) vonden wel een beperkt effect van kroondiameter op de groei van Elsanta en Bolero, maar zij vonden geen aantoonbaar effect op de productie. Ook Cocco *et al.* (2010) lieten zien dat de kroondiameter wel invloed had op de vegetatieve groei, maar geen invloed op de uiteindelijke productie. Le Mière *et al.* (1998) lieten zien dat bij een grotere kroondiameter de productie hoger was. Dit had er vooral mee te maken dat bij een kleine kroondiameter het aantal vruchten erg klein was, met overigens wel een hoog gemiddeld vruchtgewicht. Miserendino~Set~Sal.~S(2009) vergeleken jonge aardbeiplanten met twee kroondiameters.

Stekken met een kroon groter dan 1.0 cm diameter produceerden later 617 g/plant, tegen 527 g/plant voor planten met kroondiameters kleiner dan 1.0 cm. Bish *et al.* (1997) sorteerden stekken in grootte categorieën gebaseerd op kroondiameter (8, 12 en 16 mm). De grotere stekken hadden in het begin van de teelt wel een hogere productie, maar de totale productie bleek niet beïnvloed te worden door de stekgrootte. Vergelijkbare resultaten werden gevonden door MacKenzie *et al.* (2003). Zij vonden dat de kroondiameter en het aantal bladeren van de stekken op het moment van planten wel een positieve correlatie hadden met de vroege productie, maar geen effect op de totale productie.

Het effect van de generatie van de stekken aan de uitlopers van de moederplanten is in een aantal andere onderzoeken bekeken. Takeda & Hokanson (2002) vonden dat de grootte van de 'Chandler' stekken de vroege productie niet beïnvloedde. In dit onderzoek was de traygrootte voor de stekken beperkt (0.08 liter). Dit zou een effect gehad kunnen hebben, waarbij de grotere stekken beperkt waren door het wortelvolume en als gevolg daarvan geen verschillen lieten zien met de kleinere stekken. Vermeerdering in grotere volumes zou mogelijk tot andere effecten geleid kunnen hebben. Bish *et al.* (1997) laten zien dat een groter wortelvolume (0.3 L vergeleken met 0.15 en 0.075 L) leidt tot zowel een grotere vroege vruchtproductie als een grotere totale productie.

Ook uit onderzoek in Italië, aan de cultivars Camaroso en Tudla (D'Anna *et al.*, 2003) en Tudla en Cartuna (D'Anna & Iapichino, 2002) bleek dat er voor sommige cultivars wel een effect is van de stekgrootte op de vroege productie, maar dat de totale productie niet aantoonbaar beïnvloed werd door de positie van de stek op de uitloper.

Hamann & Poling (1997) vonden voor 'Selva' stekken dat de derde generatie eind augustus een veel lager vruchtzettingspercentage (37%) heeft dan de tweede generatie (73%). Uiteindelijk produceerde de tweede generatie in augustus niet meer, maar in september wel meer dan de derde generatie. Mogelijk komt dit omdat op moment van nemen van de stekken, de tweede generatie al verder was in de vorming van bloemknoppen dan de derde generatie.

Voor het ras Elsanta is redelijk veel onderzoek gedaan. Lieten (1994) vond dat de grootte van de stekken bijna geen invloed had op de bloemaanleg en de uiteindelijke productie van de trayplanten (Tabel 4.2.). Kehoe *et al.* (2009) verdeelden Elsanta stekken in de categorieën klein, middel en groot. De grootte van de stekken bleek geen effect te hebben op de opbrengst. Grotere stekken leveren in het begin van de teelt hogere gemiddelde vruchtgewichten, maar later in de teelt juist lagere gemiddelde vruchtgewichten.

Tabel 4.2. Effect van stekgrootte op groei en productie (Lieten, 1994).

Stekgrootte	Kroondiameter (mm)	Aantal bloemen per plant	Productie (kg/m ²) voorjaar	Productie (kg/m ²) najaar
Klein	12.9	34.1	6.71	3.02
Middel	14.5	32.1	6.71	3.11
Groot	15.4	32.0	6.49	2.77

Menzel & Waite (2006) maakten een vergelijking tussen kleine trayplantjes en grote stekken zonder wortels. De trayplanten waren gemiddeld 0.8 g (drooggewicht) vergeleken met 5.3 g (drooggewicht) voor de stekken. Het verschil in plantgrootte bleef ca. 3 maanden bestaan. De productie van de kleine trayplantjes was maar 60% van die van de grote runnerplanten, wat vooral werd toegeschreven aan de plantgrootte van de trayplanten. Wanneer gestart zou worden met grotere trayplanten zouden de verschillen veel kleiner zijn, of zouden er mogelijk geen verschillen in productie geweest zijn.

4.1 Conclusie

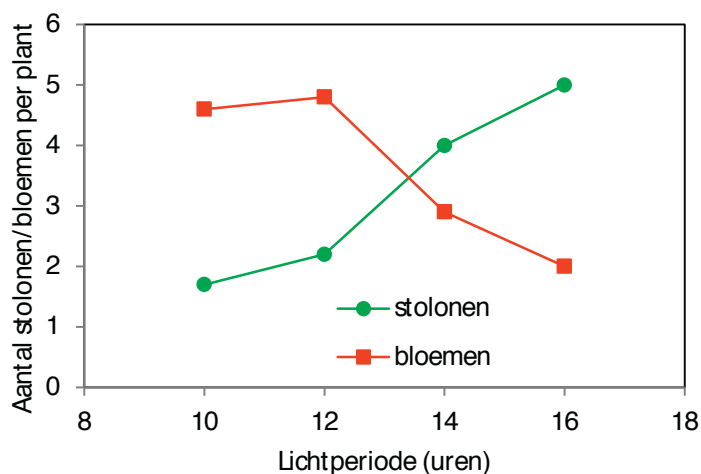
Een van de belangrijke vragen van deze literatuurstudie was hoe de uiteindelijke productie beïnvloed wordt door de grootte van een stek. De grootte kan uitgedrukt worden in gewicht, aantal bladeren, kroondiameter, etc. In bijna alle studies die er gedaan zijn, blijkt dat de grootte van een stek wel effect heeft op de vroege productie, maar niet op de uiteindelijke productie van de planten.

Na het oppotten blijken zwaardere stekken sneller te groeien. Over het algemeen hebben de zwaardere stekken een hogere vroege productie. Daarentegen geldt dat kleinere planten een hogere productie hebben aan het einde van het productieseizoen. In het totaal heeft daarmee de grootte van de stek geen invloed op de productie van de plant. Het feit dat er verschil is in productieverloop voor grotere en kleinere stekken geeft wel aan dat met de grootte van de stekken de timing van de productie te sturen is. Voor de glastuinbouw zou het daarmee interessant kunnen zijn om voor specifieke teelten of teeltomstandigheden bepaalde typen stekken op te zetten.

5 Bloemaanleg en uitlopervorming

De in Nederland meest geteelde aardbeien zijn facultatieve korte dag planten. Zoals in hoofdstuk 2 al aangegeven, kan een zijknop zich ontwikkelen tot een bloemtros of een stolon. De ontwikkeling tot een bloemtros (bloei-inductie) is bij aardbeien een gecompliceerd proces (Darrow, 1936). Bloei-inductie hangt af van een aantal factoren, waarvan daglengte en temperatuur de belangrijkste zijn (Steward & Folta, 2010). Een aantal andere factoren die een rol spelen zijn seizoen, belichting, voorgeschiedenis, bemesting, watergift en groeikracht (Steward & Folta, 2010). Als een knop geen bloemtros vormt, wordt er een stolon gevormd. Het merendeel van de okselknoppen wordt een stolonknop. Dit proces wordt gestimuleerd door bloemen te verwijderen, zoals al heel lang bekend is (Robertson & Wood, 1954). Ook de vorming van stolonen hangt af van daglengte en temperatuur.

Over het algemeen geldt bij aardbei dat een korte dag gunstig is voor de aanleg van bloemen, en een lange dag gunstig voor de vorming van stolonen (Figuur 5.1.). Een langere lichtperiode (toenemend van 10 tot 16 uur) leidt tot het uitlopen van meer stolonen per plant (Heide, 1977). Een verdere verlenging van de daglengte tot 24 uur heeft geen extra effect op het aantal uitgelopen stolonen per plant. Ook een aantal andere auteurs vonden dat stolonen het makkelijkst gevormd werden gedurende lange dagen (meer dan 10 uur daglengte) bij temperaturen tussen de 21 en 30 °C (Durner *et al.*, 1984; Hellman & Travis, 1988; Darrow, 1966).



Figuur 5.1. Effect van de daglengte op het aantal stolonen en bloemen dat per plant gevormd is (Heide, 1977).

Sønsteby & Nes (1998) vonden dat bij een daglengte die optimaal was voor bloeinductie, de vorming van stolonen na 2 tot 3 weken stopte. Als het aantal korte dagen minder was, stopte stolon productie pas later. Bij lange dagen, als er geen bloeinductie was, ging de vorming van stolonen continue door (Sønsteby & Nes, 1998).

Voor temperatuur geldt dat bij een lage temperatuur met name bloemen aangelegd worden en bij een hoge temperatuur voornamelijk uitlopers (Tabel 5.1.). Heide (1977) keek naar het aantal bloemen en stolonen dat bij een reeks temperaturen gevormd werd. Een toename van de temperatuur van 12 naar 18 en naar 24 °C leidde tot meer stolonen. Hoe groot dit effect was hing af van de lichtperiode waarbij de planten waren geplaatst (Heide, 1977).

Tabel 5.1. Gemiddeld aantal bloemen en stolonen per plant voor korte-dag en daglengte neutrale aardbeien bij vier temperatuurregimes gedurende 3 maanden (Durner et al., 1984).

Temperatuur (°C)	Korte dag		Daglengte neutraal	
	Bloemen	Stolonen	Bloemen	Stolonen
18/14	2.1 a	0.0 b	3.3 a	1.7 b
22/18	0.3 b	0.0 b	1.3 b	2.3 b
26/22	0.0 b	0.8 b	0.0 b	2.2 b
30/26	0.0 b	2.4 a	0.0 b	3.3 ab

Gemiddelden gevolg door verschillende letters in dezelfde kolom zijn aantoonbaar verschillend met een kans van 95%.

Naast de afzonderlijke effecten van temperatuur en daglengte op de vorming van bloemtrossen en stolonen is er ook een interactie (Darrow & Waldo, 1934; Stewart & Folta, 2010). Naarmate de temperatuur hoger is, worden nog bij kortere dagen uitlopers gevormd. Stolonvorming onder een vrij korte dag is ook mogelijk, maar hiervoor is dan nog een hogere temperatuur vereist dan onder lange dag het geval is (Smeets, 1956; Darrow, 1936). Omgekeerd kunnen ook bij lage temperaturen uitlopers gevormd worden, maar de daglengte moet dan langer zijn dan bij hogere temperaturen noodzakelijk is. Lagere temperatuur ervoor zorgen dat bloei-inductie plaatsvindt ook bij langere dag (Darrow & Waldo, 1934; Hartman, 1947). Omgekeerd is bekend dat hogere temperatuur juist bloei-inductie tegen gaat, zelfs bij KD, en ook zelfs bij sommige doordragers Stewart & Folta (2010).

5.1 Conclusie

Voor de vermeerdering is het van belang in korte tijd veel uitlopers te produceren, waarop snel veel stekken ontwikkelen. Naarmate meer stekken tegelijkertijd ontwikkelen, zijn deze mogelijk minder verschillend in grootte, dan wanneer deze in een langere periode gevormd zijn (zie hoofdstuk 3). Met daglengte en temperatuur is de vorming van stolonen en bloemtrossen te sturen. Een knop kan zich ontwikkelen tot een bloemtros of een stolon. Daarmee zijn maatregelen die gunstig zijn voor bloemaanleg ongunstig voor de vorming van stolonen en omgekeerd.

De vorming van stolonen wordt gestimuleerd door lange dagen en hoge temperaturen. In het veld zijn dit de zomerse omstandigheden, waarop nauwelijks bijgestuurd kan worden. Wanneer moederplanten in een kas worden geteeld is het mogelijk door met de sturing van het kasklimaat tegelijkertijd veel stolonen aan de moederplanten te laten uitlopen. Wanneer aan deze uitlopers een beperkt aantal plantjes gevormd worden, zijn de leeftijden van de stekken vergelijkbaar, en levert dit mogelijk een meer uniforme partij stekken op.

6 Conclusies, discussie en aanbevelingen

Het doel van deze literatuurstudie was driedelig: informatie te verzamelen over welke factoren van invloed zijn op de verschillen in plantgewicht, aantal bladeren, etc. van de uitlopers aan de plant, of en hoe deze eigenschappen van de stekken de productie beïnvloeden en hoe de stekproductie en –uniformiteit verder te sturen is. Uiteindelijk moet deze informatie leiden tot kennis hoe de productie van planten te sturen is door de kwaliteit van de stekken.

6.1 Vegetatieve vermeerdering en stekgrootte

Zo lang er aardbeien geteeld worden, wordt er al onderzoek gedaan naar het verbeteren van de bloemaanleg en daarmee de productie en het verbeteren van de vegetatieve vermeerdering om meer uitlopers en stekken te krijgen om mee verder te telen. Hierbij is over het algemeen voornamelijk gekeken naar hoe het uitlopen van meer stolonen gestimuleerd kon worden (Darrow, 1936; Smeets, 1968) en niet naar de uniformiteit van de gevormde stekken.

De vorming van stolonen aan de moederplant kan gestuurd worden door temperatuur, daglengte, assimilatenvoorziening en nutriëntenvoorziening. Een okselknop aan de plant kan zich ontwikkelen tot een bloemtros of een stolon. Omstandigheden die gunstig zijn voor de vorming van stolonen, zijn ongunstig voor bloei-inductie en andersom. Hoge temperaturen en lange dagen (zomerse omstandigheden) zijn gunstig voor de vorming van stolonen, terwijl bloemtrossen met name aangelegd worden bij lagere temperaturen en kort dagen.

Naarmate een moederplant meer assimilaten tot zijn beschikking heeft, zullen er meer stolonen en stekken aangelegd worden. De assimilatenvoorziening van een moederplant kan gestuurd worden door de plantdichtheid (kas en buiten), CO₂ dosering en assimilatiebelichting (kas). Hoe de assimilatenvoorziening van de moederplant de grootte van de stekken beïnvloedt, is niet bekend. Als de moederplant meer assimilaten tot zijn beschikking heeft, en daarmee meer stekken vormt, hoeft dit niet te betekenen dat het gemiddeld gewicht per stek anders is dan van een moederplant die minder assimilaten tot zijn beschikking had. Wel is het zo door de assimilatenvoorziening van de moederplant te sturen door de plantdichtheid en kasklimaat aan te passen, en het aantal stekken te bepalen door stolonen of stekken vroegtijdig te verwijderen, het gewicht van stekken, en daarmee de uniformiteit van de gevormde stekken te sturen zal zijn.

Ook met de nutriëntengift aan de moederplanten is het aantal stekken dat gevormd wordt te sturen. Hoe dit de grootte en andere eigenschappen van de stekken beïnvloedt, is niet bekend.

Een van de factoren die veel invloed heeft op de eigenschappen van de stekken (gewicht, aantal bladeren, kroondiameter, etc.) is de positie van de stek aan de uitloper. De positie is altijd gekoppeld aan de leeftijd van de stek: de stek die het dichtste bij de moederplant zit is de oudste stek aan de stolon, en de zwaarste met de grootste kroondiameter en de meeste bladeren. De uniformiteit van een partij stekken is sterk te verbeteren door stekken te nemen van dezelfde posities aan de uitlopers. Onder veldomstandigheden is dit praktisch niet uitvoerbaar. Wanneer moederplanten in de kas geteeld worden, is selectie op stekpositie aan de stolon wel mogelijk, zowel wanneer stekken liggend geteeld worden als hangend. In de praktijk (veld) zal een sortering op gewicht een redelijke benadering zijn van sortering op positie, en daarmee ook de uniformiteit van een partij stekken sterk verbeteren.

Over de invloed die het moment van steknemen heeft op de eigenschappen van de stekken die dan genomen wordt, is in de literatuur slechts zeer weinig te vinden. In de praktijk daarentegen leven wel duidelijk ideeën over hoe het moment van steknemen de verdere groei van de planten kan beïnvloeden. Door Lieten (2000) werd gesteld dat stekken die voor 15 juli genomen worden vaak veel kronen vormen die te veel vruchten dragen. Stekken genomen na 5 augustus bewortelen niet altijd even goed en blijven achter in hun ontwikkeling zodat de productiecapaciteit achter blijft. Het is daarmee nog niet duidelijk hoe de stek kwaliteit op het moment van het nemen van de stekken beoordeeld kan worden, en of door het moment van steknemen de uniformiteit van een partij stekken gestuurd kan worden. Het zou aanbeveling verdienen om in een vervolgonderzoek naar de uniformiteit van stekken het moment van steknemen als factor mee te nemen. De vraag hierbij is: wat gebeurt er in de ontwikkeling van de plant (zichtbaar met het blote oog of via microscopisch onderzoek) in de periode tussen begin juli en begin augustus, en hoe beïnvloedt dit de latere ontwikkeling van de plant.

6.2 Stekgrootte en vruchtproductie

Stekken kunnen sterk verschillen in grootte, waarbij grootte uitgedrukt kan worden in gewicht, lengte, aantal bladeren, kroondiameter, stolondiameter en aantal wortels of wortelprimordia. De centrale vraag van deze literatuurstudie was hoe deze eigenschappen van de stekken de uiteindelijke productie van de planten beïnvloeden.

Naar de invloed van positie van de stek aan de stolon of van stekgrootte op productie is redelijk veel onderzoek gedaan. Uit de meeste onderzoeken bleek dat de stekgrootte of stekpositie geen effect heeft op de uiteindelijke productie van de planten. Veel van deze onderzoeken zijn gedaan op het veld, waar de stekken van verschillende groottes in dezelfde plantdichtheid zijn uitgeplant, zodat de kleine stekken naar verhouding meer ruimte, licht, voedingsstoffen en wortelvolumen hadden dan de grote stekken. In hoeverre dit nivellerend gewerkt heeft, is niet na te gaan. Het zou kunnen zijn dat het feit dat de omstandigheden voor deze stekken niet gelijk was er toe geleid heeft dat de kleinere stekken na planten sneller gegroeid zijn dan de grote stekken, waardoor de onderlinge verschillen langzaam verdwenen.

Uit de onderzoeken die in de literatuur beschreven zijn blijkt wel dat de grootte van de stek invloed heeft op de timing van de productie. Over het algemeen waren grotere stekken eerder in productie dan kleinere stekken, zonder dat dit invloed had op de totale productie. Dit betekent wel dat er stuurmogelijkheden zijn in de productie door middel van de stekgrootte. Mogelijk groeien grotere stekken in het begin sneller, zodat zij op het moment van bloeminductie meer reserves hebben en sneller vruchten kunnen vormen. Kleinere stekken gaan mogelijk langer door met vegetatieve groei, ook als er al bloeminductie heeft plaatsgevonden, zodat hun piek in de productie later is dan die van de zwaardere stekken. Het is niet zeker of dit zo verloopt. Zo lang niet bekend is hoe hier de ontwikkeling verloopt en welke factoren bepalen wanneer de plant veel gaat produceren, kan er niet op gestuurd worden. Het zou daarom aanbeveling verdienen om in een vervolgonderzoek individuele planten te volgen van het moment van steknemen tot de najaarsproductie in de kas. Dit levert kennis op van de ontwikkelingsprocessen in de plant vanaf het moment van steknemen, hoe de stekgrootte hierin een rol speelt, en hoe de ontwikkeling gestuurd kan worden door ingrepen in het teeltsysteem of kasklimaat. Met name in de najaarsteelt in de kas wordt getracht de productie te spreiden en vertragen zodat er ook in december nog geoogst kan worden. Als het blijkt dat stekgrootte hierin toegepast zou kunnen worden als methode om de productie nog beter te sturen in de tijd, zou dat voor het rendement van de aardbeienteelt onder glas een goede zaak zijn.

6.3 Stekproductie

Voor de vermeerdering is het van belang in korte tijd veel uitlopers te produceren, waarop snel veel stekken ontwikkelen. Naarmate meer stekken tegelijkertijd ontwikkelen, zijn deze mogelijk minder verschillend in grootte, dan wanneer deze in een langere periode gevormd zijn (zie hoofdstuk 3). Met daglengte en temperatuur is de vorming van stolonen en bloemtrossen te sturen. Een knop kan zich ontwikkelen tot een bloemtros of een stolon. Daarmee zijn maatregelen die gunstig zijn voor bloemaanleg ongunstig voor de vorming van stolonen en omgekeerd.

De vorming van stolonen wordt gestimuleerd door lange dagen en hoge temperaturen. In het veld zijn dit de zomerse omstandigheden, waarop nauwelijks bijgestuurd kan worden. Wanneer moederplanten in een kas worden geteeld is het mogelijk door met de sturing van het kasklimaat tegelijkertijd veel stolonen aan de moederplanten te laten uitlopen. Wanneer aan deze uitlopers een beperkt aantal plantjes gevormd worden, zijn de leeftijden van de stekken vergelijkbaar, en levert dit mogelijk een meer uniforme partij stekken op. Ook de assimilatenvoorziening van de moederplanten is van belang bij de productie van stekken: zwaardere planten vormen meer uitlopers en stekken dan lichtere planten.

Dit betekent dat als de invloed van de stekgrootte op de vruchtproductie van de planten onderzocht wordt, het aanbeveling verdient ook de eigenschappen van de moederplant te registreren, en bij voorkeur te selecteren op zo gelijkmatig mogelijke moederplanten (uitgedrukt in gewicht, aantal bladeren of andere makkelijk te meten eigenschappen).

7 Literatuurlijst

- Bartczak, M., M. Pietrowska, M. Knaflewski, 2007.
Effect of substrate on vegetative quality of strawberry plants (*Fragaria x ananassa* Duch.) produced by a soilless method. *Folia Horticulturae* 19/2: 39-46
- Bish, E.B., D.J. Cantliffe, G.J. Hochmuth & C.K. Chandler, 1997.
Development of containerized strawberry transplants for Florida's winter production system. *Acta Horticulturae* 439: 461-468.
- Bish, E.B., D.J. Cantliffe & C.K. Chandler, 2000.
Strawberry daughter plant size alters transplant growth and development. *Acta Horticulturae* 533: 121-125
- Bish, E.B., D.J. Cantliffe & C.K. Chandler, 2001.
A system for producing large quantities of greenhouse-grown strawberry plantlets for plug production. *HortTechnology* 11: 636-638
- Booij, R., E.J.J. Meurs & E. Evenhuis, 2001.
Kromme vruchten in de doortelt van aardbei. *Nota 179*, Plant Research International, 29 pp.
- Cocco, C., J.L. Andriolo, L. Erpen, F. Lima Cardoso & G. Spreckelsen Casagrande, 2010.
Development and fruit yield of strawberry plants as affected by crown diameter and plantlet growing period. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 45(7): 730-736.
- D'Anna, F. & G. Iapichino, 2002.
Effects of runner order on strawberry plug plant fruit production. *Acta Horticulturae* 567: 301-303
- D'Anna, F., G. Iapichino & G. Incalcaterra, 2003.
Influence of planting data and runner order on strawberry plug plants grown under plastic tunnels. *Acta Horticulturae* 614: 123-129
- Darrow, G.M., 1936.
Interrelation of temperature and photoperiodism in the production of fruit-buds and runners in the strawberry. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 34: 360-363.
- Darrow, G.M., 1966.
The strawberry. History, breeding and physiology. Holt, Rinehart and Winston, New York, Chicago, San Francisco, USA, 447 pp.
- Darrow, G.M. & G.F. Waldo, 1934.
Responses of strawberry varieties and species to duration of the daily light period. U.S. Department of Agriculture Technical Bulletin: 453.
- Durner, E.F., J.A. Barden, D.G. Himelrick & E.B. Poling, 1984.
Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, June-bearing and everbearing strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 109: 396-400.
- Hamann, K.K. & E.B. Poling, 1997.
The influence of runner order, night temperature, and chilling cycles on the earliness of 'Selva' plug plant fruit production. *Acta Horticulturae* 439: 597-603
- Hancock, J.F., 1999.
Strawberries. Crop production science in horticulture; 11. University Press, Cambridge, 237 pp.
- Hartmann, H.T., 1947. Some effects of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in the strawberry. *Plant Physiology* 22: 407-420
- Heide, O.M., 1977.
Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. *Physiologia Plantarum* 40: 21-26
- Hellman, E.W. & J.D. Travis, 1988.
Growth inhibition of strawberries at high temperature. *Advances in Strawberry Production* 7: 36-39.
- Jemmali, A. & P. Boxus, 1993.
Early estimation of strawberry floral intensity and its improvement under cold greenhouse. *Acta Horticulturae* 348: 357-360.

- Kehoe, E., G. Savini & D. Neri, 2009.
The effects of runner grade, harvest date and peat growing media on strawberry tray plant fruit production. *Acta Horticulturae* 842: 699-702
- Kempkes, F., R. Maaswinkel, P. van Weel, A. van Laarhoven, M. Beekers & P. Geelen, 2010.
Het nieuwe telen van aardbei. Topkwaliteit aardbeien telen met 14 kuub gas. Rapport GTB-1036, 47 pp.
- Le Mière, P., P. Hadley, J. Darby & N.H. Battey, 1998.
The effect of thermal environment, planting date and crown size on growth, development and yield of *Fragaria x ananassa* Duch. cv. Elsanta. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73: 786-795.
- Lieten, F., 1994.
Short cut strawberry propagation. *Grower* 17: 35.
- Lieten, F., 2000.
Recent advances in strawberry plug transplant technology. *Acta Horticulturae* 513: 383-388.
- Lieten, P., 2001.
Standaard benesting voor stekvermeerdering voldoet. *Vakdeel vollegrondsgroenten: Groenten + Fruit* 12: 18
- Lieten, F & W. Baets, 1988.
Stekken van aardbeienplanten. Jaarverslag aardbeien-proefbedrijf der Noorderkempen-Meerle, 1988: 1-4.
- Lieten, P., J. Longuesserre, G. Baruzzi, J. Lopez-Medina, J.C. Navatel, E. Krueger, V. Matala & G. Paroussi, 2004.
Recent situation of strawberry substrate culture in europe. *Acta Horticulturae* 649: 193-196.
- Long, J.H., 1935.
Seasonal changes in nitrogen and carbohydrate content of the strawberry plant. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 33: 386-388.
- MacKenzie, S.J., C.L. Xiao, J.C. Mertely, C.K. Chandler, F.G. Martin & D.E. Legard, 2003.
Uniformity of strawberry yield and incidence of *Botrytis* fruit rot in an annual production system. *Plant Disease* 87(8): 991-998.
- May, G., M. Pritts & M. Kelly, 1994.
Seasonal patterns of growth and tissue nutrient content in strawberries. *Journal of Plant Nutrition* 17: 149-162.
- Menzel, M.C. & Waite, G.K., 2006.
The performance of strawberry plugs in Queensland. *Acta Hort* 708: 217-224
- Miserendino, E.E, Kirschbaum, D.S. & Portela, J.A., 2009.
Evaluation of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) runner plants production in Tierra del Fuego (54°48'57"s) and transplant yield performance in subtropical areas of Argentina. *Acta Horticulturae* 842, 695-698.
- Pérez de Camacaro, M.E., G.J. Camacaro, P. Hadley, M.D. Dennett, N.H. Battey & J.G. Carew, 2004.
Effect of plant density and initial crown size on growth, development and yield in strawberry cultivars Elsanta and Bolero. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 79: 739-746.
- Robertson, M. & C.A. Wood, 1954.
Studies on the development of the strawberry. II. Stolon production by first year plants in 1952. *Journal of Horticultural Science* 29: 231-234.
- Smeets, L., 1956.
Influence of the temperature on runner production in five strawberry varieties. *Euphytica* 5: 13-17
- Smeets, L., 1968.
Uitlopervorming en plantenproductie bij de aardbei. IVT mededeling no. 283, 72 pp.
- Sønsteby, A & A. Nes, 1998.
Short days and temperature effects on growth and flowering in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73: 730-736.
- Stewart, P.J. & K.M. Folta, 2010.
A review of photoperiodic flowering research in strawberry (*Fragaria* spp.). *Critical Reviews in Plant Science* 29: 1-13.

- Takeda, F. & S.C. Hokanson, 2002.
Effects of transplant conditioning on 'Chandler' strawberry performance in a winter greenhouse production system.
In: S.C. Hokanson & A.R. Jamieson (eds.). Strawberry research to 2001.
ASHS Press, Alexandria, Va. : 132-135.
- Takeda, F. & S.C. Hokanson, 2003.
Strawberry fruit and plug plant production in the greenhouse. *Acta Horticulturae* 626: 283-285
- Takeda, F, S.C. Hokanson, J.M. Enns, 2004.
Influence of daughter plant weight and position on strawberry transplant production and field performance in annual plasticulture. *HortScience* 39(7): 1592-1595.
- Türkben, C., 2008.
Propagation of strawberry plants in pots: effect of runner order and rooting media. *Journal of Biological and Environmental Sciences* 2(4): 1-4.
- Vermeulen, P.C.M. (red.), 2010.
Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw 2010.
Kengetallen voor groenten – snijbloemen – potplanten teelten. Wageningen UR Glastuinbouw, rapport Rapport GTB-1037,
211 pp.
- Vroegop, A., R. Vellekoop, M. van den Aker, W. Middel & S. Oome, 2007.
Koeling bij aardbei. Studentenrapport Wageningen University, 52 pp.
- Wu, C.C., S.T. Hu, M.Y. Chang & W. Fang, 2009.
Effect of light environment on runner plant propagation of strawberry. *Conference Proceedings, Japan*, 11: 16-19

