



# Bladplukken in tomaat

Is meerproductie mogelijk door efficiëntere lichtbenutting?

Ruud Kaarsemaker (PPO), Rinse Elgersma (PPO), Boris Berkhoud (PPO)  
en Dik Eunk (PRI).

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw  
Louis Pasteurlaan 6  
Postbus 280  
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer: 41704636  
PT-nummer: 11328

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**  
Business Unit Glastuinbouw  
Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk  
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk  
Tel. : 0174 - 63 67 00  
Fax : 0174 - 63 68 35  
E-mail : [infoglastuinbouw.ppo@wur.nl](mailto:infoglastuinbouw.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

|  |    |
|--|----|
| SAMENVATTING.....  | 4  |
| 1 INLEIDING .....  | 6  |
| 2 MATERIAAL EN METHODEN .....  | 7  |
| 2.1 Algemeen.....  | 7  |
| 2.2 Meten van de lichtonderschepping .....                                     | 7  |
| 2.3 Optimale bladplukstrategie .....   | 7  |
| 2.3.1 Behandelingen.....   | 7  |
| 2.4 Lichtonderschepping op bedrijven.....                                      | 8  |
| 3 RESULTATEN .....   | 10 |
| 3.1 Algemeen.....  | 10 |
| 3.2 Proef bladoppervlak.....   | 10 |
| 3.2.1 Opbouw bladoppervlak .....   | 10 |
| 3.2.2 Bladoppervlak en produktie .....   | 12 |
| 3.2.3 Bladoppervlak en arbeid .....  | 14 |
| 3.3 Variatie bladoppervlak in de praktijk .....                                | 14 |
| 3.3.1 Gemeten bladoppervlak.....   | 14 |
| 3.4 Gemeten lichtonderschepping (alle bedrijven).....                          | 16 |
| 3.5 Berekende lichtonderschepping .....  | 16 |
| 3.5.1 Factoren die de lichtonderschepping beïnvloeden.....                     | 16 |
| 3.5.2 Invoer van bladplukken op de lichtonderschepping .....                   | 19 |
| 3.5.3 Vergelijking bedrijven .....   | 19 |
| 3.5.4 Cumulatief bladoppervlak per stengel .....                               | 20 |
| 3.5.5 Richtlijnen bladoppervlak, bladgewicht en lichtonderschepping .....      | 21 |
| 4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES .....  | 23 |
| 4.1 Discussie .....  | 23 |
| 4.2 Conclusies .....   | 24 |
| LITERATUUR.....  | 25 |
| BIJLAGE 1: OPBOUW VAN EXTRA STENGELS.....                                      | 26 |
| BIJLAGE 2: OVERZICHT BLAD AAN DE PLANT IN DE PROEF OPTIMAAL BLADOPPERVLAK..... | 27 |
| BIJLAGE 3: OVERZICHT BLADOPPERVLAK BEDRIJVEN .....                             | 28 |
| BIJLAGE 4: GEMETEN LICHTONDERSCHIEPPING OP 8 BEDRIJVEN.....                    | 29 |
| BIJLAGE 5: ANALYSE LICHTONDERSCHIEPPING OP 10 BEDRIJVEN.....                   | 31 |
| BIJLAGE 6: LICHTONDERSCHIEPPING EN STRALING PER BEDRIJF EN DATUM.....          | 32 |

# Samenvatting

Licht is de basis voor de fotosynthese en de belangrijkste productiefactor voor een gewas. De optimale instelling van andere productiefactoren als bijvoorbeeld temperatuur en CO<sub>2</sub>-concentratie is vaak onderzocht, maar onderzoek naar de benutting van het licht in een volgroeid gewas in de praktijk heeft nooit veel aandacht gekregen. Er zijn veel proeven uitgevoerd met verschillende aantallen bladeren aan de stengel maar de lichtonderschepping in het gewas is bij de bladpluk proeven uit het verleden nooit gemeten. Wetenschappelijk is er wel veel onderzoek gedaan om de lichtonderschepping van een jong gewas met toenemend bladoppervlak modelmatig te beschrijven. Berekeningen met het opgestelde INTKAM model geven aan dat in de gangbare tomatenteelt onvoldoende licht wordt onderschept en extra lichtonderschepping meer productie op zou kunnen leveren.

Om na te gaan wat de invloed is van extra bladoppervlak op lichtonderschepping en productie op praktijk-bedrijven zijn twee proeven uitgevoerd. Op twee bedrijven zijn verschillende bladplukstrategieën toegepast en is het bladoppervlak, de lichtonderschepping en productie gemeten. Daarnaast is op 8 verschillende bedrijven het bladoppervlak vastgesteld en de lichtonderschepping gemeten.

De lichtonderschepping is gemeten onder wisselende weersomstandigheden. De lichtonderschepping werd beïnvloed door het weertype en gewaskenmerken.

De samenstelling van het licht heeft een grote invloed op de hoeveelheid onderschept licht. Bij bewolkt weer bestaat het licht voornamelijk uit diffuse straling en bij zonnig weer bestaat het licht vooral uit directe straling. Daarnaast speelt de intensiteit van de straling een rol. Naarmate de instraling en/of het percentage diffuus licht toeneemt, neemt de lichtonderschepping af.

De gewaskenmerken zijn van minder grote invloed op de lichtonderschepping dan het weertype maar wel zeer duidelijk aanwezig. Eén m<sup>2</sup> blad geeft gemiddeld over alle waarnemingen 8% meer lichtonderschepping bij een LAI van 2 tot 3 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en 4% bij een LAI tussen 3 en 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Daarnaast is het aantal bladlagen van belang. Het aantal bladlagen is niet exact te bepalen, maar wordt enigszins benaderd door het totale bladoppervlak te delen door het bladoppervlak van de eerste 12 bladeren. Bij minder bladlagen neemt de lichtonderschepping toe. Dit effect wordt groter naarmate het totale bladoppervlak kleiner wordt.

In een voorjaarsgewas dat zwaar vegetatief groeit, zal de lichtonderschepping daarom al snel voldoende zijn en kan met een bladoppervlak van 2.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> al voldoende licht worden onderschept. Vanaf het moment dat het gewas een bladoppervlakte heeft van 2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> is het weghalen van een blad bij de trosdief een goede optie. In de zomer neemt de bladgrootte af en zal het totale bladoppervlak ondanks de aangehouden extra stengels afnemen. In de meeste gevallen zal een bladoppervlak van 3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> wenselijk zijn om 90% van het licht te kunnen onderscheppen. Er moet op tijd gestopt worden met het weghalen van een blad bij de trosdief.

De gemiddelde bladoppervlaktes in de bladplukproef varieerden van 3.1 t/m 4.7 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en de gemiddelde gemeten lichtonderschepping nam toe van 89 tot 96%. Er was geen betrouwbaar verschil tussen de waargenomen producties. De berekening met het INTKAM model voorspelde een productiestijging van 0.9 kg/m<sup>2</sup> (=1.4%) bij een toename van het bladoppervlak van 3.1 naar 4.0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. De berekende productie steeg niet verder bij bladoppervlaktes boven de 4.0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

Er is ook een betrouwbare invloed van de verschillende rassen aangetoond. De gemeten lichtonderschepping op een willekeurig moment is geen goede indicatie voor het bladoppervlak bij wisselende weersomstandigheden. Als de lichtonderschepping van verschillende gewassen vergeleken moet worden zijn er twee mogelijkheden om een objectieve inschatting te maken van de lichtonderschepping van een gewas. De lichtonderschepping kan voorspeld worden op basis van het gemeten bladoppervlak, aantal bladlagen en ras of op basis van de gemeten lichtonderschepping gecorrigeerd voor het % diffuse straling en de stralingsintensiteit en omgerekend naar een referentiestraling.

De veronderstelling dat 20% van het licht verloren gaat en 7% meer productie mogelijk is door meer blad aan te houden wordt niet bevestigd door de praktijk waarnemingen. Zowel de modelberekeningen als de productiewaarnemingen op de bedrijven tonen aan dat bij een lichtonderschepping van 90% de maximale productie wordt benaderd. In juli is een groter bladoppervlak (LAI =3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) nodig om 90% van het licht

op te vangen dan van maart t/m juni ( $LAI = 2.5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ ). Om dat het aantal en de gemiddelde grote van de bladeren in juli afneemt is de kans op te weinig lichtonderschepping vooral in juli en augustus aanwezig.

Zonder correctie is de lichtonderschepping geen goede maat voor het bladoppervlak tussen 2 en 5  $\text{m}^2/\text{m}^2$ . Wisselende weersomstandigheden zijn van grotere invloed op de lichtonderschepping dan het bladoppervlak zelf. Het bladoppervlak en de verticale verdeling van het blad zijn wel bepalend voor de gemiddelde lichtonderschepping van het gewas bij de verschillende weertypen.

# 1 Inleiding

Als een tomatengewas wordt vergeleken met gewassen zoals paprika en komkommer valt op dat tomaat relatief weinig blad heeft. Berekeningen voor praktijkbedrijven en metingen in onderzoekskassen geven aan dat voor een volgroeid tomatengewas in veel gevallen circa 20% van het licht onbenut op de bodem komt (waarbij rekening gehouden met reflectie van plastic). Berekening met een gewasmodel geven een indicatie dat als minder blad geplukt wordt er meer licht door het gewas benut kan worden dat tot 7% productiestijging kan leiden (eventuele effecten op arbeid, ziekten of afrijping zijn hierbij niet meegenomen). In de praktijk wordt veel blad geplukt. Effecten van bladplukken zijn lange tijd geleden onderzocht in een tijd dat het teeltsysteem voor tomaat er heel anders uit zag dan het huidige hoge-draadsysteem met het aanhouden van extra stengels in de zomer. Tevens is altijd gekeken naar relatieve effecten van bladplukken ten opzichte van de standaard behandeling. Er is in proeven niet bepaald met welke bladoppervlaktes de verschillende behandelingen in verschillende periodes overeen kwamen. In de zomerperiode met relatief klein blad en weinig bladeren per plant is naar verwachting het grootste productievoordeel te halen met minder bladplukken. Theoretische berekeningen geven aan dat er duidelijk kansen liggen om de productie te verhogen.

Dit onderzoek geeft antwoord op de vraag of er meerproductie mogelijk is met het aanhouden van extra blad aan de plant. Daarnaast wordt het verband tussen bladoppervlak en lichtonderschepping in de praktijk duidelijk en de variatie daarvan op verschillende bedrijven. Op basis van de meetresultaten kunnen teelten in de toekomst geoptimaliseerd worden door de optimale hoeveelheid blad aan de plant te laten zitten. Als de relatie tussen lichtonderschepping en bladhoeveelheid van een tomatengewas bekend is kan monitoren van de lichtonderschepping belangrijke informatie geven over de gewasontwikkeling gedurende het seizoen.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Algemeen

Het onderzoek is uitgevoerd op praktijkbedrijven en bestond uit twee delen. Het eerste deel waarin de relatie tussen bladplukstrategie, LAI, lichtonderschepping en productie is vastgesteld vond plaats op twee bedrijven en staat beschreven in hoofdstuk 2.3. In het tweede deel van het onderzoek, uitgevoerd op 8 bedrijven, is de relatie tussen bladoppervlak en lichtonderschepping vastgesteld (hoofdstuk 2.4).

### 2.2 Meten van de lichtonderschepping

Lichtonderschepping is gemeten met SunScan apparatuur (Canopy Analysis System, Delta-T Devices). Hierbij wordt de lichtintensiteit (PARlicht) boven het gewas gemeten met een bolvormige sensor (de referentiesensor) en wordt de lichtintensiteit (PARlicht) onder het gewas met een lichtstok gemeten. Het verschil tussen meting boven het gewas en onder het gewas is het onderschepte licht. Lichtonderschepping (LO) wordt uitgedrukt als percentage van het licht boven het gewas

$$LO = (PAR_{\text{boven}} - PAR_{\text{onder}}) / PAR_{\text{boven}} \times 100\%$$

De referentiesensor werd steeds net boven een tralieligger geplaatst (circa 4 m hoogte). De lichtintensiteit onder het gewas werd met een lichtstok van 80 cm lengte gemeten (afstand tussen rijen was 160cm). Op elk meetveldje werden met de lichtstok 8 metingen uitgevoerd: steeds 2 metingen in elkaars verlengde zodat precies de hele padbreedte werd gemeten; dit werd bij 4 opeenvolgende planten gedaan en wel ter plaatse van de plant en precies tussen 2 planten in.

Lichtonderschepping werd op 2 bedrijven maandelijks gemeten. Van elke behandeling werden 2 meetveldjes gemeten (meetveldjes van een behandeling lagen steeds in hetzelfde pad). De referentiesensor hing hier op 1 vaste plaats.

Op 8 bedrijven is in juli en in september de lichtonderschepping gemeten. Hier werden 8 meetveldjes gemeten. Steeds lagen 2 meetveldjes in hetzelfde pad. Voor elk pad werd de referentiesensor op een andere plaats gehangen.

### 2.3 Optimale bladplukstrategie

#### 2.3.1 Behandelingen

Op twee bedrijven met padregistratie zijn drie manieren van bladplukken vergeleken. De standaardmethode van bladplukken is vergeleken met de bladpluk strategieën “optimaal” en “maximaal” bladoppervlak. Het “optimale bladoppervlak” is berekend met het model van PRI. Het bladoppervlak voor de optimale behandeling lag tussen de 3.0 en 3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Het aantal gewenste bladeren aan de plant is per behandeling berekend uit het gemeten gemiddelde bladoppervlak en het gewenste bladoppervlak. Voor de behandeling “maximaal” bladoppervlak zijn de bladeren alleen geplukt na geelverkleuring of het bereiken van de grond. Elke behandeling is uitgevoerd in een tralie met 5 paden en een breedte van 8 meter. Het bladoppervlak en de lichtonderschepping zijn maandelijks bepaald in twee paden per behandeling, de meetdata staan in tabel 1.

Tabel 1: Meetdata bladoppervlak en lichtonderschepping

| Bladoppervlak          |                        | Lichtonderschepping |            |
|------------------------|------------------------|---------------------|------------|
| Bedrijf A<br>(aromata) | Bedrijf B<br>(Cedrico) | Datum               | Weer       |
| 07/03/2003             | 14/03/2003             | 25/03/2003          | Zonbewolkt |
| 11/04/2003             | 14/04/2003             | 22/04/2003          | Zon        |
| 09/05/2003             | 12/05/2003             | 13/05/2003          | Zon        |
| 13/06/2003             | 16/06/2003             | 23/05/2003          | Bewolkt    |
| 11/07/2003             | 16/07/2003             | 03/07/2003          | Bewolkt    |
| 08/08/2003             | 11/08/2003             | 22/08/2003          | Bewolkt    |

De productiegegevens zijn per pad door de telers geregistreerd door middel van het padregistratiesysteem. De arbeid voor bladplukken en oogst is eveneens met behulp van het padregistratiesysteem door de bedrijven geregistreerd.

Het bladoppervlak is in drie paden per behandeling vastgesteld. Alle bladeren langer dan 5 cm zijn bemonsterd. In opeenvolgende planten zijn waarnemingen verricht waarbij per plant steeds drie bladeren werden verwijderd. Zo werden van de eerste plant bladnummers 1 t/m 3 verwijderd, de tweede plant bladnummers 4 t/m 6 etc. Per bedrijf werd per behandeling één van drie paden gebruikt om de verhouding tussen bladgewicht en bladoppervlak te bepalen. Het bladoppervlak van de twee overgebleven paden werd berekend uit het gewicht. Omdat er het gemiddelde bladoppervlak per bladlaag niet werd beïnvloed door de behandelingen is het gemiddelde voor alle behandelingen uitgerekend. Het bladoppervlak is daarna per meetplaats uitgerekend door het cumulatieve bladoppervlak uit te rekenen voor het gemiddelde aantal bladeren (n=8) van de zes meetplaatsen.

Bladoppervlak = a + b \* versgewicht + c \* bladnummer

Met a = 29, b = 15.9 en c = 3.55  
(voor bedrijf A op 11 juli.)

Bij de berekening van het bladoppervlak zijn de extra stengels meegerekend zodra de bladeren langer waren dan 5 cm. De bladeren zijn steeds geteld vanaf het bovenste blad en meegenomen in het cumulatieve bladoppervlak t/m het betreffende bladnummer. Op het moment dat de bladeren van de extra stengels werden gemeten werd de stengeldichtheid vanaf dat nummer verhoogd. De tijdstippen van het aanhouden van extra stengels staan in bijlage 1

## 2.4 Lichtonderschepping op bedrijven

De lichtonderschepping op 8 andere bedrijven is op 8 juli en 10 september gemeten. De data van de bladoppervlakte metingen staan in tabel 2. Het bladoppervlak is in 6 paden verdeeld over het bedrijf vastgesteld. Alle bladeren langer dan 5 cm zijn bemonsterd. In opeenvolgende planten zijn waarnemingen verricht waarbij per plant steeds drie bladeren werden verwijderd. Zo werden van de eerste plant bladnummers 1 t/m 3 verwijderd, de tweede plant bladnummers 4 t/m 6 etc. Per bedrijf werd het bladoppervlak van twee paden gebruikt om de verhouding tussen bladgewicht en bladoppervlak te bepalen. Het bladoppervlak van de vier overgebleven paden werd berekend uit het gewicht. Vervolgens werd het gemiddelde bladoppervlak per bladlaag voor het gehele bedrijf uitgerekend. Het bladoppervlak is daarna per meetplaats uitgerekend door het cumulatieve bladoppervlak uit te rekenen voor het gemiddelde aantal bladeren per stengel(n=8) van de zes meetplaatsen.

Bladoppervlak = a + b \* versgewicht + c \* bladnummer

Met a = 12.7, b = 16 en c = 6.97  
(voor bedrijf Aromata 3 op 26 juni.)



*Tabel 2: Meetdata bladoppervlak op de bedrijven*

| Bedrijf | Eerste     | Tweede     |
|---------|------------|------------|
| 1       | 25/06/2003 | 28/07/2003 |
| 2       | 26/06/2003 | 04/08/2003 |
| 3       | 30/06/2003 | 30/07/2003 |
| 4       | 18/06/2003 | 23/07/2003 |
| 5       | 19/06/2003 | 22/07/2003 |
| 6       | 18/06/2003 | 21/07/2003 |
| 7       | 23/06/2003 | 24/07/2003 |
| 8       | 24/06/2003 | 29/07/2003 |

## 3 Resultaten

### 3.1 Algemeen

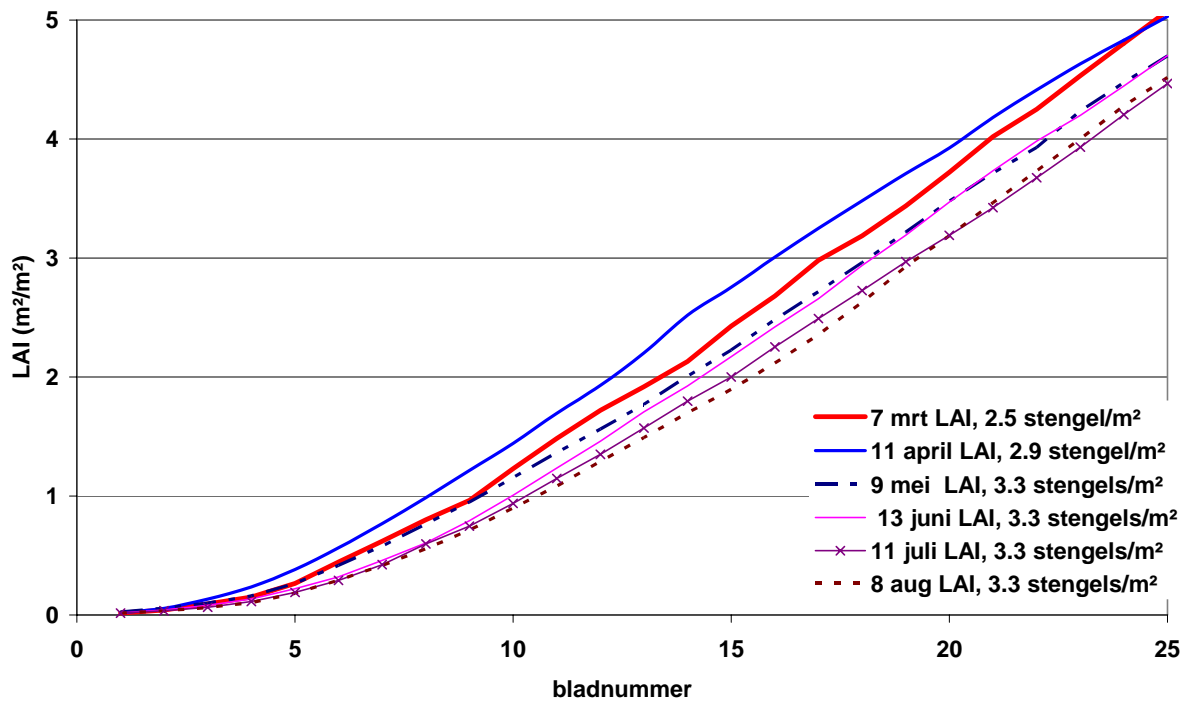
De relatie tussen lichtonderschepping en bladoppervlak werd beïnvloed door veel factoren. De relatie tussen bladoppervlak en lichtonderschepping is vastgesteld voor de gezamenlijke data en wordt beschreven in 3.4. De resultaten van de proef bladplukstrategie staan in 3.2 en de vergelijking van het bladoppervlak op 8 bedrijven in 3.3.

### 3.2 Proef bladoppervlak

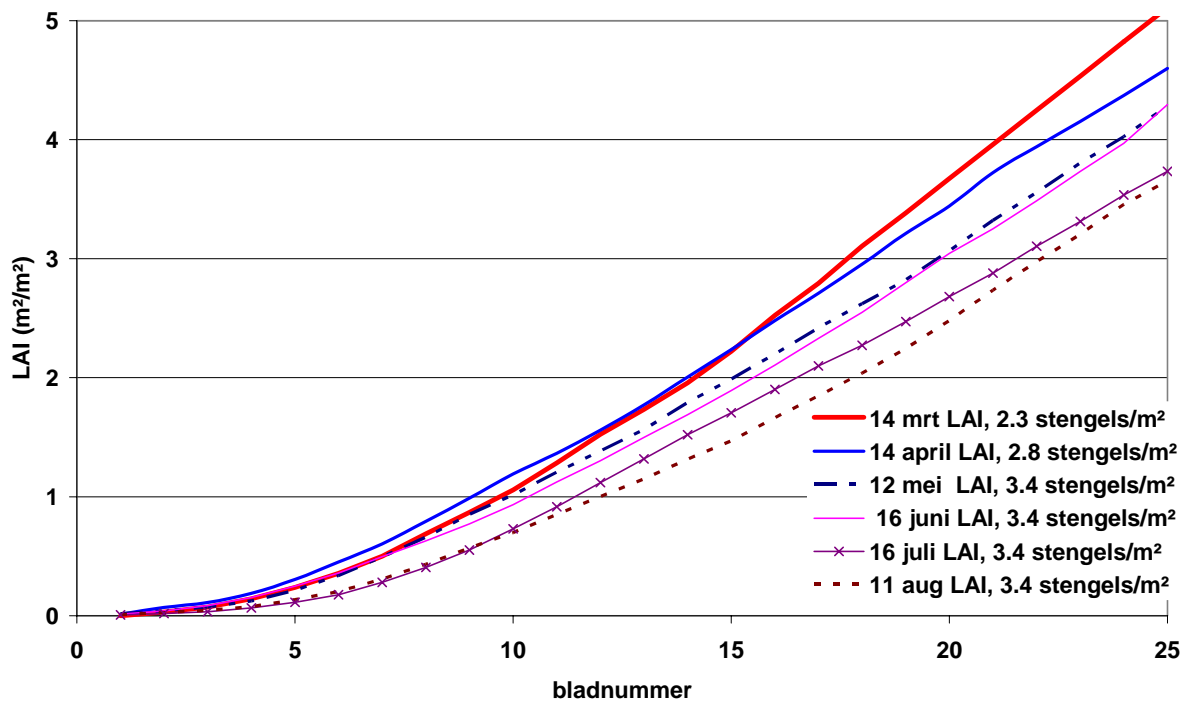
#### 3.2.1 Opbouw bladoppervlak

Het bladoppervlak van een gewas is afhankelijk van het de bladgrootte, aantal stengels/m<sup>2</sup> en aantal bladeren per m<sup>2</sup>. Het bladoppervlak kan worden weergegeven als Leaf Area Index (LAI) in m<sup>2</sup> blad per m<sup>2</sup> teeltoppervlak. In de figuren 1 en 2 staat het cumulatieve bladoppervlak per m<sup>2</sup> bij een toenemend aantal bladeren aan de plant voor de twee bedrijven. Het bovenste gemeten blad (blad langer dan 5 cm) is bladnummer 1. Deze figuren zijn verkregen door het aantal stengels per m<sup>2</sup> (bijlage 1) te vermenigvuldigen met het cumulatieve bladoppervlak van boven naar beneden. In de figuren is goed te zien dat het bladoppervlak ondanks de toename van het aantal stengels bij hetzelfde aantal bladeren richting de zomer steeds kleiner wordt. Alleen februari/maart geeft de aanmaak van extra stengels tijdelijk meer bladoppervlak in april. Dit effect is het grootst bij bedrijf A (fig 1). Op bedrijf B worden de extra stengels 3 weken later aangemaakt en is het verschil in cumulatief bladoppervlak tussen maart en april minder groot (fig 2).

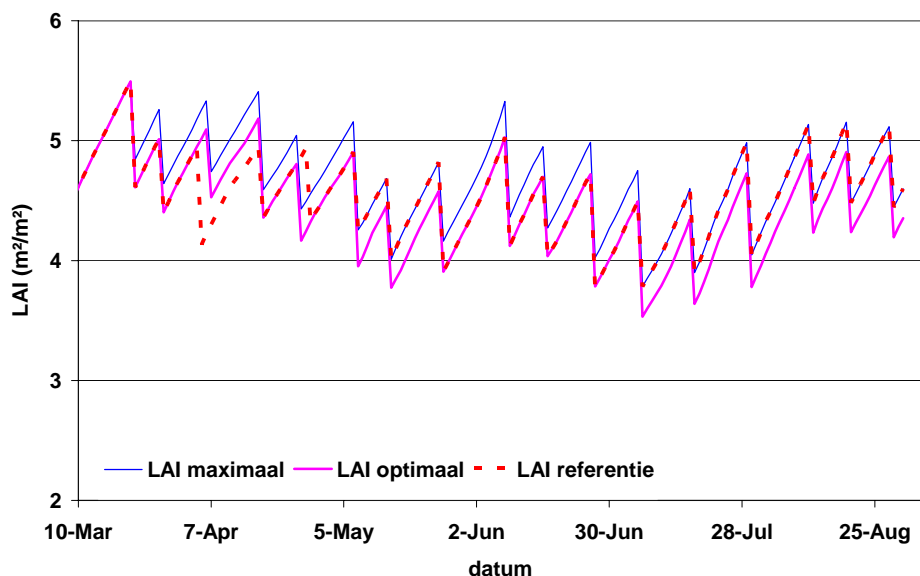
De gemiddelde bladgrootte neemt geleidelijk af en heeft op korte termijn geen sterke invloed op het bladoppervlak. Het aantal bladeren aan de stengel (bijlage 2) is per meetdatum het meest bepalende voor het bladoppervlak per m<sup>2</sup>. De variatie van het bladoppervlak ten gevolge van het aantal bladeren aan de plant is zichtbaar in de figuren 3 (bedrijf A) en 4 (bedrijf B). Wekelijks groeien ca. 3 jonge bladeren uit en worden drie oude bladeren verwijderd. Om het bladoppervlak per m<sup>2</sup> te kunnen berekenen is het gemiddelde aantal bladeren aan de stengel en het tijdstip van bladplukken essentieel.



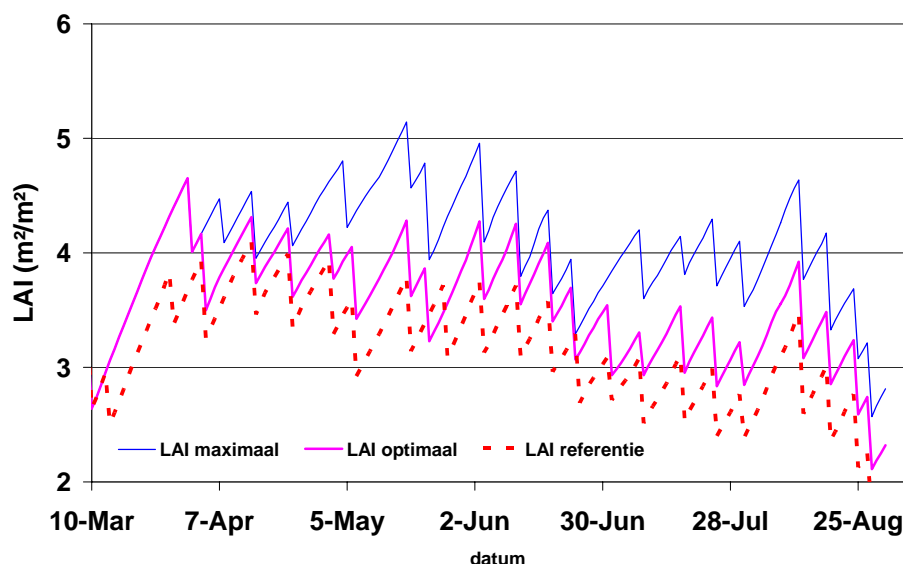
Figuur 1: Cumulatief bladoppervlak t/m het betreffende bladnummer in m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> kasoppervlak op bedrijf A. (bovenste blad langer dan 5 cm is bladnr 1)



Figuur 2: Cumulatief bladoppervlak t/m het betreffende bladnummer in m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> kasoppervlak op bedrijf B. (bovenste blad langer dan 5 cm is bladnr 1)



Figuur 3: Berekend bladoppervlak ( $m^2$  blad per  $m^2$  kas) uit maandelijkse waarneming en geplukte bladeren per behandeling, bedrijf A



Figuur 4: Berekend bladoppervlak ( $m^2$  blad per  $m^2$  kas) uit maandelijkse waarneming en geplukte bladeren per behandeling, bedrijf B

### 3.2.2 Bladoppervlak en productie

#### 3.2.2.1 Praktijkmetingen

De referentiebehandeling op bedrijf A had een gemiddeld bladoppervlak van 4.5. Het gemiddelde bladoppervlak tussen 7 maart en 31 augustus kwam vrijwel overeen met de behandelingen optimaal en maximaal (tabel 3). De lichtonderschepping met ca. 95% was erg hoog. Op bedrijf B verschilde het bladoppervlak tussen de behandelingen. De referentie behandeling had met gemiddeld  $3.3 m^2$  blad het minste gewas per  $m^2$  kas. De behandeling maximaal had het meeste blad  $4.0 m^2/m^2$  (tabel 3). Als de cijfers van beide bedrijven bij elkaar opgeteld worden kan gesteld worden dat de gemiddelde lichtonderschepping van 89% bij een bladoppervlak van  $3.3 m^2/m^2$  toeneemt tot 96% bij een bladoppervlak van  $4.7 m^2/m^2$ . Bedrijf A produceerde meer tomaten dan bedrijf B. Het productieniveau werd niet betrouwbaar beïnvloed door de bladplukstrategie met gerealiseerde bladoppervlaktes tussen  $3.1$  en  $4.7 m^2/m^2$ .

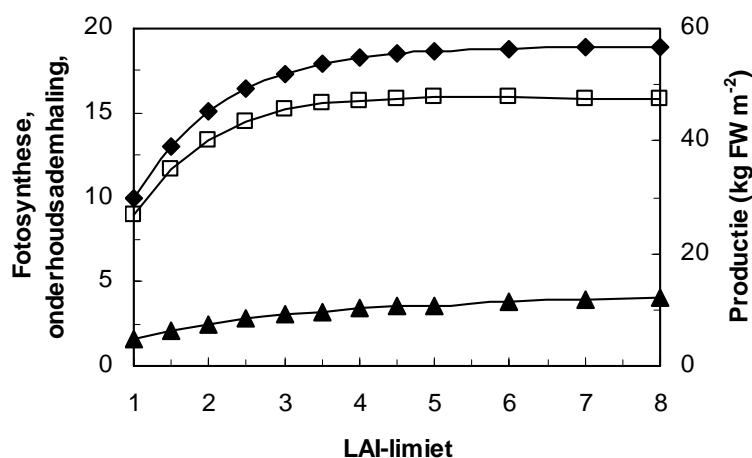
Tabel 3: Bladoppervlak, SLA, lichtonderschepping en productie per behandeling op 2 bedrijven

|           | Behandeling | Gemiddeld bladoppervlak 7-3 t/m 31-8 | Gemiddeld bladoppervlak op meetdata lichtonderschepping | Gem SLA | Gemiddelde lichtonderschepping | Productie (kg/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|-------------|--------------------------------------|---|---------|--------------------------------|--------------------------------|
| Bedrijf A | maximaal    | 4.7                                  | 4.7   | 206     | 96                             | 70.1                           |
|           | optimaal    | 4.5                                  | 4.5   | 206     | 95                             | 69.0                           |
|           | referentie  | 4.5                                  | 4.6   | 206     | 94                             | 70.7                           |
| Bedrijf B | maximaal    | 4.0                                  | 4.1   | 196     | 93                             | 66.4                           |
|           | optimaal    | 3.5                                  | 3.6   | 196     | 90                             | 65.8                           |
|           | referentie  | 3.1                                  | 3.3   | 196     | 90                             | 66.0                           |

### 3.2.2.2 Modelberekeningen

Met het gewasgroeimodel INTKAM van PRI is nagegaan wat het effect is van verschillende bladoppervlakten op de bruto gewasfotosynthese, de onderhoudsademhaling en productie. Als de onderhoudsademhaling afgetrokken wordt van de bruto fotosynthese, blijft de fotosynthese over die beschikbaar is voor groei van het gewas. Er is nagerekend wat het effect van LAI is als de onderste bladeren verwijderd zouden worden zodra een bepaalde LAI overschreden is.

Bij een hogere LAI wordt meer licht door het gewas onderschept en als gevolg daarvan neemt de fotosynthese toe (figuur 5). Deze toename in fotosynthese is sterk bij een lage LAI en deze afname wordt steeds minder als de LAI hoog is. Boven een LAI van 4 is er weinig toename in fotosynthese. De onderhoudsademhaling is nodig om de plant in leven te houden, maar in feite leidt onderhoudsademhaling tot een verlies aan suikers. De onderhoudsademhaling is sterk afhankelijk van temperatuur en van de grootte van de plant (hoe groter de plant hoe meer suikers nodig zijn om het in leven te houden). Als er meer bladeren aan de plant zitten, moet een grotere massa blad in leven gehouden worden, waardoor de onderhoudsademhaling stijgt. Net als voor fotosynthese geldt voor ademhaling dat de toename met toenemende LAI vooral optreedt bij lagere LAI waarden. Uiteindelijk gaat het natuurlijk om de productie. De productie neemt aanvankelijk sterk toe met de LAI, maar boven een LAI van 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> is de productiestijging nihil. Dit geldt voor alle seizoenen. Als de LAI nog verder stijgt blijft de productie op hetzelfde niveau, dit is in tegenstelling met de verwachting waarbij een te hoge LAI tot productiederving zou leiden. Dat het INTKAM model geen afname van de productie voorspelt komt doordat in het model wordt aangenomen dat de onderhoudsademhaling bij hoge LAI nauwelijks meer toeneemt bij verdere verhoging van de LAI. Omdat er nauwelijks gegevens zijn is over de mate waarin de ademhaling toeneemt met LAI de nodige onzekerheid.



Figuur 5: Door het model berekende bruto fotosynthese (g suiker/m<sup>2</sup>/dag) (◆), onderhoudsademhaling (g suiker/m<sup>2</sup>/dag) (▲) en productie (kg FW m<sup>-2</sup>) (□). De oudste bladeren werden steeds verwijderd als de LAI-limit bereikt was. Bij de berekeningen is uitgegaan van weersgegevens van een representatief jaar.

Vervolgens is met het gewasgroeimodel INTKAM de gewasgroei op de twee bedrijven nagerekend. Gegevens met betrekking tot klimaat (straling, temperatuur, CO<sub>2</sub> concentratie, luchtvochtigheid), stengeldichtheid en plantdatum waren invoer gegevens in het model. Van Bedrijf A waren de stralingscijfers, CO<sub>2</sub> concentratie en luchtvochtigheid niet beschikbaar. De berekeningen voor Bedrijf A zijn daarom uitgevoerd op basis van de temperatuur van dat bedrijf en voor overige klimaatgegevens werd uitgegaan van gegevens van Bedrijf B.

Normaal gesproken rekent het model zelf de LAI (bladoppervlakte) uit. Echter om het effect van het aanhouden van verschillende hoeveelheid blad goed te kunnen analyseren, zijn berekeningen uitgevoerd waarbij de gemeten LAI een invoergegeven was in het model. De berekende productieniveaus kwamen redelijk overeen met de gemeten producties. Bij Bedrijf A berekende het model geen meerwaarde van een hogere LAI, terwijl bij Bedrijf B het model een meerproductie van 1.4% berekende (tabel 4). Een toename van 1.4% is in productieproeven nooit aan te tonen. Deze toename van 1.4% productie was gevolg van een toename van de gemiddelde LAI van 3.1 naar 4.0 m<sup>2</sup> blad per m<sup>2</sup> grondoppervlakte. Dat er geen behandelingseffect gevonden werd bij Bedrijf A is niet zo verwonderlijk aangezien de LAI bij alle drie de behandelingen hoog was en de verschillen in LAI tussen de behandelingen minimaal waren.

*Tabel 4: Door het model berekende productie (kg/m<sup>2</sup>), waarbij de berekeningen gebaseerd zijn op de gemeten bladoppervlakten*

|            | Bedrijf A | Bedrijf B |
|------------|-----------|-----------|
| Maximaal   | 70.1      | 69.2      |
| Optimaal   | 70.0      | 68.8      |
| Referentie | 70.1      | 68.3      |

### 3.2.3 Bladoppervlak en arbeid

Als de vruchten in het gewas hangen vraagt het oogsten meer tijd. Op bedrijf A verschilde het aantal bladeren per stengel niet tussen de behandelingen zodat een goed vergelijk niet mogelijk is. Uit de padregistratie van bedrijf B blijkt dat het oogsten 24% meer tijd kost als de vruchten tussen het blad hangen (tabel 5 Maximaal en Optimaal) ten opzichte van de referentie.

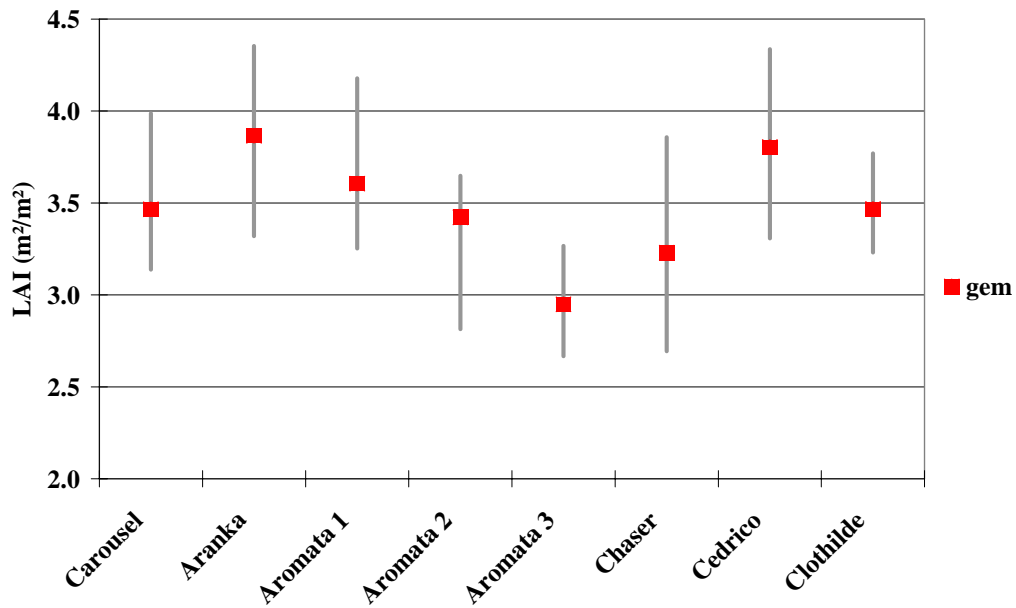
*Tabel 5: Benodigde tijd voor de oogst (uren/teelt) van de verschillende bladplukbehandelingen per pad*

| Bedrijf | Handeling | Referentie | Maximaal | Optimaal |
|---------|-----------|------------|----------|----------|
| B       | Oogsten   | 12:15      | 14:30    | 15:84    |

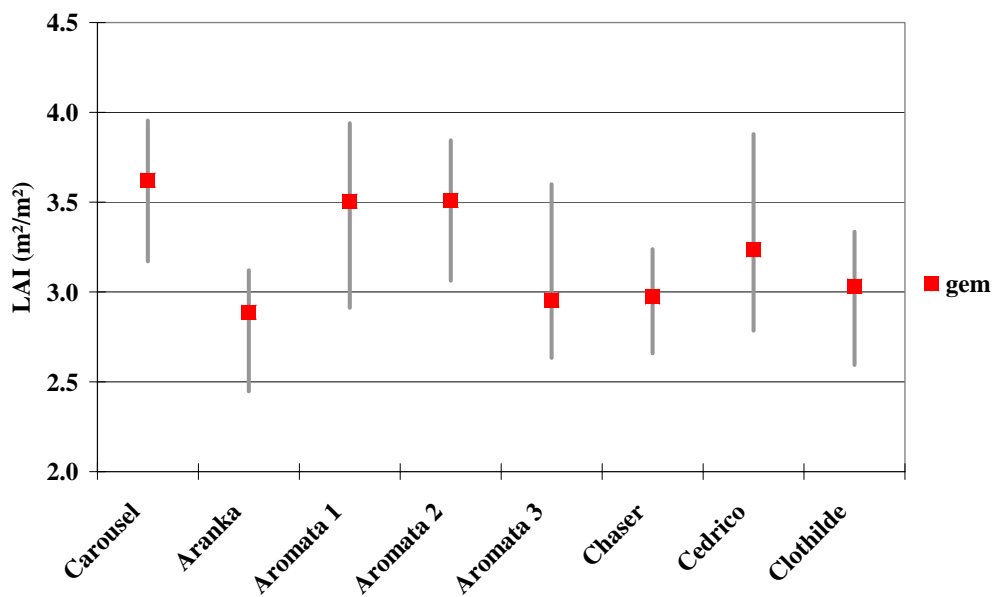
## 3.3 Variatie bladoppervlak in de praktijk

### 3.3.1 Gemeten bladoppervlak

Het bladoppervlak per bedrijf is gemeten in juni en juli (figuur 6 en 7). Het aantal bladeren aan de plant is sterk bepalend voor het bladoppervlak en de oorzaak van de grote variatie in bladoppervlak op de verschillende meetplaatsen. Drie bladeren minder aan een plant geeft gemiddeld 0.7 m<sup>2</sup> minder bladoppervlak. Het verschil tussen minimum en maximum aantal bladeren per meetplaats op de bedrijven is gemiddeld 3.5 bladeren. Het bladoppervlak neemt gedurende de zomer wat af doordat de bladeren gemiddeld wat kleiner zijn geworden. De bladoppervlaktes per m<sup>2</sup> van de verschillende rassen op de bedrijven liggen redelijk dicht bij elkaar. Rassen die minder gewas maken zoals Aranka, Chaser en Carousel zijn geteeld bij een hogere stengeldichtheid waardoor het totale bladoppervlak toch overeenkwam met de overige behandelingen. Om gekeerd maakte Clothilde wat meer gewas dan gemiddeld maar door de lagere stengeldichtheid (3.2 stengels/m<sup>2</sup>) kwam het bladoppervlak overeen met het gemiddelde (figuur 6 en 7).



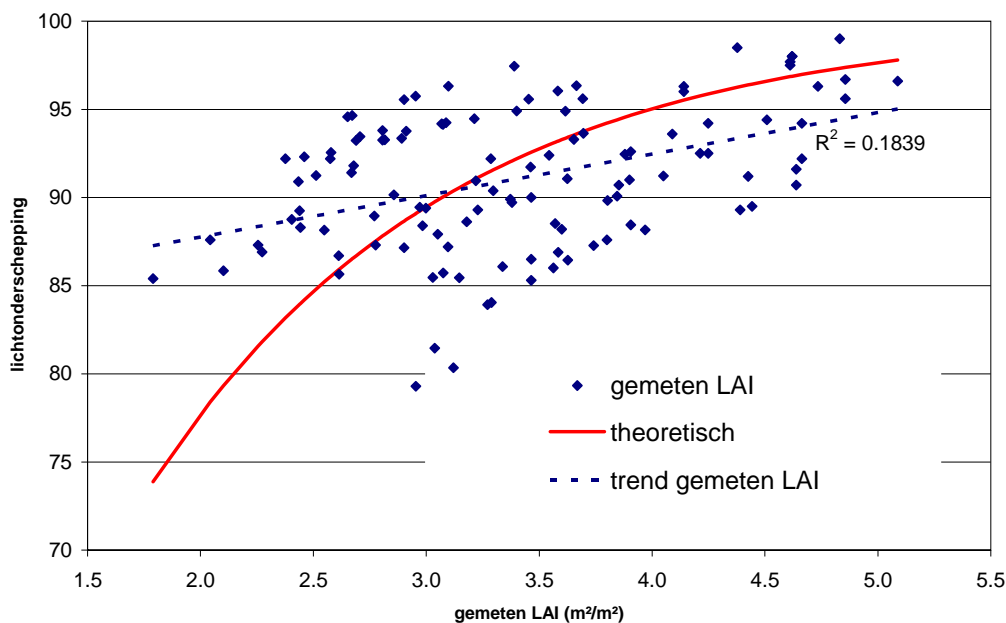
Figuur 6: Verschil tussen minimum en maximum bladoppervlak per bedrijf (streep) en gemiddeld bladoppervlak per bedrijf in juni.



Figuur 7: Verschil tussen minimum en maximum bladoppervlak per bedrijf (streep) en gemiddeld bladoppervlak per bedrijf in juli.

## 3.4 Gemeten lichtonderschepping (alle bedrijven)

Als alle metingen op een hoop worden gegooid is de gemeten lichtonderschepping vrijwel niet gecorreleerd met het vastgestelde bladoppervlak in het LAI-gebied tussen 2 en 5.5 (figuur 8). De variatie tussen de metingen bij vergelijkbare LAI is veel groter dan de verandering ten gevolge van een grotere LAI. De gevonden resultaten passen gemiddeld wel bij de theoretische lijn. De gemeten lichtonderschepping is echter geen bruikbare indicator voor het bladoppervlak van het gewas.



Figuur 8: Gemeten lichtonderschepping

De gemeten lichtonderschepping op de 8 bedrijven staat in bijlage 4.

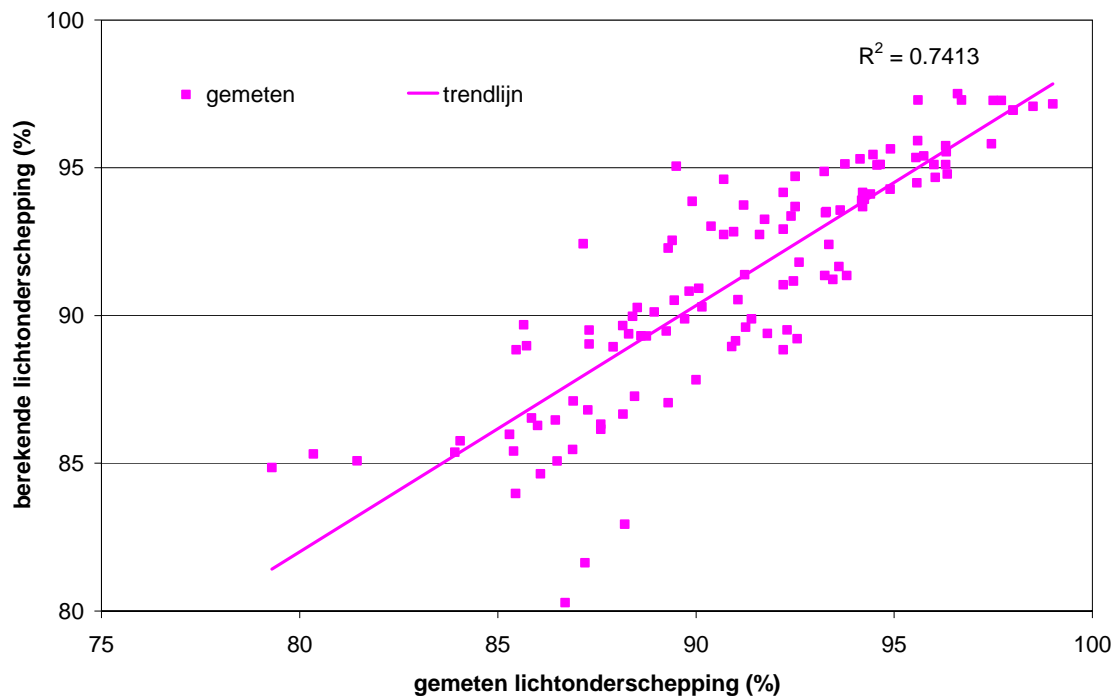
## 3.5 Berekende lichtonderschepping

### 3.5.1 Factoren die de lichtonderschepping beïnvloeden

Met behulp van regressieanalyse is onderzocht of er naast LAI andere factoren van invloed zijn geweest op de lichtonderschepping. Uit de regressieanalyse blijkt dat er verschillende factoren (tabel 6) van invloed zijn op de gemeten lichtonderschepping. Omdat er vele factoren van invloed waren op de lichtonderschepping is gekozen voor een realistisch model dat zo veel mogelijk overeenstemt met de theorieën in de wetenschappelijke literatuur.

De gemeten lichtonderschepping is beter met de berekende lichtonderschepping gecorreleerd ( $R^2=0.74$ ) dan met de LAI (figuur 9).





Figuur 9: De berekende lichtonderschepping in relatie tot de gemeten lichtonderschepping op 10 bedrijven van maart t/m september 2003.

De samenstelling van het licht heeft een grote invloed op de hoeveelheid onderschept licht (tabel 6). Naarmate de instraling en/of het percentage diffuus licht toenemen, neemt de lichtonderschepping af. Eén m<sup>2</sup> blad geeft gemiddeld over alle waarnemingen 8% meer lichtonderschepping bij een LAI van 2 tot 3 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en 4% bij een LAI tussen 3 en 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Daarnaast is de verticale verdeling van het bladpakket van belang.

Tabel 6: Invloed van verschillende factoren op de lichtonderschepping in het LAI gebied tussen 2 en 5.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

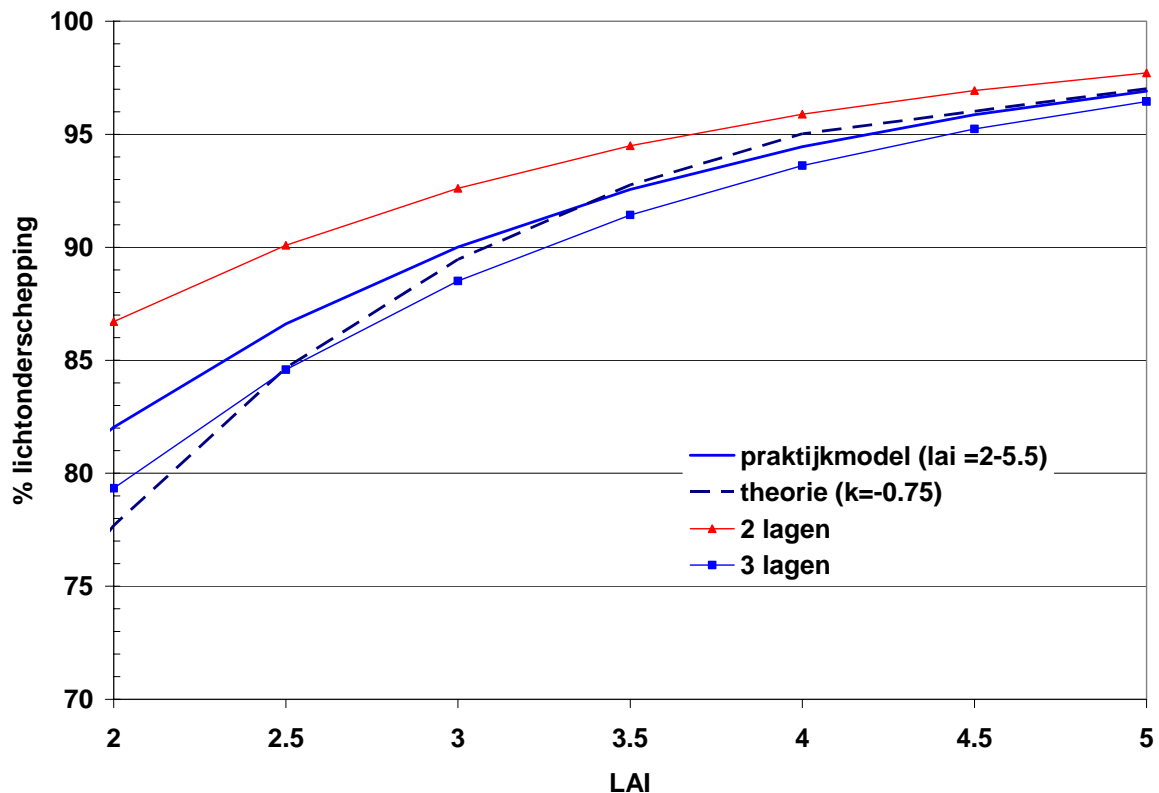
| Factor (bereik)                              | Maximale invloed op de lichtonderschepping in % |
|--|---|
| LAI 2-3 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>       | 8   |
| LAI 3-4 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>       | 4   |
| globale straling (600-100 w/m <sup>2</sup> ) | 12  |
| %diffuus licht (90-25%)                      | 16  |
| ras (maximale invloed)                       | 4   |
| aantal bladlagen (3-2)                       | 3   |
| sla (180-160 cm <sup>2</sup> /g)             | 0.4   |

De verticale bladverdeling komt tot uiting in het aantal bladlagen van het gewas. Het aantal bladlagen is niet exact te bepalen maar wordt enigszins benaderd door het totale bladoppervlak te delen door het bladoppervlak van de eerste 12 bladeren. Naarmate het aandeel van de eerste twaalf bladeren toe neemt is het bladoppervlak verdeeld over minder bladlagen en neemt de lichtonderschepping toe. Dit effect is het grootste bij lagere LAI's (tabel 7).

Tabel 7: Naarmate het blad verdeeld is over minder bladlagen (=LAI/(LAI bladlaag1-12)) neemt de lichtonderschepping toe

| Bladlagen                            | 2  | 3  |
|--------------------------------------|----|----|
| LAI(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) |    |    |
| 2.0                                  | 87 | 79 |
| 2.5                                  | 90 | 85 |
| 3.0                                  | 93 | 89 |
| 3.5                                  | 94 | 91 |
| 4.0                                  | 96 | 94 |

Als gekeken wordt naar de invloed van het bladoppervlak op de lichtonderschepping bij gemiddelde invloeden van de overige factoren komt de berekende lichtonderschepping van het gevonden praktijkmodel in de buurt van de algemeen gebruikte curve (theorie(k=-0.75)) voor lichtonderschepping (fig). In deze figuur is duidelijk zichtbaar dat de lichtonderschepping vooral in bij lagere LAI's wordt beïnvloed door het aantal bladlagen.



Figuur 10: Invloed van het aantal bladlagen op de lichtonderschepping en de gemiddelde lichtonderschepping in de proef in vergelijking met de theoretische curve en gemiddelde lichtcondities.

### 3.5.2 Invoed van bladplukken op de lichtonderschepping

Gemiddeld komt de gemeten lichtonderschepping redelijk in de buurt van de theoretische berekende lichtonderschepping (tabel 8). Bij 95% diffuus licht leidt toename van het bladoppervlak boven 3.1 tot 4.1 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> nog tot 4% extra lichtonderschepping. Bij 45% diffuus licht is een winst te behalen van 2%. De theoretische berekening (k=-0.75) gaat uit van een lichtwinst van 5%.

*Tabel 8: De lichtonderschepping (in %) bij verschillende bladoppervlaktes op twee bedrijven van maart t/m augustus bij 300 watt/m<sup>2</sup> en 95% diffuus licht*

| Bedrijf   | Beh | LAI m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> | Aantal bladlagen | Gemeten lichtonderschepping | Berekend theorie (k=-0.75) | Praktijkmodel 600 w/m <sup>2</sup> , 45%diffuus | Praktijkmodel 300 w/m <sup>2</sup> , 95%diffuus |
|-----------|-----|------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|---|---|
| Bedrijf A | max | 4.7                                | 3.0              | 95                          | 97                         | 97  | 93  |
|           | opt | 4.6                                | 3.0              | 95                          | 97                         | 96  | 92  |
|           | ref | 4.5                                | 2.9              | 95                          | 97                         | 96  | 92  |
| Bedrijf B | max | 4.1                                | 3.1              | 93                          | 95                         | 93  | 85  |
|           | opt | 3.5                                | 2.7              | 90                          | 92                         | 92  | 83  |
|           | ref | 3.1                                | 2.4              | 90                          | 90                         | 91  | 81  |

### 3.5.3 Vergelijking bedrijven

Om de lichtonderschepping op de bedrijven met elkaar te kunnen vergelijken is de lichtonderschepping op de bedrijven berekend voor dezelfde lichtsituaties. Bij direct licht onderschept het bladoppervlak al snel veel licht. In september varieerde de lichtonderschepping op de 8 bedrijven bij 45% diffuus licht tussen 88 en 93% en bij 95% diffuus licht tussen de 74 en 84% . Bij toename van de LAI boven 2.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> kan de lichtonderschepping bij direct licht niet veel meer toenemen (tabel 9 en10). Diffuus licht wordt minder goed onderschept en door toename van het bladoppervlak kan de lichtonderschepping nog behoorlijk toenemen (tabel 9 en 10).

*Tabel 9: Berekende lichtonderschepping in relatie tot bladoppervlak en aantal bladlagen in juli bij diffuse en directe straling*

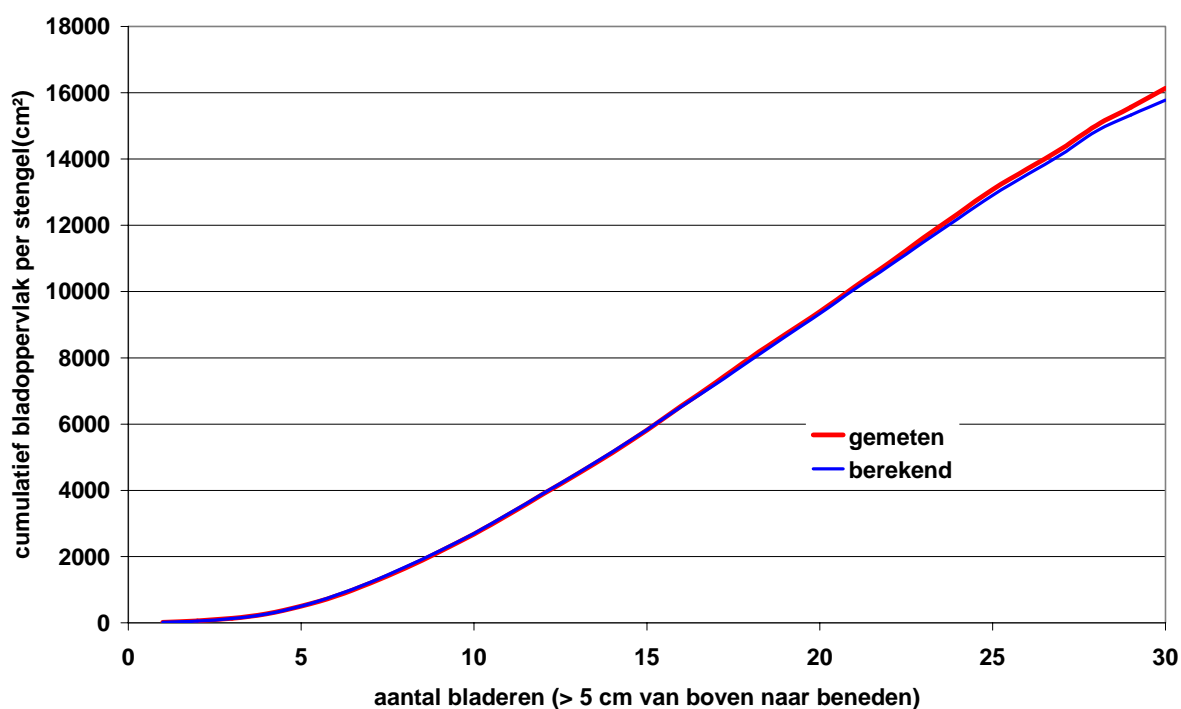
| Onderstam | Ras       | Bladoppervlak (m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> ) | Aantal bladlagen | Berekende lichtonderschepping                         |   |
|-----------|-----------|--|------------------|---|---|
|           |           |  |                  | 45% diffuus, 600 watt/m <sup>2</sup> globale straling | 95% diffuus, 300 watt/m <sup>2</sup> globale straling |
| Eldorado  | Aromata 2 | 3.4  | 3.0              | 93  | 86  |
| Nee       | Chaser    | 3.2  | 2.6              | 92  | 83  |
| Nee       | Clothilde | 3.6  | 3.0              | 91  | 80  |
| Eldorado  | Aranka    | 3.3  | 2.4              | 92  | 82  |
| Eldorado  | Aromata 1 | 3.6  | 2.7              | 95  | 89  |
| Maxifort  | Carousel  | 3.6  | 2.9              | 93  | 85  |
| Nee       | Cedrico   | 3.5  | 2.5              | 94  | 86  |
| Nee       | Aromata 3 | 2.9  | 2.5              | 93  | 85  |

Tabel 10: Berekende lichtonderschepping in relatie tot bladoppervlak en aantal bladlagen in september bij diffuse en directe straling

| Onderstam | Ras       | Bladoppervlak (m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> ) | Aantal bladlagen | Berekende lichtonderschepping                         |   |
|-----------|-----------|--|------------------|---|---|
|           |           |  |                  | 45% diffuus, 600 watt/m <sup>2</sup> globale straling | 95% diffuus, 300 watt/m <sup>2</sup> globale straling |
| Eldorado  | Aromata 2 | 2.5  | 2.4              | 91  | 81  |
| Nee       | Chaser    | 2.5  | 2.4              | 89  | 77  |
| Nee       | Clothilde | 2.1  | 1.5              | 88  | 74  |
| Eldorado  | Aranka    | 3.1  | 2.8              | 89  | 77  |
| Eldorado  | Aromata 1 | 3.1  | 2.9              | 93  | 84  |
| Maxifort  | Carousel  | 2.4  | 2.3              | 90  | 79  |
| Nee       | Cedrico   | 2.8  | 2.4              | 91  | 79  |
| Nee       | Aromata 3 | 2.7  | 2.7              | 91  | 81  |

### 3.5.4 Cumulatief bladoppervlak per stengel

Op basis van het versgewicht per blad op de verschillende posities is het bladoppervlak uitgerekend ( $r^2 = 98$ ). Als het bladoppervlak cumulatief wordt uitgezet tegen het bladnummer wordt duidelijk dat de bladeren vanaf blad 10 de grootste bijdrage leveren aan het totale bladoppervlak (figuur 11). In deze figuur is ook zichtbaar dat de invloed van bladplukken steeds groter wordt op de relatieve afname van het totale bladoppervlak in de kas (tabel 11) naarmate er minder bladeren aan de stengel over blijven. Als een stengel 18 bladeren heeft neemt het bladoppervlak 27% af na een ronde bladplukken. Als een stengel 24 bladeren heeft neemt het bladoppervlak met 18% af na een ronde bladplukken (tabel 11).



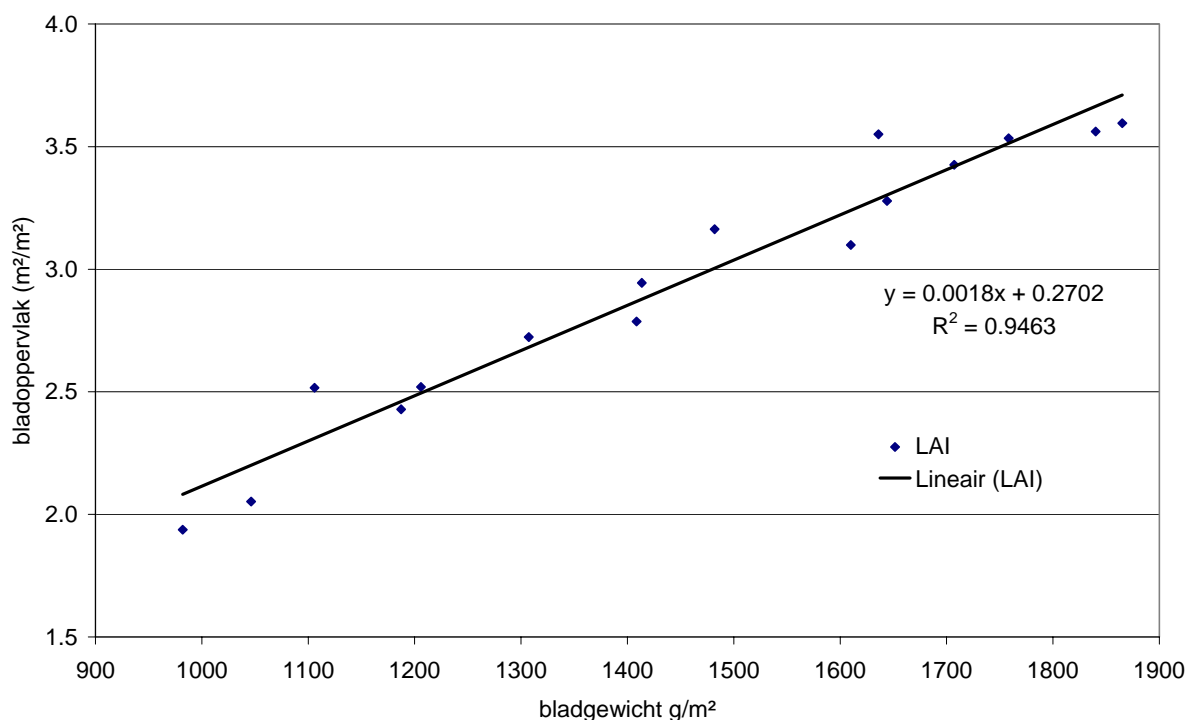
Figuur 11: De gemiddelde cumulatieve opbouw van het bladoppervlak per stengel van alle bemonsterde bedrijven. Het bladoppervlak per m<sup>2</sup> wordt verkregen door te vermenigvuldigen met de stengeldichtheid

Tabel 11: Afname van het bladoppervlak (in %) bij het verwijderen van 3 bladeren bij verschillend aantal bladeren aan de stengel

| Aantal bladeren per stengel | Afname bladoppervlak (%) per 3 bladeren |
|-----------------------------|---|
| 15 bladeren                 | 33%                                     |
| 18 bladeren                 | 27%                                     |
| 21 bladeren                 | 21%                                     |
| 24 bladeren                 | 18%                                     |
| 27 bladeren                 | 14%                                     |

### 3.5.5 Richtlijnen bladoppervlak, bladgewicht en lichtonderschepping

Het bladoppervlak en versgewicht hangen sterk met elkaar samen. Een inschatting van het bladoppervlak kan in de zomerperiode (van juli t/m augustus) op basis van het totale bladgewicht vrij goed geschat worden (figuur 12 en tabel 12). Er moet dan wel een representatief monster genomen worden waarbij blad van elke leeftijd evenredig wordt bemonsterd.



Figuur 12: Relatie tussen bladoppervlak (m²/m²) en vers bladgewicht (g/m²)

Tabel 12: Geschat bladoppervlak op basis van versgewicht blad en gemiddelde SLA

| Bladgewicht vers (gram) | Bladoppervlak (m²/m²) |
|-------------------------|-----------------------|
| 683                     | 1.5                   |
| 961                     | 2.0                   |
| 1239                    | 2.5                   |
| 1517                    | 3.0                   |
| 1794                    | 3.5                   |
| 2072                    | 4.0                   |

De relatie tussen bladoppervlak en lichtonderschepping is vergelijkbaar met de relatie tussen bladgewicht en lichtonderschepping. Globaal kan gesteld worden dat een lichtonderschepping van ca 90% wordt bereikt bij een bladoppervlak van 3.0 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en een bladgewicht van ca. 1500 gram/m<sup>2</sup>. Als het bladoppervlak bekend is kan bij een gelijkmatige bladontwikkeling per stengel op basis van (tabel 11) geschat worden wat het bladoppervlak wordt bij toename (tabel 14) of afname (tabel 13) van het aantal bladeren aan de stengel. Bij weinig bladeren per stengel verandert het bladoppervlak veel meer dan bij veel bladeren per stengel.

*Tabel 13: Bladoppervlak na plukken van drie bladeren bij verschillend aantal bladeren per stengel voor bladplukken*

| Bladoppervlak voor bladplukken | Aantal bladeren per stengel voor bladplukken |      |      |      |      |
|--------------------------------|--|------|------|------|------|
|                                | 15   | 18   | 21   | 24   | 27   |
| 1.5                            | 1.01   | 1.10 | 1.19 | 1.23 | 1.29 |
| 2.0                            | 1.34   | 1.46 | 1.58 | 1.64 | 1.72 |
| 2.5                            | 1.68   | 1.83 | 1.98 | 2.05 | 2.15 |
| 3.0                            | 2.01   | 2.19 | 2.37 | 2.46 | 2.58 |
| 3.5                            | 2.35   | 2.56 | 2.77 | 2.87 | 3.01 |
| 4.0                            | 2.68   | 2.92 | 3.16 | 3.28 | 3.44 |

*Tabel 14: Bladoppervlak na uitstel van bladplukken (drie bladeren) bij verschillend aantal bladeren per stengel voor bladplukken*

| Bladoppervlak voor bladplukken | Aantal bladeren per stengel voor bladplukken |      |      |      |
|--------------------------------|--|------|------|------|
|                                | 15   | 18   | 21   | 24   |
| 1.5                            | 1.91   | 1.82 | 1.77 | 1.71 |
| 2.0                            | 2.54   | 2.42 | 2.36 | 2.28 |
| 2.5                            | 3.18   | 3.03 | 2.95 | 2.85 |
| 3.0                            | 3.81   | 3.63 | 3.54 | 3.42 |
| 3.5                            | 4.45   | 4.24 | 4.13 | 3.99 |
| 4.0                            | 5.08   | 4.84 | 4.72 | 4.56 |

## 4 Discussie en conclusies

### 4.1 Discussie

Het vaststellen van de relatie tussen bladoppervlak en lichtonderschepping is tot op heden vaak uitgevoerd om de lichtonderschepping van een jong naar volgroeid gewas te volgen. De lichtonderschepping neemt dan toe van 0 tot 90% bij bladoppervlaktes tussen 0 en 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. In dit onderzoek is alleen gekeken naar volgroeide gewassen met bladoppervlaktes tussen 2 en 5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en een lichtonderschepping van 80 tot 95%. Omdat er nog “slechts” een toename in lichtonderschepping van 15% mogelijk zal er voor elke m<sup>2</sup> extra blad nog slechts 5% meer licht onderschept kunnen worden. Bij een kleine invloed van andere factoren zal de samenhang tussen bladoppervlak en lichtonderschepping afnemen. Dit onderzoek geeft aan dat de lichtonderschepping wordt beïnvloed door meerdere factoren.

De samenstelling en intensiteit van het licht zijn van grote invloed op het gewas. Dit is een bekend probleem en de reden dat in de meeste onderzoeken alleen bij diffuus licht wordt gemeten. Dit was ook in deze proef het uitgangspunt. Omdat de lichtomstandigheden tijdens de proef een aantal malen niet overeenkwamen met de weersverwachting, is vaak met wisselende lichtomstandigheden gemeten.

Uit de conclusie dat direct licht veel beter wordt onderschept dan diffuus licht kan worden afgeleid dat de gemeten lichtonderschepping bij diffuus licht kleiner is dan de gemiddelde lichtonderschepping van het betreffende gewas onder wisselende omstandigheden.

Het is waarschijnlijk dat ook andere factoren als padrichting en breedte van de paden een rol hebben gespeeld. De invloeden van die factoren zijn niet in deze proef meegenomen en komen mogelijk tot uiting in de rasinvloed.

De invloed van LAI en aantal bladlagen vertonen een bepaalde samenhang. Naarmate het cumulatieve bladoppervlak van de eerste twaalf bladlagen groter is, zal het totale bladoppervlak groter en het aantal bladlagen (= LAI/ cumulatieve bladoppervlak blad 1 t/m 12) kleiner zijn. Zowel een kleiner aantal bladlagen als een grotere LAI verbetert de lichtonderschepping. Als het aantal bladlagen niet in het model wordt opgenomen is de correlatiecoëfficiënt echter lager.

Het INTKAM model gaat er vanuit dat de lichtonderschepping gedurende het seizoen niet verandert en dat boven een LAI van 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en ca. 90% lichtonderschepping geen productiewinst meer te behalen valt. Het praktijkmodel is opgesteld bij wisselende samenstelling van de straling. De gevonden resultaten vertonen een logische samenhang en geven een richting aan om de inzichten met betrekking tot de lichtbenutting in een gewas te vergroten. In tegenstelling tot het INTKAM model blijkt uit de metingen van de lichtonderschepping in de praktijk dat het optimale bladoppervlak gedurende het seizoen kan variëren. Vroeg in het seizoen is minder bladoppervlak nodig voor vergelijkbare lichtonderschepping dan later in het seizoen. De lichtonderschepping zal daarom in de eerste maanden van het seizoen al snel voldoende zijn. Als het totale bladoppervlak afneemt zal het aantal bladlagen relatief klein zijn ten opzichte van het totale bladoppervlak, de instraling is nog niet hoog en met een bladoppervlak van 2 tot 2.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> zal 90% van het licht worden onderschept. Richting de zomer wordt het aantal bladlagen groter bij vergelijkbare bladoppervlaktes, de intensiteit van de straling neemt toe en er zal ongeveer 3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> blad nodig zijn om eenzelfde lichtonderschepping te kunnen realiseren.

## 4.2 Conclusies

- Bij een bladoppervlakte tussen 2 en 5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> geeft de gemeten lichtonderschepping geen goede schatting van het bladoppervlak.
- In deze proef werd de maximale productie benaderd bij negentig procent onderschepping.
- Variatie van het gemiddelde bladoppervlak tussen maart en augustus van 3.1 en 4.7 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> was niet betrouwbaar van invloed op de gemeten productie.
- Het INTKAM model voorspelde 1.4% meer productie bij toename van het bladoppervlak van 3.1 naar 4 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.
- Direct licht wordt beter onderschept dan diffuus licht.
- Naarmate de intensiteit van de straling toeneemt, onderschept het gewas minder licht.
- De bladdikte beïnvloedt de lichtonderschepping vrijwel niet.
- De lichtonderschepping is hoger als het bladoppervlak is verdeeld over minder bladlagen.
- In het voorjaar is 2.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> voldoende voor 90% lichtonderschepping.
- In de zomer is 3.5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> voldoende voor 90% lichtonderschepping.
- In juli was de lichtonderschepping op alle bedrijven meer dan 90%.
- In september was de lichtonderschepping op drie bedrijven nog steeds 90% of meer. De lichtonderschepping op de andere vijf bedrijven varieerde van 86% tot 89%.
- Op enkele onderzochte praktijkbedrijven lijkt een geringe productiewinst mogelijk.



# Literatuur

De Koning A.N.M

Development and dry matter distribution in glasshouse tomato; a quantitative approach. 1989; Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Gijzen,-H; Goudriaan,-J

A flexible and explanatory model of light distribution and photosynthesis in row crops. *Agricultural-and-Forest-Meteorology*. 1989; 48(1-2): 1-20

Goudriaan-J

The bare bones of leaf-angle distribution in radiation models for canopy photosynthesis and energy exchange. *Agricultural-and-Forest-Meteorology*. 1988, 43: 2, 155-169; 9 ref.

Hand,-D-W; Clark,-G; Hannah,-M-A; Thornley,-J-H-M; Warren-Wilson,-J

Measuring the canopy net photosynthesis of glasshouse crops. *Journal-of-Experimental-Botany*. 1992; 43(248): 375-381

Heuvelink

Tomato growth and yield: quantitative analysis and synthesis. 1996; Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Palmer, J. W.

Diurnal light interception and a computer model of light interception by hedgerow apple orchards. Light transmittance by apple leaves and canopies. *Journal-of-Applied-Ecology*. 1977, 14: 2, 601-614; 29 ref.

Papadopoulos,-A-P; Ormrod,-D-P

Plant spacing effects on growth and development of the greenhouse tomato. *Canadian-Journal-of-Plant-Science*. 1991; 71(1): 297-304

Papadopoulos,-A-P; Pararajasingham,-S

The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): A review. *Scientia-Horticulturae*. 1997; 69(1/2): 1-29

Thornley,-J-H-M; Hand,-D-W; Warren-Wilson,-J

Modelling light absorption and canopy net photosynthesis of glasshouse row crops and application to cucumber. *Journal-of-Experimental-Botany*. 1992; 43(248): 383-391

Warren-Wilson,-J; Hand,-D-W; Hannah,-M-A

Light interception and photosynthetic efficiency in some glasshouse crops. *Journal-of-Experimental-Botany*. 1992; 43(248): 363-373

## Bijlage 1: Opbouw van extra stengels

*Tabel 15: Het aantal stengels per m<sup>2</sup> gedurende het seizoen op bedrijf A*

| Week | Oud | Nieuw | Stengel-afstand | Stengels /m <sup>2</sup> | Bijdrage bladoppervlak/m <sup>2</sup> |
|------|-----|-------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 49   | 6   | 6     | 0.50            | 2.5                      | 2.50                                  |
| 7    | 6   | 7     | 0.43            | 2.9                      | 0.42                                  |
| 11   | 7   | 8     | 0.38            | 3.3                      | 0.42                                  |

*Tabel 16: Het aantal stengels per m<sup>2</sup> gedurende het seizoen op bedrijf B*

| Week | Oud | Nieuw | Stengel-afstand | Stengels /m <sup>2</sup> | Bijdrage bladoppervlak/m <sup>2</sup> |
|------|-----|-------|-----------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 49   | 4   | 4     | 0.55            | 2.3                      | 2.27                                  |
| 10   | 4   | 5     | 0.44            | 2.8                      | 0.57                                  |
| 14   | 5   | 6     | 0.37            | 3.4                      | 0.57                                  |

## Bijlage 2: Overzicht blad aan de plant in de proef optimaal bladoppervlak

Tabel 17: Gemeten aantal bladeren, berekend bladoppervlak en geadviseerd aantal bladeren voor de optimale behandeling op bedrijf A van maart tot en met augustus

|       | Aantal bladeren |          |            | Bladoppervlak |          |            | advies optimaal |
|-------|-----------------|----------|------------|---------------|----------|------------|-----------------|
|       | maximaal        | optimaal | referentie | maximaal      | optimaal | referentie |                 |
| 07-03 | 22.2            | 22.2     | 22.2       | 4.2           | 4.2      | 4.2        | 19-21           |
| 11-04 | 25.4            | 24.1     | 23.3       | 5.2           | 5.0      | 4.8        | 18-21           |
| 09-05 | 23.1            | 22.7     | 23.5       | 4.3           | 4.1      | 4.3        | 19-21           |
| 13-06 | 25.7            | 23.9     | 23.9       | 4.5           | 4.1      | 4.1        | 20-23           |
| 11-07 | 23.2            | 22.6     | 23.4       | 4.0           | 3.8      | 4.0        | 21-24           |
| 08-08 | 26.2            | 24.8     | 25.9       | 4.8           | 4.5      | 4.8        | 19-22           |
|       |                 |          |            | 4.5           | 4.3      | 4.4        |                 |

Tabel 18: Gemeten aantal bladeren, berekend bladoppervlak en geadviseerd aantal bladeren voor de optimale behandeling op bedrijf B van maart tot en met augustus

|       | Aantal bladeren |          |            | Bladoppervlak |          |            | advies optimaal |
|-------|-----------------|----------|------------|---------------|----------|------------|-----------------|
|       | maximaal        | optimaal | referentie | maximaal      | optimaal | referentie |                 |
| 14-03 | 18.0            | 18.0     | 18.0       | 3.3           | 3.3      | 3.3        | 19-22           |
| 14-04 | 24.4            | 23.6     | 22.2       | 4.5           | 4.3      | 4.0        | 20-23           |
| 12-05 | 26.9            | 22.4     | 20.8       | 4.7           | 3.7      | 3.3        | 22-25           |
| 16-06 | 24.9            | 23.5     | 21.9       | 4.2           | 3.8      | 3.5        | 22-23           |
| 16-07 | 26.7            | 23.7     | 21.6       | 4.1           | 3.5      | 3.0        | 22-25           |
| 11-08 | 29.2            | 26.3     | 24.4       | 4.7           | 4.0      | 3.6        | 22-24           |
|       |                 |          |            | 4.2           | 3.8      | 3.4        |                 |

Tabel 19: Specific Leaf Area (cm<sup>2</sup> blad/g) en drooggewicht blad per m<sup>2</sup> op bedrijf A van maart tot en met augustus.

|       | SLA | Blad g/m <sup>2</sup> |          |            |
|-------|-----|-----------------------|----------|------------|
|       |     | maximaal              | optimaal | referentie |
| 07-03 | 315 | 133                   | 133      | 133        |
| 11-04 | 224 | 234                   | 223      | 217        |
| 09-05 | 170 | 251                   | 241      | 256        |
| 13-06 | 179 | 251                   | 228      | 228        |
| 11-07 | 160 | 248                   | 238      | 252        |
| 08-08 | 189 | 256                   | 238      | 252        |

Tabel 20: Specific Leaf Area (cm<sup>2</sup> blad/g) en drooggewicht blad per m<sup>2</sup> op bedrijf A van maart tot en met augustus.

|       | SLA | Blad g/m <sup>2</sup> |          |            |
|-------|-----|-----------------------|----------|------------|
|       |     | maximaal              | optimaal | referentie |
| 14-03 | 273 | 121                   | 121      | 121        |
| 14-04 | 204 | 219                   | 211      | 195        |
| 12-05 | 183 | 256                   | 202      | 180        |
| 16-06 | 171 | 244                   | 223      | 202        |
| 16-07 | 167 | 245                   | 206      | 180        |
| 11-08 | 176 | 266                   | 225      | 202        |

## Bijlage 3: Overzicht bladoppervlak bedrijven

Tabel 21: Gemeten gemiddeld, minimum en maximum bladoppervlak ( $m^2/m^2$ ) op 8 bedrijven met verschillende rassen in juni

| Ras                     | Aromata 1 | Aromata 2 | Aromata 3 | Chaser  | Cedrico | Clothilde | Aranka   | Carousel |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|----------|----------|
| onderstam               | Eldorado  | Eldorado  | Nee       | Nee     | Nee     | Nee       | Eldorado |          |
| meetdatum               | 19 juni   | 25 juni   | 24 juni   | 26 juni | 23 juni | 30 juni   | 18 juni  | 18 juni  |
| stengels/ $m^2$         | 3.30      | 3.34      | 3.30      | 3.90    | 3.75    | 3.20      | 4.00     | 3.50     |
| aantal bladeren/stengel | 23.1      | 22.2      | 20.9      | 22.2    | 21.6    | 22.0      | 21.1     | 22.9     |
| bladoppervlak $m^2/m^2$ |           |           |           |         |         |           |          |          |
| gemiddeld               | 3.61      | 3.42      | 2.95      | 3.23    | 3.80    | 3.47      | 3.87     | 3.47     |
| minimum                 | 3.25      | 2.81      | 2.67      | 2.69    | 3.31    | 3.23      | 3.32     | 3.14     |
| maximum                 | 4.18      | 3.65      | 3.27      | 3.86    | 4.34    | 3.77      | 4.35     | 3.99     |

Tabel 22: Gemeten gemiddeld, minimum en maximum bladoppervlak ( $m^2/m^2$ ) op 8 bedrijven met verschillende rassen in juli

| Ras                     | Aromata 1 | Aromata 2 | Aromata 3 | Chaser   | Cedrico | Clothilde | Aranka   | Carousel |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|-----------|----------|----------|
| Onderstam               | Eldorado  | Eldorado  | Nee       | Nee      | Nee     | Nee       | Eldorado | Maxifort |
| Meetdatum               | 22 juli   | 28 juli   | 24 juli   | 4 august | 24 juli | 30 juli   | 23 juli  | 21 juli  |
| stengels/ $m^2$         | 3.30      | 3.34      | 3.30      | 3.90     | 3.75    | 3.20      | 4.00     | 3.50     |
| aantal bladeren/stengel | 23.3      | 23.9      | 22.0      | 22.0     | 20.0    | 20.6      | 19.1     | 23.3     |
| bladoppervlak $m^2/m^2$ |           |           |           |          |         |           |          |          |
| gemiddeld               | 3.51      | 3.51      | 2.95      | 2.97     | 3.24    | 3.03      | 2.89     | 3.62     |
| minimum                 | 2.91      | 3.06      | 2.63      | 2.66     | 2.79    | 2.59      | 2.45     | 3.17     |
| maximum                 | 3.94      | 3.84      | 3.60      | 3.24     | 3.88    | 3.34      | 3.12     | 3.95     |

Tabel 23: Berekend bladoppervlak ( $m^2/m^2$ ) op 8 juli (interpolatie) en 11 september (aantal bladeren en ijkcurve juli) op 8 bedrijven met verschillende rassen

| Ras       | Onderstam | 8-jul-04 | 11-sep-03 |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| Aromata 3 | Nee       | 3.4      | 2.5       |
| Chaser    | Nee       | 3.2      | 2.5       |
| Clothilde | Nee       | 3.6      | 2.1       |
| Aranka    | Eldorado  | 3.3      | 3.1       |
| Aromata 2 | Eldorado  | 3.6      | 3.1       |
| Aromata 1 | Eldorado  | 3.6      | 2.4       |
| Cedrico   | Nee       | 3.5      | 2.8       |
| Carousel  | Maxifort  | 2.9      | 2.7       |

## Bijlage 4: Gemeten lichtonderschepping op 8 bedrijven

Tabel 24: Gemiddelde gemeten lichtonderschepping en standaardafwijking op twee dagen en 8 bedrijven

| Ras       | Lichtonderschepping(%) |           | Standaard afwijking |           |
|-----------|------------------------|-----------|---------------------|-----------|
|           | 08-Jul-03              | 10-Sep-03 | 08-Jul-03           | 10-Sep-03 |
| Chaser    | 94.4                   | 91.9      | 0.3                 | 0.3       |
| Aromata 3 | 96.1                   | 93.2      | 0.4                 | 0.6       |
| Aranka    | 95.3                   | 81.3      | 0.4                 | 0.4       |
| Aromata 2 | 90.2                   | 91.0      | 0.9                 | 0.6       |
| Cedrico   | 91.3                   | 89.2      | 0.6                 | 0.5       |
| Carousel  | 87.2                   | 87.5      | 0.4                 | 0.5       |
| Clothilde | 86.1                   | 86.4      | 0.5                 | 0.8       |
| Aromata 1 | 89.4                   | 91.5      | 0.7                 | 0.3       |

Tabel 25: Gemiddelde gemeten lichtonderschepping en standaardafwijking per meetplaats op 8 bedrijven

| Ras       | padnr. | plek | gem. L.O plek | STDEV | gem. L.O plek | STDEV |
|-----------|--------|------|---------------|-------|---------------|-------|
| Chaser    | a      | 1    | 93.2          | 0.6   | 90.7          | 0.7   |
|           | a      | 2    | 94.1          | 0.3   | 91.1          | 0.6   |
|           | b      | 1    | 94.8          | 0.6   | 92.4          | 0.7   |
|           | b      | 2    | 94.7          | 1.2   | 92.0          | 0.8   |
|           | c      | 1    | 93.6          | 1.0   | 91.8          | 1.6   |
|           | c      | 2    | 93.5          | 1.6   | 93.3          | 0.8   |
|           | d      | 1    | 95.6          | 0.3   | 91.4          | 0.8   |
|           | d      | 2    | 95.6          | 1.0   | 92.2          | 0.4   |
| Aromata 3 | a      | 1    | 97.5          | 0.3   | 93.4          | 1.8   |
|           | a      | 2    | 96.1          | 1.2   | 93.5          | 0.8   |
|           | b      | 1    | 94.6          | 2.2   | 92.8          | 0.5   |
|           | b      | 2    | 95.7          | 1.8   | 91.6          | 0.4   |
|           | c      | 1    | 97.0          | 0.5   | 93.4          | 0.5   |
|           | c      | 2    | 94.9          | 1.5   | 93.1          | 0.8   |
|           | d      | 1    | 96.1          | 1.3   | 94.1          | 0.5   |
|           | d      | 2    | 96.9          | 0.5   | 93.5          | 0.7   |
| Aranka    | a      | 1    | 96.1          | 0.8   | 85.4          | 1.1   |
|           | a      | 2    | 95.6          | 0.7   | 82.7          | 0.8   |
|           | b      | 1    | 96.3          | 0.6   | 79.3          | 1.0   |
|           | b      | 2    | 96.3          | 1.1   | 81.4          | 0.7   |
|           | c      | 1    | 95.3          | 0.8   | 81.4          | 1.3   |
|           | c      | 2    | 94.2          | 1.5   | 77.2          | 3.3   |
|           | d      | 1    | 93.3          | 3.4   | 80.8          | 0.6   |
|           | d      | 2    | 95.3          | 1.7   | 82.1          | 0.9   |
| Aromata 2 | a      | 1    | 92.3          | 1.2   | 92.1          | 0.7   |
|           | a      | 2    | 91.7          | 1.2   | 90.4          | 0.6   |
|           | b      | 1    | 91.3          | 2.9   | 89.8          | 1.4   |
|           | b      | 2    | 93.6          | 2.1   | 88.7          | 1.8   |
|           | c      | 1    | 87.2          | 2.3   | 90.7          | 1.5   |
|           | c      | 2    | 89.2          | 3.1   | 92.1          | 0.8   |
|           | d      | 1    | 88.6          | 4.1   | 92.1          | 0.3   |
|           | d      | 2    | 87.3          | 2.1   | 92.5          | 1.0   |

Vervolg tabel 25

| Ras       | padnr. | plek | gem. L.O plek | STDEV | gem. L.O plek | STDEV |
|-----------|--------|------|---------------|-------|---------------|-------|
| Cedrico   | a      | 1    | 92.5          | 1.1   | 86.2          | 3.3   |
|           | a      | 2    | 91.7          | 1.1   | 90.1          | 2.3   |
|           | b      | 1    | 87.9          | 1.5   | 89.8          | 0.4   |
|           | b      | 2    | 91.7          | 0.6   | 89.1          | 4.2   |
|           | c      | 1    | 93.6          | 0.8   | 89.6          | 1.5   |
|           | c      | 2    | 89.5          | 1.8   | 90.7          | 1.3   |
|           | d      | 1    | 91.5          | 1.5   | 89.0          | 2.0   |
|           | d      | 2    | 92.2          | 1.1   | 88.9          | 1.5   |
| Carousel  | a      | 1    | 85.9          | 1.8   | 85.4          | 1.1   |
|           | a      | 2    | 87.0          | 3.2   | 89.2          | 1.6   |
|           | b      | 1    | 88.1          | 4.2   | 88.0          | 1.1   |
|           | b      | 2    | 87.6          | 5.1   | 88.6          | 1.7   |
|           | c      | 1    | 88.2          | 0.6   | 88.8          | 1.7   |
|           | c      | 2    | 88.2          | 1.0   | 88.7          | 0.7   |
|           | d      | 1    | 87.1          | 0.7   | 86.5          | 1.1   |
|           | d      | 2    | 85.4          | 0.4   | 84.8          | 0.4   |
| Clothilde | a      | 1    | 85.8          | 1.0   | 87.7          | 0.5   |
|           | a      | 2    | 83.9          | 1.3   | 87.5          | 1.3   |
|           | b      | 1    | 87.2          | 1.0   | 86.7          | 1.2   |
|           | b      | 2    | 88.4          | 0.3   | 84.1          | 0.3   |
|           | c      | 1    | 85.6          | 2.9   | 86.9          | 3.2   |
|           | c      | 2    | 85.4          | 2.5   | 86.9          | 2.7   |
|           | d      | 1    | 86.6          | 0.5   | 85.2          | 1.7   |
|           | d      | 2    | 85.6          | 0.3   | 86.5          | 0.3   |
| Aromata 1 | a      | 1    | 88.2          | 1.7   | 93.6          | 0.8   |
|           | a      | 2    | 90.0          | 0.7   | 93.1          | 0.6   |
|           | b      | 1    | 90.9          | 1.7   | 90.3          | 1.3   |
|           | b      | 2    | 90.8          | 1.3   | 91.6          | 1.4   |
|           | c      | 1    | 87.4          | 0.8   | 88.0          | 2.0   |
|           | c      | 2    | 85.5          | 2.5   | 90.8          | 0.8   |
|           | d      | 1    | 90.9          | 1.3   | 91.5          | 1.6   |
|           | d      | 2    | 91.2          | 0.9   | 92.9          | 1.6   |

## Bijlage 5: Analyse lichtonderschepping op 10 bedrijven

### Regression analysis

Response variate: log\_min1lo\_gem

Fitted terms: Constant, LAI, gedcumlai, ras, globaal, %diffuus, sla

### Summary of analysis

| Source     | d.f. | s.s.   | m.s.    | v.r.  | F pr. |
|------------|------|--------|---------|-------|-------|
| Regression | 10   | 27.685 | 2.76845 | 36.84 | <.001 |
| Residual   | 104  | 7.815  | 0.07515 |       |       |
| Total      | 114  | 35.500 | 0.31140 |       |       |
| Change     | -1   | -0.418 | 0.41786 | 5.56  | 0.020 |

Percentage variance accounted for 75.9

Standard error of observations is estimated to be 0.274.

### Accumulated analysis of variance

| Change      | d.f. | s.s.     | m.s.    | v.r.   | F pr. |
|-------------|------|----------|---------|--------|-------|
| + LAI       | 1    | 8.29838  | 8.29838 | 110.43 | <.001 |
| + gedcumlai | 1    | 3.70824  | 3.70824 | 49.35  | <.001 |
| + ras       | 5    | 7.19879  | 1.43976 | 19.16  | <.001 |
| + globaal   | 1    | 0.85966  | 0.85966 | 11.44  | 0.001 |
| + %diffuus  | 1    | 7.20161  | 7.20161 | 95.83  | <.001 |
| + sla       | 1    | 0.41786  | 0.41786 | 5.56   | 0.020 |
| Residual    | 104  | 7.81548  | 0.07515 |        |       |
| Total       | 114  | 35.50002 | 0.31140 |        |       |

## Bijlage 6: Lichtonderschepping en straling per bedrijf en datum

Tabel 26: Bladoppervlak, lichtcondities, berekende en gemeten lichtonderschepping op de verschillende meetdagen per bedrijf

| Ras/<br>Onderstam     | Datum      | LAI<br>(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) | Gemeten<br>lichtonder-<br>schepping<br>(%) | Berekende<br>lichtonder-<br>schepping<br>theorie (k=-<br>0.75) | Berekende<br>lichtonder-<br>schepping<br>met praktijk<br>model | Straling<br>(w/m <sup>2</sup> ) | Diffuus<br>licht<br>(%) |
|-----------------------|------------|--|--|--|--|---------------------------------|-------------------------|
| Aromata 2             | 08/07/2003 | 3.43                                     | 91   | 92   | 93   | 605                             | 46%                     |
| Eldorado              | 11/09/2003 | 2.52                                     | 91   | 85   | 90   | 70                              | 98%                     |
| Aromata               | 25/03/2003 | 4.93                                     | 96   | 98   | 97   | 474                             | 47%                     |
|                       | 22/04/2003 | 4.69                                     | 98   | 97   | 97   | 713                             | 34%                     |
|                       | 13/05/2003 | 4.53                                     | 98   | 97   | 97   | 713                             | 30%                     |
|                       | 23/05/2003 | 4.58                                     | 93   | 97   | 94   | 337                             | 86%                     |
|                       | 03/07/2003 | 4.34                                     | 94   | 96   | 94   | 228                             | 92%                     |
|                       | 22/08/2003 | 4.56                                     | 91   | 97   | 93   | 224                             | 94%                     |
| Chaser                | 08/07/2003 | 3.16                                     | 94   | 90   | 95   | 409                             | 47%                     |
|                       | 11/09/2003 | 2.52                                     | 92   | 85   | 89   | 39                              | 96%                     |
| Clothilde             | 08/07/2003 | 3.60                                     | 86   | 93   | 86   | 211                             | 91%                     |
|                       | 11/09/2003 | 2.05                                     | 86   | 78   | 86   | 65                              | 96%                     |
| Cedrico               | 25/03/2003 | 3.97                                     | 96   | 95   | 95   | 474                             | 47%                     |
|                       | 22/04/2003 | 4.33                                     | 91   | 96   | 95   | 713                             | 34%                     |
|                       | 13/05/2003 | 3.99                                     | 92   | 95   | 95   | 713                             | 30%                     |
|                       | 23/05/2003 | 3.53                                     | 90   | 93   | 88   | 337                             | 86%                     |
|                       | 03/07/2003 | 3.22                                     | 89   | 91   | 90   | 443                             | 63%                     |
|                       | 22/08/2003 | 3.10                                     | 87   | 90   | 82   | 224                             | 94%                     |
| Aranka<br>Eldorado    | 08/07/2003 | 3.28                                     | 95   | 91   | 94   | 585                             | 36%                     |
|                       | 11/09/2003 | 3.10                                     | 81   | 90   | 85   | 131                             | 96%                     |
| Aromata 1<br>Eldorado | 08/07/2003 | 3.56                                     | 88   | 93   | 90   | 468                             | 76%                     |
|                       | 11/09/2003 | 3.10                                     | 91   | 90   | 93   | 43                              | 95%                     |
| Carousel<br>Maxifort  | 08/07/2003 | 3.55                                     | 87   | 93   | 85   | 483                             | 79%                     |
|                       | 11/09/2003 | 2.43                                     | 88   | 84   | 89   | 57                              | 97%                     |
| Cedrico<br>-          | 08/07/2003 | 3.53                                     | 91   | 93   | 90   | 610                             | 56%                     |
|                       | 11/09/2003 | 2.79                                     | 89   | 88   | 90   | 30                              | 97%                     |
| Aromata 3<br>-        | 08/07/2003 | 2.94                                     | 96   | 89   | 95   | 528                             | 39%                     |
|                       | 11/09/2003 | 2.72                                     | 93   | 87   | 91   | 37                              | 95%                     |
| Eindtotaal            |            | 3.41                                     | 91   | 91   | 91   | 360                             | 70%                     |