



Integratie van energiebesparende maatregelen in de paprikateelt

Resultaten stookteelt 2001

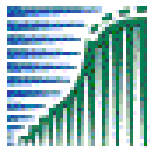
Gerrit Heij, Monica Kersten en Gerben Messelink

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 mede gefinancierd door Productschap Tuinbouw en project energiegeden LNV.



**landbouw, natuurbeheer
en visserij**

Ministerie van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij
Postbus 20401
2500 EK Den Haag
Tel. 070-3786868

Productschap Tuinbouw
Louis Pasteurlaan 6
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer
Tel. : 079-3470707
Fax : 079-3470404



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk
Tel. : 0174 - 636700
Fax : 0174 - 636835
E-mail : info@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1 INLEIDING EN DOEL	5
1.1 Inleiding	5
1.2 Doel van het onderzoek	5
2 OPTIMALISEREN GEBRUIK ENERGIESCHERMEN	7
2.1 Inleiding	7
2.2 Materiaal en methoden	7
2.3 Resultaten	8
2.3.1 Gerealiseerd kasklimaat	8
2.3.2 Resultaten lengtemetingen	10
2.3.3 Resultaten zetting	11
2.3.4 Productiegegevens	12
2.4 Discussie en conclusies	17
3 VERKENNING UITERSTE TEMPERATUURGRENZEN	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Materiaal en methoden	19
3.3 Resultaten	21
3.3.1 Gerealiseerde kasttemperatuur en relatieve vochtigheid	21
3.3.2 Resultaten lengtemetingen	23
3.3.3 Resultaten zetting	24
3.3.4 Productiegegevens	25
3.4 Discussie en conclusies	26
4 BIOLOGISCHE BESTRIJDING	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Doel	27
4.2.1 Effecten van temperatuur op plaagorganismen en biologische bestrijders	28
4.3 Biologische bestrijding kaswittevlieg	29
4.3.1 Invloed van temperatuur op <i>Trialeurodes vaporariorum</i> en <i>Encarsia formosa</i>	29
4.3.2 Invloed van temperatuur op <i>Macolophus spp</i>	32
4.3.3 Conclusie	32
4.4 Biologische bestrijding van luis	33
4.4.1 Invloed van temperatuur op <i>Myzus persicae</i>	33
4.4.2 Invloed van temperatuur op <i>Aphidius ervi</i> en <i>Aphidius cilemani</i>	34
4.4.3 Conclusie	34
4.5 Biologische bestrijding van trips	35
4.5.1 Invloed van temperatuur op trips	35
4.5.2 Invloed van temperatuur en luchtvochtigheid op <i>Orius spp.</i>	36
4.5.3 Invloed van temperatuur en luchtvochtigheid op <i>Amblyseius cucumeris.</i>	37
4.5.4 Conclusie	37
4.6 Biologische bestrijding van spint	38
4.6.1 Invloed van temperatuur op <i>Tetranychus urticae</i> en <i>Phytoseiulus persimilis</i>	38
4.6.2 Conclusie	40
4.7 Biologische bestrijding van mineervlieg	40
4.7.1 Invloed van temperatuur op <i>Liriomyza bryoniae</i>	40
4.7.2 Invloed van temperatuur op <i>Diglyphus isaea</i>	41
4.7.3 Invloed van temperatuur op <i>Dacnusa sibirica</i>	41
4.7.4 Conclusie	42
4.8 Conclusies	42
5 LITERATUUR	43

Bijlage 1	Gerealiseerde waardes bij open en gesloten scherm in maart en mei	45
Bijlage 2	Gerealiseerde kasttemperatuur van een etmaal in kas 111	46
Bijlage 3	Relatieve luchtvochtigheid van een etmaal in kas 111	47
Bijlage 4	Plantschema van de proef in kas 210	49
Bijlage 5	Tabel waarden buitenklimaat op 2 januari 1997	50

1 Inleiding en doel

1.1 Inleiding

In het licht van de komende verhoging van de gasprijzen groeit de behoefte aan een klimaatregeling voor het besparen van energie o.a. door het reguleren van het piekverbruik. Hierbij mogen echter geen concessies worden gedaan aan het huidige niveau van kwaliteit en productie. Bij de onderzoekswensen van de Landelijke Paprika Commissie voor 2001 hebben dan ook vier energie onderwerpen prioriteit gekregen: gebruik van de minimumbuis, schermgebruik, temperatuurintegratie en planttemperatuurmetingen door de phytomonitor.

In een onderzoek zijn deze vier prioriteiten uitgewerkt tot een samenhangend project dat bestaat uit verschillende deelproeven. In deze integrale aanpak bij het gewas paprika wordt de al verspreid aanwezige expertise van verschillende secties van het PPO gebundeld en wordt specifieke nieuwe kennis ontwikkeld die energiezuinig telen mogelijk gaat maken. Het gehele beoogde project strekt zich uit over een periode van drie jaar, en bestaat uit een combinatie van rekenen aan datasets, uitvoeren van kasproeven op het PPO en toetsing in de praktijkkassen. Het voorziet in wekelijkse terugkoppeling met een begeleidingsgroep van enkele telers, zodat de inpasbaarheid van de gevonden resultaten permanent getoetst kan worden. Het onderzoek met de phytomonitor is een onderdeel van een groter project waarin de toepassing van dit soort apparaten bij verschillende gewassen wordt onderzocht. Het project maakt gebruik van de informatie die gegenereerd wordt in het Novem project "Integratie van gewasontwikkeling in klimaatregeling bij vruchtgroenten". De resultaten hiervan worden verder niet in dit verslag meegenomen.

Na 1 jaar onderzoek, waarin het gebruik van energiescherm en uiterste temperatuurgrenzen, is onderzocht, is in overleg met de Landelijke Paprika Commissie en de onderzoek coördinator van Productschap Tuinbouw besloten het voorgestelde energieonderzoek voorlopig te stoppen. Juist in 2001 is het gebruik van assimilatie belichting in de teelt van vruchtgroenten sterk toegenomen en is onderzoek naar de relatie belichting en productie en kwaliteit van paprika prioriteit toegekend.

1.2 Doel van het onderzoek

De uit de deelproeven verkregen informatie zal worden gebruikt voor het opstellen van een blauwdruk van een nieuwe energiezuinige regelstrategie. Deze regeling zal aan het eind van het project worden gedemonstreerd op praktijkbedrijven. De opzet van de deelproeven wordt hieronder beschreven.

2 Optimaliseren gebruik energieschermen

2.1 Inleiding

Het is aangetoond dat door een juist schermgebruik veel energie kan worden bespaard. Een actueel aspect van het Commodity Diensten Systeem (CDS-systeem) van de Gasunie is dat niet alle tuinders gelijktijdig het scherm 's morgens mogen openen. Wellicht zal de regie voor het openen van het scherm straks aan het energiebedrijf worden overgedragen, in ruil voor een lagere gasprijs. Deze baten moeten wel opwegen tegen de mogelijke kosten, zoals veroorzaakt door lichtverlies bij een uitgestelde schermopening op koude dagen en door een eventueel ongewenst klimaat onder een gesloten scherm.

In deze deelproef zal de rol van schermen in een energiezuinige teelt worden onderzocht. Zo kan een bedrijfseconomische afweging worden gemaakt tot welk lichtniveau en gedurende welke tijdsduur schermen verantwoord is.

Hierbij wordt de informatie uit het PBG schermkier onderzoek (van Holsteijn, 1995) toegepast. De effecten op de vroege productie worden geregistreerd.

2.2 Materiaal en methoden

In deze deelproef is de rol van schermen in een energiezuinige teelt onderzocht. Waarbij er vanuit gegaan wordt dat ter onderdrukking van de afnamepiek van gas in morgenuren, het energiescherm gesloten zal worden tot het middaguur. Gedurende een koude periode zou het kunnen voorkomen dat gedurende meerdere dagen het scherm tot 12 uur gesloten zal zijn. Er worden de volgende 5 schermstrategieën onderzocht:

Behandelingen:

1. gedurende de dag een gesloten scherm
2. gedurende de dag een geopend scherm
3. 1 dag tot 12 uur scherm dicht, 6 dagen open
4. 2 dagen tot 12 uur scherm dicht, 5 dagen open
5. 4 dagen tot 12 uur scherm dicht, 3 dagen open

Afdeling:

- 3 en 6
- 5 en 8
- 4 en 7
- 2 en 9
- 1 en 10

Afdeling 111 in PPO Naaldwijk bestaat uit 10 afdelingen. In iedere afdeling is een scherminstallatie geïnstalleerd met AC folie (geperforeerd 20 * 10 cm). In alle afdelingen wordt gedurende de nacht geschermd, mits de buitentemperatuur lager is dan 9 °C. Er wordt gewerkt met een schermkier.

De gemiddeld per week gerealiseerde kastemperatuur en relatieve vochtigheid per behandeling zijn respectievelijk te vinden in tabel 1 en 2, paragraaf 2.3.1. De gemiddeld gerealiseerde kastemperatuur en relatieve vochtigheid per dag van maart en mei bij een gesloten en geopend scherm zijn te vinden in bijlage 1. Een figuur van het verloop op een dag in maart en mei, met gesloten en geopend scherm, van de temperatuur en de relatieve vochtigheid zijn te vinden in bijlage 2 en 3.

Per afdeling zijn de paprika rassen cv. Special (rood geogst) en cv. Fiësta (geel geogst) geplant. De plantdatum was op 29 november 2000.

Een reeks van waarnemingen is gedaan, zoals lengtemetingen, bepalen van de zetting en oogstwaarnemingen.

Een aantal malen is op dagen, met geen directe zonnestrallen, met behulp van een lichtmeter de hoeveelheid PAR gemeten welke door het gesloten scherm wordt weggenomen. In de kas zonder scherminstallatie werd gemiddeld 280,9 $\mu\text{mol}/\text{s}/\text{m}^2$ PAR gemeten. In de geschermdede kas werd gelijktijdig 231,6 μmol per seconde per m^2 PAR gemeten. Een gesloten scherm gaf dus een lichtreductie van 21,3 %.

2.3 Resultaten

2.3.1 Gerealiseerd kasklimaat

Tabel 1 - Gerealiseerde kasttemperatuur van kas 111, gemiddeld over de 2 gebruikte afdelingen per behandeling. Week 48 (2000) t/m week 24 (2001).

Week nr.	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
48	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
49	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
50	20,4	20,5	20,5	20,4	20,4
51	20,4	20,5	20,4	20,4	20,4
52	21,1	21,0	20,9	20,8	20,8
1	21,4	21,5	21,5	21,4	21,4
2	21,4	21,3	21,3	21,3	21,3
3	20,6	20,4	20,0	20,3	20,3
4	20,7	20,6	20,6	20,5	20,5
5	19,3	19,3	19,3	19,2	19,2
6	19,4	19,3	19,4	19,3	19,3
7	19,6	19,5	19,5	19,5	19,4
8	19,6	19,3	19,5	19,3	19,3
9	20,0	19,7	19,8	19,7	19,7
10	20,5	20,2	20,3	20,4	20,3
11	20,6	20,2	20,4	20,4	20,2
12	20,2	19,8	19,9	19,8	19,9
13	21,0	20,5	20,6	20,4	20,5
14	21,9	21,2	21,4	20,4	21,2
15	21,4	20,9	21,0	19,9	20,9
16	22,0	21,3	21,5	21,1	21,3
17	22,3	21,7	21,9	21,8	21,7
18	22,3	21,8	21,9	21,8	21,7
19	24,7	23,9	24,3	24,1	23,9
20	22,6	22,2	22,6	22,4	22,2
21	24,2	22,6	22,9	22,7	22,5
22	22,7	22,0	22,2	22,1	22,0
23	23,3	22,3	22,4	22,3	22,2
24	23,5	22,4	22,4	22,5	22,9
Gemiddeld	21,3	20,9	21,0	20,9	20,9

Tabel 2 - Gerealiseerde luchtvochtigheid van kas 111, gemiddeld over de 2 gebruikte afdelingen per behandeling. Week 48 (2000) t/m week 24 (2001).

Week nr.	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
48	70,3	65,8	65,8	64,5	65,4
49	66,2	75,7	64,6	66,9	62,4
50	74,0	77,5	64,9	66,8	60,6
51	64,6	59,5	59,9	61,1	52,5
52	50,8	59,4	52,6	60,5	50,6
1	59,3	61,6	62,2	61,3	57,7
2	55,0	53,3	52,2	53,7	53,0
3	59,8	57,7	57,2	60,6	54,9
4	66,9	65,5	65,2	66,1	64,4
5	71,9	67,2	66,6	70,3	66,6
6	80,4	75,3	74,6	73,0	74,8
7	78,8	73,3	74,1	70,5	71,9
8	78,3	74,8	72,5	71,8	70,7
9	76,0	71,7	64,7	62,2	70,9
10	82,0	76,1	74,7	77,7	75,9
11	80,8	74,3	74,4	71,5	72,8
12	79,5	71,4	70,7	70,0	70,4
13	82,8	76,1	77,2	74,7	75,1
14	82,3	77,6	77,5	75,8	75,9
15	82,1	75,8	77,3	74,8	75,2
16	80,7	76,9	75,0	77,0	73,3
17	80,7	76,4	76,3	76,1	74,1
18	82,2	78,5	76,3	75,2	74,6
19	78,7	76,8	75,0	72,8	71,3
20	81,3	79,9	76,0	76,5	78,9
21	83,1	81,7	72,6	75,9	79,9
22	84,7	80,3	81,3	78,8	80,0
23	82,4	76,4	75,1	76,9	73,4
24	84,9	78,9	77,5	77,7	77,4
Gemiddeld	75,2	72,3	70,1	70,4	69,1

2.3.2 Resultaten lengtemetingen

Wekelijks zijn de lengten van 50 paprikaplanten per afdeling gemeten. Gemeten is vanaf de zaadlobben tot aan het groeipunt. Om groeistoornis te voorkomen zijn aan deze planten zijn geen andere waarnemingen, zoals het bepalen van de zetting, gedaan.

De resultaten van de lengtemetingen zijn vermeld in de tabel 3 voor de cultivar Fiesta en in tabel 4 voor de cultivar Special.

Tabel 3 - Gemiddelde lengte (cm) bij het paprikaras Fiesta gemeten vanaf 18 januari tot en met 4 april 2001 in kas 111.

	gesloten Scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
18 januari	61,1	63,2	57,5	57,7	59,3
7 februari	78,8	82,1	75,4	76,8	78,8
22 februari	95,7	98,2	90,7	94,9	97,0
8 maart	113,8	113,1	103,0	110,4	115,4
22 maart	123,9	117,0	116,5	118,9	128,2
4 april	134,6	132,0	123,2	134,6	139,5

Tabel 4 - Gemiddelde lengte (cm) bij het paprikaras Special gemeten vanaf 18 januari tot en met 4 april 2001 in kas 111.

	gesloten Scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
18 januari	68,3	70,5	67,8	62,0	65,0
7 februari	87,8	89,6	89,9	80,3	82,7
22 februari	104,4	104,8	106,2	97,5	99,9
8 maart	118,0	118,8	119,7	110,1	117,4
22 maart	127,4	127,8	131,5	120,5	125,3
4 april	136,4	135,7	141,0	129,5	135,1

2.3.3 Resultaten zetting

In overleg met de begeleidingscommissie is eind januari de setpoint van de nachttemperatuur gedaald naar 18 °C. De eerste zetting is waargenomen in de niet geschermd afdeling. Wekelijks is vanaf deze waarneming de zetting van 50 planten per afdeling geteld.

Het gemiddeld aantal vruchten per plant wordt per cultivar in de tabellen 5 en 6 gegeven. Dit is het netto aantal vruchten per plant, dus het aantal gezette vruchten minus het aantal geaborteerde vruchten. Een week voor de oogst is met het waarnemen van het aantal gezette vruchten gestopt.

Om het effect van het schermen op de zetting zo goed mogelijk in kaart te brengen is, in tegenstelling tot de gebruikelijke praktijkwijze, geen vruchtdunning toegepast van het eerste zetsel.

Tabel 5 - Gemiddelde zetting bij het paprikaras Fiesta waargenomen vanaf 31 januari tot en met 29 maart 2001 in kas 111

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
31 januari	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
8 februari	3,4	6,6	3,4	4,3	4,8
15 februari	5,1	7,6	5,6	6,1	6,8
22 februari	7,8	9,1	7,7	7,2	8,4
1 maart	9,3	8,8	9,8	8,6	9,2
8 maart	7,3	6,5	6,5	6,2	6,4
15 maart	6,8	6,3	6,3	6,3	6,5
22 maart	9,6	9,3	8,8	10,8	8,2
29 maart	9,3	10,4	10,4	11,4	9,0

Tabel 6 - Gemiddelde zetting bij het paprikaras Special waargenomen vanaf 31 januari tot en met 29 maart 2001 in kas 111

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
31 januari	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
8 februari	2,6	3,0	1,8	2,6	3,1
15 februari	5,1	5,5	3,8	4,0	3,9
22 februari	6,9	7,9	6,7	6,6	6,0
1 maart	7,8	8,4	7,9	8,2	7,3
8 maart	5,9	6,0	5,6	6,2	5,9
15 maart	5,6	5,8	5,4	5,8	5,5
22 maart	6,8	6,6	7,2	7,1	6,5
29 maart	7,5	7,5	8,1	8,2	6,9

2.3.4 Productiegegevens

Eind maart en begin april is met de oogst van de rode en gele vruchten begonnen. Tweemaal per week zijn de volledig gekleurde vruchten geoogst. Voor de oogstwaarnemingen zijn per afdeling 50 planten genomen waar geen andere waarnemingen aan gedaan zijn. De berekende data van de oogst van de vruchten van klasse 1 staan vermeld in de tabellen 7 en 8 voor respectievelijk de cultivars Fiesta en Special. Misvormde vruchten en vruchten met enige fysiogene afwijkingen zijn in klasse 2 beoordeeld. De berekende data zijn voor de cultivars vermeld in de tabellen 9 en 10. Omdat het effect van het schermgebruik vooral bij de eerste en tweede zetting tot uiting zou komen is gekozen voor een productie tot medio juni. Op 14 juni zijn de goed ontwikkelde vruchten met een groene kleur geoogst. In de tabellen is een subtotaal gegeven van de oogst van gekleurde vruchten op 14 juni en een totaal inclusief de groene vruchten.

Tabel 7 - Gemiddelde cumulatieve productiecijfer van het paprikaras Fiesta klasse 1 (kg/m²)

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
5 april	0,46	0,95	0,62	0,55	0,41
3 mei	2,42	2,86	2,60	2,72	2,47
23 mei	5,40	5,97	5,40	5,95	5,99
14 juni	7,07	8,18	8,12	7,90	7,97
groen 14 juni	2,56	2,16	1,86	1,77	1,91
Totaal	9,63	10,34	9,98	9,67	9,88

Tabel 8 - Gemiddelde cumulatieve productiecijfer van het paprikaras Special klasse 1 (kg/m²)

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
5 april	0,34	0,12	0,20	0,19	0,18
3 mei	2,13	2,19	2,04	2,20	2,17
23 mei	4,00	4,43	3,85	4,47	4,49
14 juni	6,49	6,88	6,60	7,39	6,95
groen 14 juni	2,35	1,83	2,12	1,84	1,75
Totaal	8,84	8,71	8,72	9,23	8,70

Tabel 9 - Gemiddelde cumulatieve productiecijfer van het paprikaras Fiesta klasse 2 (kg/m²)

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
5 april	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 mei	0,01	0,01	0,08	0,02	0,05
23 mei	0,03	0,06	0,08	0,08	0,09
14 juni	0,16	0,16	0,15	0,22	0,25
groen 14 juni	0,24	0,14	0,11	0,15	0,19
Totaal	0,40	0,30	0,26	0,37	0,44

Tabel 10 - Gemiddelde cumulatieve productiecijfer van het paprikaras Special klasse 2 (kg/m²)

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
5 april	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 mei	0,01	0,04	0,07	0,05	0,01
23 mei	0,03	0,16	0,14	0,11	0,05
14 juni	0,14	0,44	0,30	0,22	0,20
groen 14 juni	0,34	0,27	0,36	0,14	0,20
Totaal	0,48	0,71	0,66	0,36	0,40

Bij de oogst is naast de productie van de vruchten ook de kwaliteit van de vruchten beoordeeld. Omdat door het gebruik van de schermen de luchtvochtigheid van de kasruimte hoger zou worden en daardoor mogelijk de verdamping van de planten zou afnemen, werd het voor aannemelijk gehouden dat ook de distributie van het element calcium in de plant niet optimaal zou zijn, waardoor er een toename van vruchten met neusrot in de geschermdede afdelingen zou zijn. Het aantal vruchten met neusrot staat vermeld in de tabellen 11 en 12.

Tabel 11 - Gemiddelde aantal vruchten met neusrot van het paprikaras Fiesta

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
5 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03 mei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10 mei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17 mei	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
23 mei	0,0	0,5	0,0	0,0	1,5
31 mei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07 juni	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
14 juni	4,0	1,5	1,5	2,0	4,5
groen 14 juni	6,5	5,5	6,5	8,0	7,5
Totaal	11,0	7,5	8,0	11,0	14,0

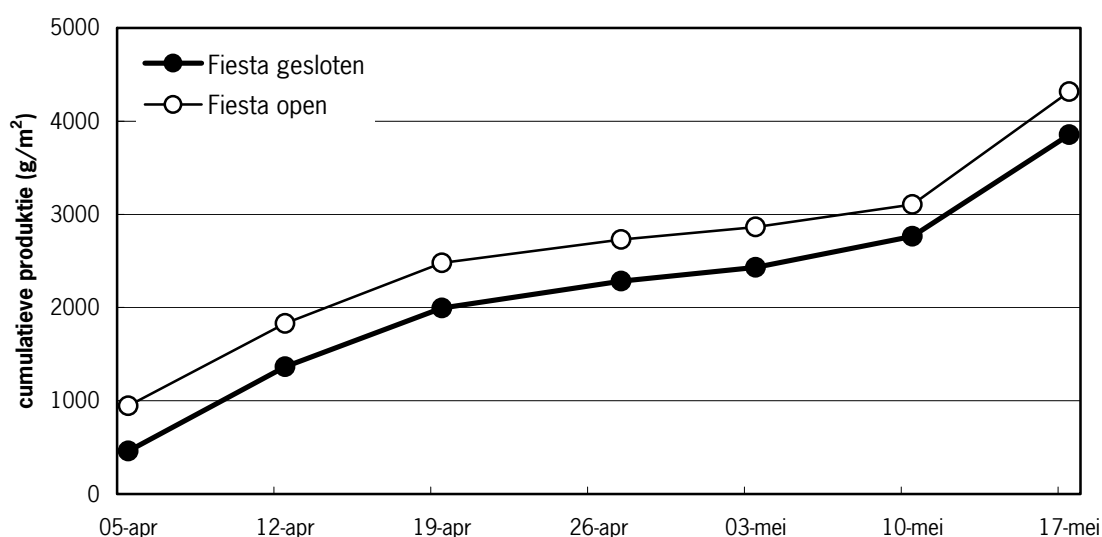
Tabel 12 - Gemiddelde aantal vruchten met neusrot van het paprikaras Special

	gesloten scherm	geopend scherm	3 dgn open	5 dgn open	6 dgn open
5 april	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
12 april	0,0	0,0	0,5	2,5	0,0
19 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03 mei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10 mei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17 mei	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
23 mei	0,0	3,0	2,0	1,0	0,0
31 mei	0,0	3,0	2,5	0,5	0,5
07 juni	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0
14 juni	3,0	4,5	1,5	3,0	4,0
groen 14 juni	20,0	12,5	19,5	7,5	9,0
Totaal	23,0	25,0	27,0	15,5	15,5

Om duidelijk aan te tonen of er verschillen zijn tussen de meest uiteenliggende behandelingen zijn van beide rassen de productiecijfers in tabelvorm (13 en 14) gegeven. Bovendien wordt in de tabel het verschil in productie in procenten getoond. Omdat vooral effect verwacht wordt van het schermen in de periode van zetting van het eerste zetsel is ook de productie van beide rassen tot en met medio mei in grafiekvorm (figuur 1 en 2) weergegeven.

Tabel 13 - Reductie in opbrengst bij een gesloten of open scherm bij het paprikaras Fiesta (kg/m²)

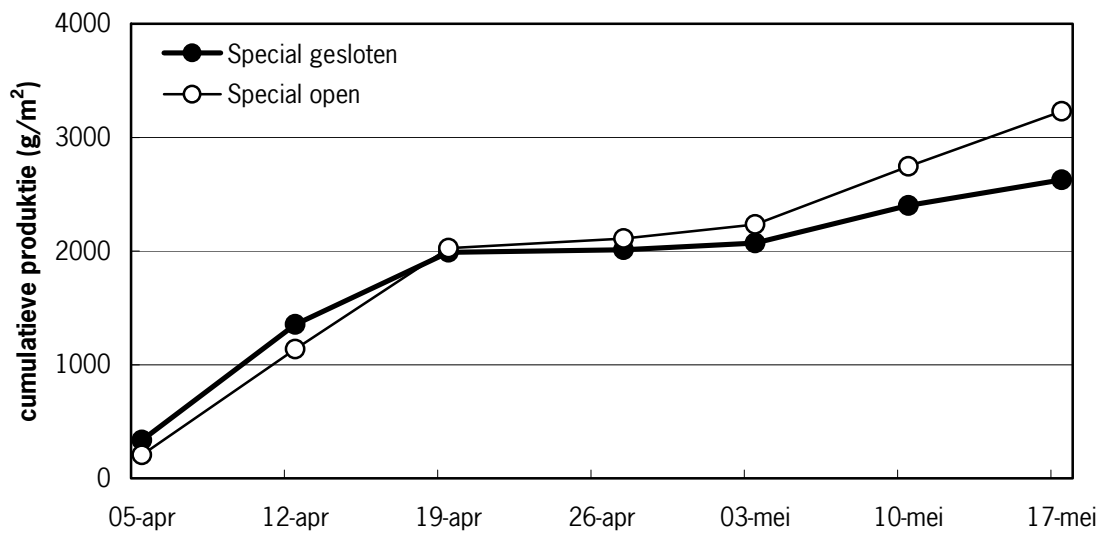
	gesloten scherm	geopend scherm	+/-
5 april	0,46	0,95	+ 106,5 %
3 mei	2,42	2,86	+ 18,1 %
23 mei	5,40	5,97	+ 10,5 %
14 juni	7,07	8,18	+ 15,7 %
groen 14 juni	2,56	2,16	- 15,7 %
Totaal	9,63	10,34	+ 7,3 %



Figuur 1 - Cumulatieve productie (g/m²) bij een gesloten en geopend scherm bij het paprikaras Fiesta van de vroege productie

Tabel 14 - Reductie in opbrengst bij een gesloten of open scherm bij het paprikaras Special (kg/m²)

	gesloten scherm	geopend scherm	+/-
5 april	0,34	0,21	- 38,3 %
3 mei	2,13	2,19	+ 2,8 %
23 mei	4,00	4,43	+ 10,7 %
14 juni	6,49	6,88	+ 6,0 %
groen 14 juni	2,35	1,83	- 22,2 %
Totaal	8,84	8,71	- 1,5%



Figuur 2 - Cumulatieve productie (g/m²) bij een gesloten en geopend scherm bij het paprikaras Special van de vroege productie.

2.4 Discussie en conclusies

In de teelt van paprika is het gebruikelijk bij een plantdatum van eind november of begin december dat de eerste vijf tot zes weken het foliescherm gesloten blijft om een goed ontwikkelde plant met veel blad te verkrijgen om als er overdag licht voldoende is het scherm te openen en zetting te bevorderen. Bovendien wordt dan de nachttemperatuur verlaagd naar waarden van ongeveer 18 °C. Ook in dit onderzoek is dit uitgevoerd. In samenspraak met de begeleidingscommissie zijn de teeltmaatregelen genomen. In het overzicht van de kastemperaturen is duidelijk te zien dat een verlaging van de nachttemperatuur werd gerealiseerd. Het effect was een daling van de etmaaltemperatuur van ongeveer 1,3 °C. Bij een permanent gesloten scherm blijkt de relatieve luchtvochtigheid van de kaslucht wel enige procenten hoger te liggen dan bij een geopend scherm, maar invloed op de ontwikkeling van vruchten met neusrot werd niet gevonden. Wel werd waargenomen dat de rode vruchten van het ras Special meer vruchten met neusrot vormden dan de gele vruchten van het ras Fiesta. Dit komt overeen met de ervaringen in de praktijk. De schermstrategie had geen effect op de lengtegroei van de cultivars.

Tot eind februari verloopt de zetting bij beide rassen onder een geopend scherm het beste. Maar onder invloed van de plantbelasting is de abortie van vruchten ook vroeger. Vanaf begin maart, als het tweede zetsel gevormd wordt, is er weinig verschil bij beide rassen in zetting bij alle behandelingen.

Fiesta produceert het meeste aantal kilogrammen klasse 1 vruchten bij een permanent geopend scherm. Een gesloten scherm geeft een lagere vroege productie en de totale productie is betrouwbaar lager dan van de productie van de afdelingen met een gesloten scherm. Tussen de tijdelijk met een scherm gesloten afdelingen geeft geen verschillen in productie.

Bij Special is er tussen de behandelingen weinig verschil in productie van klasse 1 vruchten.

Ten aanzien van het effect van de schermstrategie van het schermen is er geen betrouwbaar effect gevonden in de productie van klasse 2 vruchten bij Fiesta. Wel geeft bij het ras Special een geopend scherm betrouwbaar meer klasse 2 vruchten dan bij een gesloten scherm. Ook geldt dit voor behandeling drie.

De vroege productie tot medio juni geeft bij Fiesta een verschil tussen de meest uiteenliggende behandelingen een reductie in productie van klasse 1 vruchten van 15,7 %. Bij het ras Special is de reductie 6,0 % ten nadele van de met een scherm gesloten afdeling. Uit lichtmetingen blijkt de afdelingen met een gesloten scherm een lichtreductie van 21,3 % te hebben. Onder de proefomstandigheden in dit voorjaar blijkt dus een reductie van 1 % licht een effect in productie te hebben bij Fiesta van 0,73 % en bij Special van 0,28 %. Als de in medio juni aanwezige hoeveelheid groene vruchten meegerekend worden is effect van de reductie van licht vrijwel gehalveerd.

Uit de resultaten blijkt dat een tijdelijke sluiting van de scherminstallatie gedurende één of enkele dagen per week geen effect heeft op lengtegroei, kwaliteit of productie van paprika. Wel is op deze wijze mogelijk het energiegebruik tijdelijk te reduceren en met het Commodity Diensten Systeem mee te doen zonder gevolgen op de teelt van paprika.

3 Verkenning uiterste temperatuurgrenzen

3.1 Inleiding

Toepassen van temperatuur integratie blijkt bij veel gewassen een grote energiebesparing op te leveren. De grenzen tot waar de temperatuur gedurende een bepaalde periode mag zakken zijn echter nog niet volledig onderzocht. In verband met het CDS-systeem speelt de vraag hoe ver en hoe lang de kasttemperatuur mag dalen voordat er schade aan het gewas optreedt. Hierbij is het ontwikkelingsstadium van de plant een belangrijke factor. Een koude periode in het vegetatieve stadium heeft waarschijnlijk andere grenswaarden dan een koude periode die optreedt als er zetsels aan de plant hangen. Daarom wordt onderzoek uitgevoerd bij twee plantleeftijden, waarbij een groot aantal combinaties van temperatuurniveau en duur worden vergeleken. Er zullen grenswaarden worden bepaald door meting van de effecten op productie.

3.2 Materiaal en methoden

Het onderzoek is uitgevoerd bij twee rassen, waarbij een groot aantal combinaties van temperatuurniveau en duur in acht afdelingen zijn vergeleken.

De setpointtemperatuur is verkregen via een berekening met het ECP-model. Genomen is het koudste etmaal van de afgelopen 10 jaar, dit is 2 januari 1997. Een overzicht van het klimaat op 2 januari 1997 is te zien in bijlage 5, met daarbij de door het model berekende kastemperaturen bij verschillende schermen en branderstanden. Aan de hand van het model is gekozen voor een vaste branderstand van 75 en 100 m³/ha/uur met gebruik van een LS-10 schermdoek, dat gedurende de nacht is gesloten. De door het model berekende uurwaarde bij deze 2 branderstanden op de koudste dag zijn gegeven in tabel 15.

	behandeling	branderstand m³	afdelingen
1.	normaal		7 en 20
2.	5 dagen vegetatief stadium	100	1 en 18
3.	10 dagen vegetatief stadium	100	5 en 23
4.	5 dagen vegetatief stadium	75	2 en 19
5.	10 dagen vegetatief stadium	75	6 en 24
6.	5 dagen generatief stadium	100	4 en 22
7.	10 dagen generatief stadium	100	3 en 17
8.	5 dagen generatief stadium	75	8 en 21

Ter compensatie van de te lage temperaturen, gedurende 5 of 10 dagen, is op de eerst volgende dagen een temperatuurverhoging gerealiseerd, met een maximum van +3 °C, zodat het aantal graduren per behandeling uiteindelijk gelijk zou zijn.

Op 17 oktober 2000 is het ras Special gezaaid en op 20 oktober 2000 het ras Fiësta. De plantdatum was 29 november 2000. Voor het vegetatieve plantstadium zijn tien dagen na het planten, de eerste reeks temperatuurbehandelingen in de verschillende afdelingen gerealiseerd. Voor het generatieve stadium zijn in week 7 de temperatuurbehandelingen uitgevoerd. Gedurende de vegetatieve periode zijn in de afdelingen een vast scherm van AC folie (geperforeerd 20 * 10 cm) aangebracht. In week 4 is het folie open gesneden en in week 5 zijn in alle afdelingen de folie schermen geheel weggenomen.

Een reeks van waarnemingen is gedaan, zoals lengtemetingen, bepalen van de zetting en de oogst.

Tabel 15 - Uurwaarde kastemperatuur zoals berekend door het ECP-model in een 'denkbeeldige' kas die 's nachts geschermd wordt met LS-10 schermdoek op 2 januari 1997 (koudste etmaal afgelopen 10 jaar)

Uur	branderstand 100 m ³	branderstand 75 m ³
1	18,1	14,0
2	18,1	14,0
3	18,0	13,9
4	18,0	13,8
5	18,0	13,7
6	18,0	13,7
7	17,8	13,5
8	17,8	13,4
9	17,9	13,4
10	15,5	11,7
11	16,3	12,7
12	17,8	14,3
13	19,0	15,6
14	19,6	16,2
15	18,6	16,0
16	18,3	15,1
17	17,1	13,8
18	16,3	12,9
19	18,5	14,4
20	18,6	14,3
21	18,4	14,1
22	18,2	13,8
23	17,9	13,5
24	17,9	13,5

3.3 Resultaten

3.3.1 Gerealiseerde kasttemperatuur en relatieve vochtigheid

De uurwaarde van de setpointtemperatuur van de nachtperiode is ingesteld volgens de berekende waarde van tabel 15. Deze werden gedurende 5 of 10 dagen gerealiseerd. Duidelijk is dit te merken aan de gemiddelde etmaaltemperatuur. Voor de behandeling 10 dagen, 75 m³ daalde de etmaaltemperatuur tot 15,7 °C. Gedurende enige dagen werd de temperatuur gecompenseerd, wat tot uiting kwam in een iets hogere etmaaltemperatuur in de daarop volgende weken, zoals blijkt uit tabel 16.

Een verandering in de relatieve luchtvochtigheid in de periode van temperatuurverlaging is niet gemeten. De gegevens van de RV worden gemeld in tabel 17.

Tabel 16 - Gerealiseerde kasttemperatuur vanaf week 48 (2000) t/m week 24 (2001) per behandeling gemiddeld per 2 afdelingen.

Week nr.	normaal	vegetatief stadium				generatief stadium		
		5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
48	20,7	20,6	20,6	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
49	20,5	18,9	19,0	17,8	17,4	20,5	20,5	20,5
50	20,5	19,8	18,3	19,5	15,7	20,5	20,5	20,5
51	20,4	20,4	19,9	20,4	20,9	20,4	20,4	20,4
52	21,1	21,1	20,9	21,1	21,9	21,0	21,1	21,1
1	21,5	21,5	21,4	21,5	21,5	21,4	21,5	21,5
2	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4
3	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
4	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
5	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2
6	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,2	19,2
7	19,4	19,4	19,3	19,4	19,3	19,3	19,4	19,3
8	19,3	18,8	18,8	16,7	16,7	18,7	18,8	17,1
9	19,3	18,8	18,2	16,5	13,5	20,3	18,1	18,9
10	19,4	19,4	19,5	19,5	19,1	20,3	23,3	22,9
11	19,8	19,7	19,8	19,8	19,8	19,8	21,7	20,8
12	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,7	19,7
13	20,1	20,0	20,1	20,2	20,0	20,5	20,1	20,2
14	20,6	20,5	20,7	20,8	20,7	21,6	20,7	20,8
15	20,4	20,4	20,5	20,5	20,5	20,7	20,5	20,6
16	20,8	20,9	21,0	21,0	20,9	21,0	21,0	21,1
17	21,1	21,1	21,3	21,4	21,2	21,3	21,3	21,4
18	21,3	21,2	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	21,5
19	23,1	23,2	23,5	23,4	23,3	23,4	23,4	23,5
20	21,8	22,6	22,0	22,0	21,8	21,9	22,0	22,1
21	22,5	25,2	22,7	22,7	22,6	22,6	22,7	22,8
22	22,1	22,6	22,2	22,3	22,1	22,2	22,3	22,3
23	22,3	22,2	22,5	22,6	22,4	22,4	22,6	22,6
24	22,4	22,4	22,6	22,7	22,5	22,6	22,7	22,6
Gem.	20,7	20,7	20,6	20,5	20,3	20,9	20,9	20,9

Tabel 17 - Gerealiseerde luchtvochtigheid vanaf week 48 (2000) t/m week 24 (2001) per behandeling gemiddeld per 2 afdelingen.

Week nr.	vegetatief stadium				generatief stadium			
	normaal	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
48	74,1	67,2	71,6	73,1	69,9	82,1	77,6	73,7
49	80,1	85,9	84,3	80,2	78,7	79,0	84,7	89,3
50	77,8	71,4	81,4	76,9	81,2	81,2	81,2	71,7
51	65,2	60,2	58,3	62,3	63,8	69,2	60,6	64,3
52	61,7	65,8	59,3	85,0	60,3	68,4	61,8	64,1
1	68,4	64,5	64,6	68,4	65,8	82,6	72,1	69,1
2	57,0	53,5	53,8	54,0	65,8	65,3	59,2	53,6
3	53,3	56,5	58,3	59,3	62,9	65,3	60,7	56,4
4	64,2	64,1	58,4	70,0	62,7	65,5	71,1	87,5
5	66,5	69,5	68,5	82,8	66,3	85,7	69,7	73,2
6	74,3	74,2	73,4	73,9	77,8	79,9	80,0	80,0
7	73,5	71,7	71,0	74,4	71,5	80,7	73,8	78,5
8	77,5	73,1	70,8	72,2	72,2	74,7	74,1	75,9
9	68,1	67,6	68,7	66,6	71,7	72,0	70,2	69,1
10	77,2	76,9	76,2	74,4	74,5	87,3	74,3	81,8
11	74,1	73,7	71,2	74,3	73,2	82,3	69,2	81,4
12	71,4	71,0	72,8	72,0	72,5	81,3	74,0	81,0
13	76,0	75,5	74,4	75,8	73,9	77,0	75,7	82,9
14	74,7	74,4	69,5	73,2	70,2	68,8	73,4	76,1
15	74,0	72,8	70,4	74,3	73,5	73,5	74,6	76,0
16	72,1	71,4	76,0	82,1	76,0	72,5	75,1	76,7
17	74,9	72,4	74,1	77,1	80,9	72,8	74,8	76,6
18	75,4	71,4	73,8	46,9	76,4	71,6	74,9	76,5
19	67,1	66,5	69,0	66,6	70,0	78,0	66,9	68,5
20	79,3	79,4	75,5	74,1	73,5	76,5	76,8	80,8
21	71,7	66,3	69,0	72,7	73,9	76,9	72,9	75,2
22	77,0	70,6	75,8	78,5	74,9	75,4	77,1	79,1
23	80,7	80,3	79,7	79,3	81,4	79,6	79,9	82,7
24	76,2	74,2	76,0	75,9	76,8	82,6	78,0	81,2
Gem.	71,8	70,4	70,5	73,3	72,1	76,1	72,9	75,6

3.3.2 Resultaten lengtemetingen

Wekelijks zijn de lengten van 20 paprikaplanten per afdeling gemeten. Gemeten is vanaf de zaadlobben tot aan het groeipunt.

De resultaten van de lengtemetingen zijn vermeld in de tabel 18 voor de cultivar Fiesta en in tabel 19 voor de cultivar Special.

Tabel 18 - Gemiddelde lengte (cm) bij het paprikaras Fiesta gemeten vanaf 18 januari tot en met 4 april

datum	vegetatief stadium				generatief stadium			
	normaal	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
18 jan.	58,7	59,3	57,5	58,2	57,0	56,8	62,4	60,4
7 febr.	76,6	79,2	77,2	75,1	78,2	74,8	82,4	77,6
22 febr.	91,9	98,5	93,8	89,2	95,8	91,5	97,7	92,6
8 maart	102,1	110,9	107,2	97,3	103,1	103,5	109,3	103,6
22 maart	111,8	121,6	115,1	106,3	113,8	115,0	123,1	115,4
4 april	114,5	129,5	124,6	109,7	116,5	121,6	130,4	120,5

Tabel 19 - Gemiddelde lengte (cm) bij het paprikaras Special gemeten vanaf 18 januari tot en met 4 april

datum	vegetatief stadium				generatief stadium			
	normaal	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
18 jan.	71,3	60,9	62,0	58,4	62,3	68,6	70,3	68,1
7 febr.	90,9	80,5	81,3	77,9	81,6	88,8	90,1	88,7
22 febr.	106,8	96,9	98,4	93,2	99,7	105,2	105,5	105,1
8 maart	119,9	107,0	105,6	101,6	106,6	117,9	115,4	115,0
22 maart	129,7	114,3	112,4	109,9	113,8	129,6	126,4	126,8
4 april	131,5	119,3	114,7	113,1	118,2	135,2	132,7	130,1

3.3.3 Resultaten zetting

In overleg met de begeleidingscommissie is begin januari de setpoint van de nachttemperatuur gedaald naar 18 °C. Wekelijks is vanaf medio januari de zetting van 20 planten per afdeling geteld.

Het gemiddeld aantal vruchten per plant wordt per cultivar in de tabellen 20 en 21 gegeven. Dit is het netto aantal vruchten per plant, dus het aantal gezette vruchten minus het aantal geaborteerde vruchten. Een week voor de oogst is met het waarnemen van het aantal gezette vruchten gestopt.

Om het effect van de tijdelijke nachttemperatuurverlaging op de zetting zo goed mogelijk in kaart te brengen is, in tegenstelling tot de gebruikelijke praktijkwijze, geen vruchtdunning toegepast van het eerste zetsel.

Dit heeft echter geleid tot een enorme vruchtabortie bij beide cultivars.

Tabel 20 - Zetting bij het paprikaras Fiesta vanaf 31 januari tot en met 29 maart 2001 in kas 210

datum	normaal	vegetatief stadium				generatief stadium		
		5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
18 jan.	6,6	5,9	3,4	3,7	3,2	1,6	5,7	3,3
15 febr.	6,8	7,9	8,6	6,4	6,1	6,6	8,6	6,3
22 febr.	7,7	8,8	8,6	9,4	8,7	8,6	9,2	8,5
1 maart	8,7	11,3	10,1	10,3	9,7	10,0	8,9	9,0
8 maart	6,6	6,6	6,4	6,7	8,5	6,7	6,3	6,0
15 maart	6,7	6,8	6,9	7,1	10,8	6,0	6,8	6,0
22 maart	9,5	9,6	8,6	9,5	10,5	9,4	10,8	10,0
29 maart	9,4	11,0	9,8	10,1	10,0	10,6	10,7	11,0

Tabel 21 - Zetting bij het paprikaras Special vanaf 31 januari tot en met 29 maart 2001 in kas 210

datum	normaal	vegetatief stadium				generatief stadium		
		5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
18 jan.	2,5	2,6	1,9	1,8	2,2	1,1	3,9	2,6
15 febr.	5,2	5,2	6,5	5,1	4,1	4,0	7,4	5,5
22 febr.	7,7	6,4	8,1	8,0	8,4	7,2	8,0	7,3
1 maart	10,5	10,1	9,4	8,9	9,1	8,9	8,8	8,7
8 maart	6,4	6,2	6,2	6,1	7,3	6,6	6,0	6,0
15 maart	6,6	6,1	5,8	6,7	8,6	5,9	6,2	5,7
22 maart	7,0	7,0	6,8	6,9	8,9	8,0	7,8	8,0
29 maart	8,3	6,9	7,3	6,9	8,4	8,6	7,5	7,7

3.3.4 Productiegegevens

Eind maart is de oogst van de rode en gele vruchten begonnen. Tweemaal per week zijn de volledig gekleurde vruchten geoogst. Voor de oogstwaarnemingen zijn per afdeling 20 planten genomen. De berekende data van de oogst van de vruchten van klasse 1 staan vermeld in de tabellen 22 en 23 voor respectievelijk de cultivars Fiesta en Special. Misvormde vruchten en vruchten met enige fysiogene afwijkingen zijn in klasse 2 beoordeeld. De berekende data voor de productie van klasse 2 vruchten zijn voor de cultivars vermeld in de tabellen 24 en 25. Omdat het effect van tijdelijke temperatuurverlaging vooral bij de eerste en tweede zetting tot uiting zou komen is gekozen voor een productie tot medio juni. Op 14 juni zijn de goed ontwikkelde vruchten met een groene kleur geoogst. In de tabellen is een subtotaal gegeven van de oogst van gekleurde vruchten op 14 juni en een totaal inclusief de groene vruchten.

Tabel 22 - Cumulatieve productiegegevens van het paprikaras Fiesta, klasse 1 in kg/m²

datum	normaal	vegetatief stadium				generatief stadium		
		5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
5 april	1,1	0,8	1,1	0,9	0,2	0,5	1,9	1,3
3 mei	4,2	4,9	5,1	4,7	4,4	3,8	4,4	5,6
23 mei	8,3	8,7	9,4	6,7	6,8	8,1	8,6	9,1
14 juni	12,6	13,0	14,2	11,0	10,0	11,3	13,8	12,9
groen 14 juni	3,3	1,9	4,0	4,2	4,6	2,8	4,1	0,0
Totaal	15,9	14,8	18,2	15,2	14,6	14,1	18,0	12,9

Tabel 23 - Cumulatieve productiegegevens van het paprikaras Special, klasse 1 in kg/m²

datum	normaal	vegetatief stadium				generatief stadium		
		5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
5 april	0,5	0,3	0,4	0,2	0,0	0,1	1,0	0,6
3 mei	3,5	3,2	3,0	3,5	3,4	3,0	3,2	3,3
23 mei	7,3	5,8	5,7	6,3	5,2	6,4	5,7	6,3
14 juni	10,2	8,9	9,5	9,2	6,7	9,9	9,7	10,6
groen 14 juni	2,9	2,5	3,4	3,6	6,4	3,0	2,7	0,0
Totaal	12,8	11,5	12,8	12,8	13,1	12,9	12,4	10,6

Tabel 24 - Cumulatieve productiegegevens van het paprikaras Fiesta, klasse 2 in kg/m²

datum	normaal	vegetatief stadium				generatief stadium		
		5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
5 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 mei	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,0	0,2	0,3
23 mei	0,1	0,2	0,3	0,3	0,7	0,1	0,2	0,4
14 juni	0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,5	0,5	0,9
groen 14 juni	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,3	0,5	0,9	0,8	0,8	0,5	0,5	0,9

Tabel 25 - Cumulatieve productiegegevens van het paprikaras Special, klasse 2 in kg/m²

datum	vegetatief stadium				generatief stadium			
	normaal	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75	10 dg 75	5 dg 100	10 dg 100	5 dg 75
5 april	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 mei	0,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0
23 mei	0,2	0,2	0,5	0,4	0,4	0,1	0,3	0,2
14 juni	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	0,4	1,0	0,7
groen 14 juni	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	0,5	0,7	1,1	1,0	1,0	0,4	1,0	0,9

3.4 Discussie en conclusies

In het deelonderzoek, waarbij gedurende 5 of 10 dagen een lagere nachttemperatuur in de teelt van paprika werd toegelaten in het vegetatieve stadium, 10 dagen na het planten en deze temperatuurbehandelingen tijdens de periode van de eerste zetting is uitgevoerd blijkt onder invloed van de lage nachttemperatuur de etmaaltemperatuur enige graden te dalen. Door middel van een compensatie regelprogramma werd het te kort aan graaduren gedurende de daaropvolgende dagen gecompenseerd met een maximum van 3 graden. Binnen enige weken was het aantal graaduren per afdeling weer gelijk. Het effect op de plant was klein. Vijf dagen en tien dagen een gasbranderstand van 75 m³ per uur in het vegetatieve stadium geeft bij Fiesta enige centimeters minder gewaslengte te zien. Ook als de temperatuurverlaging in het generatieve stadium wordt. Bij het ras Special toont dat bij een branderstand van vijf dagen 75m³, vijf dagen 100m³, tien dagen 75m³ en tien dagen 100m³ minder gewaslengte, die tot aan de laatste waarnemingen niet ingehaald wordt. Bij een branderstand van vijf dagen 75m³, vijf dagen 100m³ en tien dagen 100m³ 'laat' is geen verschil in gewaslengte optreden.

Bij de beide rassen tonen wisselende verschillen in zetting. Echter als eind februari het eerste zetsel volledig gevormd is, zijn er geen betrouwbare verschillen meer per afdeling. Opmerkelijk is dat in alle afdelingen een vrij hoge plantbelasting gevormd is en dat er massaal vruchtabortie is opgetreden, zodat er geen verschillen tussen de behandelingen en tussen de rassen gevonden worden.

Bij de productie waarnemingen zijn er tussen de twee rassen vrij grote verschillen. De hoogste productie klasse 1 vruchten wordt bij Fiesta gevonden. In de praktijk behoort dit ras ook bij de zogenaamde vroege rassen. Verschillen in productie tussen de behandelingen zijn niet betrouwbaar en kunnen derhalve ook niet aan de tijdelijke temperatuurverlaging worden toegeschreven. Ook ten aanzien van de kwaliteit, welke tot uiting komt in de hoeveelheid vruchten van klasse 2 zijn geen verschillen tussen de behandelingen gevonden.

Effecten van tijdelijke temperatuurverlaging zijn mogelijk zichtbaar, maar door compensatie van de temperatuur binnen enige dagen, zodat de gemiddelde etmaaltemperatuur over een langere periode gelijk is, zijn in de teelt van paprika nauwelijks meetbaar. Effecten in productie worden door de wisselende plantbelasting van het gewas ondergeschikt gemaakt.

4 Biologische bestrijding

4.1 Inleiding

Bij toepassing van temperatuurintegratie in kasteelten worden extremere kastemperaturen voor enige tijd getolereerd. Dit kan gevolgen hebben voor de biologische bestrijding van bepaalde plaagorganismen. Het is bekend dat biologische bestrijdingssystemen sterk temperatuurafhankelijk zijn. Bepaalde temperatuurwaarden kunnen gunstiger uitvallen voor het plaagorganismen dan voor de biologische bestrijders. Het slagen van de bestrijding kan dus mogelijk afhankelijk zijn van de grenswaarden die zijn ingesteld voor de kastemperatuur.

4.2 Doel

Het doel van dit deelonderzoek is om voorspellingen te kunnen doen wat de gevolgen van temperatuurintegratie zijn op biologische bestrijding in het algemeen en in het bijzonder voor de kasteelt van paprika.

In literatuur is veel bekend over de effecten van temperatuur op plaagorganismen en biologische bestrijders (tabel 1). In dit onderzoek zijn de gegevens die bekend zijn de effecten van temperatuur op plaagorganismen en hun natuurlijke vijanden in paprika en andere gewassen verzameld.

Temperatuur heeft effect op een aantal zaken die belangrijk zijn voor de biologische bestrijding:

- ontwikkelingsnelheid
- ovipositiefrequentie en fecunditeit
- mortaliteit
- vliegactiviteit

Om te weten wat de effecten zijn van temperatuur op biologische bestrijding met parasitoïden is het belangrijk vooral informatie te hebben over de ovipositiefrequentie (parasiteringsnelheid) en vliegactiviteit. Bij predatoren zegt de ontwikkelingsduur veel meer over de predatiesnelheden. Om exact te kunnen zeggen wat de gevolgen zijn van temperatuursintegratie voor de biologische bestrijding is een modelmatige aanpak noodzakelijk waarin alle effecten van temperatuur op de intrinsieke groeisnelheden van plaag en natuurlijke vijand worden meegenomen. Een uitgebreid simulatiemodel is alleen bekend voor kaswittevlieg en *Encarsia* op tomaat (van Roermund, 1995).

In deze studie zijn verzamelde modellen voor temperatuurseffecten op plaagorganismen en hun natuurlijke vijanden zoveel mogelijk geïntegreerd in figuren weergegeven. Aan de hand van deze figuren kunnen mogelijke effecten van temperatuurintegratie voorspeld worden.

4.2.1 Effecten van temperatuur op plaagorganismen en biologische bestrijders

Tabel 1. Plaagorganismen van paprika en hun natuurlijke vijanden en het wel of niet aanwezig zijn van gegevens over de relatie temperatuur en ontwikkelingssnelheden.

plaagorganisme	natuurlijke vijand	literatuur ¹⁾				referentie
		a	b	c	d	
kaswittevlieg		x	x	x	-	van Roermund, 1995
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>		x	x	x	x	van Roermund, 1995
	<i>Encarsia formosa</i>					
	<i>Eretmoserus californicus</i>	-	-	-	-	-
	<i>Macrolophus caliginosus</i>	-	-	-	-	-
	<i>Macrolophus pygmaeus</i>	x	-	x	-	Perdikis & Lykouressis, 2000
Californische trips		x	-	x	-	Gaum, e.a., 1994, van Rijn e.a., 1995, Robb, 1989
<i>Frankliniella occidentalis</i>						
tabakstrips		x	-	x	-	van Rijn e.a., 1995, Edelson & Magaro, 1988
<i>Thrips tabaci</i>						
echinotrips		-	-	-	-	
<i>Echinotrips americanus</i>						
	<i>Amblyseius cucumeris</i>	x	x	x	n.v.t.	van Houten & van Lier, 1995, Cloutier e.a., 1995, Shipp and Van Houten, 1997
	<i>Amblyseius degenerans</i>	-	-	-	n.v.t.	-
	<i>Orius laevigatus</i>	-	-	-	-	-
	<i>Orius insidiosus</i>	x	-	x	x	Cloutier e.a., 1995, Isenhour & Yeargan, 1981, van den Meiracker, 1999, Zhang & Ship, 1998
spint		x	x	x	n.v.t.	Sabelis, 1981
<i>Tetranychus urticae</i>						
	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	x	x	x	n.v.t.	Sabelis, 1981
	<i>Feltiella acarisuga</i>	-	-	-	-	-
groene perzikluis		x	x	x	-	Liu & Meng, 1999
<i>Myzus persicae</i>						
	<i>Aphidius colemani</i>	x	x	x	-	van Steenis, 1995
	<i>Aphidius ervi</i>	x	x	x	-	Sigsgaard, 2000
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	-	-	-	-	-
tomatemeervlieg		x	x	x	-	Minkenberg & Helderma, 1990
<i>Liriomyza bryoniae</i>						
	<i>Dacnusa sibirica</i>	x	x	x	-	Nedstam, 1985, Minkenberg, 1990
	<i>Diglyphus isaea</i>	x	x	x	-	Minkenberg, 1989

1) a = effect temperatuur op ontwikkelingssnelheid, b = effect temperatuur op ovipositiefrequentie en fecunditeit, c = effect temperatuur op mortaliteit en d = effect temperatuur op vliegactiviteit.

4.3 Biologische bestrijding kaswittevlieg

4.3.1 Invloed van temperatuur op *Trialeurodes vaporariorum* en *Encarsia formosa*

Kaswittevlieg, *Trialeurodes vaporariorum*, wordt biologisch voornamelijk bestreden met de sluipwespen *Encarsia formosa* en *Eretmoseus californicus* of met de polyfage roofwants *Macrolophus caliginosus*. Voor kaswittevlieg en *Encarsia* zijn de Life-history parameters beschreven als functie van temperatuur (Roermund, 1995). De relatie tussen temperatuur en de totale ontwikkeling van de onvolwassen stadia van witte vlieg (stadia op de waardplant), kan beschreven worden met een Loganmodel.

Loganmodel:

$$Y = a * \{ \exp(b*(X-d)) - \exp(b*(e-d)-(e-X)/c) \}$$

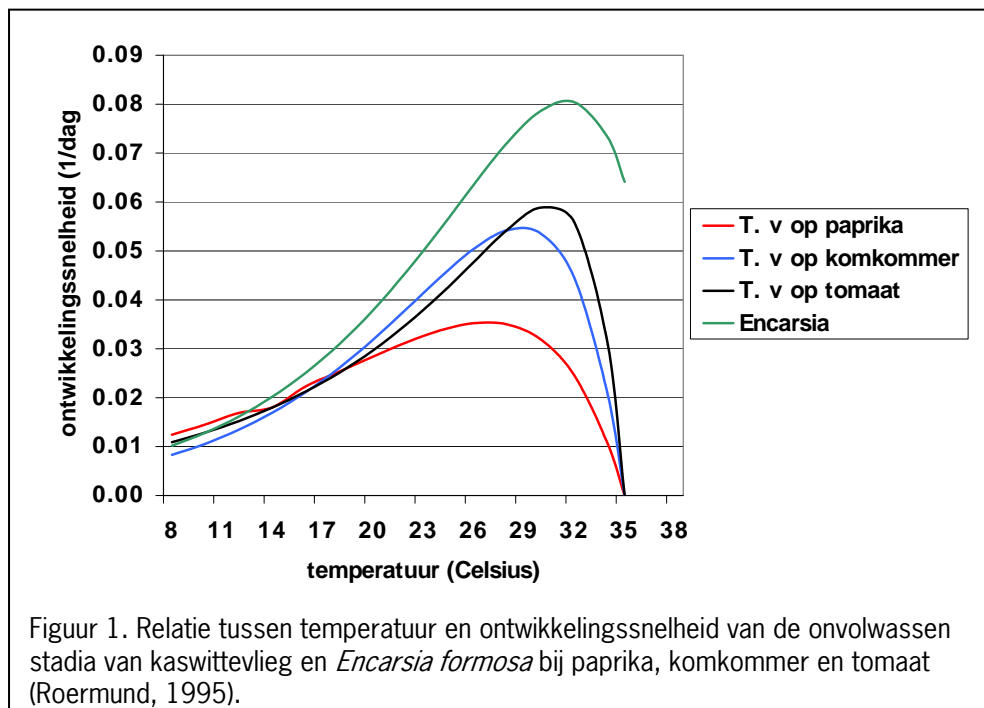
d en e zijn de grenswaarden voor temperatuur, d = 8 en e = 35

De parameters van dit model zijn afhankelijk van het gewas (tabel 2). Vooral bij temperaturen tussen de 20 en 35 °C is duidelijk te zien dat de ontwikkelingssnelheid van kaswittevlieg op paprika achterloopt bij de ontwikkeling op komkommer en tomaat (figuur 1). De ontwikkelingssnelheid van *Encarsia* is tussen de 20 en 35°C hoger dan de ontwikkelingssnelheid van kaswittevlieg op een van de gewassen (figuur 1). Bij lagere temperaturen is deze ongeveer gelijk.

Tabel 2. Parameters voor Loganmodel dat de ontwikkelingssnelheid van de onvolwassen stadia van kaswittevlieg (*T. v*) en *Encarsia formosa* afhankelijk van temperatuur beschrijft (Roermund, 1995).

gewas	a	b	c
T. v op paprika	0.0151	0.0928	6.37
T. v op komkommer	0.0153	0.148	5.65
T. v op tomaat	0.0109	0.0838	2.13
	0.0188	0.133	5.56

Encarsia formosa



De relatie tussen temperatuur en fecunditeit (eieren/vrouwje) van kaswittevlieg, kan beschreven worden met een Weibullmodel. Hetzelfde geldt voor de relatie tussen temperatuur en de ovipositiefrequentie (eieren/dag) van kaswittevlieg en *Encarsia formosa*.

Weibullmodel:

$$Y = c/b * ((X-a)/b)^{c-1} * \exp(-((X-a)/b)^c) * d$$

a = laagste temperatuurgrens = 7,5

Ook de parameters van dit model zijn afhankelijk van het gewas voor zowel de fecunditeit als de ovipositiefrequentie (tabel 3 en 4). Bij temperaturen beneden de 20°C worden op paprika nauwelijks of geen eieren door vrouwtjes van kaswittevlieg gelegd (figuur 2 en 3). Boven de 18°C wordt op komkommer de meeste eieren gelegd door kaswittevlieg. Vanaf 26°C worden meer eieren door *Encarsia* gelegd dan door vrouwtjes van kaswittevlieg op alle gewassen (figuur 3). Bij paprika is te zien dat bij alle temperaturen *Encarsia* meer eieren legt dan kaswittevlieg.

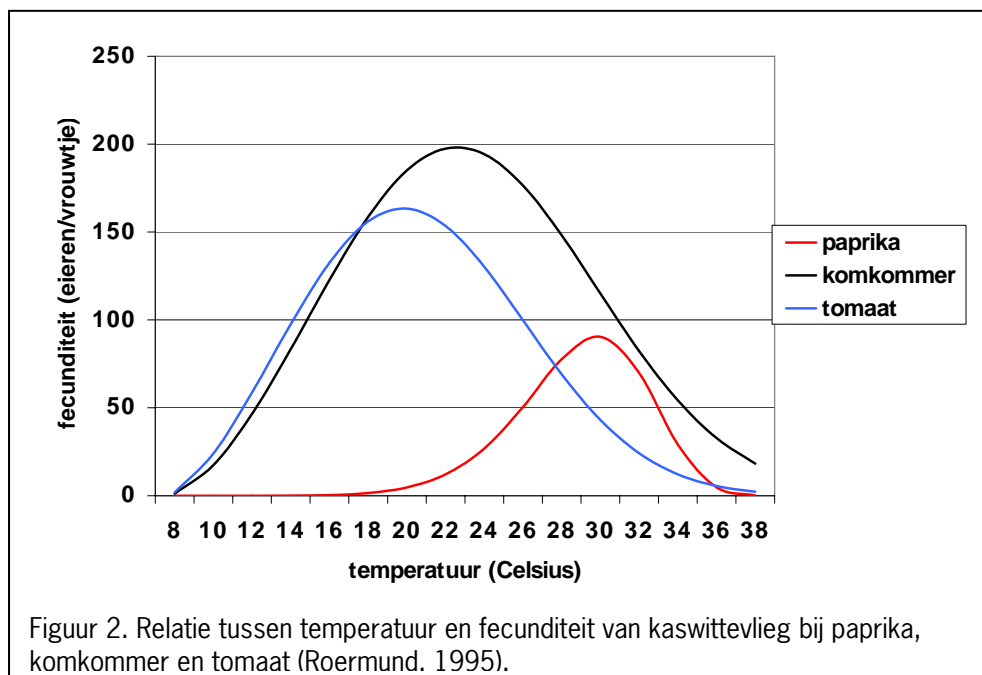
Tabel 3. Parameters voor Weibullmodel dat de fecunditeit van kaswittevlieg afhankelijk van temperatuur beschrijft (Roermund, 1995).

gewas	b	c	d
paprika	22.8	7.55	736
komkommer	17.9	2.7	3300
tomaat	14.9	2.58	2350

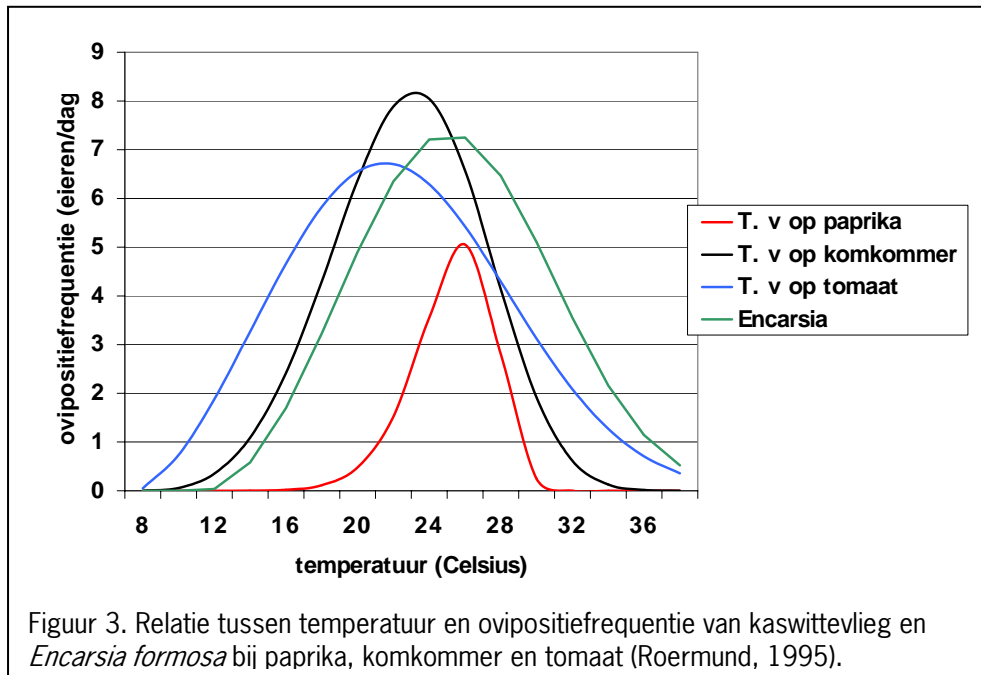
Tabel 4. Parameters voor Weibullmodel dat de ovipositiefrequentie van kaswittevlieg (T. v) en *E. formosa* afhankelijk van temperatuur beschrijft (Roermund, 1995).

gewas	b	c	d
T. v op paprika	18.7	9.25	27.6
T. v op komkommer	16.8	4.12	87.8
T. v op tomaat	16.8	2.64	107
<i>Encarsia formosa</i>	15.8	2.92	101

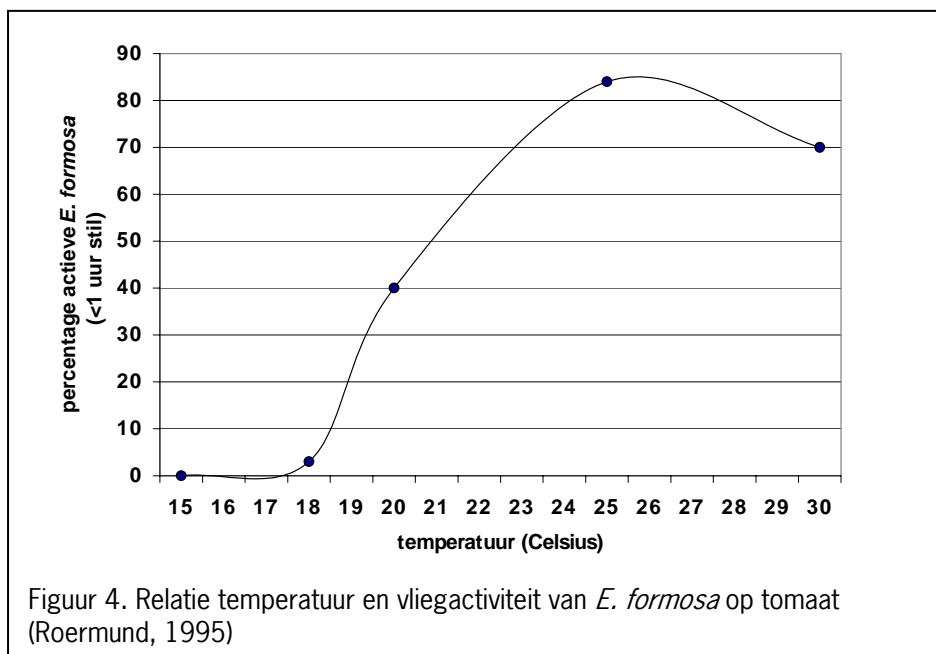
Encarsia formosa



Figuur 2. Relatie tussen temperatuur en fecunditeit van kaswittevlieg bij paprika, komkommer en tomaat (Roermund, 1995).

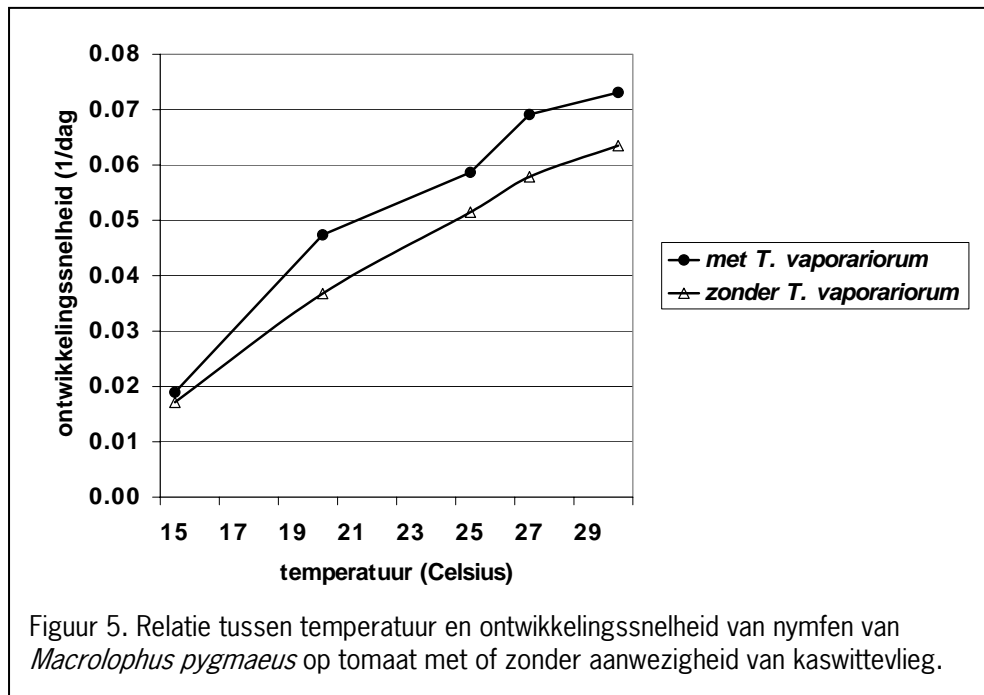


Bij de parasitoïde *E. formosa* is naast bovengenoemde zaken ook naar de vliegactiviteit gekeken (Roermund, 1995). Bij verschillende temperaturen werd gescoord hoeveel net uitgekomen wijfjes binnen een uur actief waren en welk percentage langer dan een uur stil bleef zitten. Beneden de 18°C bleek de vliegactiviteit van *E. formosa* erg laag (figuur 4). Opgemerkt moet worden dat de sluipwespen die getoetst werden afkomstig waren van Koppert B.V. uit een kweek op tabak. Mogelijk dar de temperatuursafhankelijke vliegactiviteit van de tweede generatie in een kas anders is.



4.3.2 Invloed van temperatuur op *Macolophus spp*

Naast *E. formosa* wordt steeds vaker de roofwants *Macrolophus caliginosus* (Hemiptera: Miridae) inzet voor de bestrijding van witte vlieg in gewassen als tomaat en aubergine. In paprika wordt de roofwants zelden gebruikt. Literatuur over de effecten van temperatuur op *M. caliginosus* is niet bekend. Bij de nauw verwante soort *Macrolophus pygmaeus* is uitgebreid gekeken naar het effect van temperatuur, verschillende waardplanten en prooien op de ontwikkelingsduur van nymfen (Perdikis & Lykouressis, 2000). Ontwikkelingssnelheden op tomaat zijn bekend tussen de 15 en 30°C. De waargenomen snelheden lijken overeen te komen met een curve van een loganmodel (figuur 5).



Figuur 5. Relatie tussen temperatuur en ontwikkelingssnelheid van nymfen van *Macrolophus pygmaeus* op tomaat met of zonder aanwezigheid van kaswittevlieg.

De ontwikkelingssnelheden van nymfen van *M. pygmaeus* zijn significant hoger bij tomaat met kaswittevlieg dan bij alleen tomaat (figuur 5). Verder is gekeken naar de ontwikkelingsduur op aubergine, komkommer, tomaat en boon bij 25°C (Perdikis & Lykouressis, 2000). De ontwikkelingssnelheid was het hoogst op aubergine in aanwezigheid van kaswittevlieg. Tussen de andere waardplanten werden géén significante verschillen gevonden (Perdikis & Lykouressis, 2000). De ontwikkelingssnelheden op paprika zijn niet bekend.

De mortaliteit onder nymfen is bij 15°C hoger dan bij 20-25°C, maar neemt weer toe bij 30 en 35°C. Tevens is de mortaliteit hoger wanneer geen prooi-insecten worden aangeboden gevonden (Perdikis & Lykouressis, 2000).

4.3.3 Conclusie

Geconcludeerd kan worden dat paprika een relatief slechte waardplant is voor kaswittevlieg. Vooral bij temperaturen beneden de 20°C is de populatieontwikkeling erg traag. Bij temperaturen beneden de 18°C, is de vliegactiviteit van *E. formosa* ook erg laag. Door de slechte ontwikkeling van kaswittevlieg op paprika zal een tijdelijke temperatuursdaling geen negatieve gevolgen hebben voor de beheersing van kaswittevlieg.

4.4 Biologische bestrijding van luis

4.4.1 Invloed van temperatuur op *Myzus persicae*

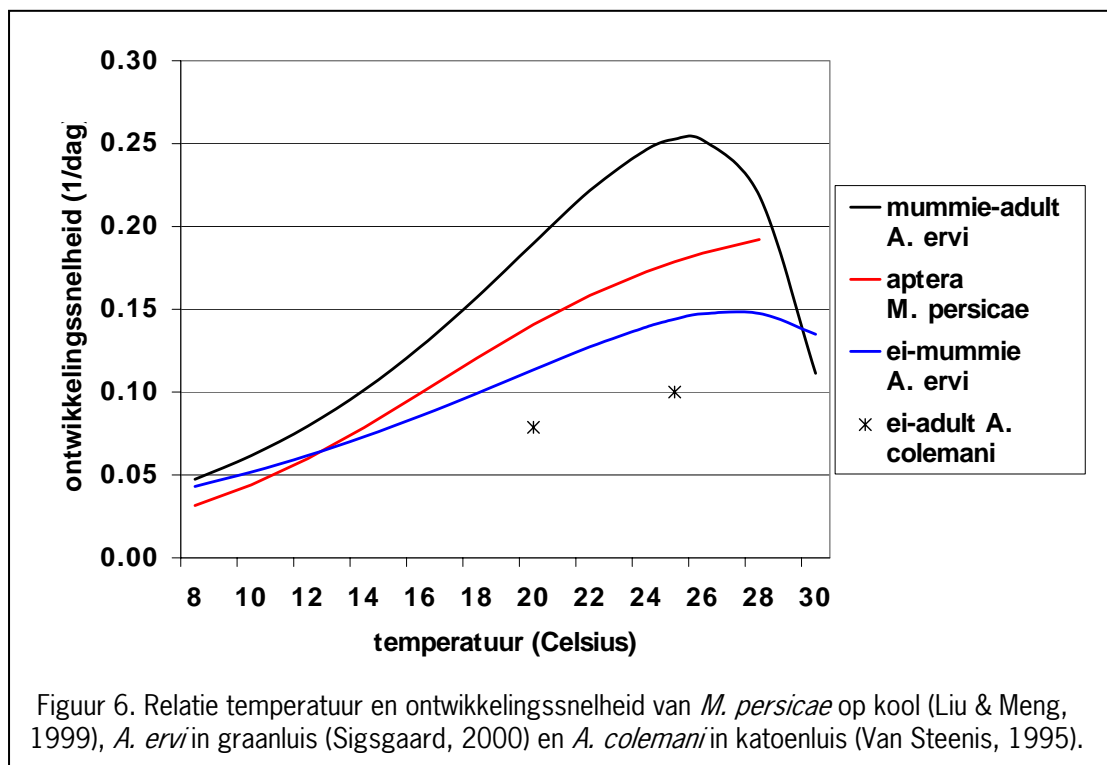
In kasteelten van paprika komen verschillende soorten bladluizen voor die schadelijk zijn. De temperatuurseffecten op de 'life history parameters' van deze luissoorten in paprika zijn niet bekend. Wel is de temperatuursafhankelijke ontwikkelingsduur van de groene perzikluis, *Myzus persicae* op kool (*Brassica campestris ssp. Chinensis*) bekend. De groene perzikluis is een van de belangrijkste schadelijke bladluissoorten in paprika. De temperatuursafhankelijke ontwikkelingsduur op kool kan onder andere beschreven worden met een logistisch model (Liu & Meng, 1999).

Logistisch model:

$$r(T) = 0.01 * (K / (1 + \exp(a - bT)))$$

(Liu & Meng, 1999)

De ontwikkelingssnelheid van een ongevleugeld exemplaar (aptera) is iets sneller dan bij een gevleugeld exemplaar (alaat), maar geeft een zelfde soort curve. Tussen de 14 en 22°C is de ontwikkelingssnelheid vrijwel lineair afhankelijk van temperatuur (figuur 6).



4.4.2 Invloed van temperatuur op *Aphidius ervi* en *Aphidius colemani*

Belangrijke en veelgebruikte sluipwespen van luis in paprika zijn *Aphidius ervi* en *A. colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae). Daarnaast wordt de galmug *Aphidoletes aphidimyza* ingezet. Over deze laatste soort is géén literatuur bekend met betrekking tot temperatuursafhankelijke effecten (tabel 1). Over het effect van temperatuur op de ontwikkelingssnelheden van *A. colemani* is in literatuur weinig gepubliceerd. In literatuur wordt de ontwikkelingsduur bij 20 en 25°C genoemd bij parasitering van de katoenluis (*Aphis gossypii*) (Van Steenis, 1995). De temperatuursafhankelijke ontwikkelingsduur van *A. ervi* is meer gedetailleerd beschreven (Sigsgaard, 2000). De relatie temperatuur en ontwikkelingssnelheid in *Sitobion avenae* (grote graanluis) kan beschreven worden met een fysiologisch model.

Fysiologisch model:

$$r(T) = \exp(aT) - \exp(aT_m - (T_m - T)/b)$$

(Sigsgaard, 2000)

Tabel 5. Parameters voor fysiologisch model dat de ontwikkelingssnelheid van de stadia ei tot mummie en mummie tot adult van *Aphidius ervi* afhankelijk van temperatuur beschrijft (Sigsgaard, 2000).

periode	a	T _m	b	R ²
ei – mummie	0,12995	34,77867	7,66147	0,99
mummie – adult	0,17642	31,11319	5,65218	0,98

Tussen de 15 en 25 °C is de ontwikkelingssnelheid van *A. ervi* lineair afhankelijk van de temperatuur (figuur 6). De twee waarden in de grafiek voor *A. colemani* passen in het beeld van een de curve van het fysiologische model voor *A. ervi* (figuur 6). De temperatuursafhankelijke mummiemortaliteit van *A. ervi* is u-vormig en heeft de laagste waarden bij 20°C (Sigsgaard, 2000).

4.4.3 Conclusie

De curve voor ontwikkelingssnelheid van mummie-adult voor *A. ervi* snijdt de curve voor ontwikkelingssnelheid van *M. persicae* bij 13°C (figuur 6). De afstand tussen de curve van *M. persicae* en de curve van ontwikkelingssnelheid van ei-mummie voor *A. ervi* blijft echter tussen de 8 en 20°C nagenoeg gelijk (figuur 6). Op basis van deze modellen voor ontwikkelingssnelheden zijn er géén redenen om aan te nemen dat een tijdelijke temperatuursverlaging negatieve gevolgen heeft voor de biologische bestrijding. De effecten van temperatuur op de parasiteringssnelheden en vliegactiviteit van de natuurlijke vijanden van luis zijn echter niet bekend (tabel 1).

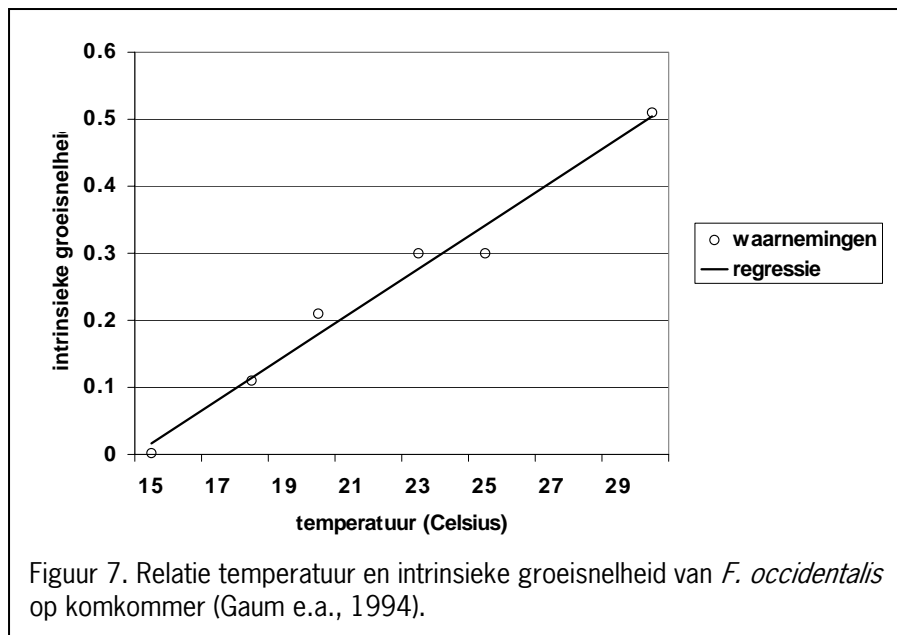
4.5 Biologische bestrijding van trips

4.5.1 Invloed van temperatuur op trips

De paprikateelt in Nederland kan worden belaagd door de californische trips, *Frankliniella occidentalis*, de tabakstrips, *Thrips tabaci* en de bladbewonende echinotrips, *Echinotrips americanus*. Specifieke gegevens over ontwikkelingssnelheden op paprika zijn niet bekend voor deze tripssoorten. Van de californische trips en de tabakstrips zijn wel gegevens bekend voor komkommer (Gaum, e.a., 1994, van Rijn e.a., 1995). De intrinsieke groeisnelheid (r_m) van de californische trips op komkommer is lineair afhankelijk van temperatuur tussen de 15 en 30 °C (Gaum e.a., 1994) (figuur 7). Deze waarden geven beter beeld van het effect van temperatuur op de totale ontwikkeling van de tripspopulatie dan alleen de ontwikkelingssnelheden van de verschillende stadia, omdat in de intrinsieke groeisnelheid ook de effecten van sexratio, totale eileg, sterfte en levensduur zijn verwerkt. Bij toename in temperatuur werd bij *F. occidentalis* bijvoorbeeld ook gevonden dat het aandeel vrouwtjes van het nageslacht toenam. Een verklaring hiervoor is dat bij hogere temperaturen er meer frequent gepaard wordt. De onbevuchte eieren, bij geen paring, leveren alleen maar mannetjes op en de bevruchte eieren leveren vrouwtjes op (Gaum e.a., 1994). De grenstemperatuur voor ontwikkeling ligt voor komkommer bij 9,4°C (Gaum e.a., 1994). Bij chrysant werd al eerder gevonden dat de grenstemperatuur daar bij 10°C ligt (Robb, 1989).

Model voor populatiegroei

$$N_t = N_0 * e^{r_m * t}$$

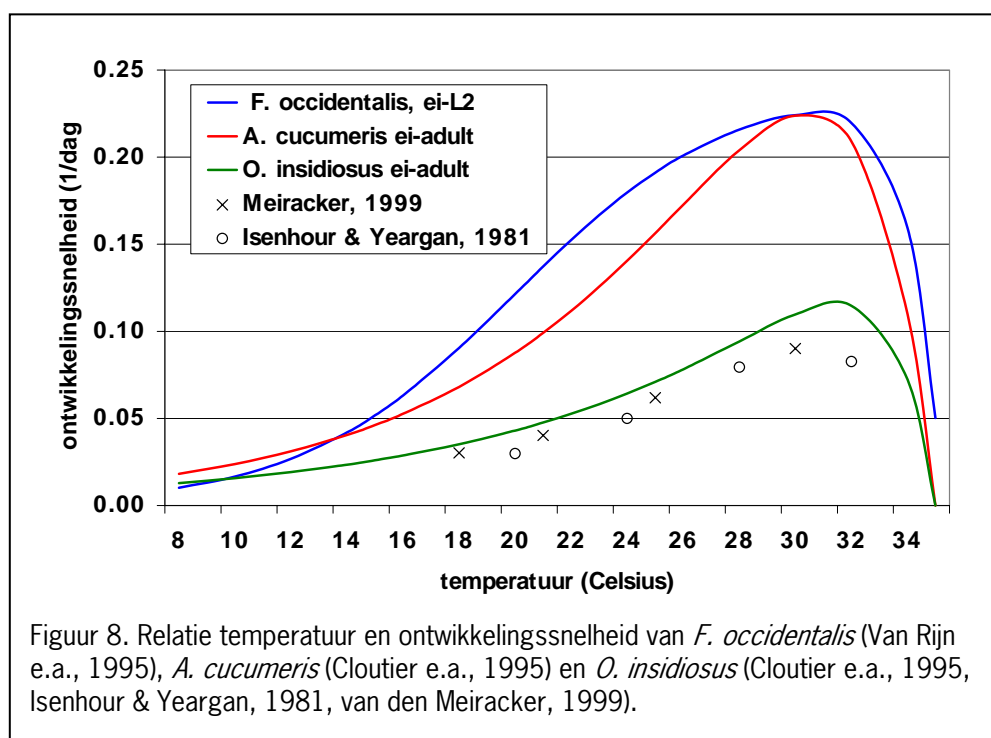


Van Rijn e.a. (1995) vinden een grenstemperatuur van 10,9°C op komkommer. De relatie temperatuur en ontwikkelingssnelheid van *F. occidentalis* op komkommer wordt door deze onderzoekers beschreven met een Loganmodel (figuur 8). Tussen de 15 en 28°C is de relatie echter lineair (Van Rijn e.a., 1995). Van de tabakstrips, *T. tabaci*, is alleen tussen 17 en 28°C bekend wat het effect is van temperatuur op de ontwikkelingssnelheid (Edelson & Magaro, 1988). Deze relatie blijkt in deze temperatuurrange lineair te zijn. De theoretische grenstemperatuur ligt bij 11,5°C. Gezien de resultaten op komkommer en chrysant is het aannemelijk dat de laagste grenstemperatuur waarbij *F. occidentalis* zich nog ontwikkelt op paprika bij de 10-11°C ligt.

4.5.2 Invloed van temperatuur en luchtvochtigheid op *Orius spp.*

In Noord-Amerika wordt veelal de roofwants *Orius insidiosus* ingezet in kassen voor tripsbestrijding. In Europa is *Orius laevigatus* de soort die het meest wordt ingezet. Een reden hiervoor is dat *O. laevigatus* ook inheems is in Europa. Van *Orius insidiosus* zijn echter de meeste onderzoeksgegevens bekend wat betreft het effect van temperatuur op het gedrag en ontwikkeling.

De relatie temperatuur en ontwikkelingssnelheid van ei tot adult van *O. insidiosus* kan beschreven worden met een Loganmodel (Cloutier e.a., 1995). Wanneer *O. insidiosus* gekweekt werd op *F. occidentalis* werden géén significante verschillen gevonden tussen de ontwikkelingsduur van mannetjes en vrouwtjes. Andere onderzoekers hebben gekeken naar de ontwikkelingssnelheden op boon met toevoeging van vlindereieren (Isenhour & Yeorgan, 1981, van den Meiracker, 1999). Van den Meiracker (1999) vond bij deze bepalingen significante verschillen tussen de ontwikkelingssnelheden van mannetjes en vrouwtjes. De totale ontwikkelingsduur van ei tot adult was bij mannetjes bij verschillende temperaturen één tot twee dagen korter dan bij vrouwtjes. Deze waarden voor ontwikkelingssnelheden van mannetjes en vrouwtjes zijn gemiddeld en uitgezet in figuur 8. De ontwikkelingssnelheden van *O. insidiosus* op boon (Isenhour & Yeorgan, 1981, van den Meiracker, 1999) zijn iets lager dan wanneer trips (Cloutier e.a., 1995) als voedsel werd aangeboden (figuur 8.)



Figuur 8. Relatie temperatuur en ontwikkelingssnelheid van *F. occidentalis* (Van Rijn e.a., 1995), *A. cucumeris* (Cloutier e.a., 1995) en *O. insidiosus* (Cloutier e.a., 1995, Isenhour & Yeorgan, 1981, van den Meiracker, 1999).

Naast de ontwikkelingssnelheden is bij *Orius insidiosus* gekeken naar de vliegactiviteit afhankelijk van temperatuur en dampspanningsdeficit (VPD = vapor pressure deficit) (Zhang & Ship, 1998). Bij meer vliegactiviteit zal de roofwants zich sneller gelijkmatig over een kas verspreiden en plaaguitbraken sneller en effectiever kunnen bestrijden. Dampspanningsdeficit is het verschil tussen de verzadigingsdruk van water bij een bepaalde temperatuur (P_{tmax}) en de werkelijke dampdruk bij die temperatuur (P_t). De formules voor dampspanningsdeficit en relatieve luchtvochtigheid (RH = relative humidity) worden hieronder weergegeven.

dampspanningsdeficit:

$$VPD = P_{tmax} - P_t \text{ (kPa)}$$

relatieve luchtvochtigheid

$$RH = (P_t / P_{tmax}) * 100$$

Het dampspanningsdeficit is bij een constante relatieve luchtvochtigheid groter bij hogere temperaturen dan

bij lagere temperaturen (tabel 5).

Tabel 5. Relatie dampspanningsdeficit (VPD) en relatieve luchtvochtigheid afhankelijk van temperatuur

temperatuur (°C)	VPD (kPa) (bijbehorende RH (%))				
15	1,49 (12,8)	1,13 (33,9)	0,74 (56,3)	0,42 (75,3)	0,04 (97,5)
20	2,05 (12,4)	1,55 (33,6)	1,05 (54,9)	0,57 (75,5)	0,07 (97,2)
25	2,79 (12,0)	2,12 (33,2)	1,48 (53,4)	0,77 (75,8)	0,10 (96,9)
30	3,74 (11,8)	2,85 (32,8)	2,04 (52,0)	1,04 (75,6)	0,14 (96,6)
35	4,97 (11,7)	3,80 (32,5)	2,78 (50,6)	1,38 (75,5)	0,20 (96,4)

Bij 15°C bleek *O. insidiosus* geen vliegactiviteit te vertonen (Zhang & Ship, 1998). Het dampspanningsdeficit had hier geen invloed op. Bij toename van temperatuur en dampspanningsdeficit nam de vliegactiviteit toe. De meeste vliegactiviteit werd waargenomen bij 30°C en een dampspanningsdeficit van meer dan 2,04 kPa. Dit komt overeen met een relatieve luchtvochtigheid van 52% en lager bij die temperatuur.

Temperatuur is ook van invloed op het percentage oriuswifjes dat in diapauze gaat (diapauze-incidentie) (Van den Meiracker, 1999). De kritische daglengte waarbij de diapauze-incidentie van *O. insidiosus* sterk toeneemt bij 18°C, ligt bij 11-12 uur licht. Voor *O. majusculus* is deze kritische daglengte tussen de 14 en 16 uur licht per dag bij 18°C (van den Meiracker, 1999). Bij een toename in temperatuur neemt de diapauze-incidentie vanaf 21°C af naar een minimum bij 30°C. De waarnemingen werden gedaan na 14 dagen bij constante temperatuur en lichthoeveelheid per etmaal.

4.5.3 Invloed van temperatuur en luchtvochtigheid op *Amblyseius cucumeris*.

Temperatuur en dampspanningsdeficit zijn de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de populatiedynamica en efficiëntie van de biologische bestrijding van roofmijten van de familie Phytoseiidae (Van Houten & Van Lier, 1995). De relatie temperatuur en ontwikkelingssnelheid van ei tot adult van *A. cucumeris* kan beschreven worden met een Loganmodel (Cloutier e.a., 1995). De roofmijten werden bij deze bepalingen gekweekt op *F. occidentalis*. De temperatuursafhankelijke curve voor ontwikkelingssnelheid lijkt sterk op de vorm van de curven voor trips en Orius (figuur 8).

Het larvale stadium van *A. cucumeris* blijkt het meest gevoelig te zijn voor dampspanningsdeficit (Shipp and Van Houten, 1997). Dit is ook het stadium dat geen voedsel tot zich neemt en zo ook geen vocht via de prooi binnenkrijgt. Bij een toename in temperatuur (15-30°C) en dampspanningsdeficit is een afname in het percentage overleving van *A. cucumeris* te zien. Een dampspanningsdeficit van meer dan 1,0 kPa zal de overleving van *A. cucumeris* reduceren. In kassen in Nederland kan dit tekort soms oplopen tot boven de 1.54 kPa (= 33,6%RH bij 20°C). In kassen werd waargenomen dat ondanks lage relatieve luchtvochtigheden van 45% toch alle eieren van *A. cucumeris* overleefden (Van Houten & Van Lier, 1995) terwijl in labproeven eieren bij deze RH niet overleefden. Dit geeft aan dat de RH net boven het blad heel anders kan zijn dan in de kas. In de praktijk zullen alleen hoge temperaturen in combinatie met lage luchtvochtigheden werkelijk een probleem opleveren voor de overleving van *A. cucumeris*.

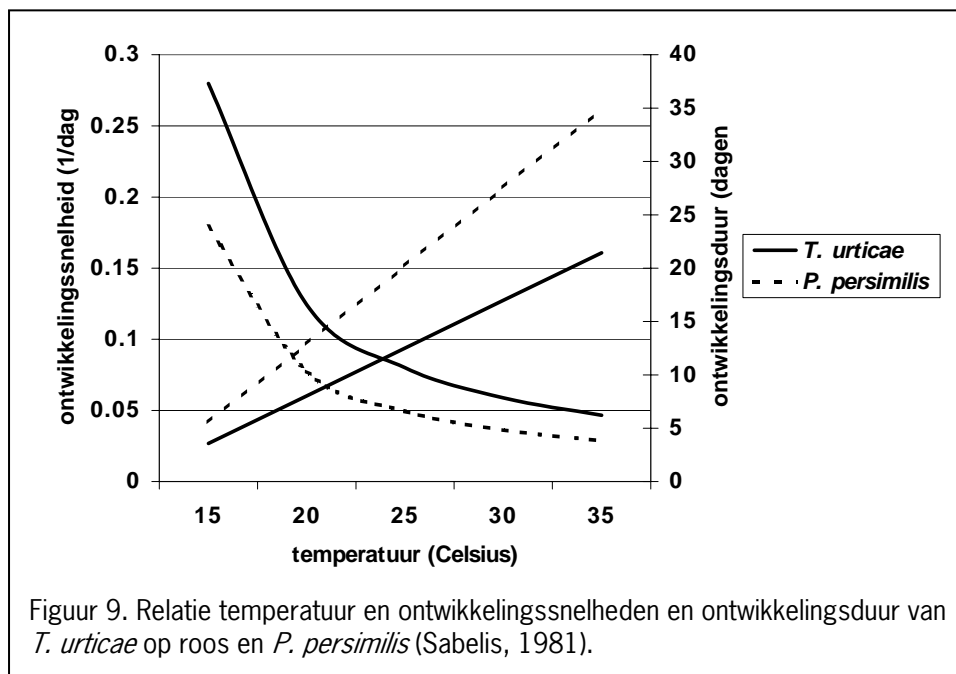
4.5.4 Conclusie

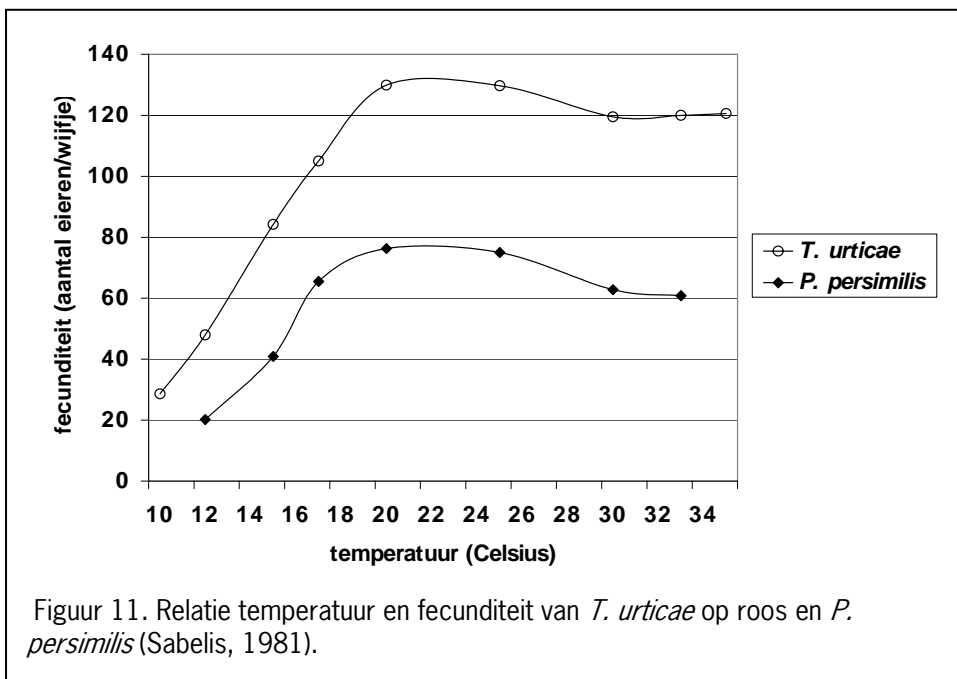
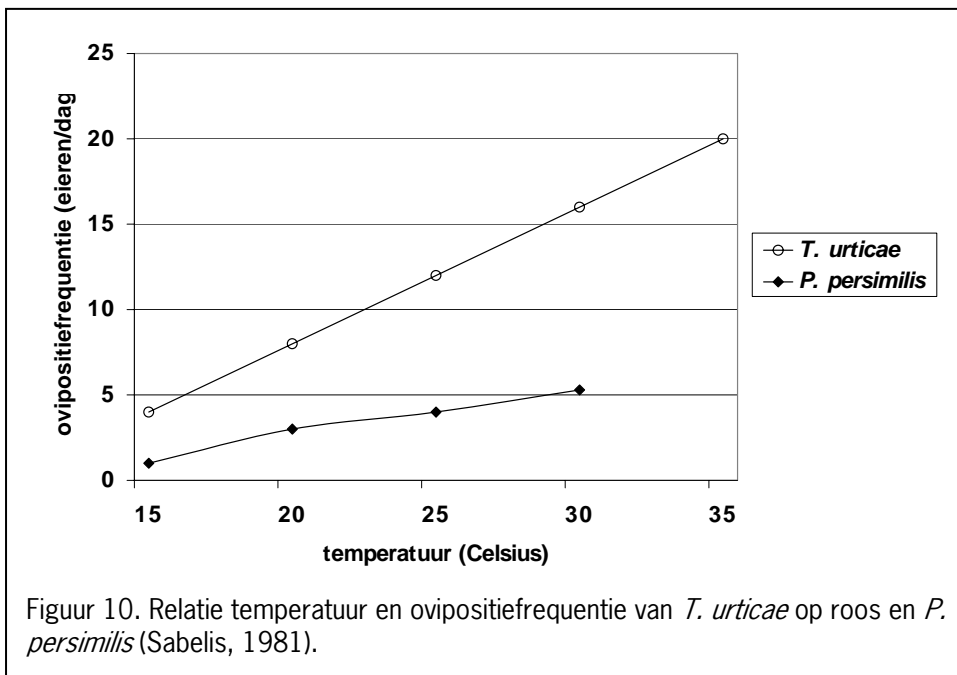
Zowel *F. occidentalis* als de predatoren *O. insidiosus* en *A. cucumeris* geven een soortgelijke temperatuursafhankelijke curve voor ontwikkelingssnelheden. Tussen de 8 en 32°C is een toename te zien in ontwikkelingssnelheid. Bij toename in ontwikkelingssnelheid van de predatoren, zal de predatiesnelheid toenemen, maar de ontwikkelingssnelheid van trips evenzo. Op basis van de temperatuurcurven voor ontwikkelingssnelheden is het niet aannemelijk dat bij toepassing van temperatuurintegratie een negatief effect heeft op de biologische bestrijding van trips met de predatoren *O. insidiosus* en *A. cucumeris*.

4.6 Biologische bestrijding van spint

4.6.1 Invloed van temperatuur op *Tetranychus urticae* en *Phytoseiulus persimilis*

De relatie temperatuur en ontwikkelingssnelheden, ovipositiefrequentie en fecunditeit van de bonespintmijt, *Tetranychus urticae*, en allerlei roofmijten van spint, waaronder de veel toegepaste *Phytoseiulus persimilis*, is uitgebreid bestudeerd door Sabelis (1981). Er werd hier gekeken naar de ontwikkeling van spint op boon en roos. De ontwikkelingssnelheden van *P. persimilis* waren sneller dan die van *T. urticae* en bij toename in temperatuur werd het verschil groter (figuur 9). Bij *T. urticae* is het totaal aantal eieren dat een wijfje legt (fecunditeit) en de ovipositiefrequentie groter dan bij *P. persimilis* en bij toename in temperatuur neemt dit verschil toe (Figuur 10 en 11). Bij temperaturen boven de 30°C en relatieve luchtvochtigheden beneden de 70% veroorzaken hoge mortaliteit onder juveniele roofmijten. Omdat spintmijten veel minder kwetsbaar zijn bij temperaturen tussen de 30 en 35°C en bij lage luchtvochtigheden (40-70%), zijn deze omstandigheden in het kasklimaat kritiek voor de beheersing van spintmijtplagen met behulp van roofmijten (Sabelis, 1981). Opgemerkt moet worden dat de relatieve luchtvochtigheden van een kasruimte niet gelijk zijn aan die in de bladlaag. De bladtemperaturen kunnen erg variëren, maar zijn overdag in de kas veelal hoger dan de kastemperaturen.





4.6.2 Conclusie

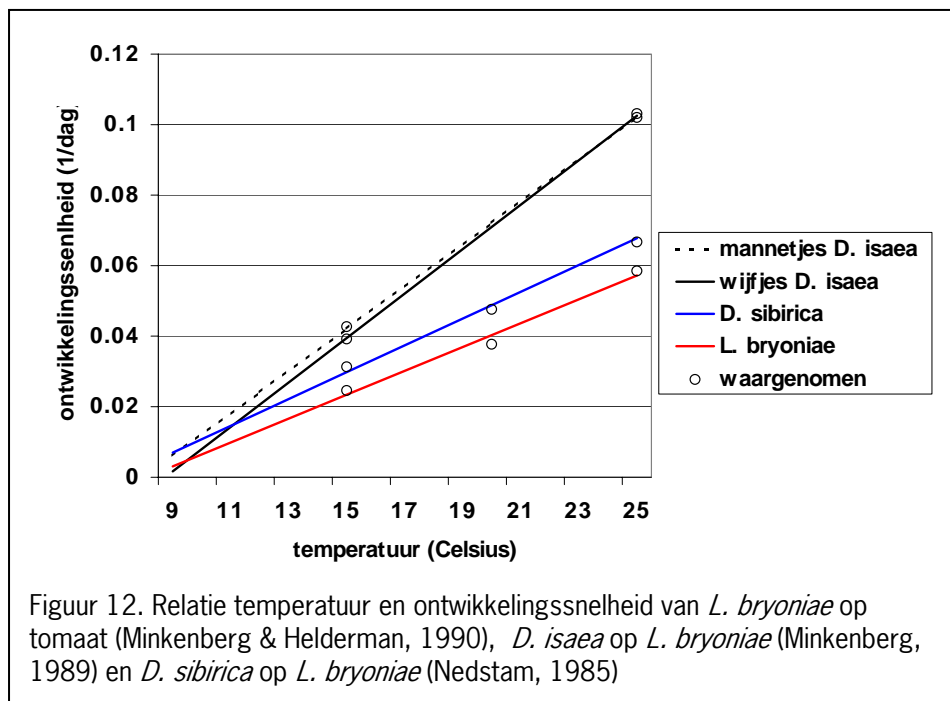
Een tijdelijke temperatuurverlaging zal een remmende werking hebben op de intrinsieke groeisnelheid van zowel *T. urticae* als *P. persimilis*. Op basis van eerder onderzoek in boon en roos is het niet aannemelijk dat temperatuurdaling meer remmend zal werken voor de populatieontwikkeling van *T. urticae* dan voor *P. persimilis*. Bij temperaturen boven de 30°C zijn relatieve luchtvochtigheden van minder dan 70% kritiek voor roofmijtontwikkeling.

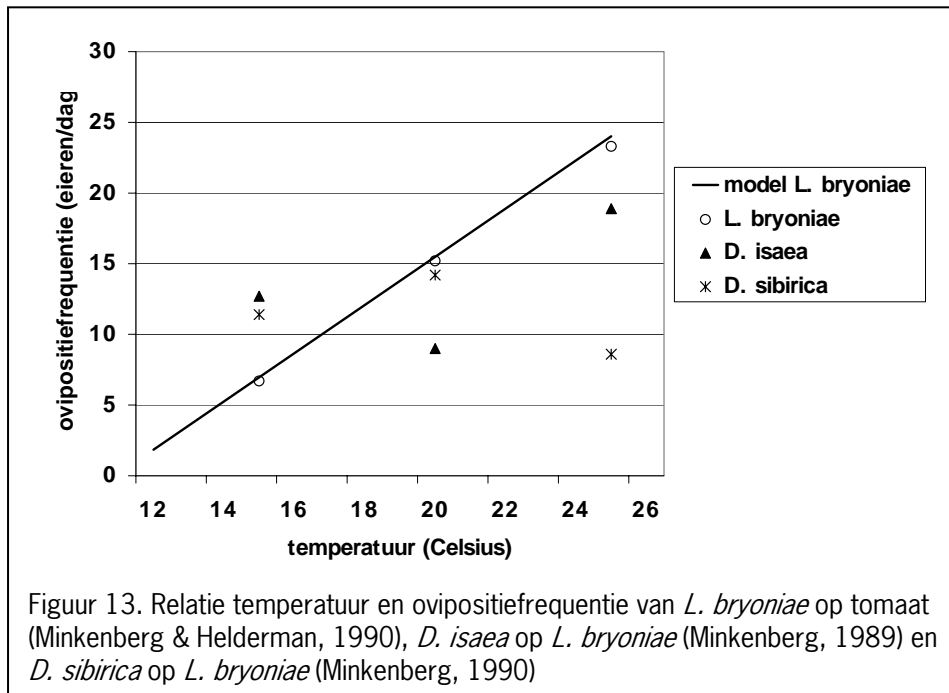
4.7 Biologische bestrijding van mineervlieg

4.7.1 Invloed van temperatuur op *Liriomyza bryoniae*

In paprika is verreweg de meest voorkomende mineervliegsoort *Liriomyza bryoniae* (tomatamineervlieg). Verder zal hier en daar nog wel *Liriomyza huidobrensis* (nerfmineervlieg, ingevoerd in 1989) voorkomen en nog maar zeer sporadisch of helemaal niet meer *Liriomyza trifolii* (floridamineervlieg, ingevoerd ca.1980) (Van der Linden, p.c.). In literatuur is redelijk wat bekend over het effect van temperatuur op de ontwikkeling en reproductie, maar niet met paprika als waardplant.

Minkenberg & Helderma (1990) geven een overzicht van het effect van temperatuur op ontwikkeling en reproductie van de tomatamineervlieg, *Liriomyza bryoniae*, op tomaat. Tussen de 15 en 25°C zijn de ontwikkelingssnelheden en ovipositiefrequentie lineair afhankelijk van temperatuur (figuur 12 en 13). Extrapolatie van de lijnen levert een grenstemperatuur van 10,9°C op voor ovipositie-activiteit en een grenstemperatuur van 8,1°C voor ontwikkeling (Minkenberg & Helderma, 1990). De totale percentages mortaliteit voor *L. bryoniae* bij 15, 20 en 25°C zijn respectievelijk 80, 35 en 34% (Minkenberg & Helderma, 1990).





4.7.2 Invloed van temperatuur op *Diglyphus isaea*

Een veel gebruikte natuurlijke vijand van de tomatemineervlieg is de ectoparasitaire sluipwesp *Diglyphus isaea*. De ontwikkelingssnelheden van deze sluipwesp met de tomatemineervlieg als gastheer zijn bekend bij 15 en 25°C (Minkenberg, 1989). De ontwikkelingssnelheid van *D. isaea* op *L. bryoniae* is tussen de 15 en 25°C lineair afhankelijk van temperatuur. De ontwikkelingssnelheden van vrouwtjes zijn iets lager dan van mannetjes (figuur 12). In vergelijking met de ontwikkelingssnelheden van *L. bryoniae* op tomaat ontwikkeld *D. isaea* zich bij dezelfde temperaturen veel sneller en het verschil wordt groter tussen de 9 en 25°C (figuur 12). De ovipositatiesnelheid is gemeten bij 15, 20 en 25°C (Minkenberg, 1989). De gemeten waarden geven, in tegenstelling tot de ovipositatiesnelheden van *L. bryoniae*, géén lineaire relatie met temperatuur (figuur 13). De curve voor mortaliteit versus temperatuur is voor *D. isaea* u-vormig (Minkenberg, 1989). De totale percentages mortaliteit voor 15, 20 en 25°C zijn respectievelijk 54, 18 en 23%.

4.7.3 Invloed van temperatuur op *Dacnusa sibirica*

Een tweede veel gebruikte natuurlijke vijand van de tomatemineervlieg is de endoparasitaire sluipwesp *Dacnusa sibirica*. De ontwikkelingssnelheden van deze sluipwesp met de tomatemineervlieg als gastheer zijn bekend bij 15, 20 en 25°C (Nedstam, 1985). De mortaliteitspercentages waren bij dezelfde temperaturen respectievelijk 19, 15 en 12%. De ontwikkelingssnelheden nemen tussen de 15 en 25°C lineair toe (Minkenberg, 1990) en er is tevens een afname in mortaliteit (Nedstam, 1985). De curve van ontwikkelingssnelheden van *D. sibirica* heeft bijna dezelfde helling als de curve voor *L. bryoniae* op tomaat (figuur 12). Deze ontwikkelingssnelheden van *D. sibirica* liggen bij alle temperaturen structureel hoger dan de snelheden van *L. bryoniae* op tomaat (figuur 12). De ovipositatiesnelheid is gemeten bij 15, 20 en 25°C (Minkenberg, 1990). De gemeten waarden geven, in tegenstelling tot de ovipositatiesnelheden van *L. bryoniae*, géén lineaire relatie met temperatuur (figuur 13). De maximale ovipositiefrequentie lijkt bij 20°C te liggen.

4.7.4 Conclusie

Op basis van gegevens over ontwikkelingssnelheden, ovipositiefrequenties en mortaliteit van de tomatemineervlieg en de natuurlijke vijanden *D. isae* en *D. sibirica* op tomaat, is het niet aannemelijk dat een tijdelijke temperatuurverlaging negatief zal uitvallen voor de biologische bestrijding van de tomatemineervlieg in paprika.

4.8 Conclusies

- Bij parasitoïden is in de meeste gevallen niets bekend over de vliegactiviteit bij verschillende temperaturen. Bij *Encarsia formosa* is aangetoond dat dit cruciaal is voor het succes van de biologische bestrijding bij lagere temperaturen (Roermund, 1995, Sütterlin, 2000). Om met zekerheid te kunnen zeggen wat de gevolgen van een tijdelijke temperatuursverlaging zijn voor de biologische bestrijding met parasitoïden is het noodzakelijk dat meer onderzoek wordt gedaan naar het gedrag van deze organismen bij verschillende temperaturen.
- De waardplant speelt een grote rol in de ontwikkeling van plaag en natuurlijke vijand. Voor de meeste plaagorganismen en natuurlijke vijanden zijn deze temperatuursafhankelijke ontwikkelingen op paprika niet bekend.
- Hoewel veel onderzoeksgegevens ontbreken om een compleet beeld te kunnen geven van de mogelijke effecten van toepassing van temperatuursintegratie in paprika voor de biologische bestrijding, is met de gegevens die bekend zijn over de temperatuur-effecten op ontwikkelingssnelheden, mortaliteit en ovipositiefrequentie in verschillende gewassen, het algemene beeld dat een tijdelijke temperatuursverlaging niet ongunstiger zal uitvallen voor de natuurlijke vijanden dan voor de plaagorganismen.

5 Literatuur

De volgende literatuur is gebruikt om te komen tot deze project voorstellen:

Benninga, J., en Velden, N.v.d. Extreem lagen buitentemperaturen komen regelmatig voor, LEI publikatie, 2000

Holsteijn, G. P. A. van, en Ruiter, H. W. de, Gewaskundig onderzoek naar het optimaal gebruik van energieschermen in de glastuinbouw, PBG, NOVEM rapport, 1995

Rijsdijk, A. A. Temperatuurgrenzen aan de teelt van tomaat bij minimaliseren van de gas aansluitwaarde, PBG rapport, 2000

Literatuur ten behoeve van hoofdstuk 4 Biologische bestrijding:

Cloutier, C., Arodojoun, D., Johnson, S.G., Gélinas, L. 1995. Thermal Dependence of *Amblyseius cucumeris* Acarina: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) in greenhouses. Thrips biology and management: proceedings of a NATO advanced research workshop: the 1993 international conference on Thysanoptera: towards understanding thrips management, held September 28-30, 1993 in Burlington, Vermont. p231 - 235.

Edelson, J.V. , Magaro, J.J. 1988. Development of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman, as a function of temperature. Southwestern Entomologist 13: 171 - 176

Gaum, W.G., Giliomee, J.H., Pringle, K.L. 1994. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. Bull. Ent. Res. 84: 219 - 224.

Houten, Y.M. van., and Van Lier, A.H.M. 1995. Influence of temperature and humidity on the survival of eggs of the thrips predator *Amblyseius cucumeris*. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent. 60: 879 - 884

Isenhour, D.J. and Yeargan, K.V. 1981. Effect of temperature on the development of *Orius insidiosus*, with notes on laboratory rearing. Ann. Entomol. Soc. Am. 74: 114 - 116.

Liu, S. and Meng, X. 1999. Modelling development time of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) at constant and natural temperatures. Bulletin of Entomological Research. 99: 53 - 63.

Meiracker, R.A.F. van den. 1999. Biocontrol of weswtern flower thrips by heteropteran bugs. Thesis University of Amsterdam. 147p.

Minkenberg, O.P.J.M. 1989. Temperature effects on the life history of the eulophid wasp *Diglyphus isaea*, an ectoparasitoid of leafminers (*Liriomyza* spp.), on tomatoes. Ann. appl. Biol. 115: 381 - 397.

Minkenberg, O.P.J.M. and Helderma, C.A.J. 1990. Effects of Temperature on the life history of *Liriomyza bryoniae* (Diptera: Agromyzidae) on tomato. J. Econ. Entomol. 83(1): 117 - 125.

Minkenberg, O.P.J.M. 1990. Reproduction of *Dacnusa sibirica* (Hymenoptera: Braconidae), an endoparasitoid of leafminer *Liriomyza bryoniae* on tomatoes, at constant temperatures. Environ. Entomol. 19(3): 625 - 629.

Nedstam, B. 1985. Development time of *Liriomyza bryoniae* Kalt. (Diptera: Agromyzidae) and two of its natural enemies, *Dacnusa sibirica* Telenga (Hymenoptera: Braconidae) and *Chrysogaster vulgaris* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) at different constant temperatures. Meded. Fac. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent 50 (2a): 411 - 417

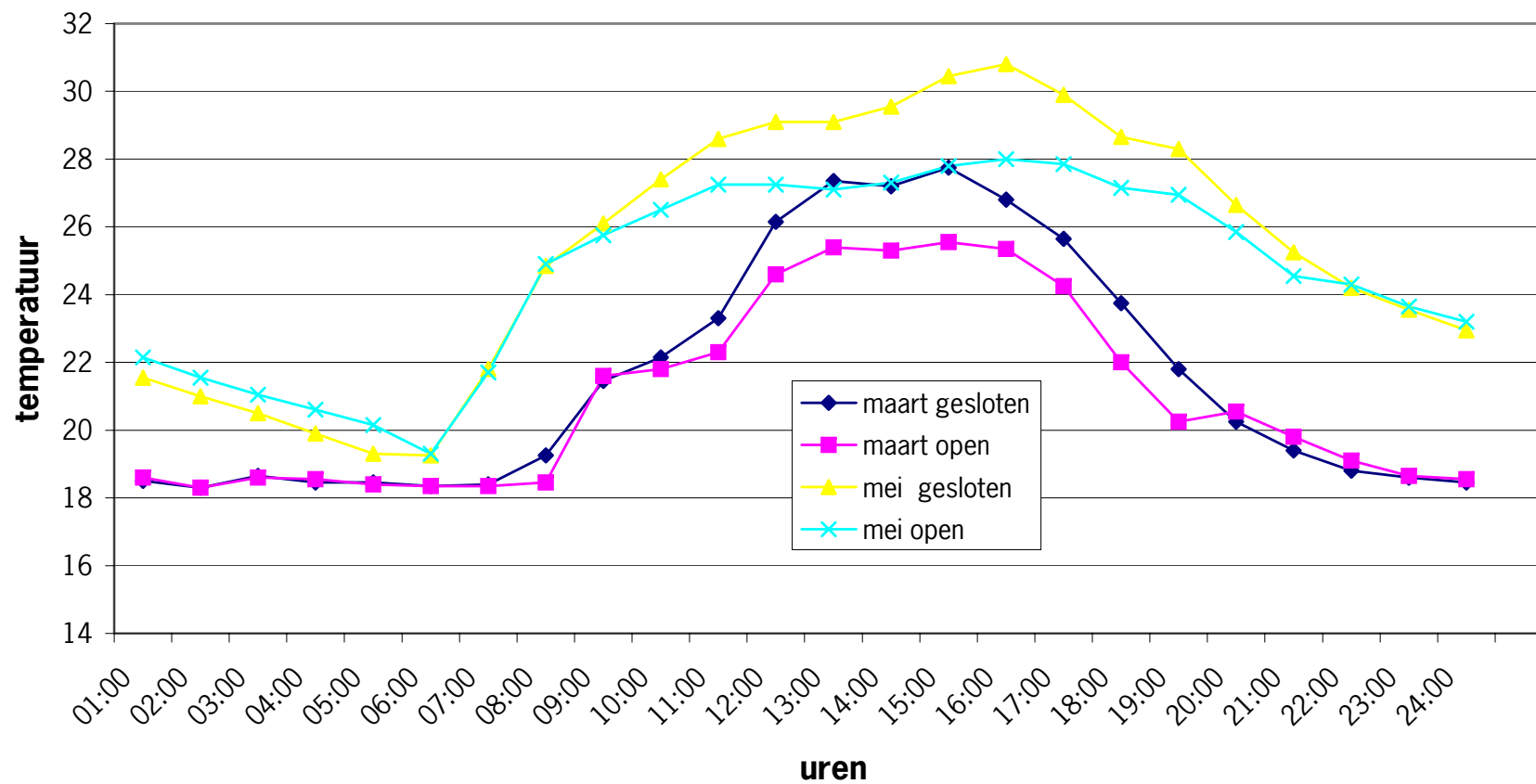
- Perdikis, D. and Lykouressis, D. 2000. Effects of various items, host plants and temperatures on the development and survival of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae). *Biological Control* 17: 55 - 60
- Rijn, P. van, Mollema, C., Steenhuis-Broers, G.M. 1995. Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. *Bull. Ent. Res.* 85: 285 - 297.
- Robb, K.L. 1989. Analysis of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) as a pest of floricultural crops in California greenhouses. PHD dissertation, California, University of Riverside.
- Roermund, H.J.W. van. 1995. Understanding biological control of greenhouse whitefly with the parasitoid *Encarsia formosa*: from individual behaviour to population dynamics. Thesis Agricultural University Wageningen. 243 p.
- Sabelis, M.W. 1981. Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part 1. Thesis Agricultural University Wageningen. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. 242 p.
- Sigsgaard, L. 2000. The temperature-dependent duration of development and parasitism of three aphid parasitoids, *Aphidius ervi*, *A. rhopalosiphi*, and *Praon volucre*. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 95: 173 - 184
- Shipp, J.L. and Van Houten, Y.M. 1997. Influence of temperature and vapor pressure deficit on survival of the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *Environ. Entomol.* 26(1): 106 - 113.
- Steenis, M. van. 1995. Evaluation and application of parasitoids for biological control of *Aphis gossypii* in glasshouse cucumber crops. Thesis Agricultural University Wageningen. 217 p.
- Sütterlin, S. 2000. Biological control of whitefly on gerbera: Succes or failure? Tritrophic interactions between *Gerbera jamesonii*, *Trialeurodes vaporariorum* and *Encarsia formosa*. Thesis Wageningen University. 177 p.
- Zhang, Y. and Shipp, J.L. 1998. Effect of temperature and vapor pressure deficit on the flight activity of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Environ. Entomol.* 27(3): 736 - 742.

Bijlage 1 Gerealiseerde waardes bij open en gesloten scherm in maart en mei

Dag nr.	Temperatuur				Luchtvochtigheid			
	maart Gesloten	maart geopend	mei gesloten	mei geopend	maart gesloten	maart geopend	mei gesloten	mei geopend
1	19,5	19,6	22,1	21,7	77,5	73,4	82,5	80,2
2	20,4	20,2	23,6	22,8	76,2	72,5	81,9	79,5
3	21,0	20,3	21,9	21,4	75,1	70,9	81,9	77,6
4	19,9	19,7	21,2	20,7	75,2	70,2	82,3	77,8
5	20,0	19,7	22,8	22,2	77,6	70,3	82,1	77,9
6	21,5	20,9	22,6	22,1	75,3	67,7	82,2	77,8
7	21,2	20,7	23,5	22,7	81,8	76,9	76,0	74,1
8	20,0	20,0	23,6	22,8	84,1	77,3	79,0	78,1
9	20,1	20,0	24,9	23,9	83,4	81,6	83,1	82,2
10	20,1	20,1	25,0	24,5	84,7	77,8	86,1	85,5
11	20,6	20,3	25,4	24,7	87,3	81,9	75,4	73,4
12	22,1	21,4	25,0	24,4	81,7	75,5	75,0	71,2
13	20,1	19,7	25,4	24,7	80,3	73,5	76,6	73,2
14	21,3	20,7	22,9	22,7	79,5	72,7	77,6	75,1
15	21,6	20,9	23,3	23,0	83,9	78,8	78,4	75,1
16	20,4	20,0	22,6	22,5	86,3	80,3	81,9	80,2
17	19,4	19,4	22,3	21,9	76,9	69,9	82,1	81,5
18	19,5	19,5	21,7	21,6	77,3	69,5	83,1	82,3
19	20,5	19,9	22,9	22,2	77,0	68,0	80,2	79,5
20	21,1	20,4	22,8	21,9	78,0	70,9	86,1	85,5
21	19,4	18,8	22,7	22,2	74,1	64,8	82,5	80,5
22	19,7	19,6	24,0	22,5	81,4	73,3	82,9	80,7
23	19,5	19,6	25,3	22,9	82,3	74,6	83,5	81,9
24	19,7	21,1	25,2	22,9	83,6	76,8	83,2	81,7
25	19,6	19,5	25,2	22,8	80,1	71,4	83,6	81,9
26	20,7	20,2	24,6	22,9	80,8	73,4	83,7	82,5
27	20,7	20,2	22,4	21,9	79,3	70,9	83,4	82,7
28	20,9	20,4	23,1	22,5	82,2	75,7	84,7	79,8
29	21,5	21,0	23,3	22,8	84,5	78,7	84,2	80,1
30	21,2	20,5	24,4	23,0	84,9	78,6	85,8	80,8
31	21,3	20,7	23,0	22,2	85,1	79,4	84,2	80,4
Gemiddeld	20,5	20,2	23,5	22,7	79,6	74,1	81,9	79,4

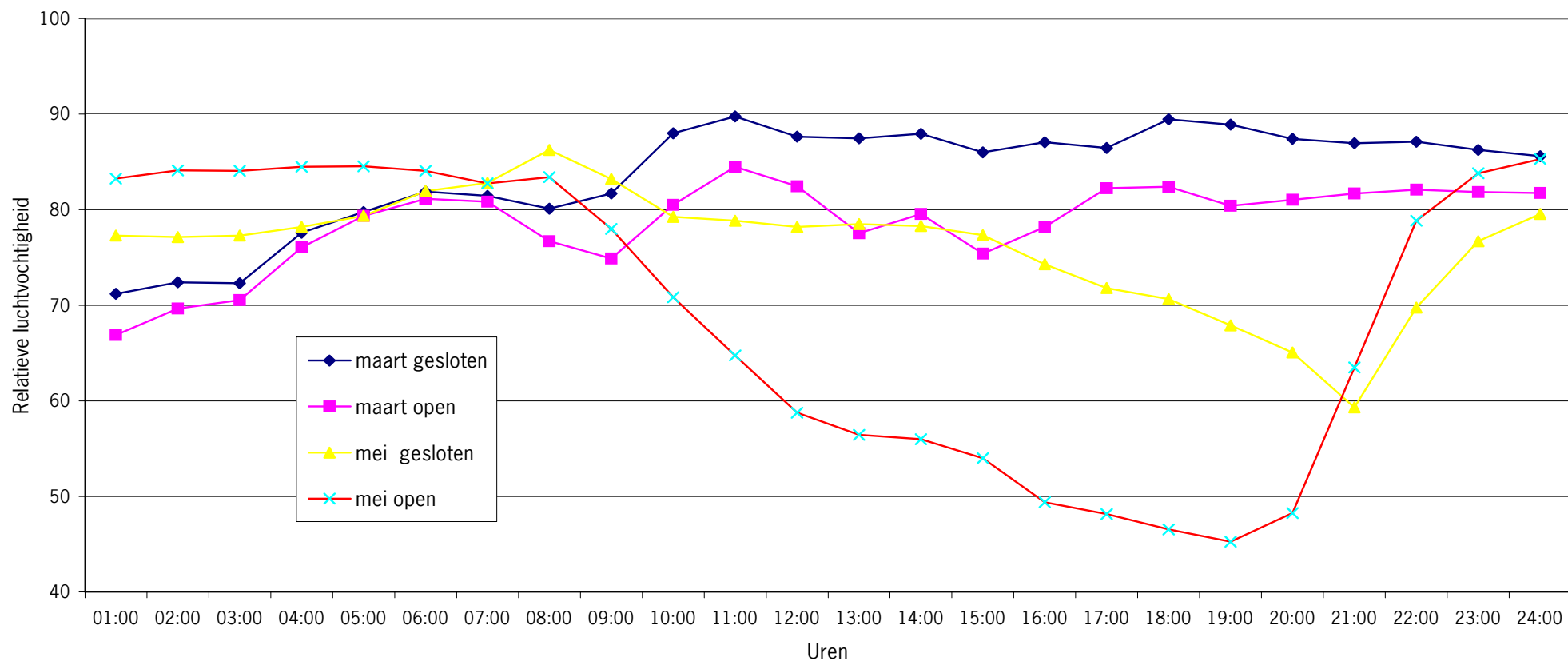
Bijlage 2 Gerealiseerde kasttemperatuur van een etmaal in kas 111

Gerealiseerde temperatuur van een etmaal (in maart en mei), kas 111



Bijlage 3 Relatieve luchtvochtigheid van een etmaal in kas 111

Relatieve vochtigheid van een etmaal (in maart en mei), kas 111



Bijlage 4 Plantschema van de proef in kas 210

Plantschema van de proef in kas 210

1	behandeling 2 5 dgn veg. branderstand 100 m ³ /uur	5	behandeling 3 10 dgn veg. branderstand 100 m ³ /uur	17	behandeling 7 10 dgn gen. branderstand 100 m ³ /uur	21	behandeling 8 5 dgn gen. branderstand 75 m ³ /uur
2	behandeling 4 5 dgn veg. branderstand 75 m ³ /uur	6	behandeling 5 10 dgn veg. branderstand 75 m ³ /uur	18	behandeling 2 5 dgn veg. branderstand 100 m ³ /uur	22	behandeling 6 5dgn gen. branderstand 100 m ³ /uur
3	behandeling 7 10 dgn gen. branderstand 100 m ³ /uur	7	behandeling 1 normaal	19	behandeling 4 5 dgn veg. branderstand 75 m ³ /uur	23	behandeling 3 10 dgn veg. branderstand 100 m ³ /uur
4	behandeling 6 5 dgn gen. branderstand 100 m ³ /uur	8	behandeling 8 5 dgn gen. branderstand 75 m ³ /uur	20	behandeling 1 normaal	24	behandeling 5 10 dgn veg. branderstand 75 m ³ /uur

Bijlage 5 Tabel waarden buitenklimaat op 2 januari 1997

Buitenklimaat op 2 januari 1997

					geen scherm		geen scherm			geschermd ls – 10 doek		
					max.branderst.500 m ³ /ha/uur		max branderst. m ³ /ha/uur			max branderst. m ³ /ha/uur		
		glob.stra.	temp. buiten	windsnelh	temp. kas	gasverbruik	100 m ³	75 m ³	50 m ³	100 m ³	75 m ³	50 m ³
Dag nr.	Uur	0,1 w/m ²	0,1°C	0,1 m/s	°c	m ³ /ha/uur	temp. kas °c	temp kas °c	temp. kas °c	temp. kas °c	temp. kas °c	temp. kas °c
2	1	0	- 107	27	20	175	12,9	10,2	7,6	18,1	14,0	10,6
2	2	0	- 109	24	20	176	12,8	10,1	7,5	18,1	14,0	10,6
2	3	0	- 114	22	20	180	12,7	9,9	7,3	18,0	13,9	10,4
2	4	0	- 116	20	20	179	12,6	9,7	7,1	18,0	13,8	10,3
2	5	0	- 117	20	20	181	12,5	9,6	7,0	18,0	13,7	10,1
2	6	0	- 119	19	20	182	12,3	9,5	6,8	18,0	13,7	10,0
2	7	0	- 121	22	20	186	12,2	9,3	6,6	17,8	13,5	9,8
2	8	0	- 120	22	23	288	12,1	9,2	6,5	17,8	13,4	9,7
2	9	4	- 118	20	23	225	12,2	9,2	6,5	17,9	13,4	9,7
2	10	291	- 113	23	23	211	12,6	9,7	6,9	15,5	11,7	8,6
2	11	1039	- 105	21	23	167	14,1	11,1	8,4	16,3	12,7	9,7
2	12	1685	- 95	24	23	133	16,0	13,0	10,2	17,8	14,3	11,3
2	13	1936	- 81	34	23	123	17,4	14,4	11,6	19,0	15,6	12,6
2	14	1821	- 73	33	23	123	18,2	15,2	12,4	19,6	16,2	13,3
2	15	1365	- 70	33	23	181	17,6	15,0	12,2	18,6	16,0	13,0
2	16	701	- 71	31	23	159	17,0	14,1	11,3	18,3	15,1	12,1
2	17	108	- 75	32	21,3	124	15,9	12,9	10,1	17,1	13,8	10,9
2	18	0	- 80	33	20	122	15,1	12,0	9,3	16,3	12,9	10,0
2	19	0	- 86	30	20	162	14,6	11,5	8,7	18,5	14,4	10,9
2	20	0	- 90	33	20	164	14,2	11,1	8,3	18,6	14,3	10,7
2	21	0	- 96	37	20	217	13,7	10,7	7,9	18,4	14,1	10,4
2	22	0	- 103	39	20	206	13,3	10,2	7,4	18,2	13,8	10,1
2	23	0	- 106	43	20	214	11,7	9,4	7,1	17,9	13,5	9,8
2	24	0	- 106	39	20	201	12,6	9,6	6,9	17,9	13,5	9,7

