

Stuifmeelreductie door hommels bij paprika in kassen

pilotproef



Tjeerd Blacquièr
Bram Cornelissen
Jeroen Donders
Sjef van der Steen

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bijen
december 2007



© 2007 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.

Productschap  Tuinbouw

Ministerie van landbouw, natuurbeheer en voedselkwaliteit (LNV)



Syngenta Bioline Bees



Projectnummer: 326300025

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bijen

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen

: Postbus 69, 6700 AB Wageningen

Tel. : 0317 - 47 84 80

Fax : 0317 - 47 84 84

E-mail : bijen@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

PUBLIEKSSAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
1.1 Beoogde vervolgstudie longfuncties	7
1.2 Dit onderzoek: pilotstudie stuifmeelreductie door hommels.....	7
1.2.1 Bestaande kennis over de bestuiving en bestuivers van paprika.....	7
1.2.2 Doel en opzet van deze pilotstudie	8
2 MATERIAAL EN METHODEN.....	9
2.1 Opzet van de proef en locatie	9
2.2 Hommels en honingbijen.....	10
2.2.1 Hommels	10
2.2.2 Honingbijen	10
2.2.3 Plaatsingsschema.....	11
2.3 Waarnemingen.....	11
2.3.1 Plaatsing en ontwikkeling van de hommelvekjes.....	11
2.3.2 Plaatsing en ontwikkeling honingbijvolken.....	11
2.3.3 Aantal bloemen met en zonder stuifmeel.....	12
2.3.4 Aantal stuifmeelkorrels in het vijfde bloemetje per rij.....	12
2.3.5 Microscopische controle in het lab: is leeg wel echt leeg?	12
2.4 Statistiek.....	13
2.4.1 Bloemen + en – stuifmeel.....	13
2.4.2 Aantal korrels stuifmeel per bloem	13
3 RESULTATEN	15
3.1 Het weer van half juli tot begin september 2007	15
3.2 Ontwikkeling van de hommels- en honingbijenvolken.....	17
3.2.1 Hommels	17
3.2.2 Honingbijen	17
3.3 Aantal bloemen met en zonder stuifmeel	18
3.4 Aantal stuifmeelkorrels in de vijfde bloem	19
3.5 Zijn met de stempork leeg gezoemde bloemen echt leeg?.....	21
3.6 Effectiviteit hommels en bijen.....	21
3.7 Vergelijking van twee methoden: % lege bloemen en aantal korrels/bloem	21
4 DISCUSSIE	23
4.1.1 Effectiviteit hommels en bijen.....	23
4.1.2 Ontwikkeling van bijenvolken en hommelvekjes.....	23
4.1.3 Hommels of honingbijen	23
4.1.4 Aantal werksters en kosten.....	23
4.1.5 Gewasbescherming.....	24
4.1.6 Methodes van tellen: % bloemen zonder stuifmeel en aantal korrels per bloem	24
4.1.7 Andere effecten	24
5 CONCLUSIES	25
6 LITERATUUR.....	26
7 DANKZEGGING	27
8 BIJLAGE 1 SCHEMA LOTING KASSEN.....	28

9	BIJLAGE 2 LOTINGSSCHEMA RIJEN.....	29
10	BIJLAGE 3 VERBAND % ZONDER EN N STUIFMEEL PER DATUM.....	31

Publiekssamenvatting

Stuifmeel van paprika veroorzaakt veel allergische klachten. Het is een typisch voorbeeld van een beroepsallergie. De klachten zijn jeuk, niezen en loopneuzen, terwijl ook een trend naar een verminderde longfunctie is geconstateerd. In eerder onderzoek verminderde de inzet van honingbijen in de kas de blootstelling van de medewerkers aan het stuifmeel. Dat resulteerde in minder klachten.

Nu is onderzocht of dit weghalen ook door hommels kan worden gedaan. Dit onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT) en het ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Voedselkwaliteit (LNV). Syngenta Bioline Bees sponsorde de hommels. De proef is uitgevoerd op het paprikabedrijf 4 evergreen in Steenberg (NB).

Uit het onderzoek blijkt dat het weghalen van stuifmeel zelfs beter gaat met hommels dan met honingbijen. Tien volkjes per hectare is voldoende.

Waarom hommels?

Hommels hebben het voordeel dat ze jaarrond en op bestelling te leveren zijn. Bovendien bestaat bij de kwekers en medewerkers de indruk dat hommels vriendelijker zijn. In de tuinbouw is men door het gebruik bij tomaten meer vertrouwd met hommels dan met honingbijen. Inzet van hommels zou de drempel voor toepassing kunnen verlagen.

Doel van de proef was te onderzoeken of hommels goed alle stuifmeel uit de bloemen konden halen. Als eis was gesteld dat bij het waarnemen van 100 bloemen verspreid over de kas minimaal 80 leeggehaald moesten zijn. Dat werd waargenomen door een zwart karton onder de bloem te houden, tegen de tak te tikken en te kijken of er al dan niet stuifmeel viel. Ook werd van 10 bloemen per kas het stuifmeel losgezocht met een stemvork en opgevangen in een petrischaaltje of reageerbuis. Later werd in het lab geteld hoeveel stuifmeelkorrels uit de bloem waren gevallen.

Opzet van de proef

Er werden vier behandelingen vergeleken: zonder bestuivers, met honingbijen (één volk per ha), hommels vijf volkjes/ha en hommels tien volkjes/ha. Het bedrijf bestond uit vier afdelingen van elk 6 ha. Om zeker te weten dat gevonden verschillen echt door de behandeling kwamen, werden de behandelingen elke week gewisseld van kas. Steeds op maandag werden de volken verplaatst naar de nieuwe kas, op donderdag werd waargenomen. Dit werd acht weken gedaan, uiteindelijk had elke behandeling twee keer in elke kas gestaan.

Resultaat: inzet hommels werkt zeker zo goed als honingbijen

Het blijkt dat hommels zeker niet onder doen voor honingbijen in een paprikakas. Met tien hommelveolken per hectare bleken voortdurend minimaal 80% van de bloemen van stuifmeel ontdaan te zijn. Deze 80% was tevoren als ondergrens gesteld voor een effectieve toepassing. Vijf hommelveolken per hectare is te weinig. Honingbijen in een dichtheid van één volk per hectare bleek ook ontoereikend. 'Leeg' gescoorde bloemen bleken nog wel bijna 30.000 stuifmeelkorrels te bevatten, 'volle' bloemen 95.000.

Conclusie en vervolg

Uit dit onderzoek blijkt dat hommels kunnen worden ingezet om de hoeveelheid stuifmeel in paprikabloemen in kassen te verminderen. Kwekers kunnen dit toepassen om de allergieklachten te verminderen. Eventueel vervolgonderzoek naar de allergieklachten kan met hommels worden uitgevoerd. De dichtheid moet tien volken per hectare zijn.

1 Inleiding

Een studie van de afdeling allergologie van het Erasmus Medisch Centrum (EMC) in 1999 onder kwekers en medewerkers van paprikabedrijven toonde aan dat bij meer dan 50% van de medewerkers sprake was van werkgerelateerde gezondheidsklachten (Groenewoud *et al.*, 2002). Via een huidpriktest werd duidelijk dat ruim 35% van de medewerkers allergisch was voor paprikastuifmeel. Uit bestuivingsonderzoek door de Ambrosiushoeve (voorloper van PPO Bijen) in paprikakassen was duidelijk geworden dat bijen de bloemen al vroeg op de dag bezoeken, en het meeste stuifmeel uit de bloemen weghalen (de Ruijter *et al.*, 1991). Bestuiving door bijen of andere bestuivers is bij paprika niet nodig omdat de bloemen goed zelfbestuivend zijn. Maar inzet van bijen zou wel kunnen zorgen voor een verminderde blootstelling van medewerkers aan het stuifmeel, doordat de bijen het tijdig weghalen.

Met die inzet is door PPO Bijen en het EMC in 2001 een pilot studie uitgevoerd in zes kassen met 45 medewerkers, waarvan 18 allergisch voor paprikastuifmeel waren (Van der Steen, 2001; Steen *et al.*, 2005), gevolgd door een grotere studie in 2002 in 18 kassen (Blacquièrre *et al.*, 2004, De Jong *et al.*, 2006) met 133 medewerkers, waarvan 44 met symptomen. Uit deze studies bleek dat bijen de hoeveelheid aanwezig stuifmeel in bloemen met meer dan 80% verminderden, en dat dit resulteerde in significant minder klachten (niezen, verstopte neus, loopneus). Om voldoende effectief het stuifmeel te verwijderen waren één tot twee volken per hectare nodig (Blacquièrre & Smeekens, 2003, Blacquièrre *et al.*, 2004). In het onderzoek van 2002 werd een sterke trend naar een verbeterde longfunctie waargenomen. Dit was net niet significant. Om een relatie tussen de blootstelling aan het paprikastuifmeel en de longfunctie aan te tonen is een nieuwe, grotere studie met meer medewerkers en allergische medewerkers nodig.

1.1 Beoogde vervolgstudie longfuncties

Om te onderzoeken of er een significante afname van longklachten te bereiken is met de inzet van bijen is door het EMC en PPO Bijen een uitgebreide vervolgstudie aan het productschap Tuinbouw voorgesteld. In het overleg met de landelijke LTO commissie paprika bleek echter dat de kwekers het onderzoek liever met hommels dan honingbijen wilden uitvoeren. Zij verwachten dat het inzetten van hommels gemakkelijker ingang in de praktijk zal vinden.

Omdat nog niet bekend is of en in welke mate hommels effectief zijn in het verwijderen van stuifmeel uit paprikabloemen, en hoeveel volken per hectare nodig zijn, werd besloten om voorafgaand aan het op te zetten grote interventieonderzoek een pilot uit te voeren om de geschiktheid van hommels te onderzoeken.

1.2 Dit onderzoek: pilotstudie stuifmeelreductie door hommels

Van hommels is bekend dat het goede bestuivers zijn van tomaten, maar ook bij paprika blijken ze goed te gebruiken. Er is echter nog nooit uitgezocht in hoeverre hommels in staat zijn nagenoeg alle stuifmeel van paprika te verwijderen, en hoeveel volken per hectare in dat geval nodig zijn.

1.2.1 Bestaande kennis over de bestuiving en bestuivers van paprika

Paprika en pepers worden bestoven door bijen en hommels en solitaire bijen (McGregor, 1976; Delaplane & Mayer 2000; Free, 1993). Ze zijn grotendeels zelfbestuivend, maar er treedt toch ook vaak kruisbestuiving op. Er zijn geen adviezen voor hoeveelheden in te zetten bestuivers, omdat paprika en peper goed zaad zetten zonder bestuiving. Delaplane (2000) noemt als indicatie een absurd hoge inzet van meer dan zestig hommelveolkjes per hectare! De bloemen van paprika leveren redelijke hoeveelheden stuifmeel en nectar. De nectar heeft een suikergehalte van 30 tot 65 % (Free, 1993).

Proeven van PPO Bijen en EMC Allergologie lieten zien dat bijen heel efficiënt het stuifmeel uit de bloemen

verwijderen (twee rapporten voor PT, 2002 en 2003), en dat de klachten van de medewerkers door de bijeninzet verminderden (oa. Blacquièrre et al., 2004). In proeven van PPO Bijen in 2006 bleek dat hommelveolken het in paprikakassen beter deden en langer volhielden dan in tomatenkassen (Blacquièrre et al., 2007). De beschikbaarheid van nectar in de bloemen zou daaraan debet kunnen zijn.

Voor veel te bestuiven gewassen blijken zowel hommels als bijen geschikte bestuivers (bijv. aardbei, aubergine, paprika, tomaat). Soms zijn hommels beter (tomaat) soms honingbijen (courgette), vaak maakt het niet uit. Een verschil tussen honingbijen en hommels is dat de eersten langlevende volken hebben (in principe onbeperkt), en daardoor zelfs nectar en stuifmeel blijven verzamelen als daar voor het broed geen directe behoefte aan is. Dit wordt bewaard voor periodes met slechte dracht of omstandigheden (winter). Hommelveolken leven veel korter, na een periode van opbouw sterft de koningin, en worden mannelijke individuen en jonge koninginnen geboren. De kolonie valt dan uit elkaar, de jonge koninginnen paren en zoeken een overwinteringsplek. Een gevolg daarvan is dat hommels slechts in beperkte mate voorraden nectar en stuifmeel aanleggen. Wel heeft een volkje in opbouw, zoals de commercieel aangeboden volkjes, een grote behoefte aan stuifmeel en nectar voor hun larven.

Het is daarom van belang uit te zoeken in hoeverre hommels er voor kunnen zorgen dat in minimaal 80% van de bloemen alle stuifmeel verwijderd wordt.

1.2.2 Doel en opzet van deze pilotstudie

Om te achterhalen in hoeverre, en bij welke dichtheid aan volken per hectare, hommels effectief het paprikastuifmeel weghalen is een proef voorgesteld met vier behandelingen op vier bedrijven. Omdat in deze opzet elke behandeling maar één keer voorkomt (geen herhalingen), en bovendien gekoppeld aan één bepaald bedrijf (waardoor niet te bepalen is of een effect door de hommels komt, of door het bedrijf) werd besloten dezelfde proef acht keer achter elkaar uit te voeren (dat geeft acht herhalingen), waarbij de behandelingen steeds anders over de bedrijven werden verdeeld (geloot).

Tot ons geluk bleken we terecht te kunnen op het bedrijf 4 evergreen in Steenberg (NB): hier zijn vier even grote afdelingen beschikbaar. Dat betekent dat de vier afdelingen de vier 'bedrijven' uit het plan vormen. Maar ze zijn veel beter vergelijkbaar (grootte, ligging, bedrijfsvoering) en het is logistiek veel gemakkelijker voor de uitvoering van de proef.

Als norm voor het afdoende weghalen van stuifmeel van paprikabloemen wordt een grens van minimaal 80% gesteld. Dat was de drempel die minimaal werd gehaald in de eerdere studie met honingbijen. Wordt minder weggehaald dan gelden hommels als ongeschikt voor dit doel en voor toepassing in het vervolgonderzoek.

2 Materiaal en Methoden

Het onderzoek is een veldstudie, met allerlei voor- en nadelen daarvan. Het grote voordeel is dat onderzoek kan worden gedaan op praktijkschaal, iets dat op onderzoeksinstituten nooit haalbaar is. Nadeel is dat soms maatregelen genomen moeten worden in het belang van de doelen van het bedrijf die voor de proef lastig of nadelig zijn. In de opzet wordt daar echter wel rekening mee gehouden.

2.1 Opzet van de proef en locatie

In de proef worden vier behandelingen vergeleken: geen bestuivers; honingbijen één volk per hectare; hommels 5 volken per hectare; hommels 10 volken per hectare. Deze behandelingen werden geloot over vier afdelingen (A, B, C en D; zie kaartje hieronder) van het paprikabedrijf **4evergreen** aan de Zoekweg 20 te Steenberg (NB). Dit betekent dat elke behandeling maar in enkelvoud voorkomt. Meer is vanwege de hoeveelheid arbeid niet haalbaar. Om toch statistisch te kunnen analyseren worden de behandelingen elke week opnieuw over de afdelingen verloot. Na vier weken heeft elke behandeling dan één keer in elke afdeling gelegen. In een tweede serie van vier weken worden alle afdelingen nog eens met alle behandelingen bezocht. Dit resulteert in acht herhalingen in de tijd, waarbij effecten van de behandeling kunnen worden gescheiden van kaseffecten (locatie, beheer, cultivar, stadium van oogsten enz.). De afdelingen waren alle ongeveer 6 hectare groot.

De geteelde cultivars waren: A: 'Sopra' (groen); B: 'Spider' (groen); C en D: 'Ferrari' (rood).



Steeds werd het volgende werkschema aangehouden:

- maandag: plaatsen en verplaatsten van bijen en hommels
- donderdag: waarnemingen in de kas

Dit betekent dat de bijen en hommels na plaatsing/verplaatsing drie volle dagen hadden om in te vliegen en hun bestuivings- of schoonmaakwerk te verrichten.

2.2 Hommels en honingbijen

2.2.1 Hommels

De hommenvolkjes werden geleverd en deels gesponsord door Syngenta Bioline Bees. Bij inzet hadden de volkjes ongeveer 70 werksters. De volkjes waren niet voorzien van isolatiewol over het broednest, zodat gemakkelijk in de volkjes kon worden gekeken naar de ontwikkeling. De bedoeling was 90 volkjes te leveren op 16 juli voor de eerste vier weken, en opnieuw 90 volkjes voor de tweede vier weken op 13 augustus. Omdat er in de behandeling met 5 volkjes per hectare grote sterfte van hommels was opgetreden op 24 – 26 juli zijn deze vervangen op 30 juli (30 stuks). Deze 30 volkjes zijn gebruikt tot het einde van de proef.

De hommels werden geplaatst op twee latjes die over twee steenwolbroodjes werden gelegd. De volkjes stonden zo mooi vrij van de grond tussen twee plantrijen. Ze werden geplaatst op regelmatige afstanden (10/ha om de drie rijen; 5/ha om de 6 rijen) aan de zuidkant van het middenpad. Hierdoor staan ze goed zichtbaar voor de thuiskomende hommels, en nooit direct in de zon, omdat het gewas het zonlicht filtert.



2.2.2 Honingbijen

Honingbijen werden geleverd en verzorgd door Bestuivingsimkerbedrijf Inbuzz v.o.f. De volken waren gehuisvest in achtraams kasten. deze werden geplaatst op een krat tussen twee plantrijen, aan de zuidkant van het middenpad. Per kas werden zes volken ingezet, op regelmatige afstand verdeeld in de kas. Het streven was deze volken op een sterkte van zes tot acht ramen bijen te houden.



2.2.3 Plaatsingsschema

Het plaatsingsschema van de behandelingen staat in bijlage 1. Slechts op één datum is afgeweken van het gelote plaatsingsschema, vanwege een bespuiting met Steward. De ervaringen met een bespuiting één week eerder noopten daartoe.

Op de maandagen werden de hommels- en bijenvolken 's morgens vroeg door medewerkers van 4evergreen dichtgezet zodat zo min mogelijk hommels en bijen bij het wisselen verloren zouden gaan (omdat ze hun kast niet meer aantreffen).

2.3 Waarnemingen

Het belangrijkste doel van de waarnemingen is een betrouwbare schatting te krijgen van de mate waarin de hommels en honingbijen het stuifmeel uit de bloemen in de kas verwijderen. Om een goede steekproef te nemen die representatief is voor de bloemen in een hele kas moet een groot aantal bloemen verspreid over de kas worden geobserveerd (2.3.3). Om vervolgens echt te weten hoeveel stuifmeelkorrels uit een bloem kunnen vallen moet gedetailleerd per bloem worden gekeken (2.3.4). Dat kan daardoor nooit met zo grote aantallen. Wij hebben daarom beide methoden gedaan, en vergelijke de resultaten daarvan. Tenslotte zijn bloemen die waren leeg getrild met een stemvork (methode 2.3.4) meegenomen en in het laboratorium ter controle microscopisch bekeken (2.3.5). Daarnaast zijn de bijenvolken en hommelsvolkjes tijdens de proef af en toe gecontroleerd. Aan het eind van kasperiode werden hommelsvolkjes meegenomen naar het laboratorium om de aantallen werksters + darren en het aantal jonge koninginnen te tellen.

2.3.1 Plaatsing en ontwikkeling van de hommelsvolkjes

Bij plaatsing en op waarnemingsdagen werd gekeken of de volkjes wel vlogen. Steekproefsgewijs werd af en toe van boven in de volkjes gekeken om te controleren of het er normaal uitzag. Er werden geen regelmatige tellingen verricht.

2.3.2 Plaatsing en ontwikkeling honingbijvolken

De honingbijvolken werden elke twee week gecontroleerd door Willem Boot van Inbuzz, en zonodig werden bijenvolken vervangen of versterkt (door toevoegen van extra bijen en extra ramen broed). Er werden geen tellingen verricht.

2.3.3 Aantal bloemen met en zonder stuifmeel

Per kas werden tien rijen geloot waarvan bloemen werden gescoord als min (er valt bij tikken geen stuifmeel) of plus (er valt stuifmeel). Het lotingschema van de rijen staat in Bijlage 2. Er werden steeds vijf rijen links en vijf rijen rechts van het pad waargenomen.

In de gelote paden werd op regelmatige afstand (~ 10 m) een open bloem gekozen. Daar werd een zwart karton onder gehouden. Vervolgens werd tegen de stengel onder de bloem getikt, en waargenomen of er stuifmeel neerddarrelde.



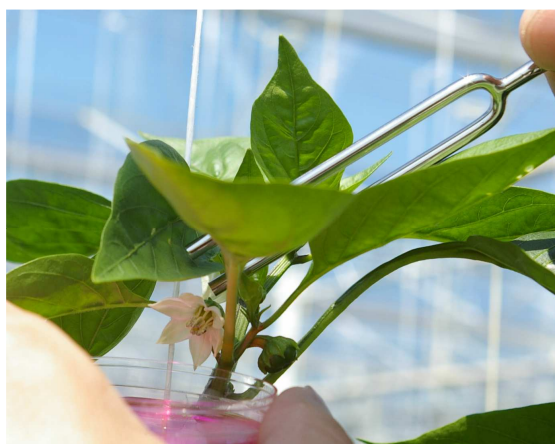
Tikken tegen de stengel



Resultaat op het karton: plus!

2.3.4 Aantal stuifmeelkorrels in het vijfde bloemetje per rij

Steeds het vijfde bloemetje per rij werd niet afgetikt boven het karton, maar met een stemvork (440 Hz.) leeg getrild boven een Greinerbuis, om mee te nemen naar het laboratorium. De stemvork werd drie keer aangeslagen en tegen het bloemsteeltje gehouden. De eerste waarnemingsdag werd het stuifmeel opgevangen in een petrischaaltje met gelatine-glycerine met de kleurstof fuchsine (zie foto), maar dat werkte niet goed omdat het te warm was in de kas waardoor de gelatineglycerine vloeibaar werd.



Buzzen met de stemvork



Stuifmeel op het schaalpje

Het stuifmeel in de Greiner buis werd opgenomen in 5 ml water, grondig gemengd en vervolgens werd het aantal stuifmeelkorrels geteld in een Bürker telkamer. De inhoud van de telkamer is 0,618 mm³.

2.3.5 Microscopische controle in het lab: is leeg wel echt leeg?

De met de stemvork leeg getrilde bloemetjes werden meteen na het trillen individueel in een Eppendorf buisje meegenomen naar het Laboratorium. Met de stereomicroscop werd gekeken of alle helmhokken leeg waren.

2.4 Statistiek

2.4.1 Bloemen + en – stuifmeel

Doordat er vier behandelingen waren en vier afdelingen, lag steeds elke behandeling maar in enkelvoud. Daarom hebben we gekozen voor de opzet waarbij elke week de behandelingen (geloot) werden herverdeeld over de afdelingen, maar wel zonder twee keer in dezelfde afdeling te liggen. Zo hadden we in de tijd een Latijns vierkant (eerste vier weken), en nog eens in de tweede vier weken. Helaas is vanwege een noodzakelijke bespuiting in een van de kassen op 30 juli afgeweken van het schema. Daarom zijn alle datum + kas combinaties met een apart volgnummer als afzonderlijke waarnemingen ingevoerd in de toets. De verdeling is een binomiale, omdat een bloemetje slechts + of – (of één of nul) kan scoren. Met behulp van IRREML(?) ANOVA is gekeken naar een hoofdeffect van de datum, de kas en de behandeling.

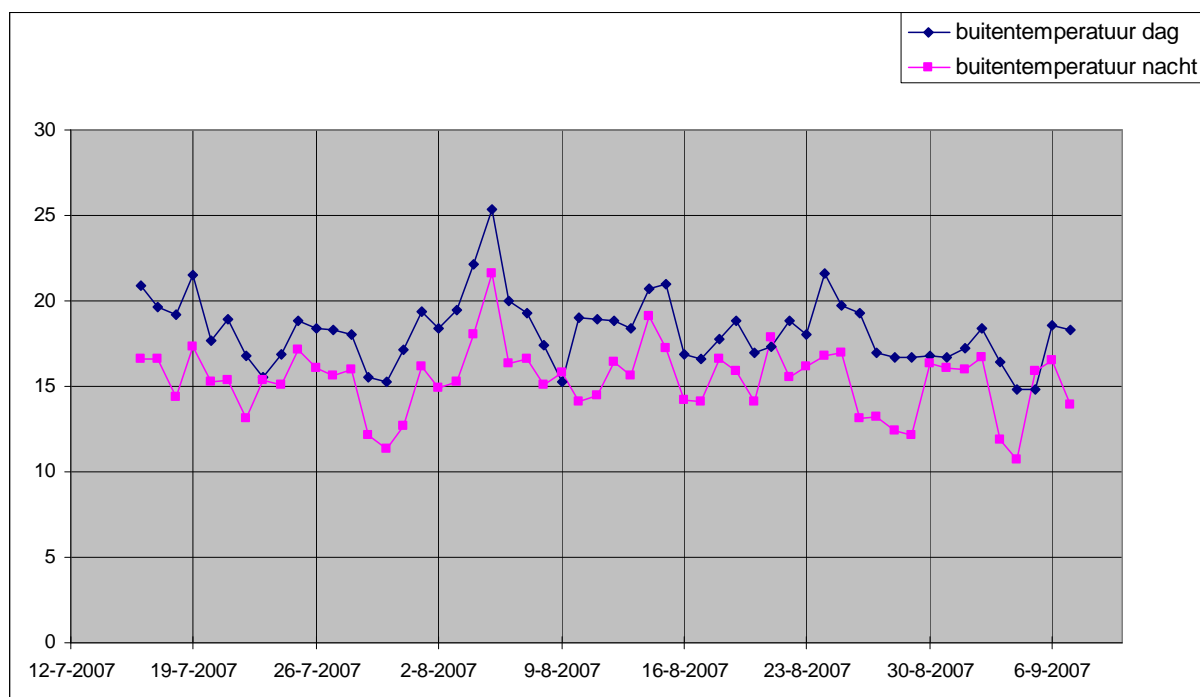
2.4.2 Aantal korrels stuifmeel per bloem

Ook hier werd vanwege dezelfde reden als boven geen dubbel Latijns vierkant gehaald. Bovendien verviel de waarneming op de eerste dag, omdat het stuifmeeltellen in de petrischalen met gelatine-glycerine niet goed bleek te werken. Met de GLM ANOVA is getoetst op effecten van de tijd (datum), kas en behandeling. De verdeling is een Poisson verdeling (waarbij de spreiding groter wordt naarmate de getallen groter worden).

3 Resultaten

3.1 Het weer van half juli tot begin september 2007

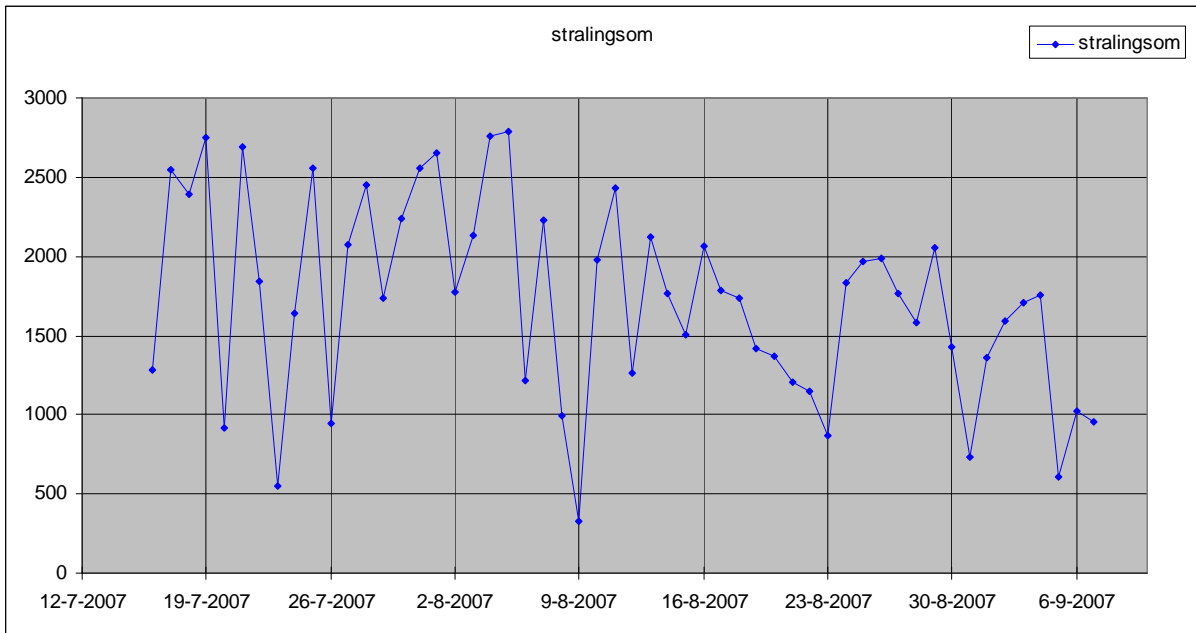
De proef is uitgevoerd tijdens een kleine pauze in de Global Warming: behalve een paar zomerse dagen begin augustus lag de gemiddelde dagtemperatuur steeds onder de 20 °C. Het verschil tussen dag- en nachttemperatuur was 3 tot 5 °C. In de figuur zijn de datums bij de as (+ de verticale streep) de waarnemingsdatums.



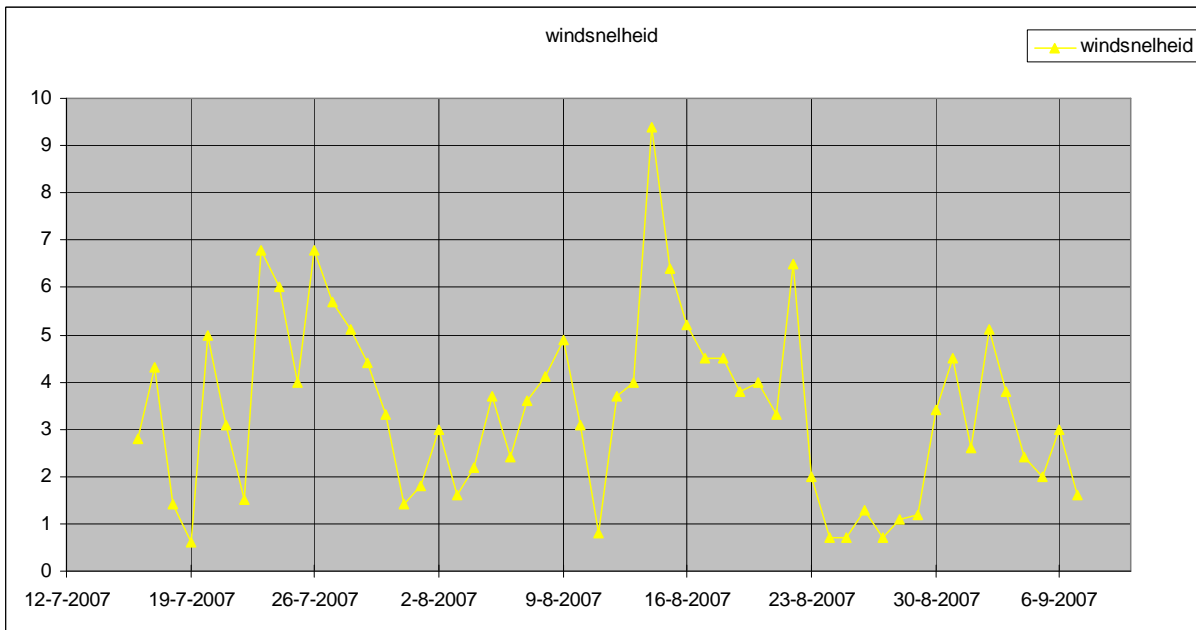
Figuur 1. Verloop van de minimum (rose) en maximum (blauw) temperatuur (°C) buiten de kas tijdens de proefperiode. De verticale lijnen in de figuur zijn de meetdagen.

Ook de dagelijkse stralingsom geeft het beeld van een typische Nederlandse zomer, met zeer wisselende lichtsommen op verschillende dagen. De meetdag op 9 augustus was een absoluut dieptepunt: de instraling was slechts 330 Joule/cm², een normale som voor begin februari (KNMI).

De windsnelheid varieerde meestal rond de 3 m/sec, een windkracht 2 Beaufort. Op 14 augustus een piek van meer dan 9 m/sec; windkracht 5.



Figuur 2. Verloop van de dagelijkse stralingsom (Joule/cm²) tijdens de proefperiode. De verticale rasterlijnen zijn de meetdagen.



Figuur 3. Gemiddelde windsnelheid per etmaal (m/s) gedurende de proefperiode. De verticale rasterlijnen zijn de meetdagen.

3.2 Ontwikkeling van de hommels- en honingbijenvolken

3.2.1 Hommels

In Tabel 1 staan de aantallen werksters + darren (samen genomen, niet onderscheiden) in een steekproef van 30 (=100%) op 26 juli en een steekproef van 20 op de andere dagen (= 33 en 66%). Na de Stewardbespuiting werden in de hommelsvolkjes nog ruim 40 dode individuen gevonden, minder dan de volkjes bij aanvang bevatten (~70). Een deel van de bijen kan ook naar buiten zijn gegaan en in de kas doodgegaan. De andere volken hebben zich in de eerste en tweede serie goed ontwikkeld: ongeveer 200 individuen in de tweede serie. Vier weken in een paprikakas gaat prima. De volken zijn wel zover in hun ontwikkeling dat er jonge koninginnen aanwezig zijn.

Tabel 1. Aantal werksters + darren in de hommelsvolken na afloop van de periode in de kas. NB! door de calamiteit met steward op 24 juli zijn de periodes in de kas niet gelijk.

Behandeling	N volkjes	Periode	N dagen	N ♀ + ♂ (± SD)	N koninginnen	Opmerking
5/ha	30	16/7 – 26/7	10	43 ± 22	0	Steward -schade
10/ha (20)	20	16/7 – 14/8	28	76 ± 28	19 ± 13	
5/ha (20)	20	2/8 – 7/9	36	186 ± 88	13 ± 10	
10/ha (20)	20	13/8 – 7/9	25	233 ± 79	25 ± 31	

3.2.2 Honingbijen

Vijf honingbij volken op minimaal 8 ramen werden geplaatst op 16 juli. Bij controle na twee weken op 31 juli werden drie van de zes volken vervangen, terwijl de andere drie werden versterkt tot acht ramen bijen en vijf ramen broed. Op 14 augustus werden alle bijenvolken aangevuld met broed en bijen. Het bleek dat de volken hard terugliepen. Op 28 augustus werd nog een keer aangevuld met bijen en broed. Op 7 september werden de volken teruggehaald.

Het streven was om tussen de zes en acht ramen bijen beschikbaar te hebben tijdens de hele proef. Waarschijnlijk is dat echter in deze periode niet gehaald, en was het in de orde van vijf tot zes ramen bijen.

3.3 Aantal bloemen met en zonder stuifmeel

Het aantal bloemen van de 100 per kas dat bij aantikken als leeg werd beoordeeld (geen stuifmeel zien vallen) staat voor de hele proef in Tabel 2. In de kolom helemaal rechts staat het gemiddelde. Daar is de trend zichtbaar die eigenlijk steeds te zien is: geen bestuivers < honingbijen < hommels 5/ha < hommels 10/ha. Het verschil tussen bijen en hommels 5/ha is echter niet significant. Opvallend is de gemiddeld wat slechtere score op 2 augustus, de reden is niet bekend. Op 26 juli was in de hommels 5/ha nauwelijks een bloem bezocht: dat was veroorzaakt door een gewasbespuiting met Steward twee dagen eerder. De volken werden pas op 26 juli weer open gezet, maar bleken bij nadere inspectie nagenoeg dood te zijn. Ook opvallend is dat alleen de eerste dag in de behandeling zonder bestuivers het percentage bloemen zonder stuifmeel nihil blijkt te zijn. De volgende weken blijkt er steeds toch een klein deel van de bloemen leeggehaald te zijn, mogelijk door hommels die na de wisseling nog in de kas waren achtergebleven, mogelijk doordat hommels en bijen vanuit de andere kassen via de luchtramen in en uit vliegen.

Tabel 2. Aantal bloemen van de 100 zonder stuifmeel, per week en per behandeling.)* waarneming nadat hommelveolken door bespuiting dood bleken te zijn.

behandeling	19-jul	26-jul	2-aug	9-aug	16-aug	23-aug	30-aug	6-sep	gem
geen	1	16	17	23	28	29	34	36	18,3 a
bijen	24	57	27	56	41	55	76	67	50,4 b
5/ha	69	10)*	32	66	80	91	75	67	62,5 b
10/ha	90	93	63	83	83	99	92	95	90,7 c

In Tabel 3 staan dezelfde getallen als in tabel 2, maar nu per kas gerangschikt. Alle kassen hebben in die acht weken proef twee keer elke behandeling gehuisvest, en gemiddeld zou het resultaat dan ook ongeveer hetzelfde moeten zijn, tenzij er een kaseffect is. Er blijkt inderdaad geen significant verschil tussen de kasafdelingen te zijn (rechter kolom; alle getallen een a). Een kaseffect zou kunnen komen door een verschil in klimaatregeling, cultivar, gewasbescherming enz. Wel bleek er een effect van de datum te zijn (zie Tabel 3 onderste rij ($p = 0,019$), maar er blijkt niet een duidelijke lijn. Gemiddeld lijkt het in augustus wat beter te gaan dan in juli (hoger percentage zonder stuifmeel).

Tabel 3. Aantal bloemen van de 100 zonder stuifmeel, per week en per kas.)* waarneming nadat hommelveolken door bespuiting dood bleken te zijn.

kas	19-jul	26-jul	2-aug	9-aug	16-aug	23-aug	30-aug	6-sep	gem ± SD
A	90	16	32	56	28	91	34	67	52 ± 29 a
B	69	57	63	23	80	29	76	95	62 ± 25 a
C	1	93	27	66	83	55	92	67	61 ± 32 a
D	24	10)*	17	83	41	99	75	36	48 ± 33 a
Alle	38 a	44 ab	33 a	58 abc	60 abc	80 c	73 bc	72 bc	

De waarnemingen werden gedaan aan 50 bloemen links van het pad en 50 bloemen rechts van het pad. Er bleek in geen van de kassen een verschil te zijn tussen de het bloembezoek links en rechts van het pad (Noord t.o.v. Zuid). Alle hommels- en bijenvolken stonden aan de zuidkant van het pad, om te voorkomen dat ze in de directe zon kwamen te staan. Aan de zuidkant van het pad schijnt de zon door het gewas op de kasten.

Alle volken stonden aan het pad. Bloemen dichtbij het pad waren dus sneller en gemakkelijker te bereiken voor de insecten dan die verder van het pad. Wanneer het percentage bloemen met en zonder stuifmeel werd vergeleken tussen de twee stroken van 50 meter aan weerszijden van het pad en de twee stroken van 50 meter langs beide raamkanten bleek dat niet te verschillen. De bijen en hommels konden dus overal in de kas de bloemen even gemakkelijk vinden.

3.4 Aantal stuifmeelkorrels in de vijfde bloem

Een andere manier van stuifmeel tellen is in een steekproef van bloemetjes vast te stellen hoeveel stuifmeel er in zit. Dit is veel exacter dan een + of – score, maar ook veel meer werk. Je kunt met deze methode daarom veel minder bloemetjes bemonsteren. Wat dat betreft is het juist weer minder nauwkeurig. Omdat wij deze telling steeds verricht hebben aan bloem nummer vijf van elke rij van 10, en dus ook de plus of min score hebben, kunnen we beide methoden vergelijken. In Tabel 4 staan de gemiddelde aantallen stuifmeelkorrels per bloem, voor alle kassen en alle waarnemingsdatums. De tellingen van 19 juli zijn mislukt. We gebruikten toen petrischalen met glycerinegelatine met fuchsine, maar dat werd in de kas door de warmte vloeibaar. Vanaf 26 juli hebben we daarom het stuifmeel opgevangen in buizen. De trend van een dalend stuifmeel getal van geen bijen > honingbijen > hommels 5/ha > hommels 10/ha is meestal wel te zien, maar door de grote spreiding in aantal stuifmeelkorrels tussen bloemen is het lang niet altijd significant.

De datum geeft wel weer effecten te zien: de onderste rij in Tabel 4 geeft het gemiddelde aantal stuifmeelkorrels per bloem per datum van alle behandelingen samen. Dat is sommige dagen (b) hoger ($P=0,05$) dan andere (a), maar er zit geen lijn in.

Over de zeven meetdagen samen genomen blijkt dat de verschillen tussen geen en bijen niet significant zijn, dat hommels 5/ha significant beter is en hommels/10 ha weer significant beter (Tabel 5).

Tabel 4 Het aantal stuifmeelkorrels per bloem op 7 oogstdatums. 10 bloemen per behandeling per datum.

b*: op deze datum waren in de hommels 5/ha behandeling de volken gesloten geweest, en beschadigd (meeste werksters dood) door een bespuiting met Steward. Getallen per kolom (4 getallen) zijn significant verschillend als ze gevolgd worden door een verschillende letter ($P < 0,05$). De getallen per datum zijn significant verschillend als in de onderste rij de letter verschilt ($P = 0,05$)

Beh.	26-jul	2-aug	9-aug	16-aug	23-aug	30-aug	6-sep
geen	95.835 ab	67.529 a	48.928 a	87.343 ab	84.513 a	135.867 a	74.808 a
bijen	75.617 a	82.491 a	52.163 a	122.928 a	53.376 b	87.343 ab	90.983 a
5/ha	134.250 b*	45.289 a	24.262 a	61.059 b	16.175 c	39.628 bc	51.355 ab
10/ha	24.666 c	33.158 a	14.557 a	54.185 b	2.831 c	34.371 c	20.623 b
Alle	73.381 b	52.549 ab	31.178 a	76.139 b	30.803 a	64.704 b	52.725 ab

Tabel 5 Het gemiddelde aantal stuifmeelkorrels per bloem over de zeven waarnemingsdatums. 10 bloemen per behandeling per datum, 70 per behandeling totaal. Getallen gevolgd door een verschillende letter zijn significant verschillend ($P < 0,001$).

Behandeling	Gem
geen	83.151 c
bijen	77.634 c
hommels 5/ha	46.522 b
hommels 10/ha	23.439 a

De stuifmeeltelling werd steeds gedaan aan het vijfde bloemetje per rij, dat kan een als plus of min bestempeld bloemetje zijn. De getallen in tabel 4 zijn van de ‘volle’ en ‘lege’ bloemen samen. Als je van deze bloemetjes de lege en volle apart bekijkt, blijkt dat de in de kas als vol bestempelde bloemen gemiddeld 95.000 stuifmeelkorrels hebben, en de als leeg bestempelde 29.500 korrels (Tabel 6). Dat is een sterk significant verschil ($p < 0,001$), maar dat er in de lege bloemen nog wel bijna 30.000 stuifmeelkorrels zitten geeft aan dat de woorden ‘leeg’ en ‘vol’ hier bepaald niet letterlijk kunnen worden genomen.

Tabel 6. Hoeveelheid stuifmeel bij telling in het laboratorium, van plus- en min-bloemen uit de kas. Dit is over alle behandelingen heen.

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
	+	-
Mean	94967	29485
Variance	3545923003	1198531705
Standard deviation	59548	34620
Observations	136	144
Hypothesized Mean Difference	0	
df	214	
t Stat	11.1652	
P(T<=t) one-tail	0.0000	
t Critical one-tail	1.6520	
P(T<=t) two-tail	0.0000	
t Critical two-tail	1.9711	

Uit tabel 7 lijkt dat er wel een kaseffect is voor de hoeveelheid stuifmeel per bloem, dat was in kas C wat minder dan in A en D. Maar de verschillen zijn niet significant ($P=0,177$). In kas C en D stond dezelfde cultivar: 'Ferrari', rood geogst.

Tabel 7. Gemiddeld aantal stuifmeelkorrels per bloem per kas, over de zeven waarnemingsdatums samen.

Kas	N bloemen	Gemiddeld aantal stuifmeel	
A	70	74807	a
B	70	58748	a
C	70	44249	a
D	70	67356	a

3.5 Zijn met de stemvork leeg gezoemde bloemen echt leeg?

Het scoren van bloemen als lege en volle gebeurde door tegen de stengel te tikken en waar te nemen of stuifmeel op een zwart karton viel. Bijen die stuifmeel oogsten benaderen de bloemen veel directer, ze bewerken met hun poten en monddelen de meeldraden direct. Hommels gaan onder aan de bloem hangen en trillen vervolgens met een hoge frequentie de bloem. Dit 'buzzen' maakt de stuifmeelkorrels los en doet ze vallen. Wij hebben dit buzzen van hommels nagebootst met een stemvork van 440 Hz (de bekende a waarop het orkest en de piano gestemd wordt), die tegen het steeltje van de bloem werd gehouden, drie keer achter elkaar per bloempje. Er viel dan geen zichtbaar stuifmeel meer, dus de bloem werd geacht leeg te zijn. Was dat ook echt waar?

Om dat te testen werden 136 bloemen die als plus werden gescoord (er viel stuifmeel) en 145 bloemen die als min werden gescoord (er viel geen zichtbaar stuifmeel) na het leeg buzzen meegenomen en in het lab met de microscoop bekeken. De meeste bloemen bleken echt leeg te zijn, maar bij plus-bloemen was 24% en bij min-bloemen 8% niet helemaal leeg.

Tabel 8. Aantal bloemen leeg bij microscopische controle in het laboratorium. Plus-bloemen: in de kas met stemvork leeg getrilde bloemen die als plus waren gescoord; Min-bloemen: in de kas leeg getrilde bloemen die als min waren gescoord.

Plus-bloemen		Min-bloemen	
leeg	104	leeg	132
niet leeg	32	niet leeg	11

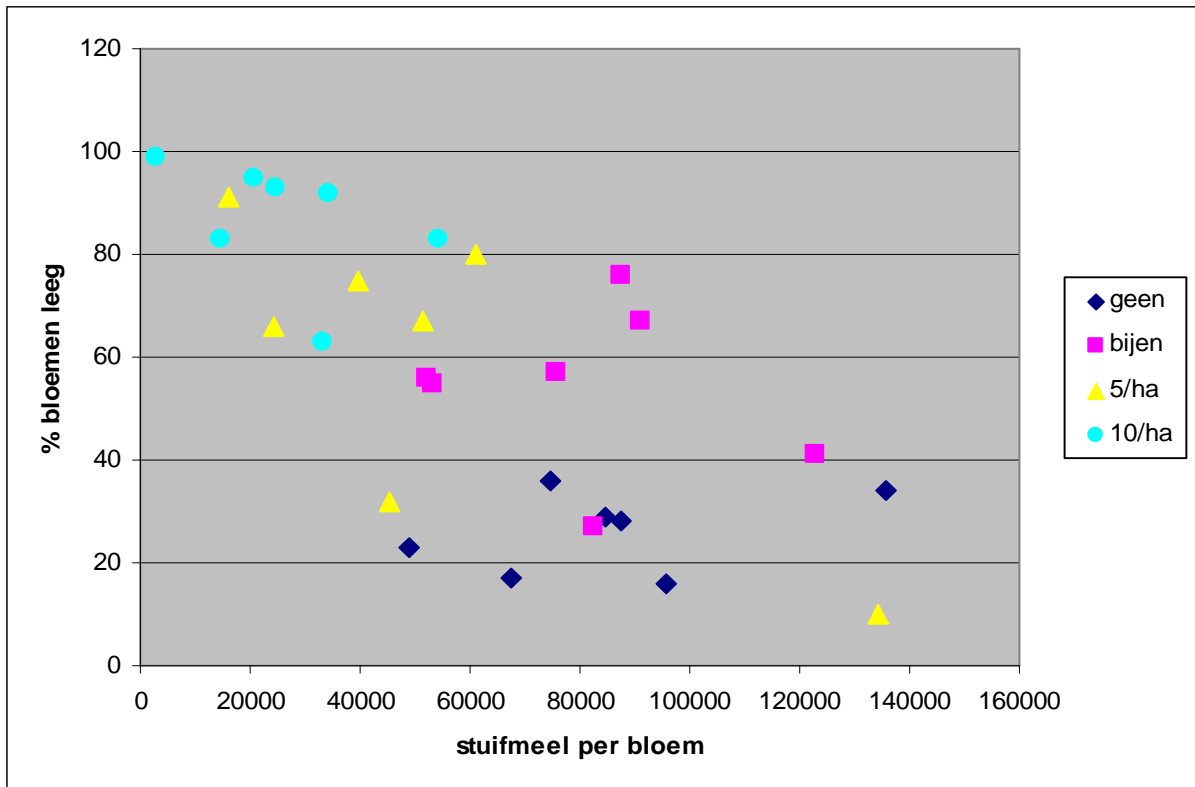
3.6 Effectiviteit hommels en bijen

Uit het verloop van het percentage lege bloemen op de verschillende meetdagen (Tabel 2) blijkt dat de hommels en bijen niet ieder moment even effectief zijn. Maar ook in de percentages lege bloemen in de kas zonder bestuivers zijn wisselend, wat aangeeft dat ook andere factoren dan de bestuivers invloed kunnen hebben. Belangrijk is natuurlijk het weer: met zonnig weer zullen meer bijen en hommels de luchtramen kiezen dan met storm of regen. Een vergelijkbaar beeld komt naar voren uit het verloop van het aantal stuifmeelkorrels per bloem (Tabel 4).

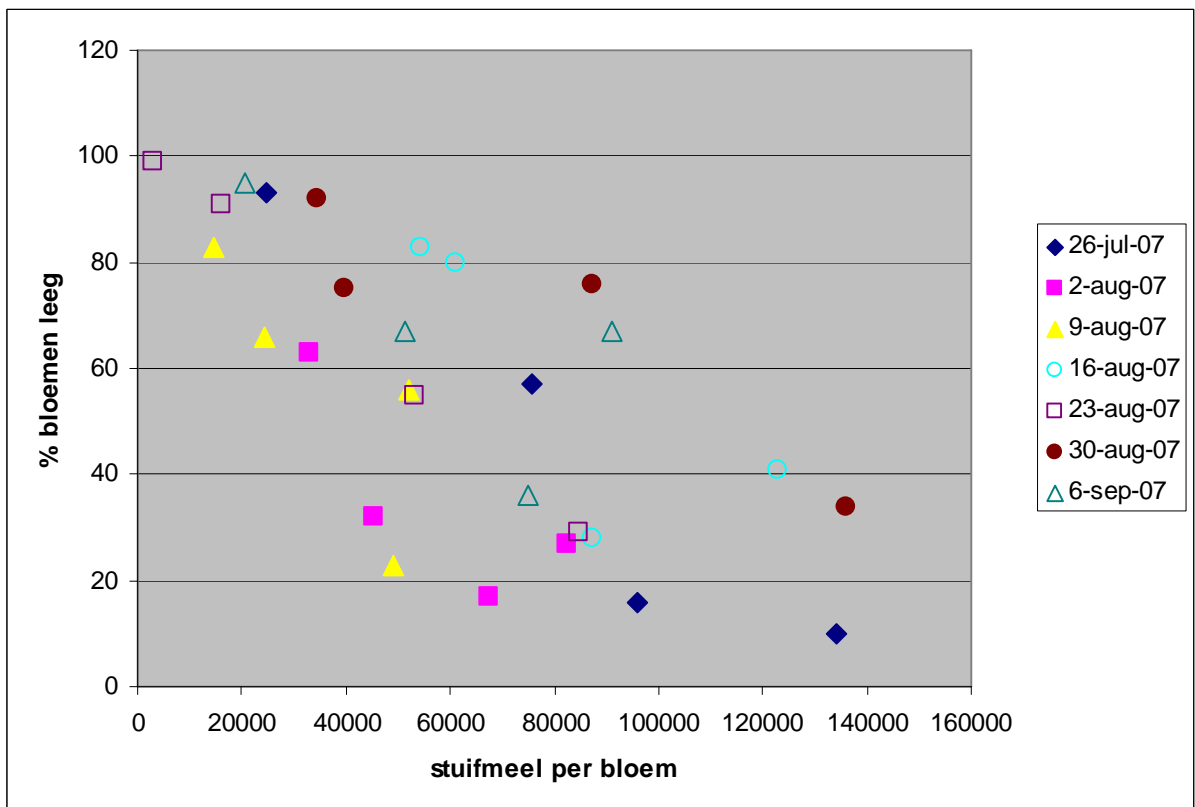
3.7 Vergelijking van twee methoden: % lege bloemen en aantal korrels/bloem

In Figuur 4 staat het percentage bloemen zonder stuifmeel uitgezet tegen het aantal stuifmeelkorrels per bloem. Per behandeling een andere kleur en symbool. Per behandeling zijn er 7 punten (8 waarnemingsdagen, maar de eerste dag geen stuifmeeltellingen). Het is duidelijk dat er een verband is tussen beide. Hoe meer naar links en naar boven in de grafiek hoe beter het is. Het valt op dat daar vooral de hommels 10/ha zit, vervolgens iets meer naar beneden en naar rechts hommels 5/ha. Bij honingbijen scoorden we wel meer lege bloemen (punten hoger in de grafiek dan de controle), maar niet minder stuifmeelkorrels per bloem. Het gele punt rechts onder in de grafiek was de waarneming bij 5 volkjes per ha meteen na de bespuiting met Steward.

In Figuur 5 staan dezelfde gegevens tegen elkaar uitgezet, maar gegroepeerd per waarnemingsdag, steeds vier punten van de vier behandelingen. Steeds is er wel een lijn te zien door de punten per waarnemingsdag, maar er zijn wel verschillen. Soms liggen de punten wat meer naar links, soms wat hoger of lager dan een andere keer. Het verband per waarnemingsdag staat in afzonderlijke figuren in Bijlage 3.



Figuur 4. Het aantal als leeg gescorde bloemen per kas (N=100) uitgezet tegen het gemiddelde aantal stuifmeelkorrels per kas (n=10 bloemen). Gegroepeerd per behandeling.



Figuur 5. Het aantal als leeg gescorde bloemen per kas (N=100) uitgezet tegen het gemiddelde aantal stuifmeelkorrels per kas (n=10 bloemen). Gegroepeerd per waarnemingsdatum.

4 Discussie

4.1.1 Effectiviteit hommels en bijen

Zowel hommels als bijen blijken goed in staat te zijn het percentage bloemen met stuifmeel te verminderen, de vooraf gestelde norm van minstens 80% werd echter alleen gehaald met hommels met tien volkjes per hectare. Hommels vijf per hectare was niet voldoende, de 80% werd niet gehaald, maar gemiddeld 62%. Met honingbijen werd 50% gehaald. In eerdere proeven in 2001 (van der Steen, 2001) werd met honingbijen 20 tot 90% gehaald, proeven in 2002 (Blacquiere & Smeekens, 2003, Blacquiere *et al.*, 2004) gaven 50 – 90% met zes ramen bijen per hectare, en 40 – 98% met negen ramen bijen per hectare. In de huidige proef werden gemiddeld net aan zes ramen bijen per hectare gehaald, maar varieerde de effectiviteit van 24 tot 76%.

In de proeven van 2002 ging het iets beter, maar waren er ook grote verschillen tussen de bedrijven. Heel bepalend kan zijn of er voor honingbijen een goede dracht aanwezig is buiten de kas. Waarschijnlijk was er dit jaar op niet te grote afstand voor de bijen genoeg te halen. In de proeven in 2001 werd in de meeste kassen bijna alleen paprikastuifmeel binnengebracht. Deze keer hebben we dat helaas niet gecontroleerd. Het zou kunnen zijn dat in een kas met door insectengaas afgesloten luchtramen honingbijen veel beter zouden werken.

4.1.2 Ontwikkeling van bijenvolken en hommenvolken

De bijenvolken gingen voortdurend achteruit: er moest erg vaak worden verversd of aangevuld. Dat kan te maken hebben met allerlei zaken: gewasbeschermingsmiddelen, dracht buiten, snel wisselend weer waardoor bijen die naar buiten zijn gegaan door het plotseling sluiten van de luchtramen niet terug konden enz. Volgens de bestuivingsimkers is de periode van juli tot augustus, hoogzomer, altijd de moeilijkste.

De hommenvolken ontwikkelden zich wel redelijk goed (benevens de ene calamiteit met Steward). In de tweede periode van vier weken haalden ze zelfs 200 individuen per volkje (inclusief mannetjes en jonge koninginnen). Dat was na vier weken dienst. Het lijkt erop dat ze het beter doen bij paprika dan bij tomaat. Dat was ook zo in proeven in de winter van 2006, waarbij de ontwikkeling van hommenvolken werd vergeleken bij tomaat en paprika, beide met assimilatiebelichting (Blacquiere *et al.*, 2007). In die proeven, en die van Morandin *et al.*, (2001) bleken de hommenvolken heel snel achteruit te gaan.

4.1.3 Hommels of honingbijen

In deze proef ging het met hommels beter dan met honingbijen. Bovendien pleit voor hommels dat ze jaarrond geleverd worden, op bestelling. Inzet in de winter (zeker in teelten met assimilatiebelichting) van honingbijen is lastig en kostbaar omdat de volken snel achteruitgaan.

Daarnaast blijkt dat hommels door paprikakwekers en medewerkers als vriendelijker worden beschouwd dan honingbijen, waardoor de drempel om te beginnen met bestuivers lager ligt. Men is ook meer bekend met hommels, door het gebruik in de teelt van tomaten. In een enquête (nog te publiceren, PPO Bijen) onder de paprikakwekers die hadden meegedaan aan het onderzoek in 2002 bleek dat de eventuele overlast van hommels of bijen voor de medewerkers een belangrijke factor was bij het besluit bestuivers in te zetten.

4.1.4 Aantal werksters en kosten

Ook de kosten van het inzetten van honingbijen of hommels zijn natuurlijk van belang. Uit de proef komt dat (meestal?) 10 volken per hectare nodig zijn. Als een volkje gemiddeld 100 individuen bevat (start met 70, eindigt met 200 in augustus), heb je 1000 individuen per hectare, waarvan misschien ongeveer 500 uit de kast naar buiten gaan (foerageren in de kas).

Een honingbijenvolk van zes ramen bijen heeft ongeveer 6000 bijen. Daarvan gaan ongeveer 25% foerageren, dus 1500 per hectare (Van der Steen, 2007).

Voor de 500 hommelswerksters moeten 10 volkjes worden ingezet, à 40 per stuk. Deze dienen ongeveer

zes (?) week: → kosten $10 \times 40 / 6 =$ Euro 67 per hectare per week. Voor de 1500 bijenwerksters wordt een volk per hectare ingezet, huur 31 euro per week. Gezien de effectiviteit is het waarschijnlijk dat toch twee volken per hectare moeten worden ingezet, dan zijn de kosten 62 euro.

4.1.5 Gewasbescherming

Inzetten van bestuivers legt beperkingen op aan de gewasbescherming. In bovenstaande enquête gaven de kwekers aan dat belangrijk te vinden. Wij zagen het in deze proef duidelijk geëtaleerd voor Steward. Daarnaast kunnen bestuivers misschien ook een onbedoelde rol spelen bij het verspreiden van ziekten van bloem tot bloem. Anderzijds zou je de bijen en hommels ook kunnen gebruiken om antagonisten te verspreiden tegen ziekten, bijvoorbeeld tegen Fusarium in verband met inwendig vruchtrot.

4.1.6 Methodes van tellen: % bloemen zonder stuifmeel en aantal korrels per bloem

Beide methoden van tellen als maat voor de hoeveelheid stuifmeel, het allergeen, in de kas kwamen redelijk overeen (Figuur 4 en 5). Beide methoden hebben hun eigen mate van onnauwkeurigheid:

- % bloemen zonder: het bleek dat leeg gescoorde bloemen nog gemiddeld 30.000 korrels bevatten. Dat is onbevredigend. Een voordeel van de methode is dat redelijk snel grote aantallen bloemen kunnen worden gescoord (we deden 400 per meetdag, goed gespreid over de kassen). Het grote aantal verhoogt weer de nauwkeurigheid.
- N korrels stuifmeel: per bloem is dit veel nauwkeuriger, en op veel waarnemingsdatums zagen we dat het gemiddelde aantal stuifmeelkorrels van sommige behandelingen (vooral hommels 10/ha) veel lager was (bijv. in figuur 4: aantallen onder de 20.000) dan wat in een gemiddelde leeg gescoorde bloem nog gevonden werd (30.000, Tabel 6). Voordeel van de methode is de grotere nauwkeurigheid, een nadeel is dat het veel bewerkelijker is. Overigens bleek dat ook deze methode niet 100% is, want met de stemvork leeg gezoemde bloemen bleken bij controle achteraf nog in 8 – 24% stuifmeel te bevatten. Achterblijvend stuifmeel zou bijv. kunnen komen door ongelijk afrijpen van helmhokken of meeldraden (bijv. in scheve bloemen), deels ook door klimaatomstandigheden. Met vochtig bedompt weer valt stuifmeel minder gemakkelijk.

In het eerdere onderzoek was er ook een redelijke mate van overeenkomst tussen de twee methodes (Blacquièrre *et al.*, 2004).

Andere methoden om stuifmeel te halen van bloemen zijn beschreven in Dafni *et al.*, (2005), een praktisch handboek over Bestuivingsbiologie. Echter de meeste methoden zijn niet bedoeld om kwantitatief te bepalen hoeveel stuifmeel in een groot aantal bloemen zit. Onze methoden zijn tot dusver de meest adequate. Het is te overwegen in vervolgprouven alleen te kijken naar het aantal stuifmeelkorrels per bloem, maar dan niet door ze leeg te buzzen maar het bloemetje in de buis mee te nemen en achteraf in het lab alle stuifmeel in vloeistof op te nemen en te tellen in een telkamer met de microscoop. Je neemt dan de eventueel achterblijvende stuifmeelkorrels na buzzen voor 100% mee. Omdat de verdeling van lege en volle bloemetjes in de kas goed homogeen is gebleken, kan dan wel worden volstaan met wat minder bloemen per kas.

4.1.7 Andere effecten

Opvallend was dat er forse verschillen waren in de hoeveelheid stuifmeel tussen waarnemingsdagen, en dat ook tussen kassen verschillen waren. Vooral het weer zal een grote invloed hebben (zowel op de bloemen zelf als via het gedrag van de bestuivers). De aantallen stuifmeelkorrels lijken in kas C wat lager, dat ligt niet aan de cultivar, dat was dezelfde als in D. Plantbelasting, leeftijd enz. kunnen ook een verschil maken. We hebben helaas niet bepaald hoeveel stuifmeel in een net open, nog niet bezocht bloemetje per kas en per cultivar aanwezig was.

Volgens Arjaan Hage van 4evergreen waren de vruchten door de bestuiving wel iets grover. Dit werd ook in eerder onderzoek aangegeven (de Ruijter *et al.*, 1991; Dag *et al.*, 2007). Afhankelijk van de cultivar en de tijd van het jaar kan dat zowel als gunstig als ongunstig worden gezien.

5 Conclusies

- Inzet van hommels in paprikakassen vermindert het aantal bloemen met stuifmeel en het aantal stuifmeelkorrels per bloem
- tien volken per hectare is voldoende om meer dan 80% van de bloemen leeg te maken
- 'lege' bloemen zijn niet echt leeg, maar gemiddeld is tweederde van het stuifmeel opgehaald
- de hommelveolken ontwikkelen zich goed in paprikakassen
- inzet van hommels stelt wel eisen aan de gewasbescherming
- honingbijen met één volk per hectare werkt onvoldoende

6 Literatuur

- Blacquièrè T, Cornelissen B & Donders, J, 2007 Bumble bee colony decline in greenhouses with supplemental lighting. *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.* 18, 71-77
- Blacquièrè, T, Smeekens, C, de Jong & de Groot H, 2004. Honeybees as an aid in improving labour conditions in sweet bell pepper greenhouses: reduction of occupational symptoms caused by pollen. *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.* 15, 47-51
- Dafni A, Kevan PG & Husband BC, 2005. *Practical pollination biology*. Enviroquest Ltd., Cambridge Ontario, Canada.
- Dag, A., Zvieli, Y., Afik, O. and Elkind Y. (2007) Honeybee pollination affects fruit characteristics of sweet pepper grown under net-house conditions. *Inter. J. Vegetable Sci.* (accepted)
- Delaplane KS & Mayer DF, 2000. *Crop pollination by bees*. CABI publishing, Wallingford, Oxon, UK.
- Free, JB 1993. *Insect pollination of crops*. Academic Press, London, UK.
- Google Earth: Satelietkaart omgeving Steenbergen NB.
- Groenewoud GCM, de Jong NW, van Oorschot-van Nes, AJ, Vermeulen AM van Toorenenbergen AW, Mulder PGH, Burdorf A, de Groot H & Geth van Wijk, R, 2002. Prevalence of occupational allergy to bell pepper pollen in greenhouses in The Netherlands. *Clin. Exp. Allergy* 32, 434-440
- Jong Nicolette W de, Josef J M van der Steen, Christ C. Smeekens, Tjeerd Blacquièrè, Paul G H Mulder, Roy Gerth van Wijk, Hans de Groot, 2006. Honeybees as a novel aid to reduce pollen exposure and nasal symptoms among greenhouse workers allergic to sweet bell pepper (*Capsicum annuum*) pollen. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 141, 390-395
- McGregor SE 1976. *Insect pollination of cultivated crop plants*. Washington DC, USDA Agric. Handbook No. 496.
- Morandin LA, Lavery ML, Kevan PG, Khosia S & Shipp L, 2001. Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) activity and loss in commercial greenhouses. *Canad. Entomol.* 133, 883-893
- Ruijter, A de, van den Eijnde J & van der Steen, J, 1991. Pollination of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouses by honeybees. *Acta Horticulturae* 288, 270-274
- Steen, J van der, 2002. Het inzetten van honingbijen voor reductie/ preventie van beroepsallergie voor paprikastuifmeel bij werkers in de paprikateelt. Rapport PPO Bijen voor PT, 28 pagina's
- Steen, J. van der, Blacquièrè, T., de Jong, N.W. & de Groot, H 2005 Honeybees as an aid in improving labour conditions in sweet bell pepper greenhouses: reduction of pollen allergy ISHS Acta Horticulturae 639, p355-358, XXVI International Horticultural Congress Toronto, Canada 2002
- Steen, JJM van der, 2007. Bio-indication of heavy metals with honey bee colonies (*Apis mellifera* L.). A first attempt to establish the concentrations of heavy metals in the air with honey bee colonies. Msc. thesis Environmental Sciences (N94310). Faculteit Natuurwetenschappen, Open Universiteit Nederland

7 Dankzegging

De onderzoekers van PPO Bijen bedanken de directie en medewerkers van 4evergreen voor hun behulpzaamheid en belangstelling. We hopen dat de overlast door bijvoorbeeld bijen- en hommelseken mee is gevallen. We mochten ook gebruik maken van de klimaatgegevens van 4evergreen. De statistische analyse werd uitgevoerd en begeleid door Jacques Withagen (Biometris, WUR).

8 Bijlage 1 schema loting kassen

roulatieschema paprikaproef				
1e ronde				
	16-jul-07	23-jul-07	30-jul-07	6-aug-07
kas				
A	Hommels 10 / ha	geen bestuivers	Hommels 5 / ha	Bijen
B	Hommels 5 / ha	Bijen	Hommels 10 / ha	geen bestuivers
C	geen bestuivers	Hommels 10 / ha	Bijen)*	Hommels 5 / ha
D	Bijen	Hommels 5 / ha	geen bestuivers)*	Hommels 10 / ha
2e ronde				
	13-aug-07	20-aug-07	27-aug-07	3-sep-07
kas				
A	geen bestuivers	Hommels 5 / ha	Hommels 10 / ha	Bijen
B	Hommels 5 / ha	geen bestuivers	Bijen	Hommels 10 / ha
C	Hommels 10 / ha	Bijen	geen bestuivers	Hommels 5 / ha
D	Bijen	Hommels 10 / ha	Hommels 5 / ha	geen bestuivers

)*: vanwege een bespuiting in kas C zijn op 30 juli deze twee behandelingen omgeruild

9 Bijlage 2 lotingsschema rijen

observatieskas A

rijen op 19 jul 2007	rijen op 26 jul 2007	rijen op 02 aug 2007	rijen op 09 aug 2007
249	130	124	142
214	160	115	158
120	124	198	168
253	169	232	201
153	231	249	164
323	451	418	304
460	369	465	368
338	470	436	400
309	304	435	366
372	463	325	374

observaties kas B

rijen op 19 jul 2007	rijen op 26 jul 2007	rijen op 02 aug 2007	rijen op 09 aug 2007
660	627	603	521
639	636	655	573
558	656	507	605
568	631	502	514
569	769	665	649
747	819	847	777
753	870	730	828
750	862	778	830
775	806	788	794
853	805	779	858

observaties kas C

rijen op 19 jul 2007	rijen op 26 jul 2007	rijen op 02 aug 2007	rijen op 09 aug 2007
652	511	665	636
649	596	615	543
524	583	550	660
642	549	552	600
579	501	544	668
756	856	787	817
829	758	734	718
737	836	792	732
813	749	827	722
739	799	819	858

Observaties kas D

rijen op 19 jul 2007	rijen op 26 jul 2007	rijen op 02 aug 2007	rijen op 09 aug 2007
253	115	260	190
161	167	234	248
164	259	119	239
192	245	158	219
149	134	161	182
425	315	347	449
442	384	422	402
430	360	418	376
380	327	378	330
429	449	448	419

observatieskas A

rijen op 16 aug 2007	rijen op 23 aug 2007	rijen op 30 aug 2007	rijen op 06 sept 2007
152	149	254	191
179	199	112	164
135	117	176	175
190	111	265	202
177	253	181	229
358	321	427	311
313	382	350	410
458	397	304	439
372	470	385	394
453	401	325	360

observaties kas B

rijen op 16 aug 2007	rijen op 23 aug 2007	rijen op 30 aug 2007	rijen op 06 sept 2007
639	639	519	519
582	538	514	639
537	593	659	528
510	622	542	644
565	607	539	604
782	732	773	823
829	727	707	762
830	864	797	839
754	760	855	708
717	764	701	740

observaties kas C

rijen op 16 aug 2007	rijen op 23 aug 2007	rijen op 30 aug 2007	rijen op 06 sept 2007
587	558	564	565
536	602	586	664
605	636	663	541
552	622	588	600
556	560	549	626
709	703	742	719
706	809	777	829
780	750	726	782
790	795	758	769
836	828	761	866

Observaties kas D

rijen op 16 aug 2007	rijen op 23 aug 2007	rijen op 30 aug 2007	rijen op 06 sept 2007
191	159	266	198
102	129	264	236
237	204	161	200
253	227	202	218
214	112	257	154
344	340	390	459
435	310	363	359
315	439	417	316
340	432	465	440
368	330	447	386

10 Bijlage 3 Verband % zonder en N stuifmeel per datum

