

Eindrapport

Voorkomen van steeltjesrot bij paprika

Groen Agro Control





Auteurs:
Groen Agro Control
Distributieweg 1
2645 EG Delfgauw
Telefoon: 015-2572511
Fax: 015-2572522
E-mail: info@agrocontrol.nl

Floor den Otter MSc/Ruud Kaarsemaker

Productschap  **Tuinbouw**

Projectnummer:	13390
Datum:	23 april 2009
Titel rapport:	Voorkomen van steeltjesrot bij paprika
Opdrachtgever	Productschap Tuinbouw
Contactpersoon opdrachtgever:	Joke Klap
Looptijd project:	Augustus 2008-maart 2009
Kernwoorden:	Steeltjesrot, paprika, <i>Erwinia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Rhizopus</i> , temperatuur, luchtvochtigheid, beschadiging, hygiëne

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch of op geluidsband of op welke andere wijze ook en evenmin in een retrieval systeem worden opgeslagen zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	3
2	Inleiding	4
3	Materiaal en methode.....	5
3.1	Deelnemende bedrijven	5
3.2	Globale inventarisatie van bedrijven	5
3.3	Volgen van naogsttraject.....	5
3.4	Analyse stelen en mogelijke infectiebronnen	5
3.5	Infectiedruk lucht.....	5
3.6	Drogestof- en suikergehalte stelen	5
3.7	Bewaarprouven.....	5
3.8	Infectieproeven	6
4	Resultaten	8
4.1	Globale inventarisatie bedrijven	8
4.2	Volgen van naogsttraject.....	9
4.3	Analyse stelen en mogelijke infectiebronnen	9
4.4	Infectiedruk lucht.....	10
4.5	Drogestof- en suikergehalte stelen	12
4.6	Bewaarprouven.....	13
4.7	Infectieproeven	14
5	Discussie	16
5.1	Besmettingsbron	16
5.2	Bewaaromstandigheden	17
6	Conclusie.....	18
7	Aanbevelingen.....	19
	Bijlage.....	20

1 Samenvatting

Natte steeltjesrot bij paprika wordt vooral aangetroffen in het najaar tijdens het naoogsttraject. Bij de eerste en tweede zetting in het voorjaar kan het ook nog wel eens naar voren komen. Het probleem doet zich op steeds meer locaties voor en verergert zich ook op de plaatsen waar het al aanwezig is. In dit onderzoek, gefinancierd door het Productschap Tuinbouw, is gezocht naar de primaire oorzaken van steeltjesrot. Vervolgens zijn adviezen opgesteld die een bijdrage kunnen leveren om steeltjesrot te onderdrukken.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat de bacterie *Erwinia* de meeste schade aanricht en het vaakst gevonden wordt op de rotte stelen (rond 85%). Een *Erwinia*-aantasting begint meestal op de boog (beschadigd) of snijvlak van een steel, waardoor deze zacht wordt en gaat rotten. Andere pathogenen zoals *Fusarium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus* en *Geotrichem* werden ook op de steeltjes gevonden, maar waren of secundair aanwezig (naast *Erwinia*) of richtten vrij weinig schade aan (lichte schimmelpluis). Alleen *Rhizopus* gaf in sommige gevallen meer schade.

Uit infectieproeven is gebleken dat *Erwinia* vooral veel schade kan aanrichten aan een op het boogje beschadigde steel. Hier was een stijging van infectie waarneembaar van 20 naar 100 % op respectievelijk een onbeschadigde en beschadigde steel. Mogelijke besmettingsbronnen zijn onderzocht door zoveel mogelijk materiaal wat in aanraking komt met de vruchten (oogstbakken, mesjes, fruitvliegjes etc.) te bemonsteren en te analyseren op de aanwezigheid van *Erwinia* en *Fusarium*. Hieruit bleek dat bijna al dit materiaal besmet was met beide pathogenen. Alleen de mesjes waren relatief schoon.

De manier van oogsten en bewaren van paprika's werd geïventariseerd op zes verschillende bedrijven. De deelnemende telers hadden geen, matig of veel last van steeltjesrot. Bewaarproeven lieten zien dat bewaring bij hoge luchtvochtigheid (>92%) en hoge temperatuur (22 °C) meer steeltjesrot veroorzaakte, zelfs bij paprika's van de teler zonder steeltjesrot was het probleem oproepbaar bij slechte bewaaromstandigheden.

Het drogestof- en suikergehalte van de stelen bleek steeltjesrot niet te beïnvloeden. Infectiedruk van schimmels in de lucht varieerde wel tussen de verschillende bedrijven. Bij het bedrijf zonder steeltjesrot werd de laagste infectiedruk gemeten. Opvallend was dat bij de twee telers waar *Rhizopus* werd aangetroffen in de lucht, deze schimmel ook op de stelen werd gevonden. Bij de andere telers werd *Rhizopus* niet gevonden op de stelen.

Om steeltjesrot zo goed mogelijk te onderdrukken is het vooral belangrijk om de infectiedruk zo laag mogelijk te houden. Dit kan alleen bereikt worden door schoon te werken, dus vaak materiaal schoonmaken/ontsmetten en de kas schoonhouden. Beschadiging aan de stelen moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Hoge luchtvochtigheid (> 92%) en hoge temperatuur moeten worden vermeden. Goede ventilatie in koeling en op transport kan hoge luchtvochtigheid voorkomen. De weekendbewaring van oogst tot sorteren vormt hierbij een risico, omdat partijen langere tijd onder ongunstige bewaaromstandigheden kunnen staan.

2 Inleiding

Steeltjesrot bij paprika kan in verschillende varianten voorkomen. Zo kunnen steeltjes al verbruinen terwijl de paprika's nog aan de plant hangen, ook wel droogrot genoemd (figuur 1). Natte steeltjesrot daarentegen ontstaat juist nadat de paprika's geoogst zijn tijdens de bewaring (figuur 2). Natte steeltjesrot (hier verder steeltjesrot genoemd) wordt een steeds groter probleem in de paprikateelt, wat ook de rede is voor de start van dit project. Het project is in augustus 2008 door Groen Agro Control opgestart en is gefinancierd door Productschap Tuinbouw.



Figuur 1: Droge steeltjesrot



Figuur 2: Natte steeltjesrot

Steeltjesrot komt vooral voor in het najaar, maar in het voorjaar bij de eerste en tweede vruchtzetting wordt het ook aangetroffen. Waarschijnlijk is dit te wijten aan de extra gevoeligheid van de eerste vruchten.

Uit eerdere metingen van Groen Agro Control aan rotte steeltjes is gebleken dat meerdere bacteriën en/of schimmels op de stelen voor kunnen komen. In dit project is onderzocht hoe het infectieproces precies verloopt en welke micro-organismen de primaire oorzaak kunnen zijn van het rotten. Tevens is nagegaan of ongunstige transport/bewaaromstandigheden ook een rol kunnen spelen bij het infectieproces.

Zes verschillende bedrijven met veel, geen en matige problemen met betrekking tot steeltjesrot zijn onderzocht op mogelijke infectiebronnen en op verschil in bewaaromstandigheden. De invloed van bewaarcondities op de mate van steeltjesrot werd onderzocht door bewaarproeven uit te voeren met verschillende bewaarcondities. Deze bewaarcondities kwamen overeen met de gevonden waarden op de bedrijven (met behulp van loggers) met daar nog een aantal extreme waardes aan toegevoegd.

Doormiddel van infectieproeven werd er bepaald welke pathogeen de primaire oorzaak van steeltjesrot kan zijn. Ook werd hierbij gekeken of beschadigingen aan een steel anders dan het snijvlak van invloed zijn op de mate van infectie. Hierbij kan gedacht worden aan beschadigingen die kunnen ontstaan aan het boogje van de steel veroorzaakt door slordig afsnijden, transporteren van de paprika's naar oogstbakken en het rollen van de vruchten op transportbanden.

Met de gekregen informatie zijn adviezen gevormd, waardoor steeltjesrot in de toekomst beter onderdrukt zal kunnen worden.

3 Materiaal en methode

3.1 Deelnemende bedrijven

In totaal namen 6 bedrijven deel aan het project; 2 bedrijven waar veel steeltjesrot voorkwam, 2 met matige steeltjesrot problemen, 1 bedrijf zonder problemen en 1 sorteerbeidrijf, waar steeltjesrot zich ook vaak openbaart nadat de paprika's zijn gesorteerd en verpakt (tabel 1).

Tabel 1: Deelnemende bedrijven aan het project steeltjesrot

Teler	Locatie	Ras	Mate van steeltjesrot
1	Bergschenhoek	Orange Glory	Veel
2	Naaldwijk	Orange Glory	Geen
3	's Gravenzande	Orange Glory	Matig
4	Maasland	Derby (geel)	Matig
5	De Kwakel	Derby (geel)	Veel

3.2 Globale inventarisatie van bedrijven

Bij elk bedrijf werd vastgesteld op welke manier er wordt geteeld en wat mogelijke knelpunten of infectiebronnen zouden kunnen zijn. Ook de duur en omstandigheden tijdens het traject van bewaring en transport werden vastgelegd.

3.3 Volgen van naoogstraject

Bij elke teler werd het verloop van de temperatuur en luchtvochtigheid gevolgd met behulp van loggers (EL-USB-2). Deze werden na de oogst in de oogstbakken of dozen geplaatst en werden weer verwijderd bij het sorteer/distributiebedrijf. De loggers registreren elke minuut de luchtvochtigheid en temperatuur van de omgeving.

3.4 Analyse stelen en mogelijke infectiebronnen

Aanwezige pathogenen op rottende stelen van paprika's werden diagnostisch geanalyseerd (mbv microscoop). Bij twijfel werd er met behulp van specifieke DNA testen (Polymerase Chain Reaction) uitsluitsel gegeven.

Mogelijke infectiebronnen werden bemonsterd door met watten een deel van de infectiebron schoon te vegen. Mogelijke infectiebronnen waren: verschillende oogstbakken, transportbanden en mesjes. Tevens werden er ook fruitvliegjes gevangen. De monsters werden geanalyseerd mbv PCR op *Erwinia* spp. en *Fusarium* spp.

3.5 Infectiedruk lucht

De infectiedruk van schimmels in de lucht werd bepaald (MicroBio MB1) op twee plaatsen in de kas en in de opslagruimte of koeling. Bij het sorteerbeidrijf werd dit in verschillende opslagruimtes gedaan. De metingen werden in duplo uitgevoerd.

3.6 Drogestof- en suikergehalte stelen

Het drogestof- en suikergehalte (refractometer) werden bepaald van de stelen meteen nadat de paprika's geplukt werden en na 10 dagen bewaring (apart voor stelen met en zonder steeltjesrot). Voor elke behandeling werden 8 steeltjes geanalyseerd.

3.7 Bewaarproeven

Bewaarproeven werden uitgevoerd door de temperatuur en luchtvochtigheid tijdens de bewaring te variëren. Dozen paprika's afkomstig van de verschillende telers werden 3 dagen weggezet onder verschillende omstandigheden, waarna ze nog 4 dagen bij kamertemperatuur werden bewaard. Deze opzet werd gekozen om zo goed mogelijk de werkelijkheid na te bootsen. Hierna werden de paprikasteeltjes visueel beoordeeld op steeltjesrot.

De verschillende behandelingen:

1. 22°C en 60-80% RV (doos met deksel)
2. 22°C en 95% RV
3. 14°C en 91% RV
4. 14°C en 94% RV
5. 0,5 dag 22°C en 95% RV, daarna 2,5 dag 14°C en 94% RV
6. 0,5 dag 14°C en 94% RV, daarna 1 uur 22°C en 95% RV, daarna 2,5 dag 14°C en 94% RV

Bij de behandelingen 5 en 6 is geprobeerd om het natslaan van de vruchten op te roepen, door de paprika's eerst te bewaren onder warme omstandigheden en daarna onder koude condities (behandeling 5) en de paprika's te bewaren onder koude condities en tussendoor ze een uur bij warmere omstandigheden te zetten (behandeling 6).

In dezelfde proef is ook de mate van infectiedruk gevarieerd door paprika's te oogsten met een ontsmet mesje (natriumhypochloriet), met een mesje wat niet werd ontsmet en geoogste paprika's (teler 5) vanaf de transportband en vanuit de oogstbak voordat ze gesorteerd werden (teler 1) weg te zetten. Deze dozen werden allen voor 3 dagen bij 14°C en 94% RV en 4 dagen bij kamertemperatuur bewaard. Na 7 dagen werden ze visueel beoordeeld op steeltjesrot.

3.8 Infectieproeven

Om na te gaan welke micro-organismen de primaire oorzaak kunnen zijn van steeltjesrot werden van alle deelnemende bedrijven vruchten met steeltjesrot verzameld. De pathogenen op de steeltjes van deze paprika's zijn geïsoleerd. De vijf meest voorkomende pathogenen zijn gebruikt voor de infectieproeven. De pathogenen werden opgegroeid op speciaal groeimedium. Elke paprika werd besmet met dezelfde hoeveelheid pathogeen (10 microliter (kleine druppel) van stockoplossing met pathogeen).

Een deel van de stelen werd voor het besmetten eerst beschadigd op het boogje. Dit werd uitgevoerd door met behulp van carborundum (als schuurmiddel) over het boogje te wrijven. Na deze beschadiging werden de paprika's binnen een half uur besmet met de verschillende pathogenen. Helaas was het niet mogelijk om de infectie op het snijvlak binnen een half uur na afsnijden uit te voeren. Tussen het plukken van de paprika's en het infecteren van het snijvlak zat ongeveer 5 uur. De proef werd uitgevoerd met paprika's die meteen na het plukken in een doos werden bewaard om met zo schoon mogelijk uitgangsmateriaal te beginnen. In tabel 3 staan de verschillende behandelingen weergegeven.

Tabel 3: Verschillende behandelingen bij infectieproef

Behandeling	Pathogeen	Plaats van opbrengen	Beschadigd met carborundum
1A	X	Snijvlak	Nee
1B	X	Boogje	Nee
1C	X	Boogje	Ja
2A	<i>Erwinia spp.</i>	Snijvlak	Nee
2B	<i>Erwinia spp.</i>	Boogje	Nee
2C	<i>Erwinia spp.</i>	Boogje	Ja
3A	<i>Fusarium spp.</i>	Snijvlak	Nee
3B	<i>Fusarium spp.</i>	Boogje	Nee
3C	<i>Fusarium spp.</i>	Boogje	Ja
4A	<i>Penicillium spp.</i>	Snijvlak	Nee
4B	<i>Penicillium spp.</i>	Boogje	Nee
4C	<i>Penicillium spp.</i>	Boogje	Ja
5A	<i>Cladosporium spp.</i>	Snijvlak	Nee
5B	<i>Cladosporium spp.</i>	Boogje	Nee
5C	<i>Cladosporium spp.</i>	Boogje	Ja
6A	<i>Rhizopus spp.</i>	Snijvlak	Nee
6B	<i>Rhizopus spp.</i>	Boogje	Nee
6C	<i>Rhizopus spp.</i>	Boogje	Ja

Elke behandeling werd in tienvoud uitgevoerd. Dit werd herhaald door paprika's te gebruiken van twee verschillende telers (teler 1 en 2). Na de behandeling werden de paprika's per behandeling apart weggelegd voor drie dagen bij 22°C en 95% RV. Daarna werden ze nog 7 dagen bewaard in dozen bij kamertemperatuur. 10 dagen na de besmetting werden de stelen visueel beoordeeld op steeltjesrot veroorzaakt door de aangebrachte pathogenen.

Tevens werden er ook beschadigde paprikasteeltjes besmet met *Erwinia* spp. welke dezelfde dag of de dag erna werden beneveld met 100 ppm natriumhypochloriet. Dit om te bepalen of een eventuele ontsmetting van stelen in de toekomst mogelijk zou zijn.

4 Resultaten

4.1 Globale inventarisatie bedrijven

Over het algemeen maken de telers gebruik van teeltkarren tussen de planten, waarna de paprika's in een oogstbak worden verzameld, welke dan getransporteerd worden naar een sorteerb企业. De afstand van kas naar sorteerb企业/distributiecentrum verschilt tussen de telers van enkele minuten (teler 4) tot bijna 2 uur (teler 5). Sommige bedrijven sorteren ook direct zelf (teler 1 en 2), waardoor er een transportstap wordt overgeslagen.

Teler 5 bezit over een lange transportband onder de planten, waarover de paprika's na het plukken worden getransporteerd naar een centrale hal. Hier worden de paprika's in oogstbakken verzameld. In tabel 3 staan de teeltomstandigheden van de verschillende telers weergegeven.

Tabel 3: Teeltomstandigheden van deelnemende paprikatelers

Teler	Ras	Mate van Steeltjesrot	Transport/sorteren	Temperatuur kas (°C)	Luchtvochtigheid kas (%)	EC voeding (mS/cm)	Eerste gietbeurt
1	Orange Glory	Veel	Zelf sorteren	Nacht: 20 Overdag: 22	Tussen 75 en 93	2,5	2 uur na zonsopgang
2	Orange Glory	Geen	Zelf sorteren	Gemiddeld 20,2	Gemiddeld: rond 90	2	07:00 uur
3	Orange Glory	Matig	Sorteren na transport	Tussen 20 en 21	Tussen 70 en 90	Druppel: 2,5 mat: 3,5	2,5 uur na zonsopgang
4	Derby (geel)	Matig	Sorteren na transport	Gemiddeld 23,2	Gemiddeld: 76	3,2	10:00 uur
5	Derby (geel)	Veel	Sorteren na transport	Tussen 19,3 en 22	Tussen 58 en 96	Tussen 2,8 en 3,5	Tussen 07:00 en 09:00 uur

Onderzoek vond ook plaats bij een sorteerb企业 (bedrijf 6). Dit bedrijf is gelegen in De Lier. Hier worden paprika's van een groot aantal telers gesorteerd en gedistribueerd, waaronder ook de paprika's van de paprikatelers 3, 4 en 5 in dit project. Tijdens dit proces rollen de paprika's over verschillende transportbanden, waarna ze worden gesorteerd en ingepakt.

Met de verschillende bedrijven werd overlegd over mogelijke oorzaken van steeltjesrot.

Punten die vaak naar voren kwamen bij de verschillende telers zijn:

- Slechte omstandigheden tijdens transport (geen koeling)
- Lange bewaring van de vruchten (probleem vooral in het weekend)
- Hoge luchtvochtigheid in kas (vooral in het najaar, bij nat weer)
- Te weinig ventilatie in koeling, waardoor te hoge luchtvochtigheid in koeling
- Verschillende suikergehaltes van stelen
- Verschillende drogestofgehaltes van stelen
- Verschillende groottes van de vruchten
- Slechte hygiëne
- Rottende paprika's op de grond en fruitvliegjes oorzaak van verspreiding
- Besmettingen via mesjes
- Verschil in bewaaromstandigheid (doos versus kist)
- Beschadiging aan steel (slecht afsnijden) stimuleert steeltjesrot
- Kleine dunne stelen meer of minder last van steeltjesrot dan dikke stelen
- Invloed van eerste gietbeurt
- Is steeltjesrot rasgevoelig?
- Infectiedruk aanwezig in de lucht?

4.2 Volgen van oogsttraject

Bij alle telers werd er met behulp van loggers het oogsttraject gevolgd (zie bijlage). Deze data werd onderling vergeleken om kritieke bewaaromstandigheden te traceren. Mogelijke kritieke punten die naar voren kwamen uit de data zijn:

- Bij transport wordt niet altijd gekoeld
- Hoge luchtvochtigheid tijdens transport
- Hoge luchtvochtigheid bij langzame langdurige afkoeling (bijvoorbeeld in weekend)

4.3 Analyse stelen en mogelijke infectiebronnen

Paprika's met steeltjesrot werden diagnostisch onderzocht om te bepalen welke pathogenen aanwezig waren op de rottende stelen. Hieruit kwamen de volgende micro-organismen naar voren:

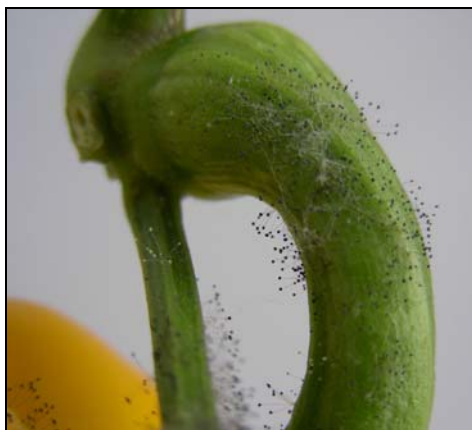
- *Erwinia* spp. (figuur 3)
- *Fusarium* spp. (figuur 4)
- *Geotrichem* spp.
- *Cladosporium* spp.
- *Aspergillus* spp.
- *Rhizopus* spp. (figuur 5)
- *Penicillium* spp. (figuur 6)



Figuur 3: Steeltjesrot veroorzaakt door *Erwinia*



Figuur 4: Steeltjesrot veroorzaakt door *Fusarium*



Figuur 5: Steeltjesrot veroorzaakt door *Rhizopus*



Figuur 6: Steeltjesrot veroorzaakt door *Penicillium*

Erwinia werd het meeste aangetroffen op de steeltjes (85%) en veroorzaakte ook de grootste schade. De schimmels *Fusarium*, *Geotrichem*, *Cladosporium*, *Aspergillus* en *Penicillium* kwamen meestal secundair voor (samen met *Erwinia*). Wanneer deze schimmels

alleen werden aangetroffen bleef de schade beperkt tot een lichte schimmelpluis. Alleen de schimmel *Rhizopus* veroorzaakte bij sommige gevallen meer schade (figuur 5).

Mogelijke infectiebronnen werden bemonsterd en geanalyseerd m.b.v. PCR op de aanwezigheid van *Erwinia* spp en *Fusarium* spp.. De resultaten staan weergegeven in tabel 4.

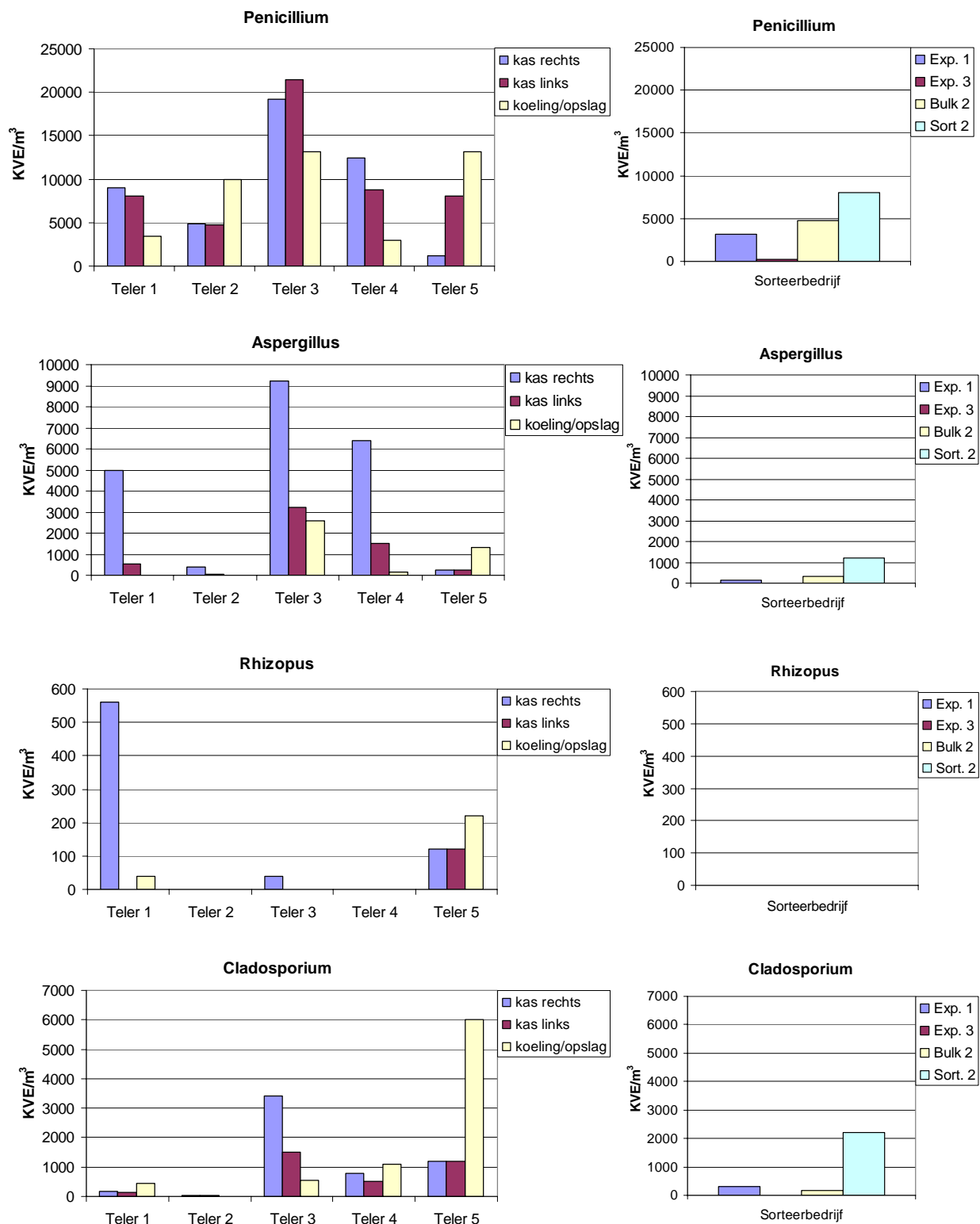
Tabel 4: Resultaten van aanwezigheid van *Erwinia* spp. en/of *Fusarium* spp. bij mogelijke infectiebronnen.

	Monster	<i>Erwinia</i>	<i>Fusarium</i>
Teler 1	Mesjes	weinig	-
Teler 1	Bakjes van transportband	+	+
Teler 1	Oogstbak 1 t/m 3	allen +	allen +
Teler 1	Transportband begin	+	+
Teler 1	Transportband eind	+	+
Teler 2	Transportband begin	+	+
Teler 2	Transportband eind	+	+
Teler 2	Oogstbak	-	+
Teler 3	Mesjes	weinig	-
Teler 3	Oogstbak 1 en 2	allen +	allen +
Teler 3	Oogstzak	+	+
Teler 3	Fruitlegjes	+	-
Teler 4	Mesjes	-	-
Teler 4	Oogstzak/bak	+	+
Teler 4	Oogstbak	+	+
Teler 5	Mesjes 1 t/m 3	allen -	2 + en 1 -
Teler 5	Vliegjes 1 t/m 3	allen +	allen +
Sorteerbedr.	Transportband begin 1	+	+
Sorteerbedr.	Transportband begin 2	+	-
Sorteerbedr.	Transportband rood	+	+
Sorteerbedr.	Transportband eind	+	weinig
Sorteerbedr.	Rolband	+	+
Sorteerbedr.	Rolband papier	+	+
Sorteerbedr.	Transportbakjes	+	+

Bijna overal werd zowel *Fusarium* als *Erwinia* gevonden. Alleen op de mesjes werden beide pathogenen vrijwel niet gedetecteerd. Teler 2 was de enige teler waarbij geen *Erwinia* in de oogstbak werd gevonden. De oogstbakken zagen er visueel zeer schoon uit. Deze teler had geen last van steeltjesrot.

4.4 Infectiedruk lucht

In de lucht werden voornamelijk de volgende schimmels gevonden; *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., *Aspergillus* spp. en *Rhizopus* spp. Figuur 7 laat het verschil van voorkomen zien van de verschillende schimmels voor de 6 bedrijven.



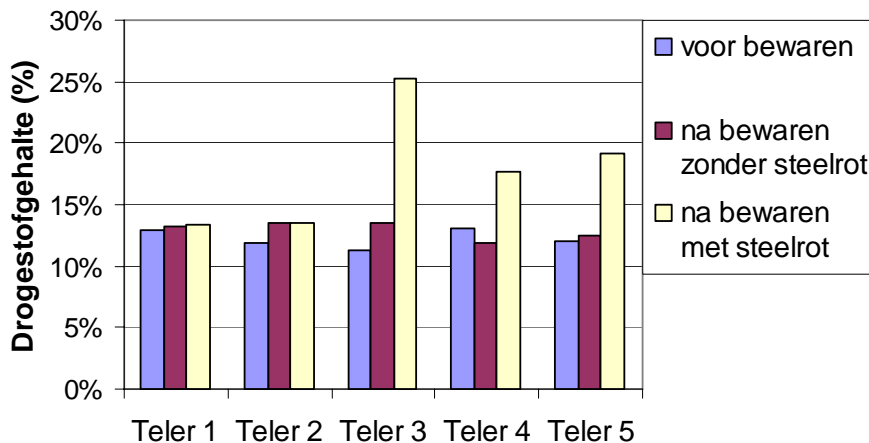
Figuur 7: Resultaten van infectiedruk in de lucht voor de zes verschillende bedrijven. De infectiedruk werd gemeten op twee verschillende plaatsen in de kas en in de opslagruimte of koeling (KVE=kolonie vormende eenheden, Exp.=Expeditieruimte, Sort.=Sorterruimte).

Bij teler 3 werd meer *Penicillium*, *Cladosporium* en *Aspergillus* gevonden vergeleken met de andere telers. De schimmel *Rhizopus* werd alleen gevonden bij de telers 1 en 5. Bij deze twee telers werd ook steeltjesrot op de paprika's gevonden wat veroorzaakt was door deze

schimmel. *Rhizopus* werd niet gevonden op de steeltjes bij de andere drie telers. Teler 2, die geen last heeft van steeltjesrot, heeft een lagere infectiedruk in de lucht vergeleken met de vier andere telers. De infectiedruk in de lucht van de opslagruimtes in het sorteerbiedrijf waren laag. Alleen in de sorteerhal (Sort. 2) werd een iets hoger aantal van sporen in de lucht gemeten.

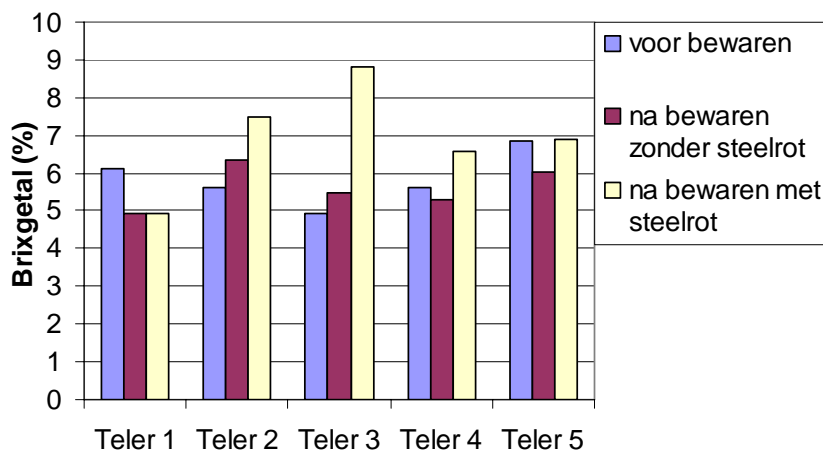
4.5 Drogestof- en suikergehalte stelen

Figuur 8 laat het drogestofgehalte zien van de paprikasteeltjes vóór de bewaarproef en ná de bewaarproef met en zonder steeltjesrot. Het rotten van de steeltjes zorgde bij telers 3 t/m 5 voor een hoger drogestofgehalte van de stelen na het bewaren. De overige waarden voor drogestofgehalte lagen tussen de 11 en 14%.



Figuur 8: Resultaten voor het drogestofgehalte van de paprikasteeltjes voor en na de bewaarproef

Figuur 9 laat het suikergehalte zien van de paprikastelen voor en na de bewaarproef (met en zonder steeltjesrot). De steeltjes met steeltjesrot laten bij de meeste telers een hoger suikergehalte zien dan stelen zonder rot. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de omzetting van cellulose uit de celwanden van de plant naar suikers door de aanwezige pathogenen.



Figuur 9: Resultaten van het suikergehalte van de paprikasteeltjes voor en na de bewaarproef

4.6 Bewaarproeven

Tabel 5 toont de resultaten van de bewaarproeven met paprika's van de verschillende bedrijven. Na bewaring bij een temperatuur van 22°C en luchtvochtigheid van 95% werd de meeste steeltjesrot gevonden voor alle bedrijven. Wanneer de paprika's direct na het plukken in bewaring werden genomen was het percentage steeltjesrot na 7 dagen een stuk lager vergeleken met paprika's uit oogstbakken en/of transportbanden. Hieruit blijkt dat vruchten worden besmet tijdens het traject tussen oogsten en sorteren. Weinig verschil werd gevonden wanneer er gebruik werd gemaakt van ontsmette mesjes versus niet ontsmette mesjes, behalve voor teler 4. Teler 2 zonder steeltjesrot scoorde aanzienlijk beter vergeleken met de telers met steeltjesrot. Toch was steeltjesrot ook op te roepen bij deze teler, wanneer de bewaaromstandigheden maar slecht genoeg waren (22°C, 95 % RV).

Bij teler 5 was het percentage steeltjesrot nadat de paprika's over het transportsysteem onder de planten waren vervoerd even hoog als dat ze vanuit de oogstbakken in de bewaring werden genomen. Het percentage steeltjesrot van de paprika's die direct in bewaring waren genomen na het plukken lag veel lager. Dit betekent dat de infectiedruk vooral toeneemt tijdens het vervoeren van de paprika's over de transportband.

Tabel 5: Resultaten van bewaarproeven voor paprika's van 5 verschillende telers. Steeltjesrot werd visueel beoordeeld na 3 dagen bewaring onder verschillende omstandigheden en 4 dagen bij kamertemperatuur.

		Teler 1 met steeltjes rot (oranje)	Teler 2 zonder steeltjes rot (oranje)	Teler 3 met enige steeltjes rot (oranje)	Teler 4 met enige steeltjes rot (geel)	Teler 5 Met steeltjes rot (geel)
Bewaring	Behandeling	% steeltjes- rot na 7 dagen	% steeltjes- rot na 7 dagen	% steeltjes- rot na 7 dagen	% steeltjes- rot na 7 dagen	% steeltjes- rot na 7 dagen
22°C, 60-80 % RV deksel	Na sorteren	33	5	33	41	50
22°C, 95 % RV ingepakt	Na sorteren	44	24	56	100	78
14°C, 91% RV deksel	Na sorteren	30	5	33	38	50
14°C, 94% RV ingepakt	Na sorteren	22	14	33	50	61
0,5 dag 22°C (95% RV), 2,5 dag 14°C (94% RV)	Na sorteren	19	24	11	24	61
0,5 dag 14°C (94% RV), 1 uur 22°C (95% RV) 2,5 dag 14°C (94% RV)	Na sorteren	19	18	33	16	39
14°C, 94% RV ingepakt	Ontsmet mesje, direct in bewaring	8	Nvt	11	7	19
14°C, 94% RV ingepakt	Normaal mesje, direct in bewaring	4	Nvt	5	27	6
14°C, 94% RV ingepakt	Vanuit oogstbak/ transportband in bewaring	8	Nvt	Nvt	Nvt	59

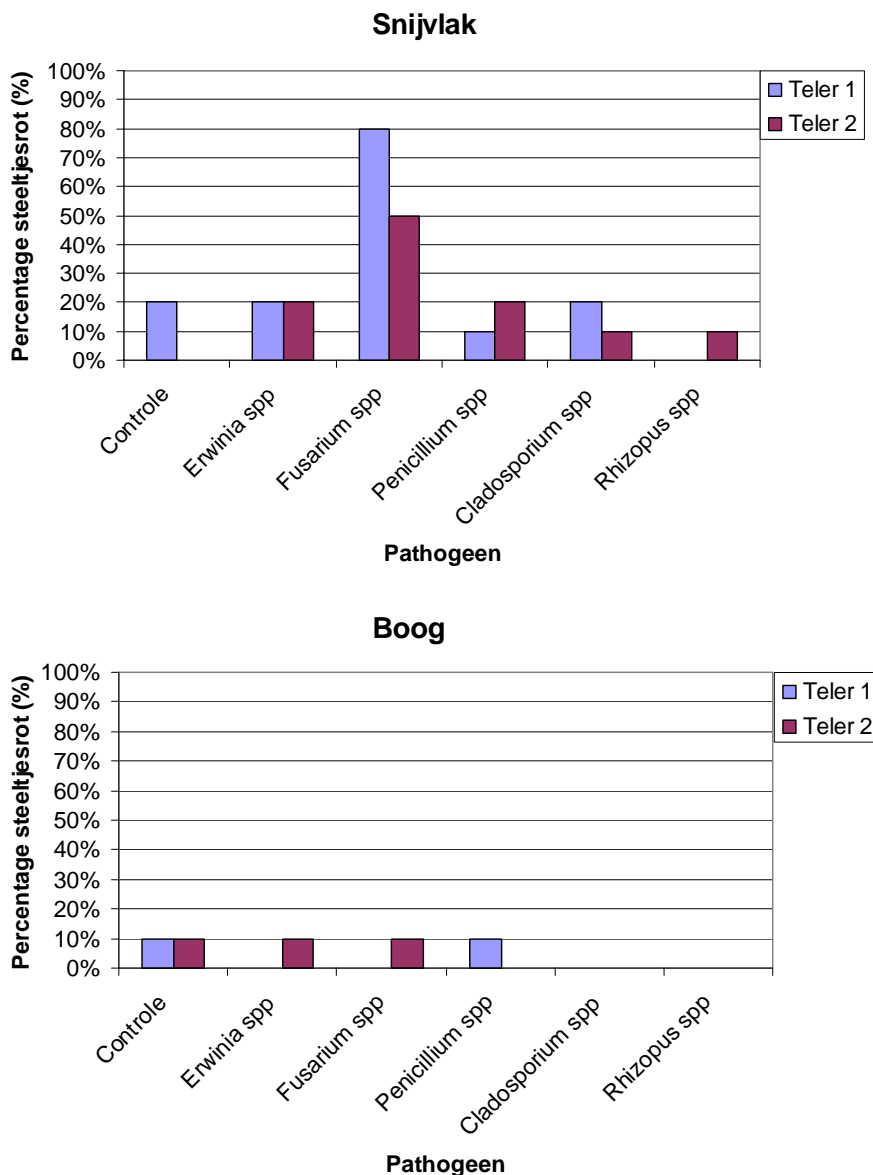
Van de geïnfecteerde paprika's die werden gevonden bij de bewaarproeven was bij ongeveer 85% *Erwinia* de primaire oorzaak van steeltjesrot. *Rhizopus* werd alleen gevonden

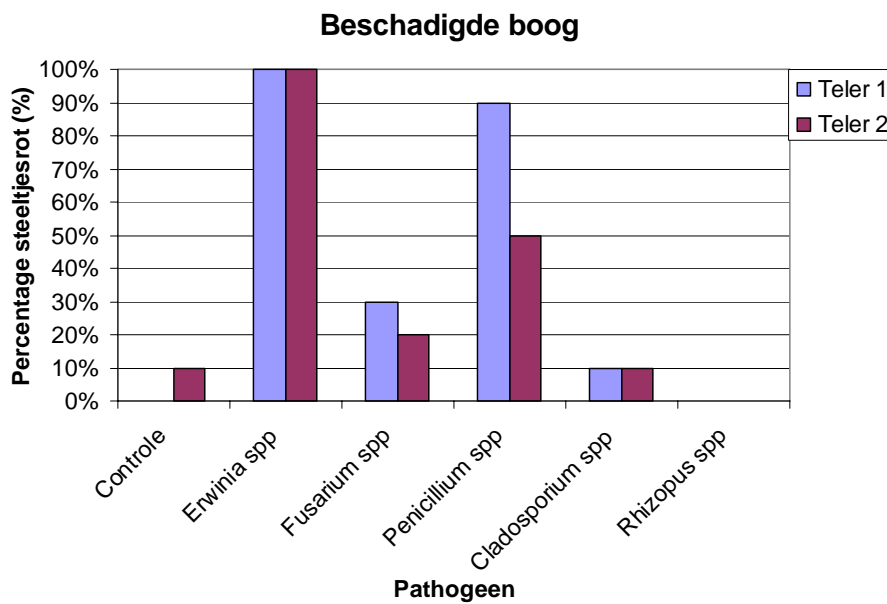
bij telers 1 en 5 (rond 20% van geïnfecteerde steeltjes). De overige schimmels die werden gevonden waren of secundair aanwezig of gaven alleen een lichte schimmelpuis.

4.7 Infectieproeven

Met paprika's afkomstig van twee telers (teler 1 en 2, tabel 2) werden infectieproeven uitgevoerd (figuur 10). Vijf verschillende pathogenen werden aangebracht op het snijvlak van de steel, op het boogje en op het boogje wat eerst werd beschadigd. *Fusarium* groeide vooral goed op het snijvlak na 10 dagen. De andere pathogenen besmetten de steeltjes voor maximaal 20% op het snijvlak van de paprika's. Dit verschilde niet met de controle, omdat daar ook al een besmetting van 20% zichtbaar was. Waarschijnlijk lag de aantasting zo laag op het snijvlak, omdat de steeltjes pas 5 uur na het plukken werden besmet. In deze 5 uur is het snijvlak waarschijnlijk opgedroogd.

Wanneer de pathogenen op het boogje van de steeltjes werden aangebracht werd maximaal 10% van de paprikasteeltjes besmet, terwijl wanneer de boogjes van tevoren werden beschadigd *Penicillium* 50 tot 90% van de paprika's infecteerde en *Erwinia* zelfs 100%. De besmetting met *Rhizopus* gaf amper aantasting. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de manier van besmetten. Het was niet gelukt om van *Rhizopus* een stockoplossing voor besmetten te maken. Vanwege deze reden is de besmetting door middel van enten uitgevoerd. Waarschijnlijk is dit niet goed aangeslagen.





Figuur 10: Resultaten van de infectieproeven. Paprikastelen werden besmet met 5 verschillende pathogenen op het snijvlak, boogje en op een beschadigd boogje van de steel.

Een aantal paprika's met een beschadigde steel werden geïnfecteerd met *Erwinia* welke daarna meteen ontsmet werden door de steeltjes te benevelen met 100 ppm natriumhypochloriet. Tevens werden ook steeltjes de dag erna beneveld. De steeltjes die meteen met natriumhypochloriet werden beneveld na besmetting lieten 30% minder aantasting zien dan de niet benevelde stelen (70% versus 100%) na tien dagen. De stelen die pas de dag erna werden behandeld met natriumhypochloriet gaven nog minder aantasting (55% versus 100%) na tien dagen. Het is lastig hieruit conclusies te trekken. Door met natriumhypochloriet te benevelen wordt de steel nat gemaakt wat gunstig kan zijn voor een pathogeen. Tevens wordt natriumhypochloriet zeer snel afgebroken door organisch materiaal. Waarschijnlijk hebben deze factoren een grote invloed op de werkzaamheid van het benevelen van steeltjes met natriumhypochloriet.

Om een beter beeld te krijgen op de mogelijkheid van ontsmetten van de steeltjes met natriumhypochloriet zou een uitgebreidere proef uitgevoerd moeten worden waarbij rekening gehouden wordt met de concentratie natriumhypochloriet, de hoeveelheid vocht waarmee je beneveld en de mate van indroging bij de stelen.

5 Discussie

5.1 Besmettingsbron

Meerdere pathogenen werden gevonden op de stelen van paprika's met steeltjesrot. De bacterie *Erwinia* werd het vaakste (85%) aangetroffen en veroorzaakte ook de meeste schade op de stelen. *Erwinia* veroorzaakt een rottende en stinkende steel. Schimmels zoals *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* en *Geotrichum* kwamen ook voor, maar veroorzaakten alleen een lichte schimmelpuis en geen echte rot van de steel. De schimmel *Rhizopus* werd bij sommige telers aangetroffen en was wel in staat om een steel te laten rotten. Geïnfecteerde stelen zijn een grote infectiebron als ze in contact komen met gezonde paprika's.

Uit de bewaarproeven blijkt dat de besmetting van een paprikasteeltje pas plaatsvindt nadat de paprika van de plant is afgesneden. Proeven met paprika's die direct na het afsnijden in bewaring werden gebracht (tabel 5) lieten veel minder steeltjesrot zien dan paprika's die vanuit een oogstbak of transportband in bewaring werden genomen.

Het materiaal waar de paprika's mee in aanraking komen tijdens het oogsttraject was zo goed als allemaal besmet met *Erwinia* en *Fusarium* (tabel 4). Ook fruitvliegjes werden positief bevonden voor beide pathogenen. Paprika's die net geplukt zijn en in aanraking komen met een besmette transportband of oogstbak kunnen hierdoor makkelijk besmet raken waardoor steeltjesrot kan ontstaan. Bij paprika's die lang in een oogstbak liggen in de kas of een tijd over een transportband worden getransporteerd in de kas hebben fruitvliegjes langer de tijd om de stelen te besmetten. Tevens kan er besmetting plaatsvinden als stelen tegen besmette oppervlaktes schuren. Hoe groot de invloed is van fruitvliegjes en transportbanden is niet precies vastgesteld in dit onderzoek. Aanvullend onderzoek zou dit duidelijk kunnen maken.

In de lucht werden verschillende schimmels gevonden, wat ook een infectiebron voor de stelen zou kunnen zijn. Wanneer er wordt gekeken naar de infectiedruk in de lucht valt op dat bij teler 3 de infectiedruk hoger ligt dan voor andere telers. De schimmel *Rhizopus* werd alleen gevonden in lage mate in de lucht bij telers 1 en 5. Dit kwam overeen met wat er op de paprikasteeltjes werd gevonden. *Rhizopus* werd alleen aangetroffen bij telers 1 en 5 op de paprikasteeltjes. De infectiedruk in de lucht voor de teler zonder steeltjesrot lag een stuk lager vergeleken met de telers met steeltjesrot.

Bij de infectieproeven werd aangetoond dat een beschadiging aan de boog van de steel een grote invloed heeft op de mate van steeltjesrot. Dit is vooral bij *Erwinia* het geval. Als een steeltje beschadigd is op het boogje, geeft dit een besmettingspercentage van 100% voor *Erwinia*. De infectie van de pathogenen op het snijvlak was relatief laag vergeleken met de infectie op een beschadigde boog. De reden hiervoor zou kunnen zijn dat de tijd tussen het beschadigen (dus plukken of boog beschadigen) en het besmetten van het steeltje verschilde tussen beide behandelingen (5 uur versus 0,5 uur). Het snijvlak was opgedroogd voordat de pathogenen werden aangebracht. Dit was niet het geval bij de beschadiging aan de boog. In de praktijk kunnen de vruchtstelen beschadigen in het oogst/sorteertraject waar de infectiedruk is vastgesteld. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan beschadiging van de onderste paprika's in de oogstbak door te hoge druk van teveel gestapelde paprika's of beschadiging van de stelen door het rollen van de vruchten over transportbanden. Voordat de beschadigde vruchtstelen kans krijgen om op te drogen heeft infectie al plaatsgevonden.

Het probleem van natte steeltjesrot bij de eerste of tweede vruchtzetting wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de dan nog zwakke steeltjes die makkelijk beschadigd raken. Sommige telers constateren steeltjesrot alleen bij de tweede zetting. Bij de eerste zetting is het transportsysteem nog schoon en is dit pas een mogelijke bron voor infectie bij de tweede zetting. Vervuiling in het na oogsttraject kan voor ruwere oppervlaktes zorgen (transportbanden, oogstbakken), waardoor schuurschade meer kans krijgt en tevens kan deze vervuiling een infectiebron van micro-organismen zijn.

Het suikergehalte (brixgetal) en drogestofgehalte van de steeltjes lieten geen verschillende waarden zien voor paprika's afkomstig van telers met minder of zonder steeltjesrot vergeleken met telers met steeltjesrot.

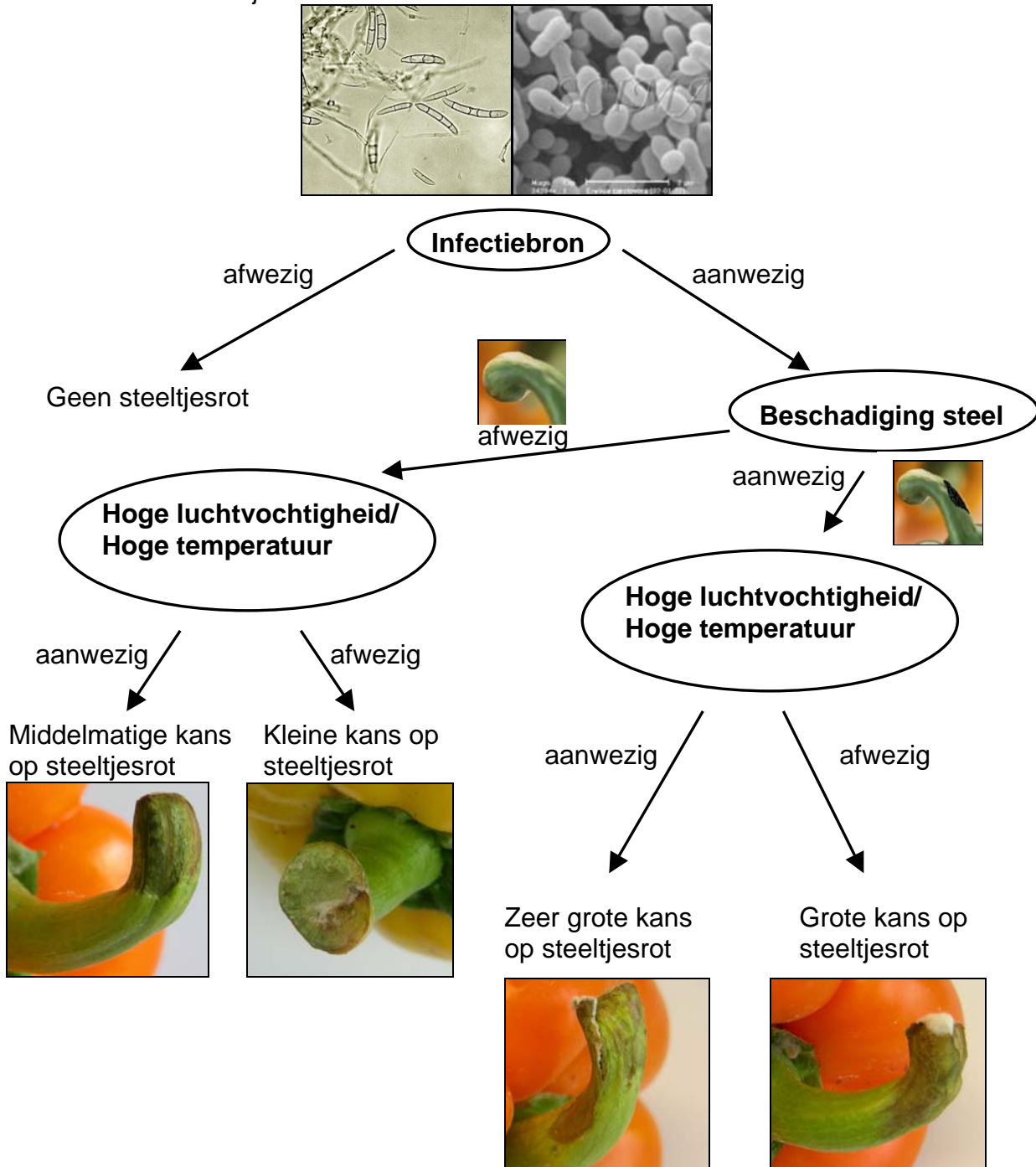
5.2 Bewaaromstandigheden

Dozen met paprika's werden voor alle telers onder verschillende omstandigheden bewaard en gescoord op steeltjesrot. Uit de resultaten kwam naar voren dat zowel de mate van besmetting als de bewaaromstandigheden invloed kunnen hebben op de mate van steeltjesrot. Wanneer de paprika's worden weggenomen aan het einde van het oogsttraject en onder verschillende condities worden bewaard zijn er verschillen in percentage steeltjesrot waar te nemen. Vooral bewaring bij hoge luchtvochtigheid (>92%) en hoge temperatuur (22°C) geeft een hoger percentage steeltjesrot. Bij 1 teler werd zelfs 100% steeltjesrot gevonden bij deze bewaaromstandigheden. Minder steeltjesrot werd er waargenomen wanneer bij dezelfde temperatuur werd bewaard, maar waar de luchtvochtigheid lager lag. Opvallend is tevens dat bij teler 2, zonder steeltjesrot, toch ook steeltjesrot op te roepen was met slechte bewaaromstandigheden. Deze waarden lagen nog wel een stuk lager dan bij telers met steeltjesrot, wat betekent dat deze paprikasteeltjes een lagere infectiedruk en/of minder gevoelig waren vergeleken met paprika's van telers met steeltjesrot.

Een plek waar het lastig is om het klimaat goed te kunnen controleren is in de oogstbak. In het midden en onderin de oogstbak zal de temperatuur en luchtvochtigheid hoger liggen dan bij de randen en bovenin de oogstbak. Ventileren van de oogstbakken via gaten in de zijkant of de oogstbakken minder hoog maken zouden oplossingen kunnen zijn voor dit probleem.

6 Conclusie

Uit de gevonden resultaten is een schema met betrekking op de kans van steeltjesrot opgesteld (figuur 11). De aanwezigheid van een infectiebron is de belangrijkste factor voor de kans op een uitbraak van steeltjesrot. Het is daarom belangrijk om infectiebronnen te verwijderen. Het is niet duidelijk of de infectiebronnen voor 100% weggenomen kunnen worden. Daarnaast is het voorkomen van beschadigingen aan de steeltjes van groot belang. Infectieproeven hebben uitgewezen dat een beschadiging van een steel voor bijvoorbeeld *Erwinia* een infectieverhoging tot 100% kan opleveren. Als laatste hebben, als er besmetting van de vruchtstelen heeft plaatsgevonden, ook de bewaaromstandigheden invloed op het ontstaan van steeltjesrot.



Figuur 11: Schematische weergave voor kans op steeltjesrot met daarbij de belangrijkste factoren die invloed hebben op een uitbraak.

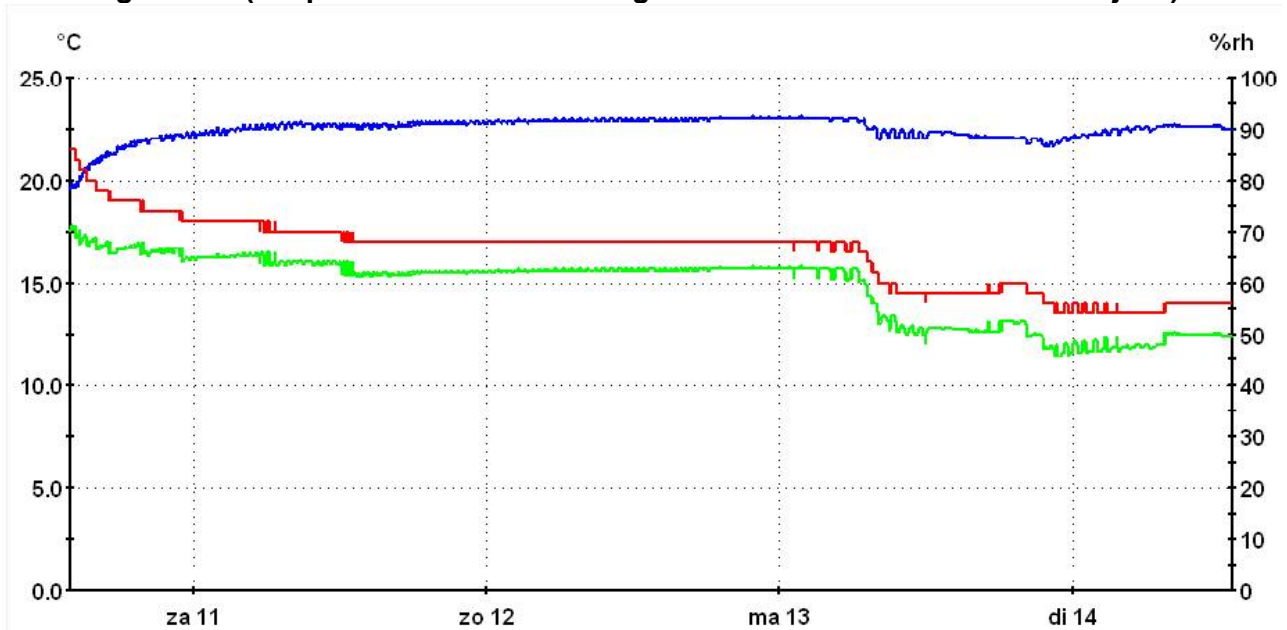
7 Aanbevelingen

Om de kans voor een uitbraak van steeltjesrot zo laag mogelijk te houden is het belangrijk om de volgende adviezen op te volgen:

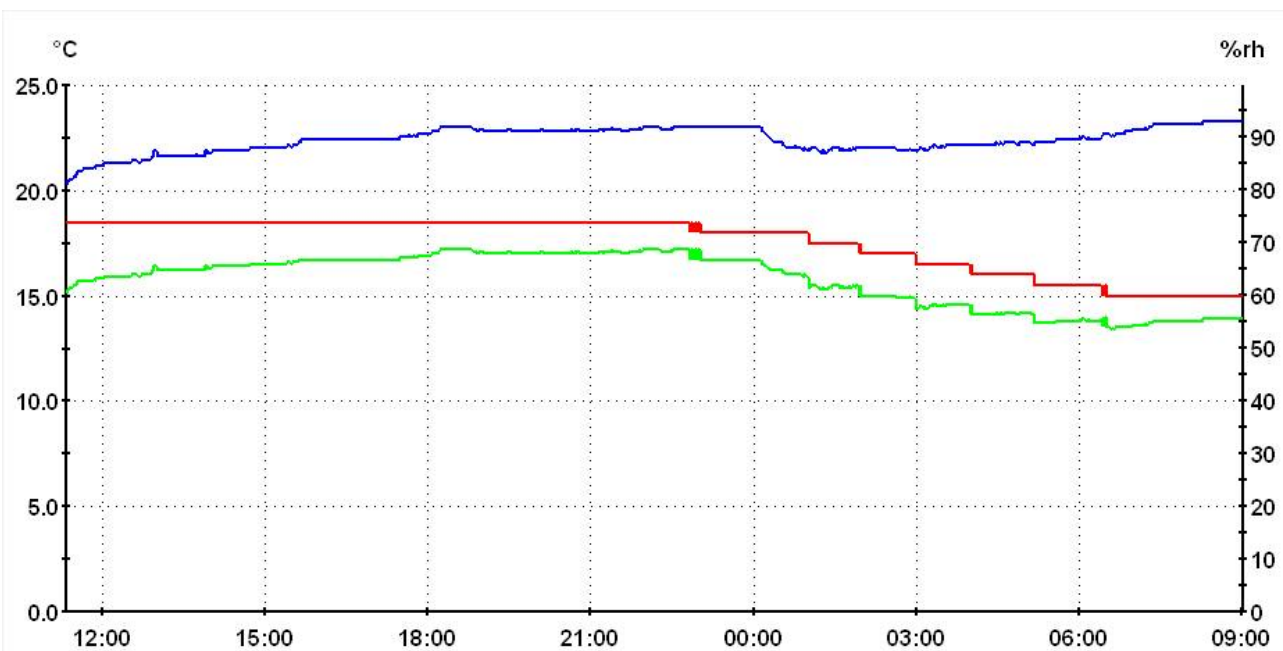
- Bij sorteren bloemetjes en bladeren zo goed mogelijk verwijderen (eventueel met behulp van een zuiger).
- Kans op schuurschade verminderen en voedingsbodem voor micro-organismen verwijderen door vervuiling op transportbanden en sorteermachine te verwijderen.
- Besmetting afdoden op transportbanden, oogstbakken, teeltkarren etc. Na reiniging ontsmetten met bijvoorbeeld natriumhypochloriet.
- Kas schoonhouden, paprika's op de grond zo snel mogelijk verwijderen (in plastic zak)
- Fruitvliegjes voorkomen in de kas en opslagruimte.
- Steeltjes zo min mogelijk beschadigen, dus netjes afsnijden en voorzichtig met transport en sorteren. Voorkomen dat onderste steeltjes beschadigen in oogstbak, door minder paprika's te stapelen of oogstbak minder hoog te maken
- Oogstbakken beter ventileren door zijkant van bakken luchtdoorlatend te maken
- Voorkomen van hoge luchtvochtigheid (>92%); bijvoorbeeld door te ventileren in de koeling en op transport.
- Bij teeltwissel alles goed schoonmaken.

Bijlage

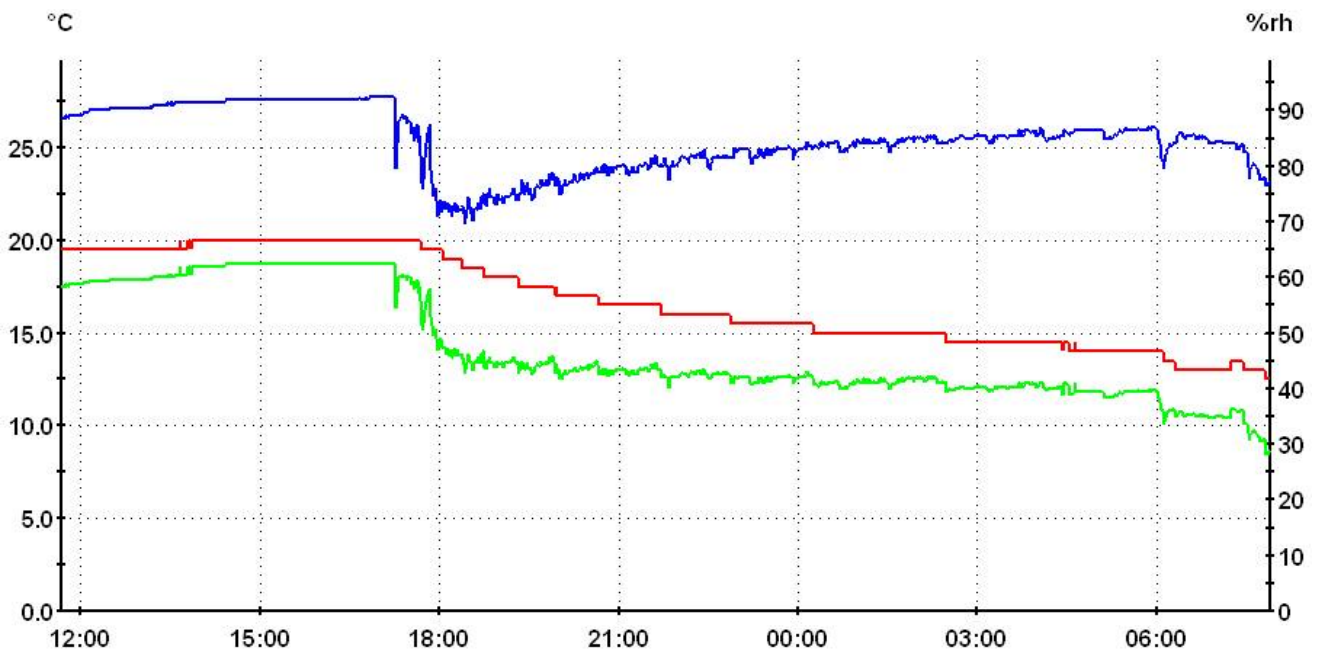
Gelogde data (temperatuur en luchtvochtigheid van de 5 deelnemende bedrijven)



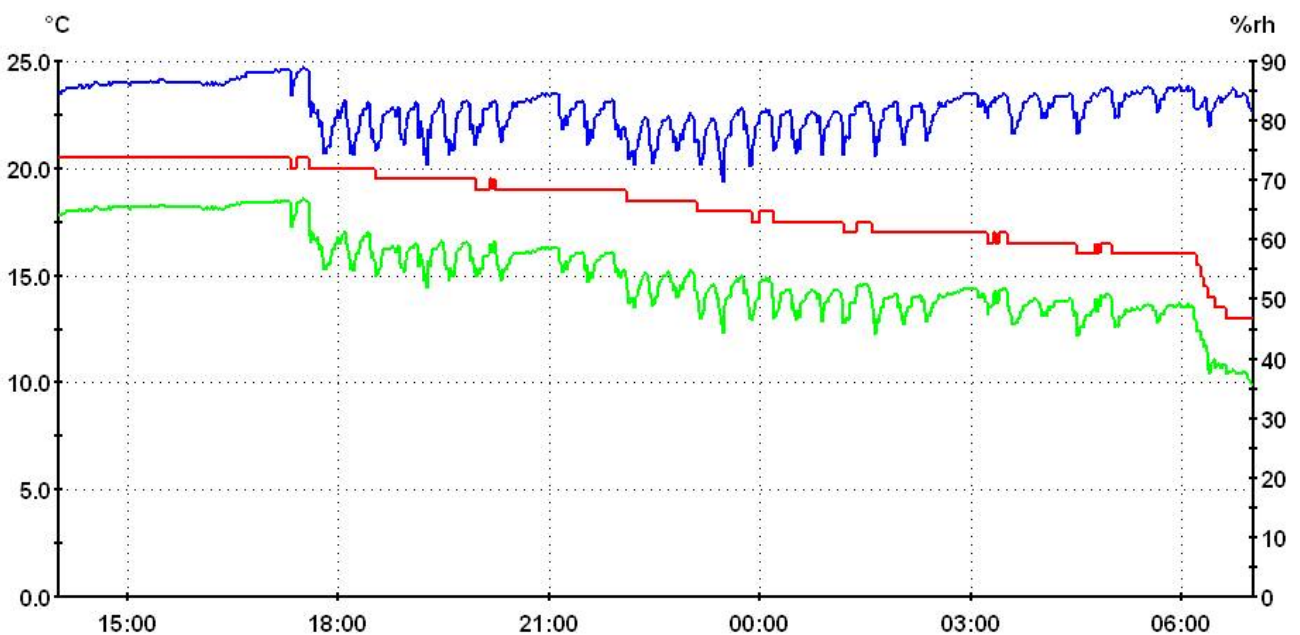
Teler 1: Logger in koeling in paprikadoos op 10 oktober 2008 rond 14:00u. Transport op maandag rond 6:30 naar distributiecentrum. Op dinsdag 14 oktober rond 12:30u werd de logger verwijderd (blauw = luchtvochtigheid, rood = temperatuur, groen = dauwpuntstemperatuur).



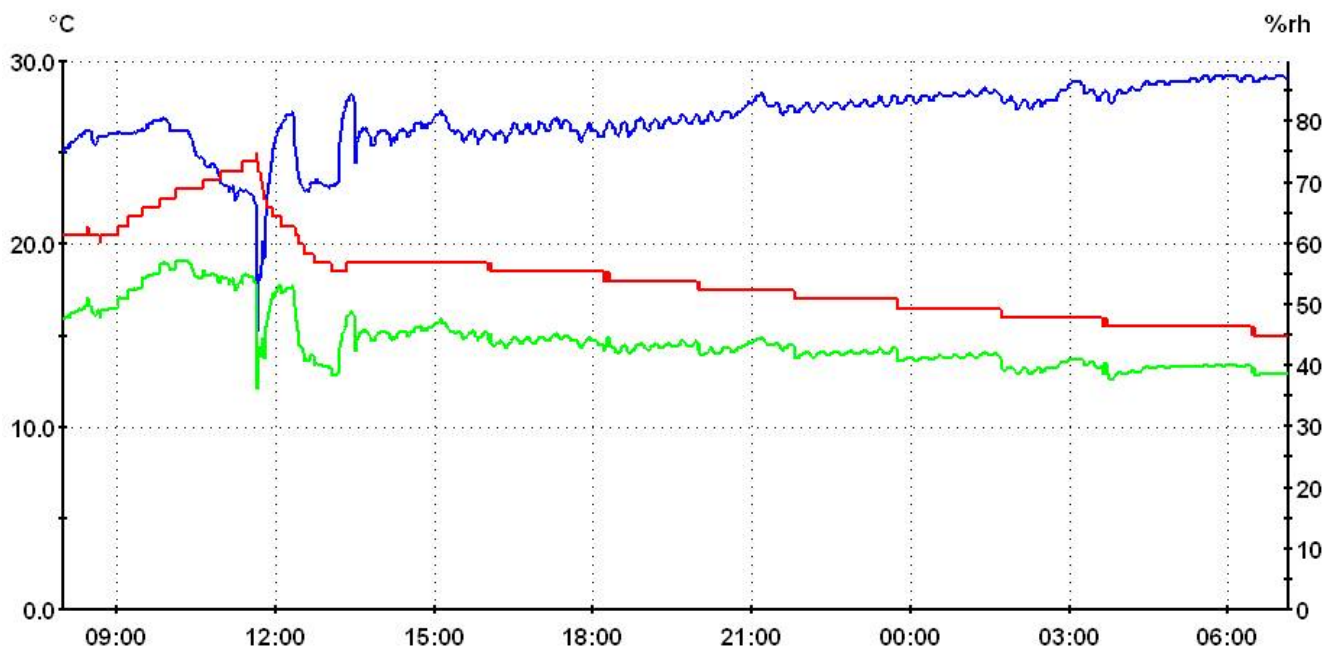
Teler 2: Logger in paprikadoos op dinsdag 14 oktober 2008 rond 11:30u. Transport op dinsdag rond 23:00 naar distributiecentrum. Op woensdag 15 oktober rond 12:30u werd de logger verwijderd (blauw = luchtvochtigheid, rood = temperatuur, groen = dauwpuntstemperatuur).



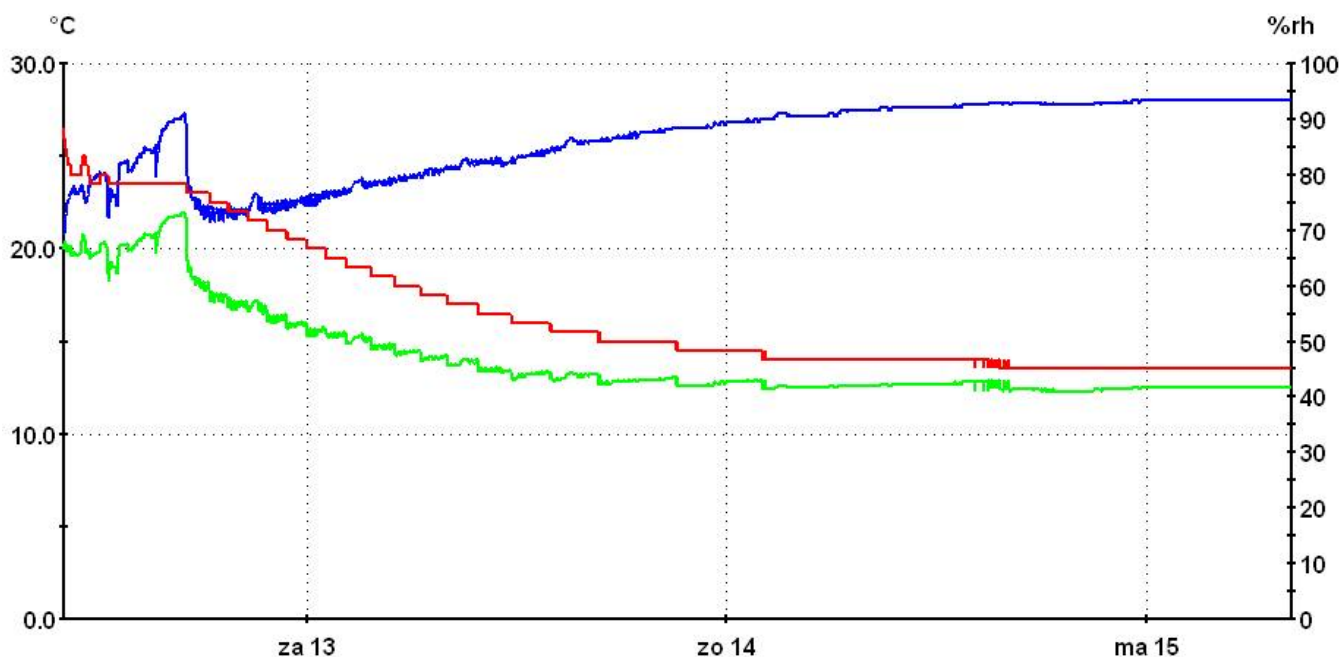
Teler 3: Logger in oogstbak op dinsdag 21 oktober 2008 rond 11:30u. Transport op dinsdag rond 17:15 naar sorteercentrum. Op woensdag 22 oktober rond 6:30u werd de logger verwijderd (blauw = luchtvochtigheid, rood = temperatuur, groen = dauwpuntstemperatuur).



Teler 4: Logger in oogstbak op donderdag 23 oktober 2008 rond 14:00u. Transport op donderdag rond 17:15 naar sorteercentrum. Op vrijdag 24 oktober rond 6:30u werd de logger verwijderd (blauw = luchtvochtigheid, rood = temperatuur, groen = dauwpuntstemperatuur).



Teler 5 doordeweeks: Logger in kas op donderdag 18 september 2008 rond 08:30u, in oogstbak rond 09:00 Transport op donderdag rond 11:30 naar sorteercentrum. Op vrijdag 19 september rond 6:30u werd de logger verwijderd (blauw = luchtvochtigheid, rood = temperatuur, groen = dauwpuntstemperatuur).



Teler 5 weekend. Logger in kas op vrijdag 12 september 2008 rond 10:15u, in oogstbak rond 12:30. Transport op vrijdag rond 16:20 naar sorteercentrum. Op maandag 15 september rond 8:00u werd de logger verwijderd (blauw = luchtvochtigheid, rood = temperatuur, groen = dauwpuntstemperatuur) .