

Bewaren van onbeworteld stek

Bewaring van onbeworteld van aster en solidago

B. Eveleens, D. Krijger, D. Kouwenhoven, Th. Van den Berg, H.J. van Telgen

© 2002 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd, 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 is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. 545; € 20, -

Deze project werd gefinancierd door Productschap Tuinbouw.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Linnaeuslaan 2a
: 1431 JV Aalsmeer
Tel. : 0297 - 352525
Fax : 0297 - 352270
E-mail : infoglastuinbouw@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1 INLEIDING.....	5
2 INVENTARISATIE MEETPARAMETERS TIJDENS BEWARING.....	7
2.1 Aster.....	7
2.2 Solidago.....	8
2.3 Conclusies.....	8
3 EFFECT VAN VERPAKKING EN BEWAARDUUR LANGER DAN 4 WEKEN.....	11
3.1 Aster : Effect van verpakking	11
3.2 Solidago: Het effect van bewaarduur langer dan 4 weken.....	11
3.3 Conclusies.....	12
4 TEMPERATUURVERLOOP EN ETHYLEENPRODUCTIE TIJDENS BEWARING.....	15
4.1 Aster : Temperatuurverloop tijdens bewaring.....	15
4.2 Solidago: Ethyleenproductie tijdens bewaring.....	17
4.3 Conclusie	17
5 WEGVANGEN VAN ETHYLEEN IN DE TRANSPORTDOOS	19
5.1 Inleiding.....	19
5.2 Conclusie	20
6 KLEINSCHALIG ONDERZOEK NAAR BEWAAROMSTANDIGHEDEN.....	21
6.1 Inleiding.....	21
6.2 Ethyleen absorbens.....	21
6.3 Effect van verschillen in bewaaromstandigheden	23
7 BEWARING VAN STEK ONDER VERANDERDE ATMOSFEER.....	29
7.1 Inleiding.....	29
7.2 Opzet en uitvoering.....	29
7.3 Resultaten	30
7.4 Conclusie	31
8 CONCLUSIE.....	33
LITERATUUR.....	35

1 Inleiding

Uit voorzorg worden in de praktijk geoogste stekken van aster en solidago maximaal een week bewaard. Bij langere bewaring (of transport) traden vaak problemen op als uitval ten gevolge van rot en/of slechte beworteling. Een langere bewaarduur is gewenst, zowel voor planning van werkzaamheden als behoud van kwaliteit bij transport.

Bij het begin van het onderzoek zijn een aantal mogelijke oorzaken de revue gepasseerd:

1. Slap gaan als gevolg van overmatig waterverlies
2. Verdroging en celdood aan wondoppervlak met als gevolg verstoorde wateropname en moeilijker wortelvorming
3. Verlies bewortelingsvermogen
4. Bladvergeling, bladrot tijdens bewaring gevolgd door schimmelaantasting.

Op basis van deze aannames zijn een drietal proeven uitgevoerd waarbij geïnventariseerd is wat er precies tijdens bewaring gebeurt met vers- en drooggewicht, beworteling en uiterlijke kwaliteit van de stek. Doel hiervan was enerzijds om inzicht te krijgen in de primaire oorzaak en anderzijds om er achter te komen of er objectieve meetparameters zijn waarmee bewaarduur of kwaliteitsverlies kan worden gemeten.

In eerste instantie was het project geformuleerd voor *Aster ericoides*, maar later is ook *Solidago* toegevoegd omdat hierbij vergelijkbare problemen spelen. Doordat de werkwijze en problematiek bij beide gewassen zo overeenkomen, zullen waarnemingen en conclusies bij het ene gewas vrijwel naadloos van toepassing zijn bij het andere gewas.

2 Inventarisatie meetparameters tijdens bewaring

2.1 Aster

2.1.1 Opzet en uitvoering

Bij de firma Moerplant in De Lier zijn 17 augustus 2000 duizend vers geoogste stekken in geperforeerde PE-zakjes gedaan, deze zakjes zijn weer tussen kranten in een kartonnen doos met ventilatiegaten gedaan die met de firma Arjano naar de veiling Aalsmeer vervoerd is. Deze zending is rond 12.00 uur opgehaald en naar het PBG gebracht en daar direct in de koelcel (gemiddelde temp 5-6 °C) gezet.

Om ca. 14.00 uur is de doos met stekken kort uit de koelcel gehaald en zijn stekken uitgenomen voor waarnemingen van de uitgangssituatie (dag 0).

1. Van 4*5 stekken werd het versgewicht bepaald; vervolgens werden deze stekken in papieren zakjes bij 80 °C gedurende 72 uur gedroogd voor bepaling drooggewicht. Hieruit is het ds-percentage berekend.
2. Een monster van 10 stekken werd gewogen en vervolgens ingevroren bij -80 °C voor chemische bepaling van het chlorofylgehalte.
3. In totaal 3*30 stekken werden gebruikt voor bepaling beworteling (snelheid en pecentage) door deze in 42-gats trays gevuld met perliet (bevochtigd met voedingsoplossing te steken. Van deze 90 stekken werden steeds 12 gebruikt om na donkeradaptatie de chlorofylfluorescentie te meten. Na de CF-meting werden deze stekken in de bewortelingsstray gestoken. Beworteling vond plaats in een stektent onder nevel bij een ingestelde temperatuur van 20 °C. Na 14, 21 resp. 28 dagen werd één complete tray gemeten. Gemeten werden aantal gewortelde stekken, gewicht van spruit en wortelpruik en lengte langste wortel.

Deze drie metingen zijn op dezelfde manier uitgevoerd met stekken die gedurende 4, 8, 11, 14, 21 en 28 dagen bewaard waren geweest.

Wel had op dag 1 een aanpassing in de verpakking plaatsgevonden. Daar in de koelcel een hoge luchtcirculatiesnelheid heerste en de kartonnen doos en kranten niet goed afsloten, werd gevreesd voor te snelle uitdroging van de stekken. Daarom werden na één dag in de koelcel de resterende stekken per zakje uitgenomen, iets uitgespreid op dun filterpapier en vervolgens hierin ingerold weer teruggestopt in de PE-zakjes en de kartonnen doos. De plastic zakjes zijn vervolgens weer afgedekt met enkele lagen filterpapier dat nu en dan bevochtigd werd om uitdroging te voorkomen.

2.1.2 Resultaten

Tijdens de vier weken bewaring vond een kleine maar niet-significante toename van het drogestof gehalte plaats (Figuur 1A). Het totale chlorofyl**gehalte** bleek ook niet te veranderen tijdens de bewaring (Figuur 1B). De lage waarde op dag 0 is een eenmalige uitbijter en wordt veroorzaakt doordat wegens onbekendheid met de procedure de extractie niet goed is verlopen (onvoldoend gekoelde extractie vloeistof).

Meting van parameters voor de chlorofyl**fluorescentie** gaf geen significante verandering te zien in parameters F_0 , F_v/F_m en F_m , maar wel een significante verandering te zien in de fluorescentieopbrengst of yield (Figuur 2). Naarmate de bewaring langer duurde bleek de yield significant af te nemen. Dit is een aanwijzing dat het fotosyntheseapparaat (m.n. PhotoSystem II) minder goed functioneert na een langere bewaarperiode.

Het duidelijkste effect van bewaring werd waargenomen bij de beworteling zelf.

Twee, drie en vier weken na het moment dat de stekken waren uitgenomen en in de stektent geplaatst, werden het bewortelingspercentage, wortelaantal, lengte van de langste wortel, het gewicht van de geproduceerde wortels en het gewicht van het bovengrondse deel bepaald.

Tussen het percentage, aantal en lengte waren geen effecten van de bewaring te zien. Wel was er een effect van bewaring op het gewicht van de geproduceerde wortels en diensengevolge ook op de wortel-spruit ratio (= gewicht wortels/gewicht spruit). Deze vertoonde een duidelijk negatieve trend: bij langere bewaring namen het wortelgewicht en de wortel-spruit ratio af (Figuur 3). Dit was het beste waar te nemen op het tijdstip van 2 weken na uitnemen uit koeling. Na 3, resp. 4 weken waren de verschillen vervlakt, doordat externe omstandigheden hun invloed hebben kunnen uitoefenen op de spruitgroei.

Het verloop van de lijnen suggereert dat gedurende de eerste 14 dagen van bewaring het kwaliteitsverlies het grootste is. Het grootste effect op het wortelgewicht en ratio vindt in deze periode plaats; daarna verloopt de afname vlakker. Op grond van soortgelijke waarnemingen opgedaan met chrysant, is dit effect vooral een gevolg van het trager op gang komen van de beworteling na bewaring. Een vertraging van de wortelinitiatie met 2 dagen binnen een vaste waarnemingsperiode van 14 dagen betekent ook 2 dagen minder groei en daardoor minder geproduceerd gewicht. Het lijkt er sterk op dat dit een gevolg is van de lagere fotosynthese-efficiëntie, zoals gemeten uit de CF-yield. Blijkbaar moet eerst dit systeem voldoende herstellen voordat de wortelvorming op gang kan komen. Opvallend was dat tijdens de bewaring geen enkel probleem van rot of schimmelaantasting optrad. Zelfs na 28 dagen bewaring bij 5-6 °C, was er nog geen enkele uitval door rottend stek, in tegenstelling met de ervaring op de praktijkbedrijven waar dit een groot probleem vormt. Aangezien bij deze proef de stekken na 1 dag waren omgepakt en in dun papier in de geperforeerde zakjes verder waren bewaard is in de volgende proef een vergelijking gemaakt tussen omgepakt materiaal en materiaal dat op de 'normaal gebruikelijke' manier werd bewaard.

2.2 Solidago

2.2.1 Opzet en uitvoering

De proef werd uitgevoerd op dezelfde manier als bij aster proef 1. De stekken werden op 29 augustus opgehaald bij Bartels Stek en op het PBG in de koelcel geplaatst. De stekken werden hierbij niet omgepakt. Na een bewaarperiode van 1, 2, 3 of 4 weken werden stekken uitgenomen voor bewortelingsproeven en meting van dezelfde parameters als bij aster.

2.2.2 Resultaten

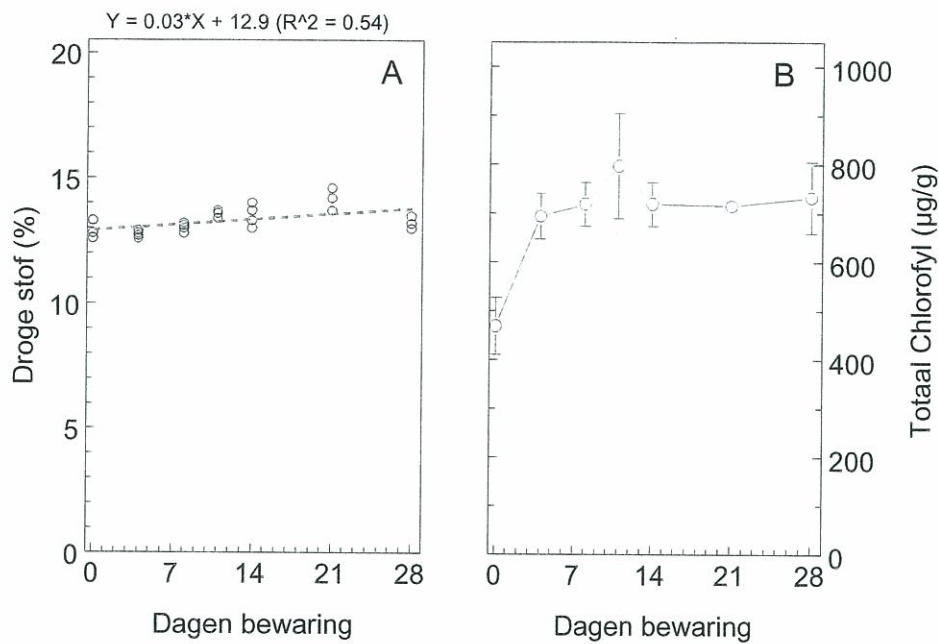
De waargenomen trends waren vergelijkbaar met die bij aster. Vanwege deze vergelijkbaarheid wordt in deze tussenrapportage afgezien van uitgebreide bespreking.

Ook hier had bewaring tot 4 weken geen waarneembare invloed op de uitwendige kwaliteit van de stekken.

2.3 Conclusies

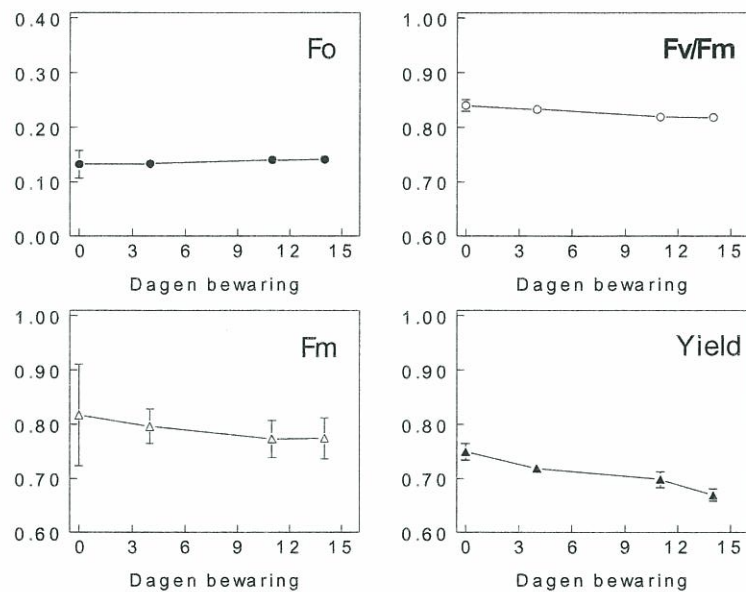
Zowel bij aster als Solidago bleken chlorofylgehalte, drogestof percentage, Fo, Fm/Fv en Fm geen goede indicatoren voor kwaliteitsverlies tijdens bewaring. De CF-yield bleek wel betrouwbaar af te nemen bij langere bewaring. Het direct zichtbare gevolg van langere bewaring was het trager op gang komen van de beworteling. Hierdoor nam het gewicht aan wortelmassa gemeten 2-3 weken na steksteken, af naarmate de bewaring langer duurde en daardoor ook de verhouding tussen spruitgewicht en wortelgewicht.

Kwaliteitsverlies door rot of schimmelaantasting kwam in deze proef niet voor, ook niet bij de langste bewaarperiode van 28 dagen. bewaarperiode van 28 dagen.

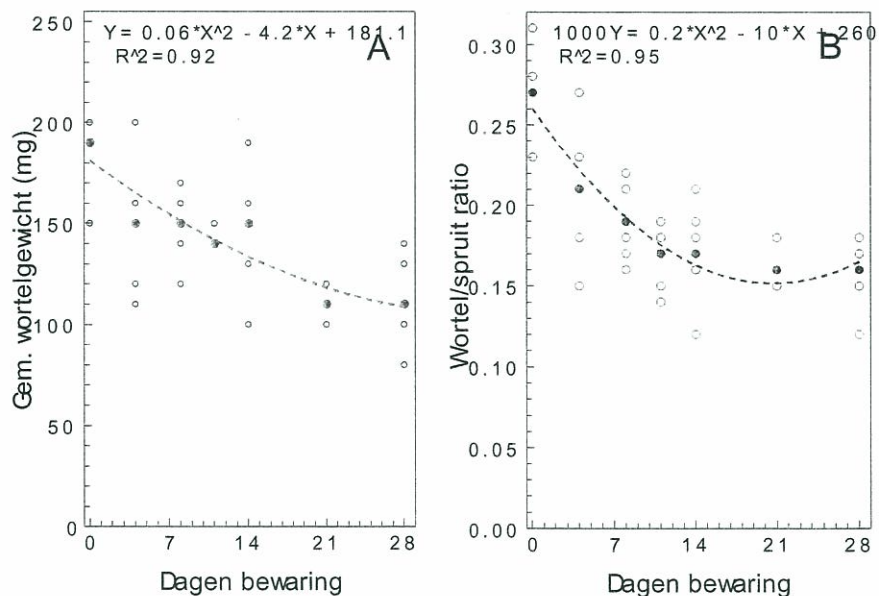


Figuur 1: Effect van bewaring op drogestof en chlorofylgehalte.

A: Droge stof (%) bepaald aan 4*5 stekken. Symbolen geven de gemeten waarden aan, stippellijnen de best mogelijke fit. Boven de grafiek is de vergelijking en correlatiecoëfficiënt aangegeven. B: Totaal chlorofylgehalte (µg/g plantmateriaal) in duplo gemeten aan extract van 10 stekken.



Figuur 2: Meting chlorofylfluorescentie parameters F_o , F_m , F_v/F_m en yield aan vers en bewaard stek aster. Metingen werden steeds uitgevoerd na een donkeradaptatie van 30 minuten bij kamertemperatuur.



Figuur 3: Effect van bewaring op wortelgewicht en verhouding wortel-spruit gewicht gemeten 2 weken na uitnemen uit koeling en plaatsing in stektent.

A: Wortelgewicht in mg. Open symbolen: gemiddeld gewicht per stek uit een monster van 6 stekken. Dichte symbolen: overall gemiddelde per stek van een monster van 5*6 stekken waarop best mogelijke fit (stippellijn) is uitgevoerd. Bovenin de grafiek is de vergelijking en correlatiecoëfficiënt (R^2) aangegeven. B: Verhouding wortel-spruit gewicht. Symbolen als bij A.

3 Effect van verpakking en bewaarduur langer dan 4 weken

3.1 Aster : Effect van verpakking

3.1.1 Opzet en uitvoering

Bij proef 1 was tijdens de bewaring geen enkel probleem van rot of schimmelaantasting opgetreden. Aangezien bij deze proef de stekken na 1 dag bewaring waren omwikkeld in dun papier, vervolgens teruggestopt in de geperforeerde zakjes en verder bewaard bij 5-6°C, is in proef 2 een vergelijking gemaakt tussen omgepakt materiaal en materiaal dat op de 'normaal gebruikelijke' manier zonder ompakken werd bewaard.

Stekmateriaal vervoerd als bij proef 1, werd direct na aankomst op het PBG op 14 september, verdeeld in gelijke partijen. De ene partij werd verder bewaard in de normale, geperforeerde plastic zakjes, de andere helft werd behandeld als in proef 1. Bewaard werd weer in de koelcel bij 5-6°C in een tempex box. Op dag 0, 4, 8, 11, 14, 21 en 28 na aankomst werden uit de box monsters genomen voor CF, bepaling van vers- en drooggewicht en bewortelingsproeven. Na drie weken beworteling werden percentage, wortelgewicht en verhouding wortel-spruit gewicht bepaald. Chlorofylgehalte werd niet meer gemeten.

3.1.2 Resultaten

Het gemiddelde drogestof gehalte over de gehele bewaarperiode was zowel voor in papier als in PE-zakjes bewaarde stekken 12.9%. Wel vertoonden de in papier bewaarde stekken een grotere variatie in drogestof percentage. Na een aanvankelijke toename in vond vanaf dag 4 een geleidelijke daling tot een stabilisatie vanaf dag 14 (Figuur 4). Daarbij waren de waardeverschillen tussen omgepakt en niet-omgepakt materiaal alleen op dag 21 en 28 significant.

Er werd geen verschil in groei na beworteling waargenomen tussen omgepakt en normaal bewaard materiaal. De negatieve trend van afnemende wortelgewichten en wortel-spruit ratio was nu ook weer zichtbaar (Figuur 5), maar tussen de verpakkingswijzen waren geen verschillen te zien.

Het verloop van de CF-parameters was hetzelfde als waargenomen bij de eerste proef (zie figuur 2) en net als bij de eerste proef trad tijdens de gehele bewaarduur (28 dagen) wederom geen enkel probleem van rot of schimmelaantasting op.

3.2 Solidago: Het effect van bewaarduur langer dan 4 weken

3.2.1 Opzet en uitvoering

De proef werd uitgevoerd op dezelfde manier als bij Solidago proef 1, met als verschil dat de kortste bewaartijden geschrapt werden en extra bewaartijden van 5 en 6 weken werden toegevoegd. De stekken werden op 26 september opgehaald bij Bartels Stek en op het PBG in de koelcel geplaatst. Na een bewaarperiode van 3, 4, 5 of 6 weken werden stekken uitgenomen voor bewortelingsproeven en metingen.

3.2.2 Resultaten

Vergelijkbaar met de eerste proef. De trends waren hetzelfde. Hier en daar trad tijdens de bewortelingsperiode een aangetast blaadje op, maar tijdens bewaring was geen zichtbare achteruitgang van kwaliteit noch aantasting door smet waar te nemen.

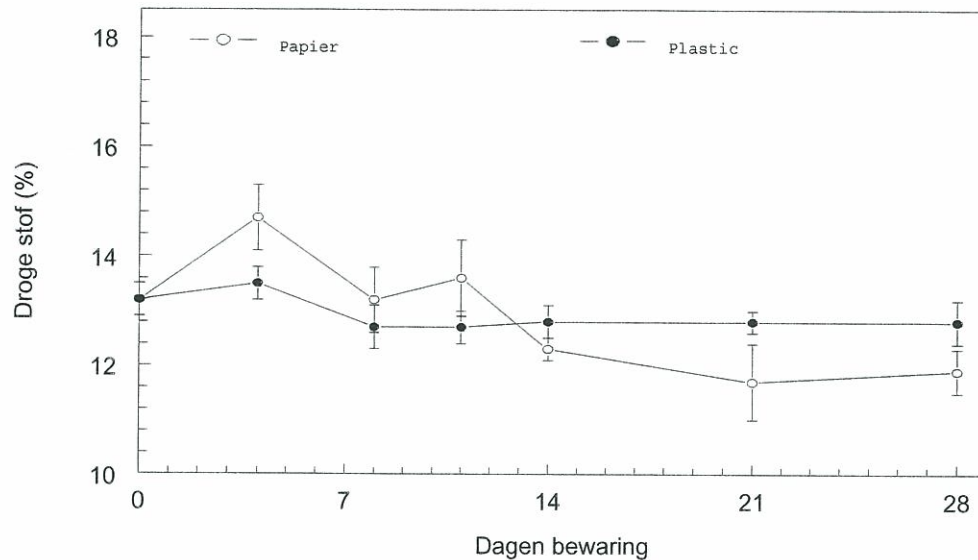
3.3 Conclusies

Het beeld van proef 1 werd opnieuw bevestigd. De enige parameter die tijdens bewaring veranderde was de CF-parameter yield. De overige gemeten parameters zijn te variabel of geven een te onduidelijke afname om als kwaliteitsparameter te dienen. Ook nu weer trad geen rot of schimmelaantasting op. Bij alle metingen maakte het geen verschil of de stekken in papier waren omgepakt in papier of niet (digitale foto's beschikbaar; niet in verslag opgenomen).

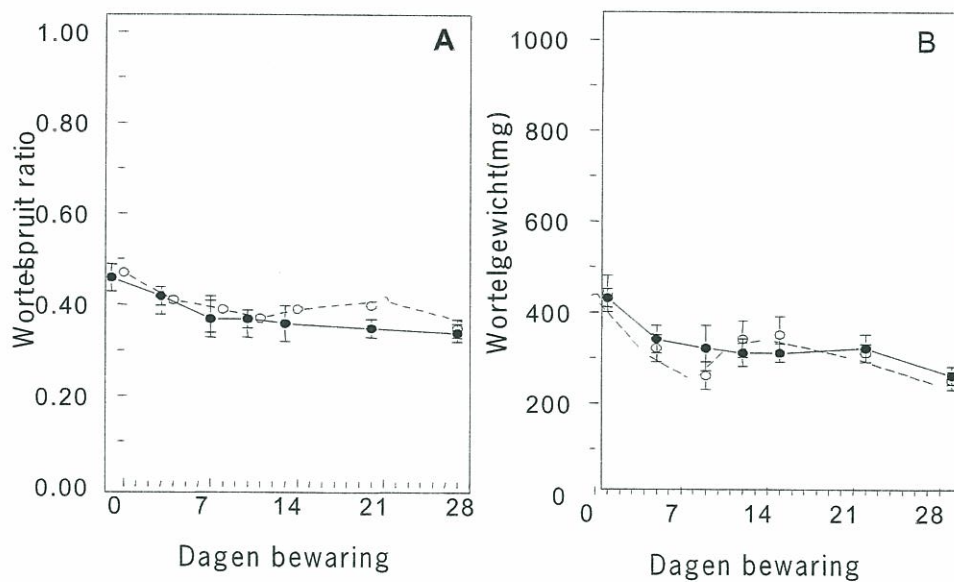
Dit geeft aan dat de oorzaak van het kwaliteitsverlies niet ligt aan het type verpakking, maar een andere oorzaak heeft. Het meest voor de hand ligt om de oorzaak te zoeken in het verschil in opslagomstandigheden tussen proef- en praktijksituatie.

Verschillen tussen de praktijksituatie en de proefsituatie zijn onder andere (1) een lager aantal stekken in een transportbox (1000 t.o.v. 5-10,000) en (2) het regelmatig openen voor monsternamen in de proefsituatie.

Een groot aantal stekken kan betekenen, dat de koeling minder efficiënt verloopt en het langer duurt voordat een lage temperatuur bereikt wordt. Hierdoor is het denkbaar dat bij dicht oepenvakken de ademhaling (en daarmee de verdamping) van de stekken langer doorgaat, met als gevolg condensatie van vocht op de verpakking waarna schimmelgroei optreedt. Door het regelmatig openen zou geproduceerd vocht sneller kunnen ontwijken. Een tweede mogelijkheid is dat er problemen zijn met de gassamenstelling (en dan met ethyleenproductie) in een dicht oepengepakt pakket stekken. Als ethyleen ophoopt kan dit schade veroorzaken. Een lager aantal stekken per box zal minder ethyleen produceren dan een groot aantal en door het regelmatig openen in de proefsituatie kan ethyleen niet ophopen. In twee vervolggexperimenten zijn deze hypothesen getoetst. De temperatuurhypothese is getoetst met aster (Proef 3), de ethyleenhypothese met Solidago (Proef 3).



Figuur 4 Effect van bewaarduur na ompakken in papier of niet-omgepakt (plastic) op percentage droge stof.



Figuur 5 Effect van bewaring met/zonder ompakken op wortel-spruit ratio en wortelgewicht.
 A: Verhouding wortel-spruit gewicht. B: Wortelgewicht in mg. Waarden zijn gemiddelden per stek uit een monster van 5*6 stekken. Open symbolen: omgepakt in papier; dichte symbolen: bewaard in Pet-zakjes. Gemeten 3 weken na uitnemen uit koeling en plaatsing in stektent.

4 Temperatuurverloop en ethyleenproductie tijdens bewaring

4.1 Aster : Temperatuurverloop tijdens bewaring

4.1.1 Opzet en uitvoering

Op dag 0 (17-10-2000) werd een partij van ca. 1000 verse asterstekken verdeeld over **2 partijtjes van 330** stekken bestemd voor Bartels Stek (BS) en Moerplant (MM) en **één partijtje van 360** stekken voor het PBG. Deze werden dezelfde dag nog afgeleverd. Bij aankomst op het PBG wordt met chlorofylfluorescentie (CF) meting de situatie op dag 0 in beeld gebracht. Van het partijtje van 360 werden 30 stekken beworteld om na twee weken het wortelgewicht en wortel-spruit verhouding te bepalen. Iedere deelnemer bewaart dit partijtje stekken op de wijze zoals op bedrijf gebruikelijk. Dit betekent voor MM in bakkerskist met in totaal 10000 stekken, in koelcel en niet tussentijds openen (kist markeren!). Voor BS is dit bewaren in tempex box met in totaal 4000 stekken, in koelcel en eveneens niet tussentijds openen. Voor de PBG-behandeling: in tempex box met het partijtje van 300 stekken in koelcel. De beluchtingseffecten van proef 1 en 2 werden nagebootst door om de 4 dagen de tempex doos op het lab even kort te openen en daarna weer terug te zetten in de koelcel. De temperatuur tijdens bewaring werd gevolgd door in de box een Escort temprecorder te leggen.

Op dag 14 (31-10-2000) werden de partijtjes van 330 stekken herverdeeld over de deelnemers.

- (1) MM: 100 stekken bleven bij Moerplant onder zelfde omstandigheden bewaard, 100 stekken gingen naar BS en werden daar verder bewaard en 130 stekken gingen naar PBG; 100 werden daar verder bewaard, 30 werden gemeten met CF en beworteld.
- (2) BS: 100 stekken bleven op BS onder zelfde omstandigheden bewaard, 100 stekken gingen naar Moerplant en werden daar verder bewaard, 130 stekken gingen naar PBG; 100 werden daar verder bewaard, 30 werden gemeten met CF en beworteld.
- (3) PBG: 100 stekken bleven op PBG onder zelfde omstandigheden bewaard, 100 stekken gingen naar BS en werden daar verder bewaard, 100 stekken gingen naar Moerplant, 30 stekken werden gemeten met CF en beworteld.

Iedere deelnemer houdt ook vanaf dag 14 dus 3 partijtjes van 100 stekken in voorraad, maar van verschillende herkomst.

Op dag 28 (14-11-2000) werden alle resterende partijtjes stekken naar het PBG gebracht voor de eindmetingen van CF en beworteling.

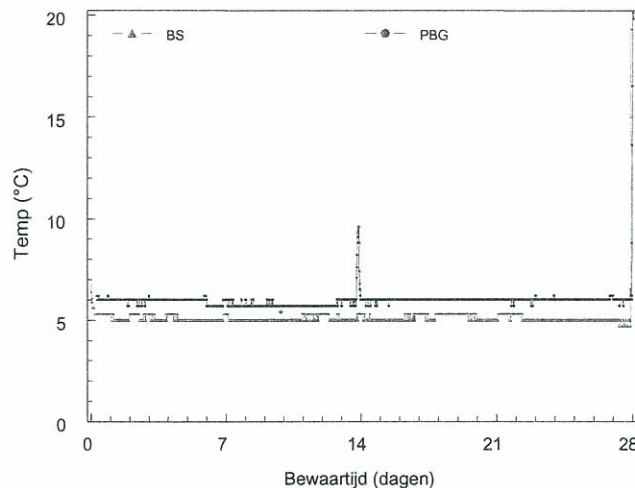
4.1.2 Resultaten

Het temperatuurverloop tijdens bewaring geeft geen abnormaliteiten te zien (Figuur 6). Binnen enkele uren na aankomst is de temperatuur in de box rond de 5 (BS) of 6°C (PBG). Data van MM zijn niet ontvangen. Uit het verloop van de lijn van PBG is te zien dat het om de 4 dagen kort openen van de box geen enkel effect heeft en geen temperatuurverhoging veroorzaakt. Het piekje na 14 dagen werd veroorzaakt doordat op die dag de wisseling van de stekken plaatsvond. De temperatuurlogger is daarbij op de trip PBG-BS-MM *vice versa* meegenomen in de box. Gedurende de 3:30 uur van deze trip steeg de temperatuur tot maximaal 9.6 °C om na terugplaatsen in de koelcel binnen enkele uren weer terug te zakken naar 6°C.

Uit de metingen van wortel-spruit ratio en wortelgewicht kwamen enkele lichte trends naar voren, maar door grotere spreiding dan bij de eerdere proeven niet significant (Figuur 7). Bij continue bewaring was bij MM en PBG na 28 dagen bewaring weer de afnemende trend in ratio en wortelgewicht te zien, maar niet bij BS. Bij de stekken die tussen de deelnemers uitgewisseld werden, gaf het partijtje MM>BS een lagere ratio en wortelgewicht dan de andere uitgewisselde partijen stek, maar hiervoor is geen verklaring te vinden. De vervoersduur speelt geen rol, want de gelijktijdig vervoerde partij MM>PBG gaf geen gemiddeld lagere

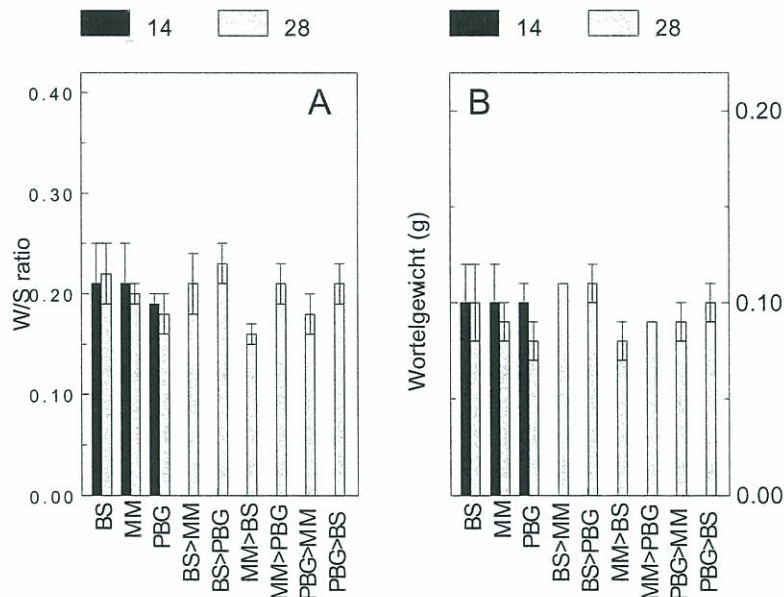
waarde. Bovendien, waren de partijtjes PBG>MM en BS>MM het langst onderweg geweest (2:10 u), maar deze vertoonden geen lagere waarden.

De partijtjes die na 14 dagen bewaring waren beworteld, vertoonden geen van alle kwaliteitsverlies bij uithalen of tijdens beworteling. Na 28 dagen bewaring in de koelcel was één van de uitgewisselde zakjes MM>PBG door rot aangetast (digitale foto aanwezig). Van alle partijtjes stek waren na 28 dagen bewaring de onderste blaadjes iets aangetast. Visueel zag het partijtje MM er het minst florissant uit. Ook ná de bewortelingsperiode waren hier visueel meer dode bladpunten opgetreden. Wat zich uit dit beeld opdringt is dat niet zozeer de temperatuur tijdens de bewaring het belangrijkste is, maar dat de pakingsgraad een grotere rol speelt (MM: 10,000 stekken/box; BS: 4000 st/box). Op grond hiervan lijkt de mogelijke oorzaak van het verval toch meer in de richting te gaan van gassamenstelling en -circulatie in de box.



Figuur 6 Temperatuur tijdens bewaring in koelcel.

Standaard bewaaromstandigheden: BS - tempex box, 4000 stekken, 5°C; PBG - tempex box, 300 stekken, 6°C. Temperatuur gemeten tussen de stekken



Figuur 7: Effect bewaaromstandigheden op wortel-spruit ratio en wortelgewicht.

Stekken werden gedurende 28 dagen continu bewaard op diverse locaties (MM, BS, PBG) of uitgewisseld (aangegeven met >; zie opzet). Een deel van de stekken werd na 14 dagen bewaring gemeten (zwarte balken), de rest na 28 dagen bewaring (gearceerd). Voor verklaringen en afkortingen zie opzet en uitvoering.

4.2 Solidago: Ethyleenproductie tijdens bewaring

4.2.1 Opzet en uitvoering

Twee tempex boxen met solidago stek werden 23 oktober bij Bartels Stek afgehandeld als gebruikelijk, en 24 oktober naar Naaldwijk gebracht. In Naaldwijk aangekomen werden de boxen vervolgens daar in de koelcel bij 5° gedurende ruim 5 weken opgeslagen te slaan. Van één box werd het deksel goed afgeplakt en constant afgesloten gehouden. Om de 3-4 dagen werd door het tempex een gasmonster getrokken en het ethyleengehalte gemeten. Hetzelfde werd gedaan met de controlebox, met het verschil dat deze box om de 4 dagen gelucht werd door deze kort te openen en tegelijk de toestand van de stekken te bekijken. Op 30 oktober werden 3 extra controles in de koelcel gezet: een lege tempex box, een box met folie, en een box met folie en losse zakjes, alle goed dichtgeplakt. Dit om de achtergrond productie van het verpakkingsmateriaal te bepalen.

4.2.2 Resultaten

Vanaf 27 oktober tot en met 1 december werden ethyleenmetingen uitgevoerd (Figuur 8). Daarbij is op basis van ervaring met andere gewassen een schadedrempel van 0.02 vpm ethyleen gehanteerd. Aannemende dat direct na snijden geen ethyleen aanwezig zal zijn, vond in de dozen met stek tijdens de eerste 4 dagen bewaring (in de kou!) een sterke toename van de ethyleenconcentratie plaats. Op 27 oktober werd een niveau van 0.09 vpm gemeten, ruim boven de schadedrempel.

Bij de goed dichtgeplakte box duurde het tot 13 november (17 dagen) tot het ethyleenniveau uit zichzelf teruggezakt was tot het niveau van 0.02 vpm (Figuur 8). In een praktijksituatie zou dit betekenen dat gedurende de hele transportperiode de stekken blootgesteld staan aan hoge ethyleenconcentraties. Bij de box die regelmatig gelucht werd, was na een week het niveau tot de schadedrempel teruggezakt. De controles met alleen het verpakkingsmateriaal bleven gedurende de gehele periode keurig beneden de schadedrempel (Figuur 8).

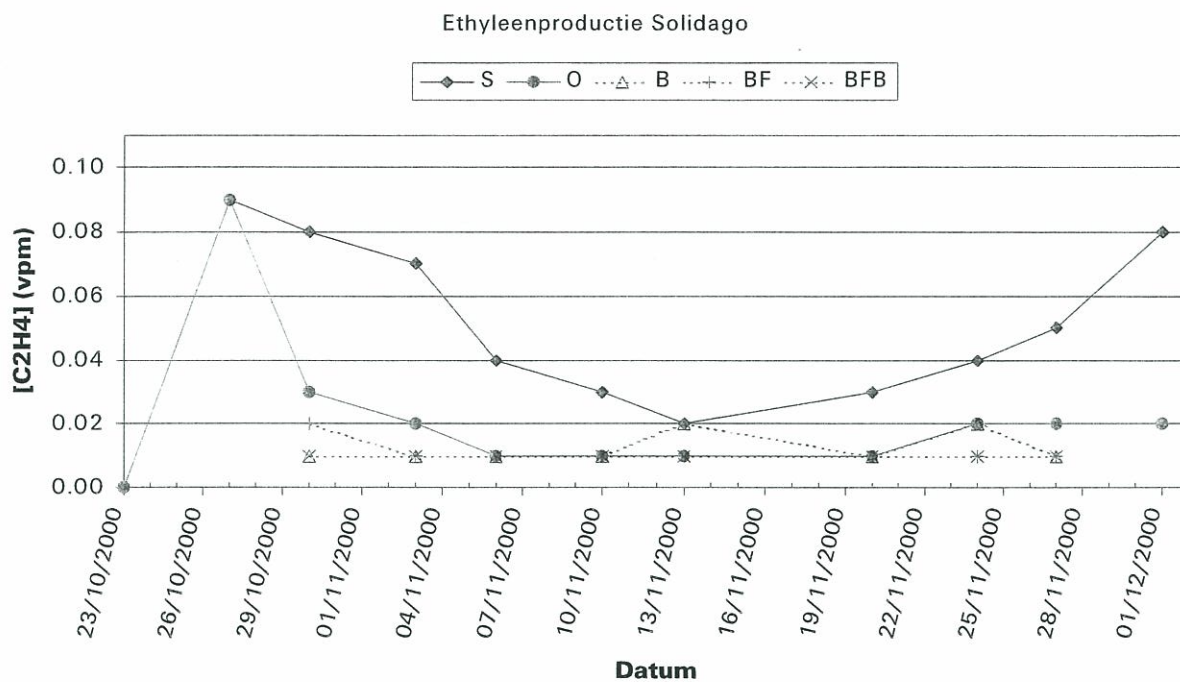
In de box die regelmatig gelucht werd, was op 27 november nog geen rot opgetreden. Wel leek het stek iets geler te worden. Op 1 december werd in bijna elk zakje bij een enkel stekje een begin van rot waargenomen.

De box die gedurende de hele periode afgesloten was geweest, werd op 7 december geopend en hier had de rot goed toegeslagen. Gezien het toenemen van de ethyleenconcentratie na 13 november, was dit proces al enige tijd aan de gang.

4.3 Conclusie

Op basis van de resultaten uit deze en de bij 4.1 beschreven temperatuurproef moet geconcludeerd worden, dat temperatuurstijging tijdens bewaring niet optrad en dus geen oorzaak van het aftakelen kan zijn. Wel lijken de verpakkingsdichtheid en vooral de gassamenstelling en gasuitwisseling een rol te spelen en dan met name ethyleen.

Aangezien deze productie vooral tijdens de eerste dagen van bewaring optrad lijkt het hier vooral om wondethyleen te gaan. Dit proces is op zich moeilijk te stoppen door lage temperatuur (uit de asterproef blijkt deze temperatuur redelijk snel ingesteld te zijn), zodat een andere weg bewandeld dient te worden.



Figuur 8 Ethyleenconcentratie in box met Solidago-stekken, bewaard bij 5 °C gedurende vijf weken. Stekken werden gedurende dagen continu bewaard in een afgesloten tempex box (S), een box die iedere 3-4 dagen kort werd geopend (O). De achtergrondproductie van het verpakkingsmateriaal werd gemeten aan een lege box (B), een box met folie (BF) en een box met folie en pet-zakjes (BFB). Als schadedrempel werd 0.02 vpm aangehouden.

5 Wegvangen van ethyleen in de transportdoos

5.1 Inleiding

Naar aanleiding van de resultaten in hoofdstuk 4 kan de aanwezigheid van de ethyleen in de stekdoos invloed hebben op de bewaring en eventuele beworteling van de stekken. Er zijn verschillende manieren om ethyleen te verwijderen uit de doos. In de bewaring van fruit en groenten wordt een ethyleen absorbers in de vorm van kaliumpermanganaat pellets gebruikt. Om de houdbaarheid van bloemen te bevorderen kan 1-methylcyclopropene (1-MCP) gebruikt worden om de werking van ethyleen te blokkeren. Het is bekend dat een lage ethyleen concentratie wel noodzakelijk is voor adventieve beworteling en dat 1-MCP alle ethyleen bindingsplaatsen in de stek blokkeert. In deze proef is daarom voor een ethyleen absorbers gekozen omdat het blokkeren van de ethyleen door 1-MCP zo compleet is dat de beworteling hierdoor mogelijk verminderd wordt (Serek et al, 1998).

5.1.1 Opzet en uitvoering

Het ethyleen absorbers in de vorm van kaliumpermanganaat pellets in 9g sachets waren beschikbaar gesteld door Ryan Instruments, Sassenheim. Op 11 april 2001 werden 8000 geoogste Solidago stekken verpakt in geperforeerde PET-zakjes (50 stekjes/zakje), gelijkelijk verdeeld over 4 tempex boxen (2000 stekken per box), afgehandeld als gebruikelijk en nog dezelfde dag naar Naaldwijk gebracht. Alle boxen waren in Aalsmeer goed dicht geplakt.

De behandelingen waren als volgt: bij de controle werden geen sachets toegevoegd, bij de overige drie behandelingen werden respectievelijk 3 intacte (A), 3 open geknipte (B) of 6 intacte sachets à 9 g op de zakjes met stekken gelegd. In Naaldwijk aangekomen werden de boxen vervolgens daar in de koelcel bij 5°C opgeslagen. Na 24 uur werd de eerste ethyleenmeting gedaan als hierboven vermeld. Vervolgens werd gedurende 18 dagen om de 4 dagen door het tempex een gasmonster getrokken en het ethyleengehalte in de headspace gemeten. Hetzelfde werd gedaan met de controlebox. Op 30 april werden de metingen gestopt en de dozen geopend om de visuele kwaliteit van de stekken te beoordelen. Elk zakje is nagekeken en de gradatie van aantasting met smet is genoteerd. Per box zijn 84 op het oog gezonde stekken en 84 aangetaste stekken gestoken in vier 42-gaats trays met perliet (maat 2) bevochtigd met voedingsoplossing. Beworteling vond plaats in een stektent onder nevel bij een ingestelde temperatuur van 21°C. De stekken zijn na twee weken beoordeeld op beworteling.

5.1.2 Resultaten

In de controle was binnen 24 uur na plaatsing in de koelcel het ethyleengehalte tot 0.11 vpm gestegen. In alle behandelingen met sachets steeg het niveau niet boven de 0.04 vpm (Figuur 9), maar bleef daarmee wel boven de theoretische schadedrempel.

Tijdens de eerste twee weken van bewaring vond er een geleidelijke afname plaats van ethyleenconcentratie, maar daarna steeg het gehalte weer, waarschijnlijk als gevolg van het op gang komen van het proces van smet na ca. 2 weken.

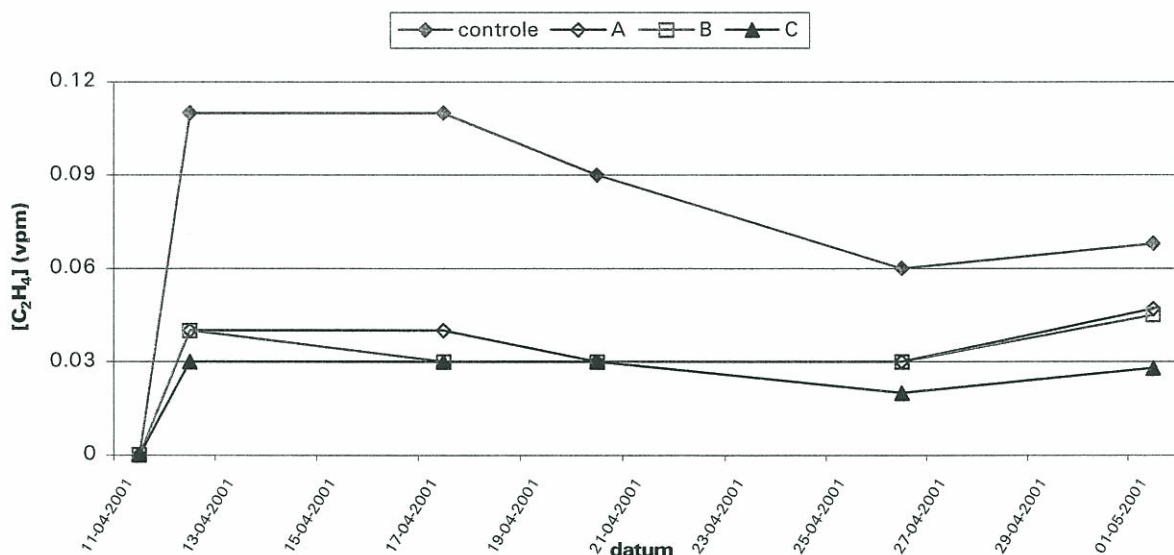
Na opening van de boxen na 18 dagen bleek in alle behandeling smet voor te komen. Er werd geen correlatie gevonden tussen behandeling en aantasting. Ook de beworteling na twee weken gaf geen significante verschillen tussen de behandelingen.

5.2 Conclusie

Op basis van de resultaten uit deze beide proeven kan geconcludeerd worden, dat de verpakkingsdichtheid en vooral de ethyleensamenstelling en gasuitwisseling een rol lijken te spelen bij het op gang komen van de aftakeling.

Aangezien deze productie vooral tijdens de eerste dagen van bewaring optrad lijkt het hier vooral om wondethyleen te gaan. Dit proces is op zich moeilijk te stoppen door lage temperatuur (uit hoofdstuk 4 blijkt deze temperatuur redelijk snel ingesteld te zijn), zodat een andere weg bewandeld diende te worden. Toevoegen van sachets met ethyleen absorbens was zeer effectief in het wegvangen van wondethyleen. Dit bleek echter onvoldoende om aantasting door smet tegen te gaan.

Eenzijds kan dit komen doordat de concentratie boven de theoretische schadedrempel bleef. Anderzijds komt dit wellicht doordat de sachets op de zakjes met stekjes zijn gelegd, waardoor vooral de ethyleen aanwezig in de headspace wordt weggevangen. Zeker bij een hoge pakingsgraad is het voor te stellen dat zich toch lokaal een hoge concentratie ethyleen kan ontwikkelen in de zakjes met stekken. Een mogelijkheid zou dan kunnen zijn per zakje een sachet toe te voegen of een lagere verpakkingsgraad te kiezen zodat betere gasuitwisseling met de headspace plaats kan vinden.



Figuur 9 Ethyleenconcentratie in box met Solidago-stekken, bewaard bij 5 °C gedurende 18 dagen. Stekken werden gedurende 18 dagen continu bewaard in een afgesloten tempex box (Controle), of een afgesloten box waaraan 3 intacte sachets met 9 g Ethisorb (A), 3 opengeknijpte sachets (B) of 6 intacte sachets (C) waren toegevoegd. Zie 5.1.1. voor verdere uitleg.

6 Kleinschalig onderzoek naar bewaaromstandigheden

6.1 Inleiding

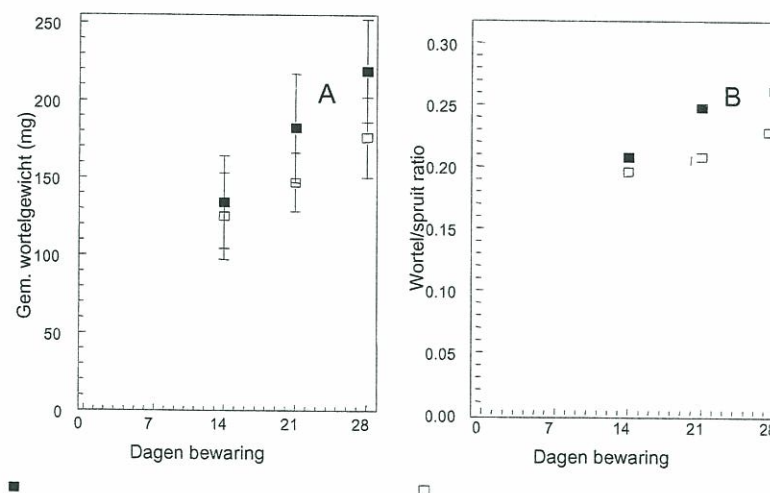
De samenstelling van lucht in een afgesloten tempex doos gevuld met duizenden solidago stekken is waarschijnlijk anders dan de lucht rondom de stekjes in de plastic zakjes. Daarom werden een aantal proeven uitgevoerd in exsiccatoren (glazen stolpen) waarin de luchtsamenstelling (en dus ook die in de zakjes) gevarieerd werd.

In de eerste serie proeven is met ethyleen absorbens gewerkt (zie 6.2). In de tweede serie proeven werd bewaring onder verschillende omstandigheden, zoals met ethyleentoediening, lage druk en hoge RV (6.3), getest.

6.2 Ethyleen absorbens

6.2.1 Opzet en uitvoering

Op 17 april zijn 800 verse Aster 'Monte Euro' stekken geleverd en 50 stekken zijn meteen weggestoken in perliet onder dezelfde omstandigheden als omschreven in hoofdstuk 1 en na twee weken gewogen. De overige stekken zijn verdeeld over 6 stolpen met of zonder een zakje (9g) ethyleen absorbens en na 14, 21 en 28 dagen bewaring uitgehaald en beworteld. Na twee weken beworteling zijn de stekken gewogen.



Figuur 10: Effect van bewaring op wortelgewicht en verhouding wortel-spruit gewicht gemeten 2 weken na uitnemen uit koeling en plaatsing in stektent. A: Wortelgewicht in mg. Open symbolen: gemiddeld gewicht van één stek zonder ethyleen absorbens tijdens bewaring. Dichte symbolen: gemiddeld gewicht één stek met toevoeging van ethyleen absorbens tijdens bewaring. B: Verhouding wortel-spruit gewicht. Symbolen als bij A.

6.2.2 Resultaten

In tegenstelling tot de proeven uitgevoerd in september 2000 (figuur 2) bleek met toenemende bewaartijd geen afname in het gemiddelde wortelgewicht of de wortel/spruit verhouding (figuur 10) op te treden. De stekken, zowel in de stolp met als in de stolp zonder ethyleen absorbens, hadden een hoger gemiddeld wortelgewicht en ook een hogere wortel/spruit ratio bij toenemende bewaartijd van de stekken. Dit is misschien te verklaren door het seizoen; het tijdstip van de huidige proef is voor de beworteling van de stekken een gunstiger tijd. De nulmeting met vers stek is bij deze proef niet uitgevoerd.

In figuur 10 is te zien dat de stekken met ethyleen absorbens een hoger gemiddeld wortelgewicht hebben dan de stekken zonder ethyleen absorbens. Er waren slechts 3 zakjes per stolp en de lucht in de zakjes kon vrij mengen met de lucht in de stolp. Het gemiddelde scheutgewicht komt wel overeen met de resultaten uit de vorige proef en het scheutgewicht gemeten twee weken na bewaring blijft redelijk constant.

6.3 Effect van verschillen in bewaaromstandigheden

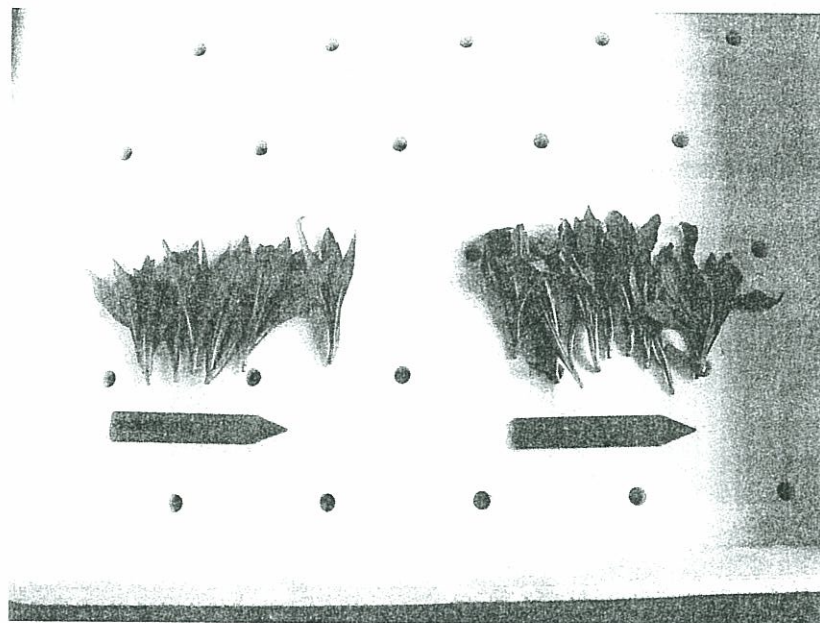
6.3.1 Opzet en uitvoering

Op 19 juni zijn 650 verse stekken Solidago 'Tara' bij Bartels Stek opgehaald waarvan 75 meteen gestoken werden zoals omschreven in hoofdstuk 1. Na twee weken zijn deze stekken gewogen en deze meting gold als nulmeting. De overige stekken zijn onmiddellijk over zes stolpen verdeeld met in elke stolp een verschillende behandeling. Na het toedienen van de behandelingen zijn de stolpen gedicht.

De behandelingen die onderzocht werden waren: twee luchtvochtigheidsniveaus (50 resp. 80% RV), toediening van ethyleengas aan begin bewaarperiode, aanwezigheid van ethyleen absorbers tijdens bewaarperiode, bewaring onder verlaagde druk en twee dichte stolpen als controle, één zonder enige behandeling en de tweede met lage druk zonder stekken.

De twee verschillende niveaus in luchtvochtigheid konden worden bereikt door onderin de stolp een verzadigde zoutoplossing te plaatsen. In de afgesloten ruimte van de stolp stelt zich bij de heersende druk een verdampingsevenwicht in met de omgeving en dit creëert een bepaalde, constante RV (CRC Handbook of Chemistry and Physics, 55th Edition. CRC-Press, 1974). Tijdens de bewaarperiode is dit gecontroleerd met een eenvoudige hygrometer (Nieuwkoop B.V.). Voor de ethyleen behandelingen werd zuivere ethyleen geïnjecteerd in de stolp; bij de eerste partij in een concentratie van 2ppm en in de tweede en derde partij een concentratie van 4 ppm. In de behandelingen met ethyleen absorbers was een zakje tussen de stekken gelegd. In de behandeling met verlaagde luchtdruk was gedurende 30 seconden de stolp aangesloten op een membraan vacuumpomp (Vacuubrand, zuigvermogen 1.7 m³/h).

De stolpen werden bij 5°C in het donker bewaard. Na 4.5 week bewaring zijn 20 stekken gewogen en in de droogstof gezet. De overige stekken zijn beoordeeld op uiterlijk en aantasting door Botrytis. Schone stekken zijn in perliet gestoken en na twee weken beworteling gewogen. De proef is tweemaal herhaald met stekken gesneden op 6 augustus en 12 september.



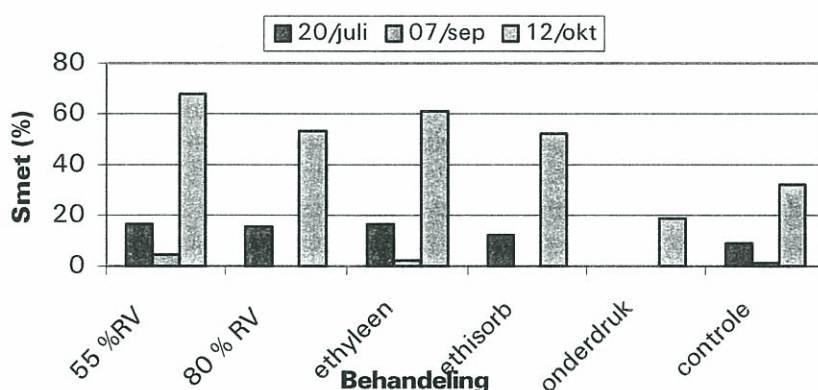
Figuur 11- Vergelijking van uiterlijk van stekken van stolpen. L: lage druk, R: 50% RV.

6.3.2 Resultaten

Toen de stekken na 4.5 weken uit de stolpen werden gehaald, waren er duidelijk verschillen in het uiterlijk van de stekken. In figuur 11 is het verschil zichtbaar tussen de stekken afkomstig uit de stolp met lage druk en de stekken afkomstig uit de stolp met lage luchtvochtigheid.

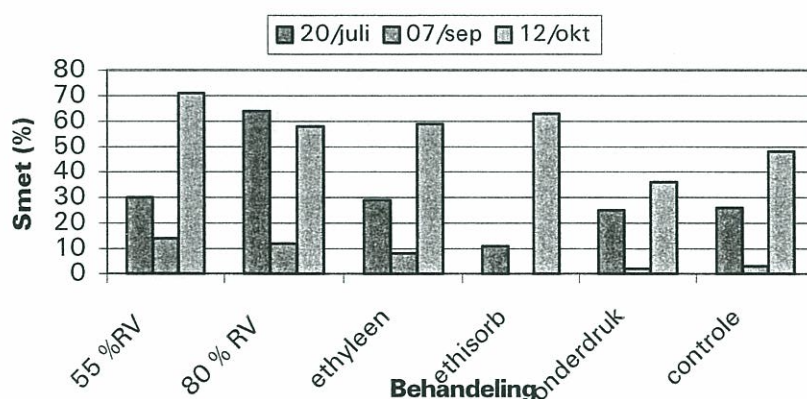
Stekken bewaard onder lage druk zagen er groener en verser uit en waren niet slap geworden terwijl de andere stekken zeer slap en minder groen waren geworden. Dit beeld was bij alle drie herhalingen hetzelfde.

In figuur 12 is het percentage smet in 4.5 week bewaard onbeworteld stek weergegeven. Hierbij was de stolp met lage druk herhaaldelijk de behandeling met de minste smet. Hier trad opnieuw het verschil in kwaliteit tussen de partijen stek naar voren; de tweede partij was duidelijk van betere kwaliteit.



Figuur 12-Percentage smet in bewaard onbeworteld stek

In figuur 13 is het percentage smet bij bewaarde en daarna bewortelde stekken weergegeven. De tweede partij bleek weer minder vatbaar. Deze resultaten moeten wel met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden omdat de stekken bij elkaar in één stektent stonden en de smet in de ene behandeling zou een andere behandeling negatief beïnvloeden kunnen hebben.



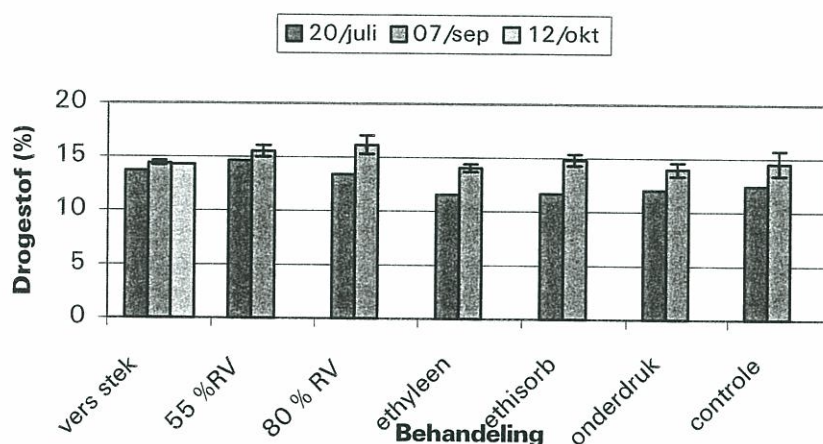
Figuur 13-Percentage smet in de bewaarde en bewortelde stekken

De drogestof percentages van de stekken na 4.5 weken bewaring van alle behandelingen is weergegeven in figuur 14. Een hoger percentage drogestof duidt op vochtverlies gedurende de 4.5 weken in de stolp terwijl een lager drogestof gehalte duidt op minder vochtverlies gedurende de bewaring in de stolp. De stekken in de twee stolpen met lage RV verloren meer vocht dan de stekken in de overige stolpen waar de RV vrijwel constant op 90 % bleef. Alleen de RV in de lege dichte stolp met lage druk bleef onder 45% ; in de overige

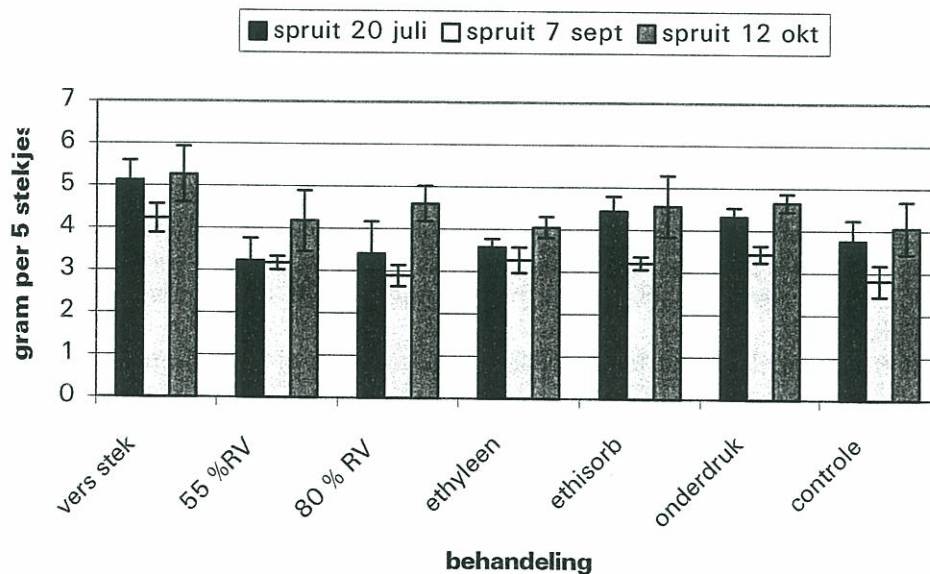
lage druk behandeling was de RV snel hersteld door vocht van de stekken. De verschillen in droog stof tussen de twee stolpen met 50% en 80% RV zijn niet significant, terwijl de drogestof percentages in de behandelingen ethyleen, ethyleen absorbens en onderdruk significant lager waren dan in de stolpen met verlaagde RV.

In figuur 15 valt op dat het wortelgewicht afneemt met elke herhaling, ook in de onbewaarde stekken. het spruitgewicht daarentegen is bij de tweede partij lager dan bij de eerste en derde partij stek. De spreiding in deze parameter tussen de partijen is het kleinste bij de behandeling met lage druk.

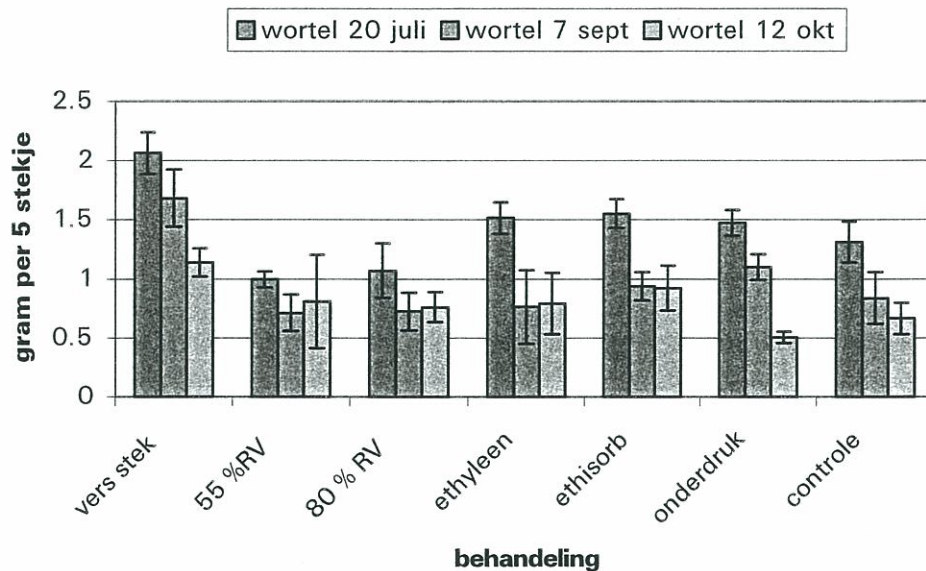
De kleur van zowel de bewaarde onbewortelde als bewortelde stekken was herhaaldelijk de beste in de behandelingen met ethyleen absorbens en lage druk. De stekken behandeld met 4 ppm ethyleen waren na bewaring verkleurd en de beworteling was ongelijkmatig. Dit was minder bij de ethyleenbehandeling met 2 ppm.



Figuur 14- Percentage drogestof van de stekken nadat ze 4.5 weken in de stolpen waren bewaard



Figuur 15- Spruitgewicht per 5 stekjes van de verschillende behandelingen en stekdata



Figuur 16- Wortelgewicht per 5 stekjes van de verschillende behandelingen en stekdata

6.3.3 Conclusie

De uitgangstoestand van het verse stek lijkt de belangrijkste factor te zijn in de gevoeligheid voor smet, terwijl de bewaaromstandigheden belangrijk zijn voor de ontwikkeling van de hoeveelheid besmetting. De inwendige kwaliteit van het stek beïnvloedde de gevoeligheid voor het aantasten met smet na bewaring. Het lijkt erop dat een hoger drogestof gehalte in vers stek de kans op smet vermindert maar het spruitgewicht na beworteling is dan ook lager. Een gereduceerde RV tijdens bewaring had tot gevolg dat een stek gevoeliger werd voor smet, zowel na de bewaring als tijdens het bewortelen. De zo bewaarde stekken waren herhaaldelijk slapper en gevoeliger voor aantasting.

Wortel en spruitgewichten vertoonden bij alle behandelingen een zelfde beeld. De visuele kwaliteit (een kwalitatieve parameter) van stekken die bewaard waren onder verlaagde druk, was zowel voor als na bewortelen superieur aan die van stekken uit de andere behandelingen. Ook was de spreiding in de wortel en spruitgewichten in deze stekken het laagst van alle behandelingen en dit benadrukte de homogeniteit van de bewortelde stek.

Of de verbeterde bewaring onder lage druk te danken is aan de lage druk of aan de vermindering van de concentratie zuurstof zou uitgezocht moeten worden voordat verdere aanbevelingen gedaan kunnen worden. Als lucht tot een tiende van de oorspronkelijke druk wordt verlaagd zal de zuurstofconcentratie 2.1% van normale lucht zijn. Hierdoor is duidelijk dat aanbrengen van lage druk ook leidt tot een lage absolute zuurstofconcentratie. Onderzoek van Burg (1973) meldt dat zuurstofspanningen lager dan 0.5% de groei van Botrytis remmen, wat een verklaring kan zijn voor de waargenomen verminderde smet. Volgens de wet van Fick wordt de diffusie van gassen in de lucht minder beïnvloed door temperatuur dan door luchtdruk en bij lagere druk kunnen gassen in de plant makkelijker uit de stomatacellen verdwijnen. Dus als de luchtdruk verminderd wordt, neemt de diffusie van gassen toe en bij een tiende van de normale luchtdruk ontsnappen de gassen 10 keer zo snel. Lagedruk kan invloed hebben op de luchtvochtigheid (Burg, 1973). Aan de metingen met de luchtvochtigheid meters en het uiterlijk van de stek was dit niet zichtbaar. Binnen

een uur na het verlagen van de druk was de RV in de stolp hersteld door de aanwezigheid van de stekken. Kirk et al. (1986) vonden dat stekjes van hibiscus langer bewaard konden worden onder lage druk (15mmHg of 2 kPa) ten opzicht van normale druk (760mmHg of 101.3kPa). Echter omdat de stomata onder lage druk open waren en de stekken vervolgens niet goed konden reageren op normale druk kwam de beworteling niet goed op gang. In deze proef was er geen nadelige invloed van lage druk op de beworteling van de stekken.

7 Bewaring van stek onder veranderde atmosfeer

7.1 Inleiding

Naar aanleiding van de resultaten verkregen in de proef met het bewaren van stek onder lage druk (hoofdstuk 6) is in overleg met de begeleidingscommissie gezocht naar mogelijke vervolgprouwen en praktische uitwerking hiervan. De stekken bewaard in de stolp met lage luchtdruk hadden na bewaring een veel betere conditie dan de overige behandelingen. Dit was niet alleen zichtbaar in de stekken, maar ook de beworteling van deze stekken was homogener en de smetaantasting lager dan bij stekken uit de andere behandelingen.

Of de verbeterde bewaring onder lage druk te danken is aan de lage druk of aan de vermindering van de concentratie zuurstof zou uitgezocht moeten worden voordat verdere aanbevelingen gedaan kunnen worden. Uitdrogen van het product onder lage druk kan echter een probleem zijn, maar dat is in de vorige prouwen niet waargenomen. Naast een lage druk zijn in de navolgende proef ook de effecten van verschillende gassamenstellingen op stekbewaring verkend.

7.2 Opzet en uitvoering

Vers gesneden Nederlands stek van Solidago 'Tara', Aster 'Cirin Dark' en Aster 'Cassandra' zijn op 20 november gehaald. Op 21 november zijn er per soort 84 stekken gestoken in 42-gaats trays in perliet bevochtigd met voedingsoplossing. Beworteling vond plaats in een stektent onder nevel (RV 100%) bij een ingestelde temperatuur van 21 °C. Na twee weken zijn de versgewichten van wortel en spruit geregistreerd. Na twee weken zijn 84 in de koelcel bewaarde stekken gestoken die na twee weken op dezelfde wijze zijn waargenomen.

De overige stekken zijn op 21 november over zes stolpen van 12 liter inhoud verdeeld. In elke stolp zijn 300 stekken 'Tara' en 100 stekken van elk Asterras geplaatst. Daarvan lagen 50 stekken van Aster 'Cassandra' los in de stolp; de overige stekken waren per 50 stuks in PET-zakjes verpakt. Daarna zijn de stolpen gevuld met de gassamenstellingen zoals in tabel 1 is vermeld.

Tabel 7.1- Gassamenstelling in de stolpen

Stolp	Behandeling	Gassamenstelling (vol%)		
		O ₂	CO ₂	N ₂
1	Veranderde atmosfeer	5	0	95
2	Veranderde atmosfeer	20	15	65
3	Veranderde atmosfeer	5	15	80
4	Als 3, vervolgens lage druk	5	15	80
5	Als 3, vervolgens vacuum	5	15	80
6	Controle	21	0	79

Het vullen gebeurde door 36 liter van de gasmengsels van de aangegeven samenstelling door de 12 liter stolpen te spoelen. Bij het vullen van de stolpen is het inkomende gas door water geleid om de luchtvochtigheid niet te laag te laten worden. In elke stolp was ter controle van de RV een eenvoudige hygrometer geplaatst. Na het vullen zijn de stolpen gedicht. Meteen nadat stolp 4 en 5 gevuld waren is er gedurende respectievelijk 30 en 60 seconden een membraan vacuumpomp (Vacuubrand, zuigvermogen 1.7 m³/h) aangesloten. De stolpen zijn vervolgens in een donkere koelcel geplaatst bij 5°C. Na 5 weken zijn ze weer geopend en per soort/ras zijn 84 stekken in perliet beworteld en beoordeeld. Tijdens de bewaring werd regelmatig de RV in de stolpen afgelezen.

7.3 Resultaten

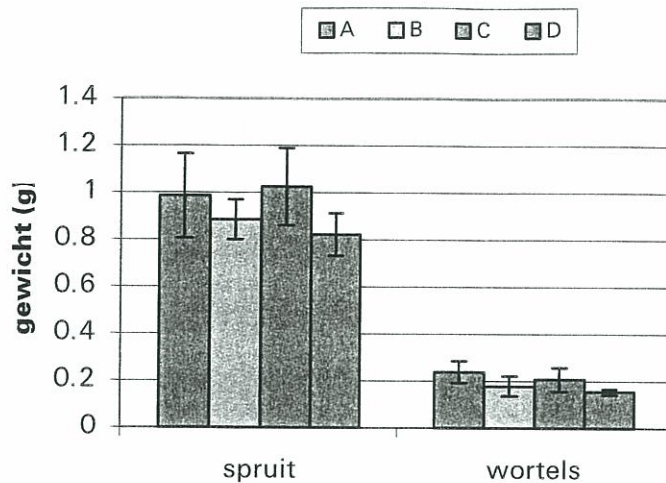
In alle stolpen daalde de RV niet onder 90%. De twee stolpen met lage druk hadden oorspronkelijk een lage RV maar binnen een uur was de RV weer hersteld. De aanwezigheid van de stekken zorgde voor het oplopen van de RV. De stolpen werden na 5 weken geopend en de stekken visueel beoordeeld (Tabel 2). 'Lichte Botrytis onderin' betekent dat alleen de basis van de stek aangetast is. Dit lijkt minder schadelijk voor de overige stekken dan wanneer er Botrytis tussen het blad optreedt ('Bovenin'); deze besmettingshaard tast meer stekken aan.

Tabel 7.2 - De toestand van de stekken na 5 weken bewaren in de stolpen. Voor uitleg van de omschrijving zie hierboven.

Stolp	RV (%)	Solidago 'Tara'	Aster 'Cassandra'	Aster 'Cirin'	A. 'Cassandra' los
1	98	fris	lichte Botrytis onderin	Botrytis boven- en onderin	Botrytis onderin
2	95	fris	fris	fris	fris
3	92	fris	volledig verrot	volledig verrot	volledig verrot
4	96	erg vochtig, lichte Botrytis	Verlept, slap	Verlept, slap	Verlept, slap
5	99	erg vochtig, lichte Botrytis	Verlept, slap	Verlept, slap	Verlept, slap
6	94	fris	lichte Botrytis onderin	zeer lichte Botrytis onderin	lichte Botrytis bovenin

De twee aster cultivars in stolpen 3, 4 en 5 waren na bewaring in een heel slechte conditie en konden niet weggestoken worden in de stektent. De asters in stolpen 1, 2 en 6 zijn in de stektent door Botrytis geveld. De Solidago stekken in de stolpen 4 en 5 waren eveneens sterk door Botrytis aangetast en niet geplant. Van de overige behandelingen zijn alleen de behandelingen 1 (5% O₂, 0% CO₂ en 95% N₂) en 6 (controle, 20% O₂, nagenoeg 0% CO₂ en 80% N₂) succesvol beworteld. De Solidago stekken uit behandelingen 2 en 3 waren sterk aangetast door Botrytis in de stektent. Het lijkt erop dat voor de Solidago stek lage initiale CO₂ waardes gedurende een bewaring van 5 weken voordeel zouden kunnen opleveren (figuur 16) maar dit is niet significant.

Deze resultaten vallen enigszins tegen. Met name de slechte resultaten van de aster waren niet verwacht omdat ze al eerder gedurende vier weken bewaard konden worden. In alle gevallen zijn de twee behandelingen met verlaagde druk slecht door de stekken verdragen. De slechte resultaten van alle behandelingen met hoge CO₂ waardes valt op. De stekken uit stolp 2 zagen er goed uit maar zijn in de stektenten of aangetast door Botrytis (Aster cultivars) of in elkaar gestort (Solidago). Waar dit aan te wijten was, is niet duidelijk.



Figuur 16- Gewicht van de spruit en wortel van *Solidago* stek. A: vers stek. B: Twee weken bewaard in transportdoos in koelcel (5° C). C: Vijf weken bewaard in stolp onder 5% O₂, 0 % CO₂, 95% N₂ bij 5° C. D: Vijf weken bewaard onder 21% O₂, 0 % CO₂, 79% N₂ bij 5° C.

7.4 Conclusie

Conclusies zijn moeilijk te trekken omdat zoveel van de stekken gedurende de beworteling door *Botrytis* aangetast werden. De aantasting door *Botrytis*, algemeen beschouwd als een zwaktepathogeen, is zeer waarschijnlijk nog eens bevorderd door de slechte toestand waarin het stekje verkeerde. Een verklaring voor de beter bewaring onder lage CO₂ concentraties is dat tijdens bewaring de O₂ concentratie blijft zakken, terwijl CO₂ concentratie blijft toenemen (Behrens, 1988). Een te lage O₂ concentratie kan fermentatie (gisting) veroorzaken, die misschien in stolp 3 gaande was. Herhaling van dit experiment is daarom gewenst.

8 Conclusie

Op basis van de resultaten uit de proeven moet geconcludeerd worden, dat temperatuurstijging tijdens bewaring niet optrad en dus geen oorzaak van het aftakelen kan zijn. Ook is duidelijk geworden dat de toestand (intrinsieke weerbaarheid) van de stek voordat de bewaringsperiode ingaat, van groot belang is voor de mate van aantasting door *Botrytis*, zowel tijdens bewaring als tijdens beworteling (hoofdstuk 6). In de hoofdstukken 4 en 5 is er een toename gemeten van met name ethyleen. Aangezien deze productie vooral tijdens de eerste dagen van bewaring optrad lijkt het hier vooral om wondethyleen te gaan. Dit proces is op zich mogelijk te stoppen door lage temperatuur of door het gebruik van een ethyleen vanger. Ook na het wegvangen van ethyleen met behulp van sachets met kaliumpermanganaatkorrels, bleven de problemen zich voordoen en het was onvoldoende om aantasting door smet tegen te gaan. Wel is het zo dat de sachets op de zakken met stekjes waren gelegd, waardoor vooral de ethyleen aanwezig in de headspace wordt weggevangen. Zeker bij een hoge pakkingsgraad is het voor te stellen dat zich toch lokaal een hoge concentratie ethyleen kan ontwikkelen in de zakjes met stekken.

Een constante gereduceerde RV tijdens bewaring (hoofdstuk 6) had tot gevolg dat een stek gevoeliger werd voor smet, zowel na de bewaring als tijdens het bewortelen. De zo bewaarde stekken waren herhaaldelijk slapper en gevoeliger voor aantasting.

De visuele kwaliteit (een kwalitatieve parameter) van stekken die bewaard waren onder verlaagde druk, was zowel voor als na bewortelen superieur aan die van stekken uit de andere behandelingen. Ook was de spreiding in de wortel- en spruitgewichten in deze stekken het laagst van alle behandelingen en dit benadrukte de homogeniteit van de bewortelde stek.

Uit de literatuur is gebleken dat O_2 concentraties niet te laag en CO_2 concentraties niet te hoog mogen zijn. Daarom zijn de invloeden van veranderde gassamenstelling andere methodes onderzocht. Verlaagde druk wordt wel gebruikt om bewaring te verlengen, maar heeft tevens een effect op luchtvochtigheid, gassamenstelling en -uitwisseling. Echter de luchtvochtigheid in de stolp herstelt zich snel door aanwezigheid van de stekken. Voor *Solidago* lijkt lage druk wel een positief effect te hebben, maar of dit puur een gevolg was van verlaagde druk of veranderde gassamenstelling is niet duidelijk geworden door het min of meer mislukken van dit experiment (hoofdstuk 7). Daarnaast dient men alert te blijven of de vertaalslag naar het grootschalige bewaren van stek naadloos gemaakt kan worden.

Literatuur

Anonymous, 1974. CRC Handbook of Chemistry and Physics, 55th Edition. CRC-Press,

Behrens, V. 1988. Storage of unrooted cuttings, Adventitious Root Formation in Cuttings.

Burg, S.P. 1973. Hybobaric storage of cut flowers. Hort. Science, 8 (3) : 16-19

Kirk, H.G., Andersen, A.S., Veierskov, B., Johansen, E., Aabrandt, Z. 1986. Low-pressure storage of hibiscus cuttings. Effects on stomal opening and rooting. Annals of Botany, 58 : 3 : 389-396

Serek, M., Prabucki, A., Sisler, E.C., Andersen, A.S. 1998. Inhibitors of ethylene action affect final quality and rooting of cuttings before and after storage. HortScience, 33 (1) :153-155

