

Gewijzigde luchtsamenstelling bestrijdt ongedierte in bloembollenbewaarcel

Cor Conijn

PPO Bloembollen Lisse, cor.conijn@wur.nl

Bij de bewaring van bloembollen kunnen plagen in de bollen voor problemen zorgen. De vaak onzichtbare plaagorganismen kunnen soms grote economische schade opleveren. Mijten, trips en wolluis zijn de grootste boosdoeners. Omdat een chemische aanpak vaak moeilijk is, zijn nieuwe wegen van bestrijding gezocht. Een daarvan is het beïnvloeden van de luchtsamenstelling in de cellen, waarin de bollen bewaard worden. De bewaring onder gecontroleerde omstandigheden begint steeds meer vruchten af te werpen. Verdere verfijning van de aanpak brengt steeds meer gerichte oplossingen dichterbij.

De bewaring onder gecontroleerde luchtsamenstelling omstandigheden, de controlled atmosphere, vaak afgekort tot CA-bewaring is niet nieuw. Aan het einde van de 19^e eeuw werd de methode van aangepaste luchtsamenstelling toegepast bij de opslag van graan. Door de komst van chemicaliën werd deze methode later weer verlaten. In de jaren negentig werd in ons land de methode weer uit de kast gehaald om toe te passen bij de bewaring van agrarische producten. Een nieuwe, milieuvriendelijke aanpak van plagen ligt daarmee in het verschiet.

Lastige plagen

Bloembollen staan tijdens de bewaring bloot aan de aanwezigheid en verdere ontwikkeling van diverse plagen. Een bloembol biedt met zijn rokken, schubben en huiden een gemakkelijke nestplaats voor plaagorganismen. Omdat bloembollen vaak geruime tijd bewaard worden onder geconditioneerde omstandigheden, bestaat ook het gevaar dat deze plaagorganismen

zich ongebreideld vermeerderen. De omstandigheden voor de vermeerdering van deze plagen zijn vaak gunstig. De bollen bieden het plaagorganisme vocht en voedsel. Bovendien zijn er geen natuurlijke vijanden in de afgesloten bewaar ruimten van de bollen.

De grootste boosdoeners zijn mijten, waaronder bollenmijt, stro- mijt en galmijt, verder gladiolen- trips, grijzebollenluis en wolluis. Behalve beschadiging aan de bollen zelf kunnen de plaagorganismen, zoals galmijt en trips ook virussen verspreiden. Ook deze schade kan belangrijke economische gevolgen hebben.

Om uitbraak van de plagen te voorkomen wordt in Nederland veelvuldig het chemische middel Actellic 50 (pirimifos-methyl) gebruikt. In vele landen wordt gezocht naar alternatieve ruimtebehandelingen die bijvoorbeeld de begassing van methylbromide kunnen vervangen (Fields and White, 2002). De Universiteit van California houdt een lijst bij met de tot nu toe tot stand gekomen Controlled Atmosphere behande-

lingen voor insectenbestrijding (Mitcham *et al.* 2001, 2003). Ook zijn er internationale conferenties waar ervaringen over CA worden uitgewisseld door onderzoekers uit diverse landen.

Nieuwe aanpak

Plagen bij de bewaring werden in het verre verleden aangepakt door gebruik te maken van dichloorvos, blauwzuurgas en methylbromide. Deze middelen zijn niet meer toegestaan; momenteel wordt het chemische middel Actellic 50 (pirimifos-methyl) gebruikt. Het gevaar bestaat echter dat dit middel niet voldoende werkt door resistentieontwikkeling van de plaagorganismen. De werking van Actellic valt in de praktijk soms tegen. Mogelijk zijn de tripsen en mijten al minder gevoelig geworden.

Om minder afhankelijk te zijn van chemische middelen wordt een milieuvriendelijke behandeling ontwikkeld om plagen tijdens de bewaring tegen te gaan. Dit is sinds kort mogelijk met korte Controlled Atmosphere behandelingen. Met een gewijzigde luchtsamenstelling: lager zuurstof en/of hoger koolstofdioxide gehalte, worden bollen, knollen en pootgoed vrijgemaakt van insecten en mijten. Het gaat om een korte behandeling bij hoge temperatuur waar de bollen en knollen tegen bestand zijn en de plaag niet. Het

ARTIKEL

Bollen met minder zuurstof de cel in

Om de methoden met veranderde luchtsamenstelling goed te testen zijn in de loop van de jaren proeven gedaan met diverse bloembollen. De proeven zijn uitgevoerd in de proefopstellingen van PPO Glas in Aalsmeer, proefkisten bij PPO-Fruit in Randwijk en proefkasten en prakcellen bij CNB (Coöperatieve Nederlandse Bloembollencentrale) in Bovenkarspel. Behalve naar de dodende werking door de ruimtebehandeling met de veranderde luchtsamenstelling is ook gekeken naar de invloed van de behandeling op het gewas, dat uit de bol- en knolgewassen groeit. Op die manier is de hele keten onderzocht tot en met de situatie bij de eindgebruiker. Zo is onder meer bij tulp, narcis en gladiool gekeken naar de doorteelt en afbroei van de in het jaar ervoor behandelde bollen om de effectiviteit en de kwaliteit te beoordelen. Bij Amaryllis, tulp, gladiool en lelie zijn proeven gedaan met aangetaste bollen voor optimalisatie van de CA behandeling. De onderzochte en te bestrijden plagen waren narcismijt, tulpengalmijt, bollenmijt en gladiolentrips.

is een schone behandeling die in gesloten luchtdichte ruimten wordt uitgevoerd en waarbij geen residu op de bollen of knollen achterblijft. De behandelingen zijn mogelijk te verbeteren met zeer kleine hoeveelheden GNO's (Gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong). Door het stapelen van bestrijdingsmethoden kan het effect verhoogd worden.

Manipuleren met lucht

Door de luchtsamenstelling in een afgesloten ruimte te wijzigen is het mogelijk gebleken om bij hoge temperaturen plaagorganismen in de bewaring van bollen aan te

pakken. Een aangepaste luchtsamenstelling in een afgesloten ruimte wordt op drie manieren toegepast tegen diverse plaagorganismen in bloembollen.

De eerste mogelijkheid is die van een hoog CO₂ gehalte. Bij aanpassing van de luchtomstandigheden wordt bij deze methode de hoeveelheid CO₂ drastisch opgevoerd van 0,03% naar 30% of zelfs 60% en 80%. Bij gladiolentrips is de verhoogde CO₂ methode het meest effectief.

Een andere Controlled Atmosphere methode is de zogenaamde ULO-behandeling (Ultra Low Oxygen). Bij deze methode wordt tijdelijk het zuurstofgehalte in de bewaarcel verlaagd. Een gebruikte methode is bijvoorbeeld de verlaging van

het O₂ gehalte van de natuurlijke 21% naar minder dan 1%. Een korte ULO behandeling bestrijdt galmijten in tulpenbollen goed, zonder dat dit ten koste gaat van de kwaliteit van de bollen en van de bloemen die eruit groeien. Deze methode lijkt ook tegen wolluis succesvol.

Als derde mogelijkheid is een combinatie van ULO met hoog CO₂ mogelijk. Dit lijkt tegen bollenmijt en narcismijt de beste methode.

Tulpengalmijt

Tulpengalmijt *Aceria tulipae* is een serieuze plaag in de tulpenbollen bewaring. De besmette bollen verdrogen op den duur en hebben een slechte opkomst of gebrekkige groei tot gevolg. Bij lichte aantasting kunnen goed ontwikkelde planten in de kas of op veld aangetast worden in blad en bloem.

Uit de eerste proeven bleek dat tulpengalmijt gevoelig was voor laag zuurstof en niet voor hoog CO₂. Eénmalige behandelingen gaven veelal geen volledige doding, maar na twee behandelingen werden geen levende galmijten meer teruggevonden.

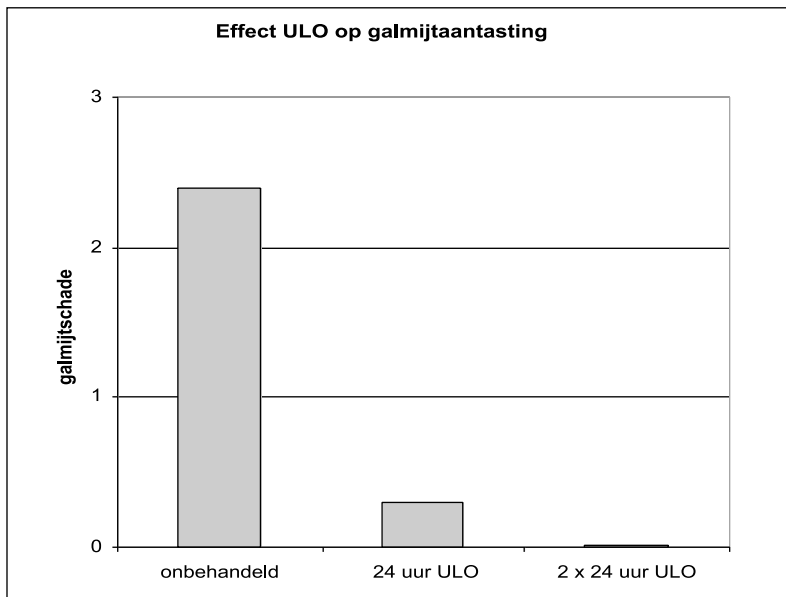
Ook bleek dat het mogelijk met een vroege behandeling (twee maal 24 uur ULO bij 25°C met een interval van zeven dagen) de plaag gedurende het hele bewaarperiode uit te roeien. Hoe later dit in het seizoen plaatsvindt, hoe moeilijker volledige mortaliteit van galmijten

Tabel 1. Aantastingpercentage en aantastingcijfer van de late behandeling (15/10) bepaald aan het eind van de bewaring. Voor aanvang van de behandeling was 24% aangetast door galmijten met een gemiddeld aantastingscijfer van 0,2^(*)

Behandeling	Aantastingspercentage	Aantastingscijfer ^(*)	Opmerkingen
Onbehandeld	100,0	2,9	Levende mijten
1 x 24 uur ULO	100,0	2,1	Levende mijten
1 x 48 uur ULO	98,7	1,5	Levende mijten
1 x 72 uur ULO	40,0	0,5	Gering aantal levende mijten
2 x 24 uur ULO	2,7	0,0	Geen levende mijten

^(*) Het aantastingscijfer komt tot stand door het schadebeeld in 4 categorieën te splitsen.

Deze categorieën zijn gedefinieerd volgens de verklaring bij foto 1 van de galmijt aantastingen.



Figuur 1. Effect Ultra Low Oxygen (ULO) op galmijtaantasting.

te bereiken is. Toch gaf een aantal behandelingen, dat laat in het seizoen plaatsvond met flink aange-taste bollen, ook nog een positief resultaat (Zie tabel 1).

Over het geheel bleek dat een ULO behandeling die ongeveer twee weken na het rooien uitgevoerd wordt, veel perspectieven biedt als alternatief voor het chemisch be-strijden van galmijten. Voor de handel en export is zo'n late be-handeling interessant.

In praktijkproeven bij telers van biologische bollen bleek de behan-deling ook goed te werken. Mon-sters genomen voor, na één maal 24 uur ULO en na twee maal 24 uur ULO lieten zien dat de behan-deling effectief en niet schadelijk voor de bollen was. De galmijten werden goed bestreden en de bol-len gaven goede planten met gave bloemen (zie fig 1).

Wel kwamen praktische proble-men aan het licht zoals de logis-tiek: alle partijen moeten twee we-ken na het rooien droog in de ULO cel staan. Verder duurde het langer dan een dag voordat de cel het ge-wenste laag zuurstof niveau had bereikt voordat de behandeling kon aanvangen. Voor de tweede

behandeling na zeven dagen moe-ten de bollen wel tussentijds ge-ventileerd worden. In een ULO cel is dit moeilijk te realiseren. In to-taal duurde de behandeling vijf-tien dagen.

Narcismijt

De narcismijt *Steneotarsonemus laticeps* is in de teelt van Amaryllis

een zeer hardnekkige plaag die in de praktijk met de bestaande mid-delen niet afdoende te bestrijden is. Een warmwater behandeling zoals bij narcissen effectief is, blijkt bij Amaryllis in de praktijk onvoldoende of te veel schade te veroorzaken. De mijt tast de bollen aan maar ook de plant, de blade-ren, bloemstengel en bloem.

Zoals voor alle mijten is ook bij de-zze mijt in proeven onderzocht wat het effect is van diverse CA-behan-delingen.

In een opstelling met kleine gas-dichte potjes is de lichtsamenstel-ling veranderd door bepaalde hoe-veelheden zuurstof, stikstof en/of kooldioxide toe te voegen. Voor deze proef zijn zwaar aangetaste bollen gebruikt; er verblijven veel levende mijten met eieren tussen de rokken. Voor de behandeling zijn de bollen in vier stukken ge-sneden. In elk potje is een ¼ bol geplaatst. Tijdens en na de behan-deling worden de bollen bewaard bij 25°C.

Uit de proeven bleek dat het effect van een behandeling van slechts

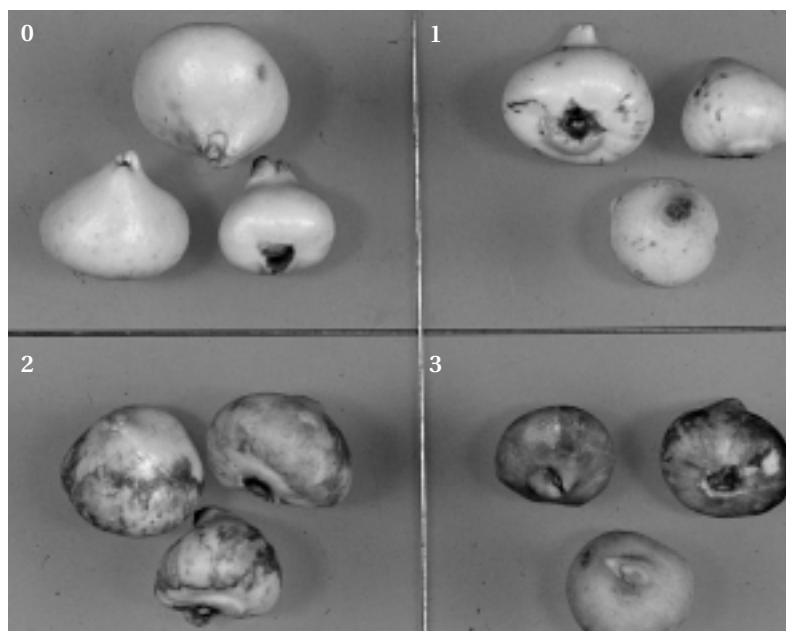
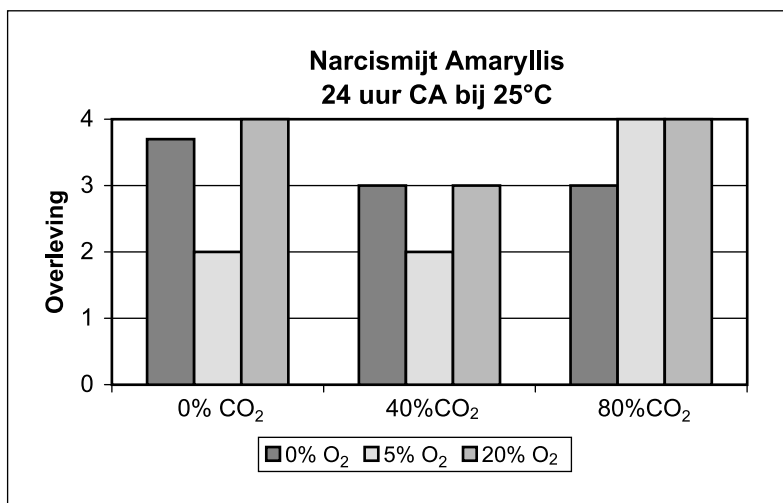


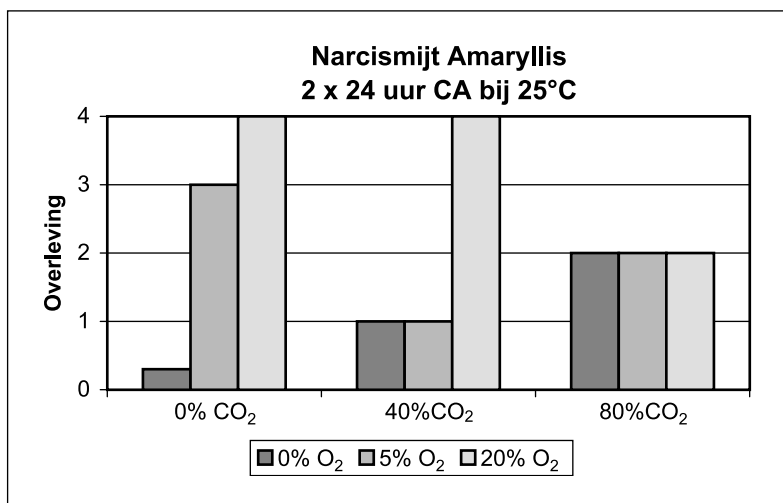
Foto 1. Verklaring van de galmijt aantastingen:

0 = volledig gezond 1 = 1 – 25% van het boloppervlak aangetast
 2 = 25 – 75% van het 3 = 75 – 100% van het boloppervlak aangetast

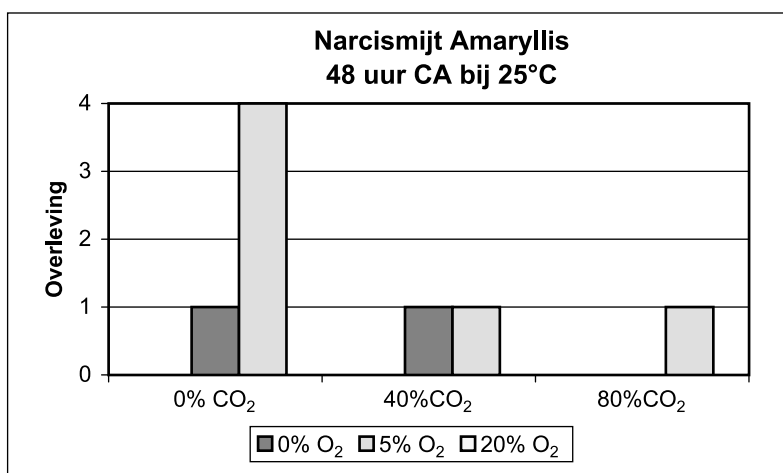
ARTIKEL



Figuur 2a. Invloed van gewijzigde luchtsamenstelling op de overleving van narcismijt *Steneotarsonemus laticeps* in *Amaryllis* na een behandeling van 24 uur.



Figuur 2b. Invloed van gewijzigde luchtsamenstelling op de overleving van narcismijt *Steneotarsonemus laticeps* in *Amaryllis* na een behandeling van twee maal 24 uur (interval zeven dagen).



Figuur 2c. Invloed van gewijzigde luchtsamenstelling op de overleving van narcismijt *Steneotarsonemus laticeps* in *Amaryllis* na een behandeling van 48 uur.

24 uur niet genoeg is voor doding van de aanwezige mijten. Een behandeling van 48 uur daarentegen heeft een goed perspectief. Alle behandelingen met laag zuurstof laten volledige doding van de mijten zien (zie grafiek 2).

Er liggen zeker mogelijkheden om met meer onderzoek, volledige bestrijding van de van deze mijt te verwezenlijken

Bollenmijt

De bestrijding van de bollenmijt *Rhizoglyphus robini* is aanmerkelijk lastiger. Deze mijt vormt een grote bedreiging voor de teelt van lelies. Alle ondergrondse delen van de plant worden aangevreten. Vooral de vermeerdering van lelies door schubben in vochtig vermiculiet vormt een groot risico. Zijn eenmaal bollenmijten aanwezig, dan vermeerderen die zich snel onder de dan vochtige en warme omstandigheden. Bij aantasting is de plaag zeer moeilijk te bestrijden.

Er zijn al veel proeven met CA-behandeling uitgevoerd om volledige bestrijding van bollenmijten te bereiken. Tot nog toe bleek dit echter niet haalbaar. De bollenmijten zijn wel gevoelig voor hoog CO₂, veel mijten gaan dood maar de overlevende mijten weten zich weer snel te vermeerderen tot een plaag. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt door het microklimaat in bolweefsel waar bollenmijten graag vertoeven of de mogelijkheid van de mijten om gedurende langere tijd zonder zuurstof te blijven leven. In het bolweefsel zijn ze mogelijk ongevoelig of onbereikbaar voor veranderde atmosferische omstandigheden. Om het effect van een CA-bewaring te verbeteren zijn daarom stoffen toegevoegd tijdens de behandeling. Een van die stoffen is Citral, een alarm feromoon van bollenmijten. De opzet van het gebruik van deze stof was de bollenmijten



Foto 2. Uitbloei van tulpen op 24 maart: links onbehandeld, midden 24 uur ULO en rechts 2x24 uur ULO.

te alarmeren waardoor zij naar de oppervlakte van de bollen zouden gaan in plaats van diep in het rot-tend plantenweefsel te blijven. Een tweede geteste stof is een etherische olie. Deze GNO gaf in proeven goede perspectieven in de bestrijding van gladiolentrips. Beide stoffen bleken echter onvoldoende effect te hebben op bollenmijten.

Stapelen van bestrijdingsmaatregelen met CA is ook beproefd. Van warmwaterbehandelingen en invriezen is bekend dat veel mijten sterven, volledige mortaliteit is echter nauwelijks haalbaar. Samen met de beste CA behandeling zijn bollen wel en niet behandeld met warm water, ingevroren en in onder ULO omstandigheden bewaard. Voor de proef zijn zwaar door bollenmijt aangetaste leliebollen gebruikt. Ook in deze proef kon na incubatie geen volledige mijtbestrijding worden verkregen. De beste bestrijding werd gevonden bij CA in combinatie met een warmwaterbehandeling (Zie tabel 2).

Gladiolentrips

In de bewaring van gladiolenknollen vormt de gladiolentrips *Trips simplex* een grote plaag. Tripsen komen vanuit het veld mee de bewaarcellen in waar ze hele partijen kunnen aantasten. Tripsen zuigen aan de knollen waardoor deze verdrogen en verloren gaan. Knollen met tripsen geven planten met trips waarop ze blad- en bloem-schade geven. Knollen met trips mogen niet worden geëxporteerd naar andere landen. Een goede bestrijding is daarom noodzakelijk.

Voor teelt en handel zou een CA behandeling, die knollen vrij kan maken van trips, een oplossing kunnen zijn. De voorkeur gaat uit naar een éénmalige behandeling omdat tripsen zich makkelijk kunnen verplaatsen.

Tabel 2. Aantal bollenmijten per behandeling in 10 bollen. Mijten zijn geteld na een periode van incubatie.

Korte CA behandeling	Wwb	ULO		Lucht	
		+1	-1	+1	-1
CA	wwb	0,7 ^a	1,7 ^a	1,3 ^{ab}	1,3 ^{bc}
	geen wwb	44,7 ^{ef}	10,7 ^{cd}	18,3 ^d	45,3 ^f
Geen CA	wwb	16,0 ^{de}	10,7 ^{cd}	13,0 ^{cd}	15,7 ^{cd}
	geen wwb	1783,3 ^l	147,7 ^{gh}	515,0 ⁱ	350,0 ^{hi}

CA = Controlled Atmosphere; 48 uur 60% CO₂, 0% O₂, 40% N₂ bij 30°C.

Wwb = Warmwaterbehandeling 2 uur 39°C.

ULO = bewaring gedurende 6 weken in gasdichte cel bij ca 1% O₂, 0,3 % CO₂ en 99% N₂ bij -1 en +1 °C.

Lucht = bewaring gedurende 6 weken in normale bewaarcel bij ca 21% O₂, 0,3 % CO₂ en 79% N₂ bij -1 en +1 °C.

Aantallen met verschillende letters verschillen significant.

Tabel 3. Beoordeling van de gladiolenknollen op gladiolentrips *Trips simplex* 5 weken na behandeling. CA=20% O₂ + 30% CO₂ bij 25 °C

Behandeling	levende trips	schadeniveau
Onbehandeld	+	0,77
1 dag CA	+	0,47
2 maal 1 dag CA	-	0,00
1 dag GNO	+	0,03
1 dag CA met GNO	-	0,00






Aantasting werd beoordeeld door de veroorzaakte schade onder te verdelen in schadecategorieën:

0 = geen schade

1 = <25% knol oppervlak beschadigd

2 = 25% – 75% knol oppervlak beschadigd

3 = >75% knol oppervlak beschadigd

Belangrijkste plaagorganismen die de bloembol belagen met bestrijdende CA behandeling.				
Organisme	wetenschappelijke naam	actief in ondermeer	kenmerken	CA behandeling
Bollenmijt 	Rhizoglyphus robini	Lelie, gladiool, freesia	Leeft van schimmels; vreet aan ondergrondse plantendelen. (putjes en mineergangen)	48 uur hoog CO ₂ met ULO bij 30°C + Warmwaterbehandeling
	Rhizoglyphus echinopus	tulp, hyacint, Zantedeschia e.a.	Leeft van schimmels, irriteert bolweefsel	48 uur hoog CO ₂ met ULO bij 25°C.
Tulpengalmijt 	Aceria tulipae	tulp	Zuigschade aan bollen, vector TVX-virus	2 maal 24 uur ULO bij 25°C
Narcismijt 	Stenotarsonemus laticeps	narcis en Amaryllidaceae	Zuigschade aan bollen in bewaring en planten in kas	48 uur ULO bij 25°C
Gladiolentrips 	Thrips simplex	gladiool	Zuigschade aan plant op het veld en knollen in de bewaring	24 uur ULO met GNO bij 25°C
Wolluis 	Phenacoccus emansor	Iris en freesia	Zuigschade in 30°C bewaring	48 uur ULO bij 30°C

Er is daarbij geëxperimenteerd met CA behandelingen waarbij een GNO is toegevoegd. Gladiolentripsen bleken in eerdere experimenten niet gevoelig voor een ULO-behandeling maar wel voor hoog CO₂.

In proeven ondergingen zwaar besmette en gezonde knollen verschillende CA behandelingen. Na deze behandelingen zijn de knollen gezamenlijk vijf weken bij 20°C bewaard en daarna beoordeeld op aantasting en de aanwezigheid van trips.

Uit de proeven kwam naar voren dat een éénmalige CA-behandeling, 24 uur 20% O₂+ 30% CO₂ bij 25°C, alléén niet genoeg is om tripsen volledig te bestrijden. Bij een herhaling na zeven dagen vond wel volledige doding plaats. Ruimtebehandeling van de GNO alleen gaf een bestrijdend effect, maar was alléén niet voldoende. Wel wanneer dit samen met de CA behandeling werd uitgevoerd (zie tabel 3). Verder onderzoek moet uitwijzen welke concentratie GNO een optimale bestrijding geeft.

De gladiolenknollen kunnen de behandeling goed verdragen, na opplant werden geen afwijkingen gevonden aan plant of bloem.

Voorbeeld van toepassing van de ULO-methode bij tulpenbollen.

- De ULO-cel staat op een temperatuur van 25°C.
- De partij bollen wordt erin gereden, cel hermetisch afgesloten en op ULO gebracht
- De cel blijft 24 uur onder ULO-omstandigheden.
- Na 24 uur ULO wordt de cel afgeblazen tot normale luchtsamenstelling.
- Daarna volgt een week bewaring met normale ventilatie.
- De 24 uren ULO-behandeling wordt herhaald.

Sterke en zwakke kanten van de nieuwe methode

Sterke kanten:

- Milieuvriendelijke aanpak
- Combinatie mogelijkheden met andere middelen en methoden
- Perspectief voor telers van biologische bloembollen
- Perspectief voor in- en export van bloembollen
- Geen residu op behandelde bollen

Zwakke kanten

- Vergt soms extra logistieke aanpassingen
- Opslagruimten moeten aangepast worden
- Duurt bij grote bewaarcellen soms lang om gewenste omstandigheden te bereiken
- Partijen moeten bij tulpen vrij van zuur (*Fusarium*) zijn omdat anders ethyleen kan vrijkomen dat schadelijk is voor de gezonde bollen

Verdere perspectieven

De behaalde resultaten zijn in de meeste gevallen hoopgevend naar de toekomst. Voor de export van bollen is het echter nodig om te zorgen voor 100% doding van de plaagorganismen. Daar waar dit percentage nog niet gehaald is, zal gewerkt moeten worden aan optimalisering van de methode zelf of in combinatie met andere methoden of middelen. Zo zijn al ervaringen opgedaan met gebruik van GNO's (Gewasbeschermingsmiddelen van Natuurlijke Oorsprong), feromonen en warmwaterbehandelingen.

Het onderzoek zou dan ook verder moeten gaan om te zoeken naar een juiste combinatie van temperatuur, CA behandeling en te gebruiken extra middel. In het buitenland werkt men aan CATTs, Controlled Atmosphere Temperature Treatment Systems, waarbij met korte CA behandelingen van slechts enkele uren bij hoge temperaturen producten vrij gemaakt worden van insecten (Neven, 2004).

De mogelijkheid bestaat dat voor elk gewas een optimum gezocht moet gaan worden voor de beste resultaten in doding van het plaagorganisme. Een standaardmethode voor alle bolgewassen en tegen alle plagen ligt vooralsnog niet in het verschiet.

Dankwoord

Met dank aan Hanneke van Zuilichem en Marcel Bredeveld voor uitvoering van de proeven. CNB-Bovenkarspel, PPO-Fruut en PPO-Glas voor de medewerking en het beschikbaar stellen van de CA faciliteiten en het ministerie van LNV die het, door de financiering, mogelijk maakte dit project uit te voeren.

Foto's: PPO Bloembollen

Literatuur

- Mitcham, E.J., T.L.A. Martin, S. Zhou and A.A. Kader. 2001. Potential of CA for post harvest arthropod control in fresh horticultural perishables: an update of summery tables compiled by D. Ke and A.A.Kader. Postharvest Horticulture Series No.22 CA Bibliography 1981 – 2000, CA Recommendations 2001.
- Mitcham, E.J., T.L.A. Martin, S. Zhou and A.A. Kader. 2003. Summery of CA for arthropod control in fresh horticultural perishables. Proc. 8th Int CA Conference. Acta Hort **600**, ISHS; p. 741-745.
- Fields, P.G., N.D.G. White. 2002. Alternatives to Methyl Bromide Treatments for Stored-Product and Quarantine Insects. Annu. Rev. Entomol. **47**:331-59.
- Neven, L.G. 2004. Desinfestation of fresh horticultural commodities by using hot forced air with controlled atmospheres. R. Dris and S.M. Jain (eds.) Production Practice and Quality Assessment of Food Crops, vol 4, "Post Harvest Treatment and Technology"; p. 297-315.

ARTIKEL