

Mogelijke oorzaken van zwarte spruiten in lelie

Praktijkproef bij VWS, in samenwerking met PPO

Lyon Looijestein, Gert Sijm	VWS
Ben Seubring	Stagiair HAS Den Bosch
Marga Dijkema, Henk Gude	PPO

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
December 2009
PPO nr. 3236101400 / PT nr. 13763

© 2009 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



PPO Projectnummer: 3236101400

PT Projectnummer: 13763

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

Adres : Prof. van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 – 46 21 21

Fax : 0252 – 46 21 00

E-mail : infobollen.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODE	9
2.1 Algemeen.....	9
2.2 Spruitlengte op het moment van rooien en temperatuur bij rooien en verwerking	9
2.3 Ontstaan zwarte spruiten.....	10
2.4 Droge stof en elementen	11
2.5 Suiker- en zetmeelgehalte.....	11
2.6 Ademhalingsactiviteit	11
3 RESULTATEN	13
3.1 Spruitlengte op het moment van rooien en temperatuur op moment van rooien en verwerking ...	13
3.2 Ontstaan zwarte spruiten.....	15
3.2.1 Effect van moment spoelen, ontsmetten, inpakken en invriezen en effect van de invriestemperatuur.....	15
3.2.2 Effect van bewaring bij 10°C vlak na rooien	17
3.2.3 Effect van het vochtgehalte van het vulmiddel	17
3.2.4 Effect van de hoeveelheid zuurstof in de verpakking	18
3.3 Droge stof en elementen	18
3.4 Suiker- en zetmeelgehalte.....	19
3.5 Ademhalingsactiviteit	22
4 SAMENGEVATTE RESULTATEN EN DISCUSSIE.....	23
5 CONCLUSIES	25

Samenvatting

In de broeierij van lelie, en met name bij de Oriëntals, is het ontstaan van zwarte spruiten een groot probleem dat jaarlijks vele tonnen schade oplevert. Zwarte spruiten is het verschijnsel waarbij leliespruiten tijdens de bewaring in ijs geheel of gedeeltelijk zwart worden, afsterven en volledig verloren gaan voor de bloemproductie.

Bij VWS is een uitgebreide praktijkproef uitgevoerd waarin bij 3 partijen van de cultivar Conca d'Or, afkomstig van verschillende telers, de rol van de volgende factoren in het ontstaan van zwarte spruiten is onderzocht: de temperatuur tussen rooien en invriezen, het moment van invriezen en de invriestemperatuur, de ademhaling van de bollen tijdens de bewaring, het zuurstofgehalte in de kisten, het vochtgehalte van het vulmiddel en het suiker- en zetmeelgehalte van de bollen tijdens de bewaring.

Het onderzoek heeft niet kunnen aantonen dat de volgende factoren een cruciale rol spelen in het veroorzaken van zwarte spruiten in leliebollen:

- een bewaartemperatuur van 1 maand bij -1.5, 0 of bij 2 à 3°C (en vervolgens bij -1°C)
- spoelen vlak na binnenkomst
- bewaring gedurende 1 à 19 dagen na binnenkomst bij 10°C
- de vochtigheid van het vulmiddel
- het zuurstofgehalte in de verpakking

Er zijn géén verbanden gevonden tussen het percentage zwarte spruiten en suiker- en/of zetmeelgehalten in de bollen en spruiten (noch met de Brix-methode, noch met de Bulbfixxmethode). Ook het meten van de ademhaling op 2 momenten tijdens de bewaring heeft geen aanknopingspunten opgeleverd voor het verklaren of voorspellen van zwarte spruiten.

De volgende factoren lijken wél een rol te spelen in het ontstaan van zwarte spruiten:

- De invriestemperatuur: bij -1.5°C is de kans op zwarte spruiten veel groter dan bij -1°C
- De tijd tussen binnenkomst van de bollen en invriezen: invriezen direct na binnenkomst levert het hoogste percentage zwarte spruiten op. Na enkele dagen zakt de kans op zwarte spruiten. Het fysiologische mechanisme hierachter blijft echter duister.
- Partij-effecten. De mate van effect van de invriestemperatuur en de tijd tussen binnenkomst en invriezen is sterk afhankelijk van het bestudeerde partij. Vergelijking van de omstandigheden tussen de oogst en invriezen, waaronder de partijen hebben verkeerd, heeft niet geleid tot correlaties, die iets zouden kunnen zeggen over eventuele causale verbanden.

1 Inleiding

In de broeierij van lelie, en met name bij de Oriëntals, is het ontstaan van zwarte spruiten een groot probleem dat jaarlijks vele tonnen schade oplevert. Zwarte spruiten is het verschijnsel waarbij leliespruiten tijdens de bewaring in ijs geheel of gedeeltelijk zwart worden, afsterven en volledig verloren gaan voor de bloemproductie.

PPO-onderzoek heeft aangetoond dat een te lage bodemtemperatuur (lager dan 0°C) aan het eind van de teelt het ontstaan van zwarte spruiten kan bevorderen. VWS en PPO hebben afzonderlijk en in onderlinge samenwerking vastgesteld dat de (vaak te hoge) temperatuur tussen rooien en invriezen eveneens een belangrijke rol speelt in het ontstaan van zwarte spruiten. VWS heeft daarnaast in uitgebreide praktijkproeven vastgesteld dat gedurende een periode van ongeveer 3 weken na binnenkomst een omslagpunt optreedt: bollen die tot een aantal dagen na binnenkomst ingevroren worden, vertonen 100% zwarte spruiten, terwijl bollen die enkele dagen later ingevroren worden gezond blijven. Ook zijn er aanwijzingen dat de ademhalingsactiviteit van de bollen, en hiermee samenhangend, het zuurstofgehalte in de kisten van invloed is op het ontstaan van zwarte spruiten ('verstikking'). Omdat de vochtigheid van het vulmiddel invloed heeft op de strekking van de spruiten tijdens de bewaring, is niet uit te sluiten dat deze factor ook een rol speelt bij het ontstaan van zwarte spruiten. Mogelijk bestaat er ook een verband tussen het suiker- en zetmeelgehalte en de kans op zwarte spruiten.

Bij VWS is een uitgebreide praktijkproef uitgevoerd waarin bij 3 partijen van de cultivar Conca d'Or, afkomstig van verschillende telers, de rol van bovengenoemde factoren op het ontstaan van zwarte spruiten is onderzocht. Dit onderzoek had tot doel om de rol van de volgende factoren bij het ontstaan van zwarte spruiten op te helderen:

de temperatuur tussen rooien en invriezen, het moment van invriezen en de invriestemperatuur, de ademhaling van de bollen tijdens de bewaring, het zuurstofgehalte in de kisten, het vochtgehalte van het vulmiddel en het suiker- en zetmeelgehalte van de bollen tijdens de bewaring.

2 Materiaal en methode

2.1 Algemeen

Het onderzoek is uitgevoerd met bollen van de cultivar Conca d'Or (zifmaat 14/16) die afkomstig waren van 3 verschillende leveranciers en op verschillende momenten zijn geroid:

Leverancier	Rooidatum	Binnenkomst VWS
Bedrijf A	12 nov. 2008	19 nov. 2008
Bedrijf B	21 nov. 2008	27 nov. 2008
Bedrijf C	11 dec. 2008	22 dec. 2008

Op het moment dat bij bedrijf C de bollen werden geroid waren de omstandigheden extreem nat.

Bij de standaardbehandeling zijn de bollen na binnenkomst bij VWS eerst gedurende een bepaalde periode bewaard bij 2°C. Hierna zijn de bollen gespoeld, ontsmet, ingepakt in vulmiddel met een standaard vochtgehalte en gedurende een maand ingevroren bij -1.5°C. Vervolgens is de temperatuur geleidelijk omhoog gegaan naar -1°C.

Op het moment van rooien is de temperatuur van de buitenlucht, in de bol, de bodem (ter hoogte van de bol), en van het spoelwater gemeten. Ook is bij 10 bollen van elke partij de spuitlengte op het moment van rooien bepaald. Op het moment van het verwerken van de bollen is de temperatuur in de bol, van het ontsmettingsbad en in de verwerkingshal gemeten.

In een aantal experimenten zijn de volgende aspecten bestudeerd:

- Het effect van de bewaar temperatuur, het moment van spoelen, van coaten, van de vochtigheid van het vulmiddel en van de hoeveelheid zuurstof in de verpakking op het ontstaan van zwarte spruiten
- De hoeveelheid drogestof en het gehalte aan macro- en micro-elementen in de bol aan het begin van de bewaring
- Het effect van de periode tussen binnenkomst en invriezen op de ademhalingsactiviteit
- Het verloop van het suiker- en zetmeelgehalte gedurende het bewaar seizoen en de invloed van de bewaar temperatuur hierop.

In de volgende paragrafen worden de proefopzetten van de verschillende metingen en experimenten nader beschreven.

2.2 Spruitlengte op het moment van rooien en temperatuur bij rooien en verwerking

Bij 10 bollen van elke partij is op het moment van rooien de spuitlengte bepaald. Tevens is van elke partij een klein deel van de bollen binnen 2 à 7 dagen na rooien verwerkt en gespoeld (dit i.t.t. de rest van de bollen, die pas na binnenkomst bij VWS en na een bewaarperiode bij 2°C zijn gespoeld en verpakt).

Op het moment van rooien is de temperatuur in de buitenlucht, de bodem (ter hoogte van de bol), en van het spoelwater gemeten en een half uur na spoelen is de boltemperatuur gemeten. Op het moment van het verwerken en spoelen van de bollen is de temperatuur in de bol, in de verwerkingshal en in het

ontsmettingsbad gemeten.

2.3 Ontstaan zwarte spruiten

In elk experiment zijn per behandeling per partij 100 bollen bewaard. Half september 2009 zijn de spruiten beoordeeld.

De volgende experimenten zijn uitgevoerd:

1. Het effect van het moment van spoelen, inpakken, coaten en invriezen, en het effect van de invriestemperatuur

De volgende factoren zijn gevarieerd:

- Periode bewaring bij 2°C tot inpakken:
Bollen zijn gedurende een variabel aantal dagen (0 tot 27 dagen) bewaard bij 2°C, voordat de bollen zijn gespoeld, ontsmet en ingepakt en bij de definitieve 'invries'temperatuur zijn geplaatst.
- De 'invries'temperatuur na inpakken:
een deel van de bollen is na inpakken niet gedurende de eerste maand ingevroren bij -1.5°C maar bij 0°C of 2 à 3°C. Ook is een deel van de bollen continu bij -1.5°C bewaard.
- Een deel van de bollen is niet ingepakt, maar gecoat met LiquidSeal. Bij de bollen van partij A die 0 of 2 dagen na binnenkomst waren gecoat in Liquidseal, bleek dat coating in Liquid geen perspectief bood. Besloten is om deze behandeling te laten vervallen en te vervangen door de volgende behandeling: bollen direct na binnenkomst spoelen, vervolgens bewaren bij 2°C tot het moment van ontsmetten, inpakken en invriezen bij -1°C

2. Het effect van bewaring bij 10°C vlak na rooien

De bollen zijn vanaf binnenkomst gedurende een variabel aantal dagen (1 tot 19) bewaard bij 10°C en vervolgens bij 2°C. 21 dagen na binnenkomst zijn alle bollen gespoeld, ontsmet, verpakt en ingevroren bij -1°C.

3. Het effect van het vochtgehalte van het vulmiddel

De volgende factoren zijn gevarieerd:

- De bollen zijn voor spoelen, ontsmetten en inpakken gedurende 5, 11 of 17 dagen bewaard bij 2°C, vervolgens bij -1°C
- De bollen zijn verpakt in droog vulmiddel ('kurkdroog'; teruggedroogd bij 30°C) of in nat vulmiddel ('kletsnat')

4. Het effect van de hoeveelheid zuurstof in de verpakking

De volgende factoren zijn gevarieerd:

- De bollen zijn voor spoelen, ontsmetten en inpakken gedurende 5, 11 of 17 dagen bewaard bij 2°C, vervolgens bij -1°C
- De bollen zijn verpakt in 3 verschillende zakken, met ieder een andere doorlaatbaarheid voor zuurstof. Het zuurstofgehalte in de toegepaste zakken was resp. 0%, 2% en 100% (met 100% wordt bedoeld: het normale zuurstofgehalte in lucht, d.w.z. 20.9%).

2.4 Droge stof en elementen

In januari is bij elke partij in een monster van 40 bollen het drogestof-gehalte bepaald als ook een elementenanalyse uitgevoerd.

2.5 Suiker- en zetmeelgehalte

Bestudeerd zijn het verloop van het suiker- en zetmeelgehalte gedurende het bewaarstadium en het effect van de bewaartemperatuur op het suiker- en zetmeelgehalte.

Er zijn 2 proeven uitgevoerd:

1. Bollen zijn na 5, 11 of 17 dagen na binnenkomst ingevroren bij -1 of -1.5°C en op verschillende momenten in het bewaarstadium is m.b.v. de Brix-meter de brekingsindex gemeten in het celsap van de top van de spruit van 5 afzonderlijke bollen, als maat voor de hoeveelheid suiker (sucrose) in de bol.
2. Bollen zijn 11 dagen na binnenkomst ingevroren bij -1°C en op verschillende momenten in het bewaarstadium zijn het suiker (sucrose)- en zetmeelgehalte gemeten aan de buiten- en binnenkant van de bol en in de spruit (pit). Het sap waarin de metingen werden verricht was een mengmonster van 5 bollen.

2.6 Ademhalingsactiviteit

Het effect van de periode tussen binnenkomst en invriezen op de ademhalingsactiviteit tijdens de invriesperiode is bestudeerd.

De bollen zijn voor spoelen, ontsmetten en inpakken gedurende 5, 11 of 17 dagen bewaard bij 2°C.

Vervolgens zijn de bollen ingevroren bij -1°C.

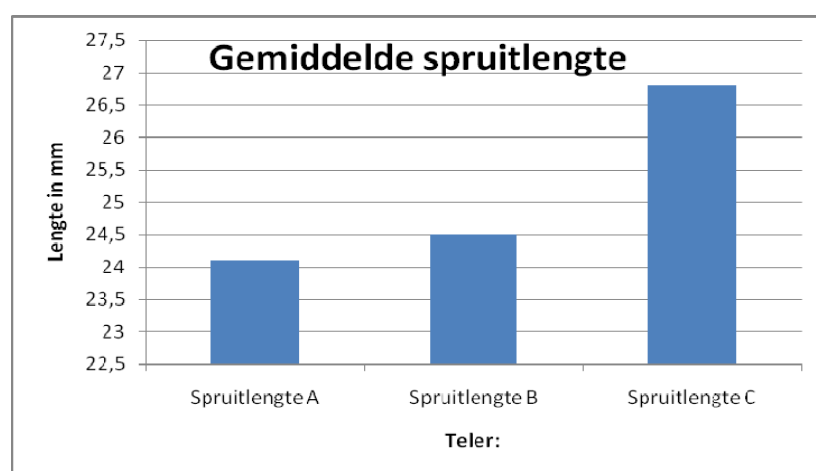
Op 17 april 2009 en 26 juni 2009 is de ademhalingsactiviteit van de bollen bepaald. Per behandeling is van 3 à 5 bollen in drievoud de ademhaling bepaald.

3 Resultaten

3.1 Spruitlengte op het moment van rooien en temperatuur op moment van rooien en verwerking

Op het moment van rooien is de spruitlengte gemeten.

Bij partij A, de partij die als eerste is gerooid, waren de spruiten het kortst, bij partij C, de partij die als laatste is gerooid, het langst (zie figuur 1).



Figuur 1. De gemiddelde spruitlengte op het moment van rooien

Na rooien zijn de temperaturen in de buitenlucht, bodem en in het spoelwater gemeten. Een half uur na spoelen is de boltemperatuur gemeten.

De boltemperatuur lag tussen de buitenlucht-temperatuur en de bodemtemperatuur in en week bij partij A en partij C niet veel af van de temperatuur van het spoelwater (zie tabel 1). Bij partij B was de temperatuur van het spoelwater 1.5°C hoger dan de boltemperatuur.

Tabel 1. Temperaturen op het moment van rooien

	Partij A 12 nov	Partij B 21 nov	Partij C 11 dec
Bol ¹	9.6	8.6	4.1
Buitenlucht	10.0	8.0	4.8
Bodem	8.7	8.7	3.5
Spoelwater	9.5	10.1	4.7

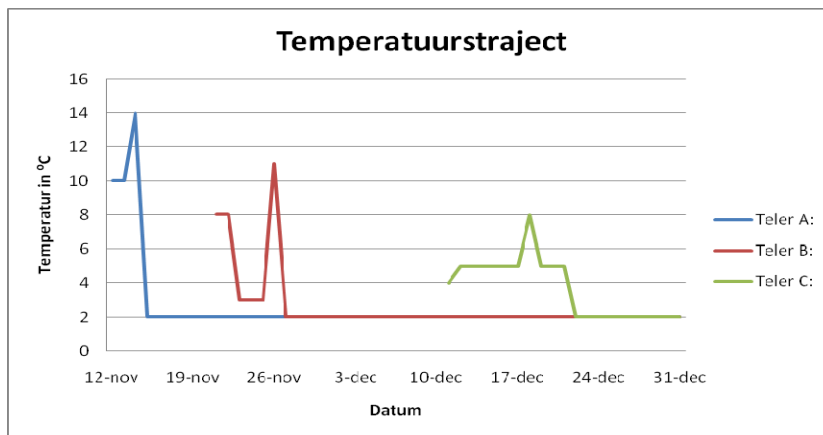
¹ Een half uur na spoelen gemeten

Resp. 2, 5 en 7 dagen na rooien zijn de bollen verwerkt. Op dat moment was de temperatuur in de bollen ongeveer 3 à 4°C gestegen in de richting van de heersende temperaturen in de verwerkingshal (zie tabel 2). De temperatuur van het ontsmettingsbad was bij partij A en partij B ongeveer 1.5°C lager dan de boltemperatuur, bij partij C ongeveer 2.5°C hoger.

Tabel 2. Temperaturen op het moment van verwerken

	Partij A 14 nov	Partij B 26 nov	Partij C 18 dec
Bol	13.9	11.4	8.3
Verwerkingshal	14.0	14.2	12.3
Ontsmettingsbad	12.2	9.9	11.0

In figuur 2 is het verloop van de temperatuur in de bol weergegeven vanaf het moment van rooien tot en met verwerking en bewaring bij 2°C. Zoals eerder is opgemerkt, is zichtbaar dat de boltemperatuur bij rooien en verwerken bij partij A het hoogst was en bij partij C het laagst. Ook is zichtbaar dat na rooien bij partij A de bollen het snelst een temperatuur van 2°C bereiken, de bollen van partij C het minst snel.



Figuur 2. Het verloop van de temperatuur in de bol vanaf het moment van rooien

3.2 Ontstaan zwarte spruiten

3.2.1 Effect van moment spoelen, ontsmetten, inpakken en invriezen en effect van de invriestemperatuur

De bollen zijn vanaf binnenkomst gedurende een variabel aantal dagen bewaard bij 2°C en vervolgens gespoeld, ontsmet, ingepakt of in Liquidseal gecoat, en 'ingevroren' bij verschillende temperaturen. In september 2009 is het percentage zwarte spruiten bepaald.

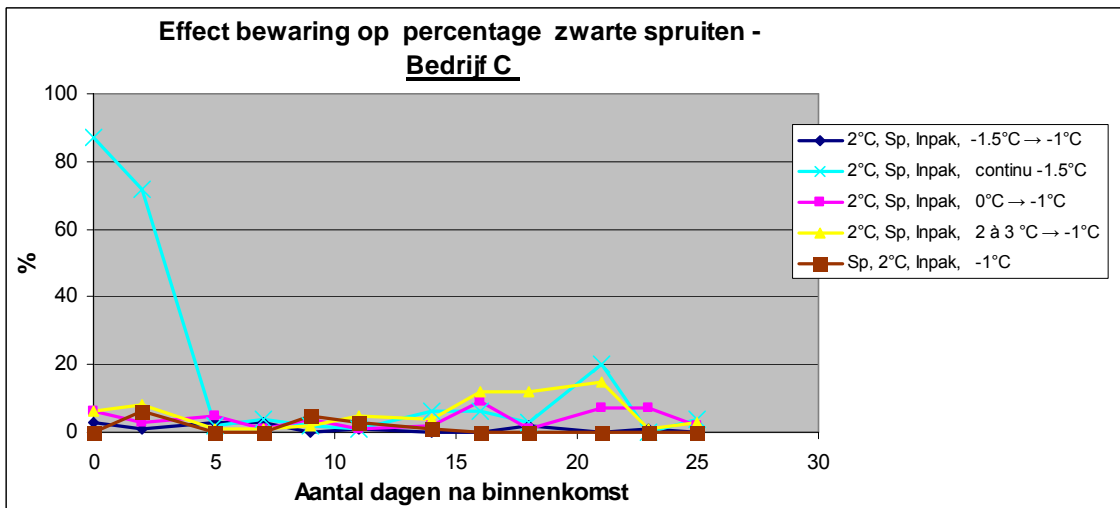
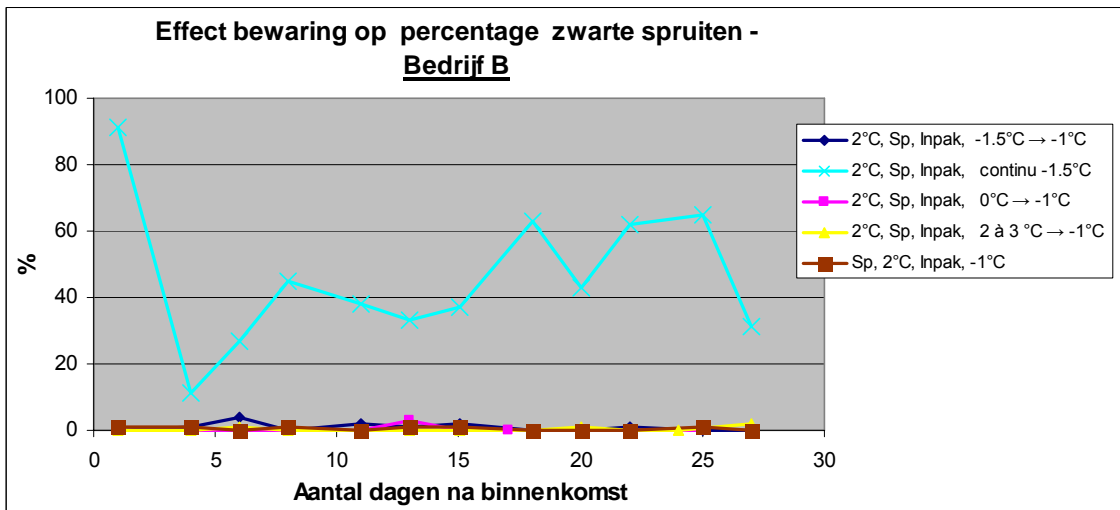
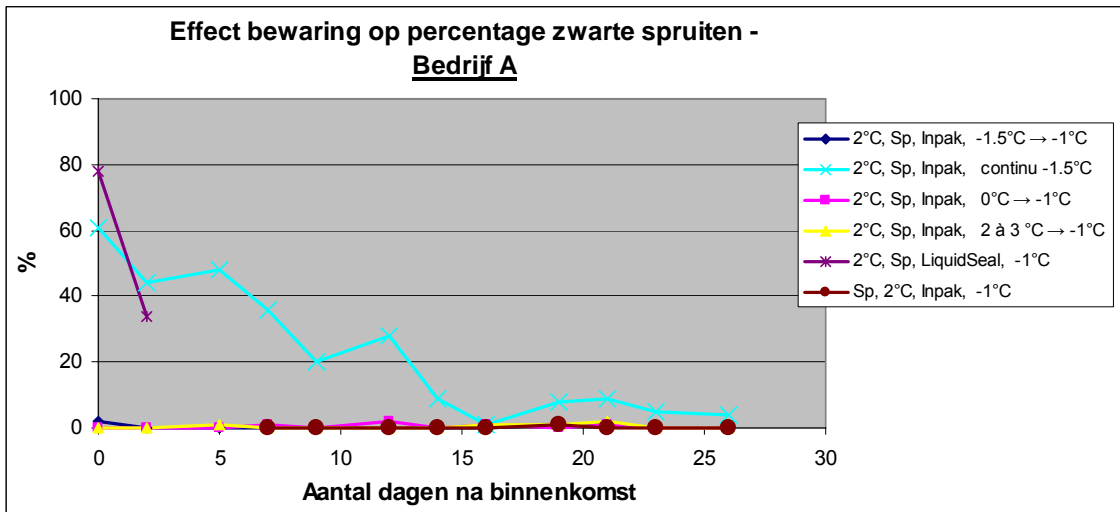
Bij alle partijen leidde invriezen gedurende 1 maand bij -1.5°C en vervolgens bij -1°C, zowel bij vroeg als bij laat invriezen, niet of nauwelijks tot het ontstaan van zwarte spruiten (0-4%). Het aantal dagen tussen binnenkomst en spoelen, inpakken en invriezen was niet van invloed (zie figuur 3 t/m 5).

Bij partij A en partij B werden ook, indien de bollen eerst 1 maand bij 0°C of bij 2 à 3°C waren bewaard en vervolgens bij -1°C, nauwelijks of geen zwarte spruiten gevormd (0-3%). Bij partij C varieerde het percentage zwarte spruiten bij bewaring bij deze temperaturen, resp. tussen 1 en 9% en tussen 1 en 15%. Het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen was niet van invloed.

Indien de bollen vanaf binnenkomst continu werden bewaard bij -1.5°C, werd 60 à 90% zwarte spruiten gevormd (zie figuur 3 t/m 5). Naarmate de bollen later werden ingevroren werden bij partij A en partij C minder zwarte spruiten gevormd, maar zelfs bij invriezen na 3 à 4 weken werden er nog zwarte spruiten gevormd. Bij partij B was er geen verband tussen het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen bij -1.5°C en het percentage zwarte spruiten, en was het percentage zwarte spruiten over het algemeen hoog tot zeer hoog.

Bij partij A leidde gelijk na binnenkomst coaten in LiquidSeal en invriezen bij -1°C tot 80% zwarte spruiten. Indien de bollen 2 dagen na binnenkomst waren ingevroren, werd 30% zwarte spruiten waargenomen. Vanwege dit hoge percentage zwarte spruiten is het coatingsexperiment niet voortgezet (effect coating bij later invriezen en effect coaten bij partij B en partij C niet onderzocht).

De coatingsbehandeling is vervangen door een behandeling waarbij de bollen vlak na binnenkomst zijn gespoeld, in plaats van vlak voor het invriezen bij -1°C. Spoelen gelijk na binnenkomst had nauwelijks of geen effect op het ontstaan van zwarte spruiten; bij partij A en partij B werden 0-1% zwarte spruiten gevormd, bij partij C 0-6%. Het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen was niet van invloed.



Figuur 3 t/m 5. Het effect van het aantal dagen tussen binnenkomst en spoelen, inpakken en invriezen, het effect van coaten in Liquidseal, en het effect van de bewaartemperatuur op het ontstaan van zwarte spruiten bij partij A (boven), partij B (midden) en partij C (onder). Bewaartemperatuur tot inpakken 2°C. Liquidseal alleen toegepast bij partij A, 0 en 2 dagen na binnenkomst. [Sp = gespoeld, Ontsm = ontsmet, Inpak = ingepakt].

3.2.2 Effect van bewaring bij 10°C vlak na rooien

De bollen zijn vanaf binnenkomst gedurende een variabel aantal dagen bewaard bij 10°C en vervolgens bij 2°C. 21 dagen na binnenkomst zijn de bollen gespoeld, ontsmet, verpakt en ingevroren bij -1°C.

Bij partij A leidde bewaring gedurende de eerste periode na binnenkomst bij 10°C niet tot het ontstaan van zwarte spruiten, zelfs niet bij 18 à 19 dagen bewaring bij 10°C (zie tabel 3). Bij partij B had bij 14 à 15 dagen en 18 à 19 dagen bewaring bij 10°C 1% van de bollen een zwarte spruit. Bij een kortere bewaring bij 10°C werden geen zwarte spruiten waargenomen. Bij partij C varieerde het percentage bollen met een zwarte spruit tussen 0% en 9%. Er was geen correlatie met de duur van de bewaring bij 10°C.

Tabel 3. Het effect van bewaring bij 10°C gedurende de eerste dagen na binnenkomst bij VWS op het percentage zwarte spruiten. 21 dagen na binnenkomst bollen ingevroren bij -1°C.

Aantal dagen bij 10°C	% zwarte spruiten		
	Partij A (Binnenk. 19 nov)	Partij B (Binnenk. 27 nov)	Partij C (Binnenk. 22 dec)
0	1	0	0
1 à 3	0	0	9
6 à 7	0	0	0
8 à 9	0	0	0
11 à 13	0	0	1
14 à 15	0	1	4
18 à 19	0	1	1

3.2.3 Effect van het vochtgehalte van het vulmiddel

De bollen zijn verpakt in zeer droog of in zeer vochtig vulmiddel. De bollen zijn op verschillende momenten na binnenkomst ingevroren bij -1°C.

Bij de bollen die verpakt waren in zeer droog vulmiddel had 0 of 1% van de bollen een zwarte spruit (zie tabel 4). Bij de bollen die verpakt waren in zeer vochtig vulmiddel werden iets meer zwarte spruiten waargenomen: bij partij A 0 of 3%, bij partij B 0 of 2% en bij partij C 1, 2 of 6%. Het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen had bij partij A en partij B geen effect op het percentage zwarte spruiten, bij partij C geen of een gering effect.

De spruiten waren, behalve bij de bollen die droog bewaard waren, uitgelopen.

Tabel 4. Het effect van het vochtgehalte van het vulmiddel bij verschillende momenten van invriezen op het percentage zwarte spruiten.

Aantal dagen na binnenkomst ingevroren	% zwarte spruiten					
	Partij A (Binnenk. 19 nov)		Partij B (Binnenk. 27 nov)		Partij C (Binnenk. 22 dec)	
	Droog	Vochtig	Droog	Vochtig	Droog	Vochtig
4 à 5	0	0	1	0	1	1
11 à 12	0	0	0	2	0	2
16 à 18	0	3	0	0	0	6

3.2.4 Effect van de hoeveelheid zuurstof in de verpakking

De bollen zijn verpakt in 3 verschillende zakken, met ieder een andere doorlaatbaarheid voor zuurstof. Het zuurstofgehalte in de toegepaste zakken was resp. 0%, 2% en 100% (waarbij met 100% bedoeld wordt: het zuurstofgehalte in lucht, d.w.z. 20.9%). De bollen zijn op verschillende momenten na binnenkomst ingevroren bij -1°C.

Bij partij A was bij alle behandelingen het percentage zwarte spruiten 0% (zie tabel 5). Bij partij B varieerde het percentage zwarte spruiten van 0 tot 3%, bij partij C van 0 tot 6%. De hoeveelheid zuurstof en het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen waren niet van invloed op het percentage zwarte spruiten.

Tabel 5. Het effect van de hoeveelheid zuurstof in de verpakking bij verschillende momenten van invriezen op het percentage zwarte spruiten.

Aantal dagen na binnenkomst ingevroren	% zwarte spruiten								
	Partij A (Binnenk. 19 nov)			Partij B (Binnenk. 27 nov)			Partij C (Binnenk. 22 dec)		
	0%	2%	100%	0%	2%	100%	0%	2%	100%
4 à 5	0	0 *	-	0	1 *	3	1	1	-
9 à 11	0	0	0	0	0	0	6	1 *	0
16 à 18	-	0 *	0	-	1	1	0	0	-

- = Behandeling niet uitgevoerd

* = Resultaten uit proef 'Effect bewaartemperatuur op zwarte spruiten', zie § 3.2.1.

3.3 Droge stof en elementen

Per partij is het percentage drogestof en het gehalte aan macro- en micro-elementen bepaald.

Tussen de 3 partijen waren er weinig of slechts geringe verschillen in het percentage drogestof en in de gehalten van de verschillende elementen (zie tabel 6). Alleen het ijzergehalte varieerde sterk tussen de verschillende partijen. Bij partij B was de hoeveelheid ijzer bijna 2 maal zo hoog als bij partij A. Bij partij C lag het ijzergehalte tussen het nivo van partij A en partij B in.

Tabel 6. Het percentage drogestof en het gehalte aan macro- en micro-elementen van de bollen

	Partij A	Partij B	Partij C
Drogestof (%)	29.8	28.4	28.9
Stikstof (g/kg ds)	11.30	13.38	11.73
Fosfor (g/kg ds)	1.30	1.56	1.93
Kalium (g/kg ds)	17.39	20.32	17.3
Calcium (g/kg ds)	0.36	0.42	0.52
Magnesium (g/kg ds)	0.54	0.60	0.62
Natrium (g/kg ds)	0.44	0.27	0.16
IJzer (mg/kg ds)	21.4	40.9	36.6
Mangaan (mg/kg ds)	5.1	5.9	5.3
Borium (mg/kg ds)	6.2	7.5	7.2
Zink (mg/kg ds)	24.7	23.4	22.3
Koper (mg/kg ds)	2.0	1.7	2.9
Molybdeen (mg/kg ds)	< 0.1	< 0.1	< 0.1

3.4 Suiker- en zetmeelgehalte

Bij bollen die werden bewaard bij -1°C of bij -1.5°C is gedurende het bewaarseizoen m.b.v. de Brix-methode de brekingsindex (%) in het topje van de spruit bepaald, als maat voor het suikergehalte. Tevens is op verschillende momenten in het bewaarseizoen in bollen die bewaard werden bij -1°C het suiker- en het zetmeelgehalte in verschillende delen van de bol bepaald m.b.v. de Bulbfixx-methode.

Brix-methode

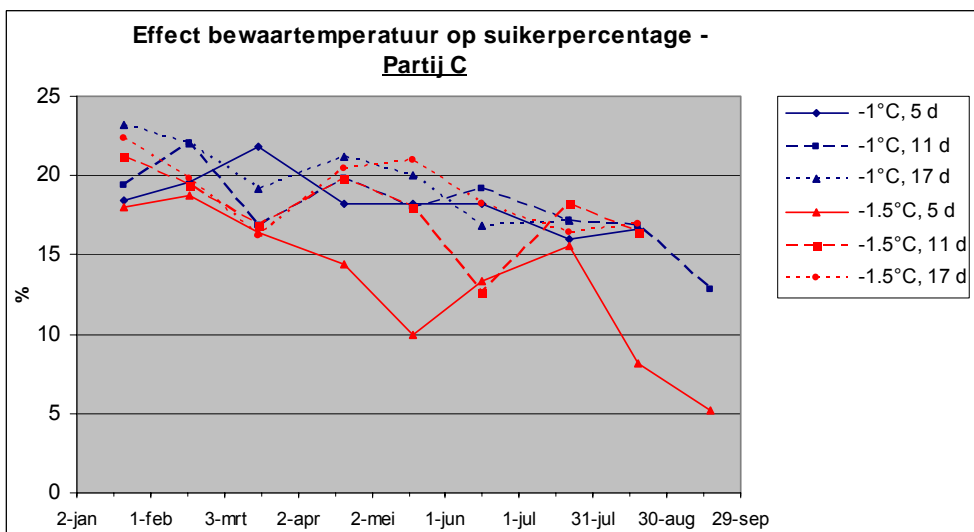
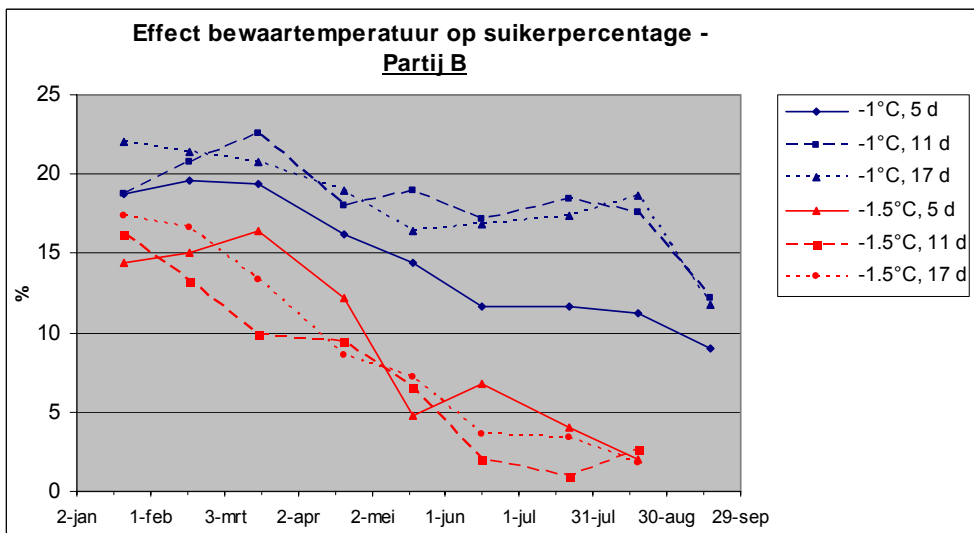
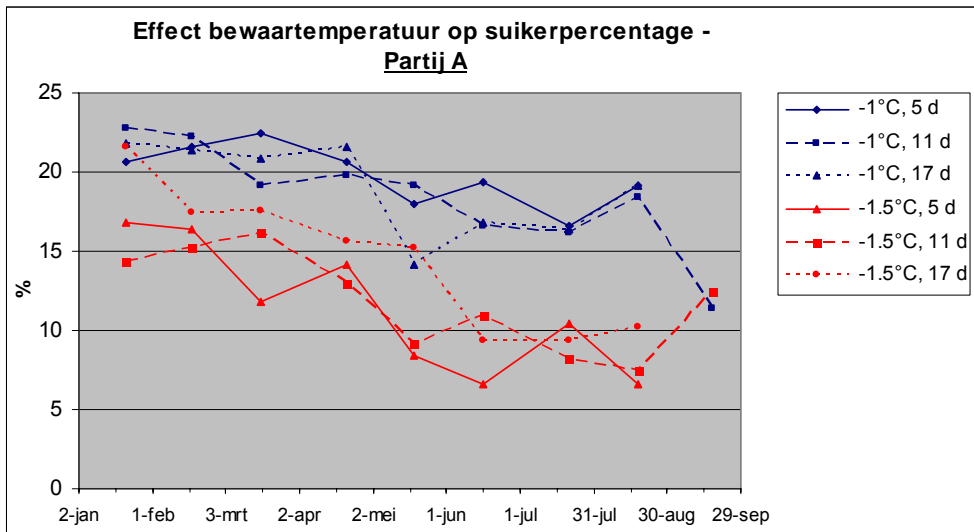
Het suikergehalte nam gedurende het bewaarseizoen (geleidelijk) af, zowel bij bewaring bij -1°C, als bij bewaring bij -1.5°C (zie figuur 6 t/m 8). Bij -1°C daalde het suikergehalte van 20 à 25% in januari, tot 10 à 15% in september. Alleen bij partij B had het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen invloed op het suikergehalte; bij invriezen, 5 dagen na binnenkomst, was het suikergehalte lager dan bij 7 of 11 dagen na binnenkomst invriezen.

Bij partij A en partij B was het suikergehalte bij bewaring bij -1.5°C lager dan bij bewaring bij -1°C. Het gehalte nam bij partij A af van 15 à 20% in januari, tot 5 à 10% in juli. Bij eerder invriezen (5 of 11 dagen na binnenkomst) was het suikergehalte de eerste maanden van de bewaring iets lager dan bij later invriezen (17 dagen na binnenkomst). Bij partij B nam het suikergehalte bij -1.5°C in de loop van het seizoen sterk af, nl. van 15% in januari, tot 3% in augustus. Het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen had bij partij B bij -1.5°C geen invloed op het suikergehalte. Bij partij C was het suikergehalte bij -1.5°C bij snel invriezen (5 dagen na binnenkomst) over het algemeen lager dan bij later invriezen (11 of 17 dagen na binnenkomst) en lager dan bij -1°C. Bij later invriezen (11 of 17 dagen na binnenkomst) was het suikergehalte vergelijkbaar met het suikergehalte bij -1°C.

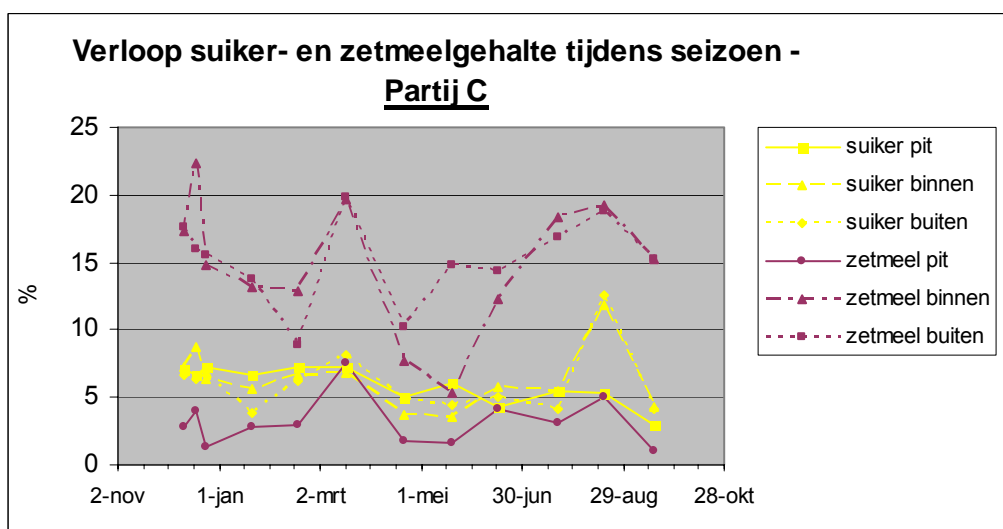
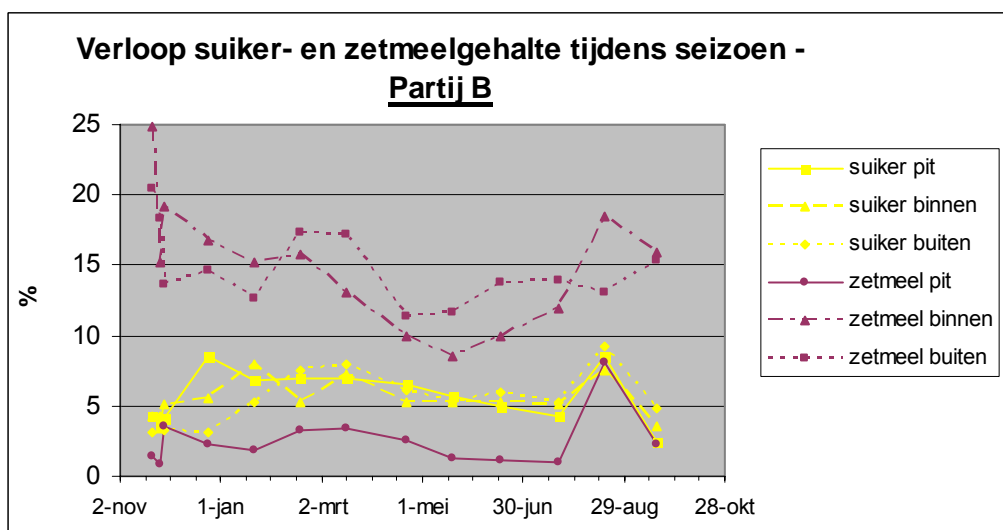
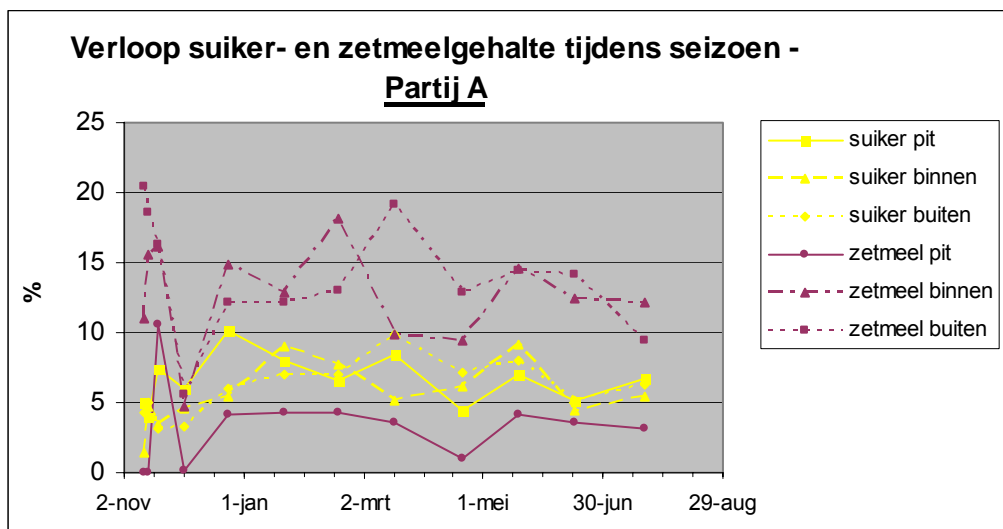
Bulbfixx-methode

Het suikergehalte was bij alle partijen gedurende het seizoen vrij constant en varieerde tussen ongeveer 5 en 10%. Er waren nauwelijks of geen verschillen tussen de gehalten in de spruit (pit), aan de binnenkant en aan de buitenkant van de bol (zie figuur 9 t/m 11). Bij partij C en in mindere mate bij partij B leek er eind augustus sprake te zijn van een kortstondige toename van de suikergehaltes.

Het zetmeelgehalte varieerde gedurende het seizoen vrij sterk, met name bij partij C. Er was geen verband tussen het zetmeelgehalte en het moment in het bewaarseizoen. Bij alle partijen was het zetmeelgehalte in de spruit veel lager dan het zetmeelgehalte aan de buitenkant en de aan binnenkant van de bol. De gehalten varieerden aan de binnen- en buitenkant van de bol over het algemeen tussen 10 en 20%, in de spruit tussen 0 en 20%.



Figuur 6 t/m 8. Het verloop van het suikergehalte (% brekingsindex) in het topje van de spruit en het effect van de bewaartemperatuur en het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen op het suikergehalte bij partij A (boven), partij B (midden) en partij C (onder). [Analyse m.b.v. Brix-meter]



Figuur 9 t/m 11. Het verloop van het suiker- en zetmeelgehalte in verschillende delen van de bol, bij 11 dagen na binnenkomst invriezen bij -1°C , bij partij A (boven), partij B (midden) en partij C (onder).

[Analyse m.b.v. Bulbfixx-methode]

3.5 Ademhalingsactiviteit

De bollen zijn 5, 11 of 17 dagen na binnenkomst ingevroren bij -1°C.
17 april 2009 en 26 juni 2009 is de ademhalingsactiviteit van de bollen bepaald.

De ademhalingsactiviteit was zowel op 17 april als op 26 juni erg laag, op 26 juni echter iets hoger dan op 17 april (zie tabel 7). Het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen was niet van invloed op de ademhalingsactiviteit. Er waren geen verschillen tussen de verschillende partijen.

Tabel 7. Het effect van de snelheid van invriezen op de ademhalingsactiviteit op 2 momenten tijdens de bewaring [Ademhaling: nmol O₂ / g weefsel / min]

Aantal dagen na binnenkomst ingevroren	Partij A (Binnenk. 19 nov)		Partij B (Binnenk. 27 nov)		Partij C (Binnenk. 22 dec)	
	17-apr	26-jun	17-apr	26-jun	17-apr	26-jun
	5	1.2	2.5	1.4	-	1.9
11	1.0	2.7	1.7	2.8	2.2	3.0
17	1.2	2.8	1.0	2.4	1.4	2.7

- = geen meting verricht

4 Samengevate resultaten en discussie

Samengevate resultaten

De effecten van invriestemperatuur, het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen, het moment van spoelen en van coaten in Liquidseal op het percentage zwarte spruiten

- Continu invriezen van de bollen bij -1.5°C leidde tot een sterke toename van het percentage zwarte spruiten (tot 90%). Bij alle 3 partijen was het percentage zwarte spruiten het hoogst wanneer de bollen na binnenkomst direct waren ingevroren bij -1.5°C . Als de bollen later werden ingevroren was het percentage zwarte spruiten een stuk lager (partij A en B) of zelfs 0 (partij C).
- Bewaring van de bollen gedurende 1 maand bij 0°C of bij 2 à 3°C (en vervolgens bij -1°C) had bij 2 van de 3 partijen geen effect op het aantal zwarte spruiten. Bij 1 van de 3 partijen leidde dit tot een toename van het percentage zwarte spruiten (tot resp. 9 en 15%). Er was geen relatie met het moment van invriezen.
- Coaten in Liquidseal en invriezen gelijk na binnenkomst leidde tot een sterke toename van het percentage zwarte spruiten (80%). Bij coaten en invriezen 2 dagen na binnenkomst was het percentage zwarte spruiten minder hoog (30%).
- Spoelen vlak na binnenkomst had een klein of geen effect op het percentage zwarte spruiten.

Effect bewaring bij 10°C vlak na rooien

Bewaring bij 10°C gedurende een paar dagen tot enkele weken na rooien leidde bij 2 partijen niet tot een toename van het aantal zwarte spruiten; bij 1 partij nam de kans op zwarte spruiten iets toe.

Effect vochtigheid vulmiddel

Bij verpakken in zeer vochtig vulmiddel was het percentage zwarte spruiten gelijk aan of iets hoger dan bij verpakken in zeer droog vulmiddel.

Effect zuurstofgehalte

Bij een zuurstofgehalte in de verpakking van 0% nam het percentage zwarte spruiten niet of in een geringe mate toe.

Suiker- en zetmeelgehalte

Suikergehalte in het topje van de spruit op grond van meting met Brixmeter (brekingsindex)

- Het suikergehalte nam gedurende het bewaar seizoen af.
- Bij een invriestemperatuur van -1.5°C was het suikergehalte over het algemeen lager dan bij een invriestemperatuur van -1°C
- Bij eerder invriezen nam de kans op een lager suikergehalte toe
- Er waren partijverschillen in de hoogte van de suikergehaltes

Suiker- en zetmeelgehalte in verschillende delen van de bol op grond van Bulbfixx-meting

- Het suikergehalte in de spruit (pit), binnen- en buitenkant van de bol was gedurende het gehele bewaar seizoen vrij constant
- Er waren nauwelijks of geen verschillen tussen de suikergehaltes in de spruit (pit), en in de binnen- en buitenkant van de bol
- Het zetmeelgehalte varieerde gedurende het seizoen vrij sterk; er was geen verband met het moment in het bewaar seizoen
- Het zetmeelgehalte in de spruit was veel lager dan aan de buiten- en aan de binnenkant van de bol.

Ademhalingsactiviteit

- De ademhalingsactiviteit was bij bewaring bij -1°C zeer laag. Half juni was de ademhalingsactiviteit iets hoger dan half april
- Het aantal dagen tussen binnenkomst en invriezen was niet van invloed op de ademhalingsactiviteit.

Discussie

Bollen van de cultivar Conca d'Or afkomstig van 3 verschillende bedrijven zijn tussen 12 november en 11 december geroid. Vanaf binnenkomst bij VWS is de invloed van verschillende factoren op het ontstaan van zwarte spruiten bestudeerd. Om te onderzoeken of het suiker- en zetmeelgehalte en de ademhaling gedurende het bewaarseizoen een correlatie vertonen met het optreden van zwarte spruiten zijn deze parameters tijdens de bewaring gemeten.

De periode tussen rooien en binnenkomst bij VWS tussen de verschillende partijen is gevarieerd, alsook de omstandigheden (temperatuur) waarbij ze bewaard werden.

Van de factoren die in dit project zijn bestudeerd hadden de volgende factoren geen of slechts een gering effect op het percentage zwarte spruiten: een bewaartemperatuur van 1 maand bij -1.5, 0 of bij 2 à 3°C (en vervolgens bij -1°C), spoelen vlak na binnenkomst, bewaring gedurende 1 à 19 dagen na binnenkomst bij 10°C, de vochtigheid van het vulmiddel en het zuurstofgehalte in de verpakking.

Er waren 2 factoren die van grote invloed waren op het ontstaan van zwarte spruiten: continu bewaren bij een invriestemperatuur van -1.5°C en coaten in Liquidseal.

De grootte van het effect van een invriestemperatuur van -1.5°C (continu) op het ontstaan van zwarte spruiten, was sterk afhankelijk van de tijd tussen binnenkomst en invriezen maar ook partij-afhankelijk. Bij alle 3 partijen was het percentage zwarte spruiten in september 2009 het hoogst wanneer de bollen na binnenkomst direct werden ingevroren bij -1.5°C. Als de bollen later werden ingevroren was het percentage zwarte spruiten een stuk lager (partij A en B) of zelfs 0 (partij C). Een dergelijk tijdsverloop (hoog-laag) is door VWS in proeven in vorige jaren ook gevonden. Opvallend was dat bij partij B het suikergehalte in het topje van de spruit (o.g.v. brekingsindex) bij een invriestemperatuur van (continu) -1.5°C, aan het eind van het seizoen verder was gedaald dan bij partij A en partij C, ook bij relatief laat invriezen. Dit relatief lage suikergehalte aan het eind van het bewaarseizoen, vormt echter geen verklaring voor het hoge percentage zwarte spruiten bij 'later' invriezen bij (continu) -1.5°C. Ook de verschillen tussen de partijen in bodemtemperatuur gedurende de laatste maand voor rooien, in snelheid van binnenkomen bij VWS en in de boltemperatuur tussen het moment van rooien en het moment van binnenkomst, kunnen het hoge percentage zwarte spruiten bij partij B bij 'later' invriezen bij (continu) -1.5°C niet verklaren. Mogelijk is er wel een rol van de boltemperatuur in het hoge percentage zwarte spruiten door direct invriezen bij -1.5°C. Direct na binnenkomst is de temperatuur in de bollen relatief hoog (Tabel 2). Na enkele dagen bij 2°C zal de temperatuur in deze bollen gedaald zijn en neemt het percentage zwarte spruiten af. Deze correlatie suggereert een causaal verband tussen de bewaartemperatuur tussen binnenkomst en invriezen enerzijds en het percentage zwarte spruiten anderzijds. Dit komt overeen met eerder onderzoek door PPO en VWS waarin een duidelijke correlatie tussen zwarte spruiten en de temperatuur tussen rooien en invriezen werd gevonden. De resultaten van de hierboven beschreven proef, waarin enkele dagen tot weken bij 10°C werd bewaard en géén zwarte spruiten werden gevonden, is hiermee echter volkomen in tegenspraak. Hiermee blijft de verantwoordelijke factor direct na binnenkomst onbekend.

Coaten van bollen in Liquidseal (alleen bij partij A onderzocht) en invriezen binnen 2 dagen na binnenkomst leidde bij partij A tot een zeer hoog percentage zwarte spruiten. De vraag is of coaten in Liquidseal ook bij later invriezen tot veel zwarte spruiten leidt.

Uit beide suikermetingen, uitgevoerd bij bollen die na 11 dagen zijn ingevroren bij -1°C, valt op te merken dat het suikergehalte in het topje van de spruit (o.g.v. brekingsindex) hoger is dan in de hele spruit (o.g.v. bulbfix-methode). Hoewel de uitslagen van beide meetmethode eigenlijk niet met elkaar vergeleken mogen worden (bij de meting o.g.v. brekingsindex worden vooral, maar niet alleen, suikers gemeten), is een hoger suikergehalte in de top van de spruit wel conform de verwachtingen.

5 Conclusies

Het hierboven beschreven onderzoek heeft niet kunnen aantonen dat de volgende factoren een cruciale rol spelen in het veroorzaken van zwarte spruiten in leliebollen:

- een bewaartemperatuur van 1 maand bij -1.5, 0 of bij 2 à 3°C (en vervolgens bij -1°C)
- spoelen vlak na binnenkomst
- bewaring gedurende 1 à 19 dagen na binnenkomst bij 10°C
- de vochtigheid van het vulmiddel
- het zuurstofgehalte in de verpakking

Er zijn géén verbanden gevonden tussen het percentage zwarte spruiten en suiker- en/of zetmeelgehalten in de bollen en spruiten (noch met de Brix-methode, noch met de Bulbfixxmethode). Ook het meten van de ademhaling op 2 momenten tijdens de bewaring heeft geen aanknopingspunten opgeleverd voor het verklaren of voorspellen van zwarte spruiten.

De volgende factoren lijken wél een rol te spelen in het ontstaan van zwarte spruiten:

- De invriestemperatuur: bij -1.5°C is de kans op zwarte spruiten veel groter dan bij -1°C
- De tijd tussen binnenkomst van de bollen en invriezen: invriezen direct na binnenkomst levert het hoogste percentage zwarte spruiten op. Na enkele dagen zakt de kans op zwarte spruiten. Het fysiologische mechanisme hierachter blijft echter duister.
- Partij-effecten. De mate van effect van de invriestemperatuur en de tijd tussen binnenkomst en invriezen is sterk afhankelijk van het bestudeerde partij. Vergelijking van de omstandigheden tussen de oogst en invriezen, waaronder de partijen hebben verkeerdt, heeft niet geleid tot correlaties, die iets zouden kunnen zeggen over eventuele causale verbanden.