

Teelt- en bewaargids

*Opkweek en bewaring van plantmateriaal
van frambozen en bramen*



Deze brochure kwam tot stand in het kader van het LA-traject 'COOLPLANT – Optimale bewaring van frambozen- en bramenplanten in de koeling' (HBC 2016.0784) (2017-2021) met de financiële steun van het Agentschap innoveren en ondernemen, VLAIO.

**AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN**



Vlaanderen
is ondernemen

©2022 Femke De Vis, Elise Locus, Ann Schenk, Miet Boonen, Dany Bylemans en Bart Nicolai, Sint-Truiden

Auteurs: Femke De Vis, Elise Locus, Ann Schenk, Miet Boonen, Dany Bylemans en Bart Nicolai

ISBN: 978-90-806-8237-5

Verantwoordelijke uitgever: Dany Bylemans, Fruittuinweg 1, 3800 Sint-Truiden

Wettelijk depotnummer D/2022/6179/01

Uitgave datum: maart 2022

Partners in het project:

Proefcentrum Fruitteelt vzw

Fruittuinweg 1, 3800 Sint-Truiden

Tel.: +32 (0) 11 69 70 80

Ondernemingsnummer 0878.145.255, RPR Antwerpen

Contact: Femke De Vis, Miet Boonen

Email: femke.devis@pcfruit.be, miet.boonen@pcfruit.be



Vlaams Centrum voor Bewaring van Tuinbouwproducten vzw

Willem de Croylaan 42, 3001 Heverlee

Tel.: +32 (0) 16 32 27 32

Ondernemingsnummer 0460.704.171, RPR Leuven

Contact: Ann Schenk, Elise Locus

Email: ann.schenk@vcbt.be, elise.locus@vcbt.be



Alhoewel deze uitgave met uiterste zorgvuldigheid werd samengesteld, kunnen de auteurs en de uitgever niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele onjuistheden en/of onvolledigheden. De informatie uit deze uitgave mag worden overgenomen mits bronvermelding.

Inhoud

1.	Inleiding frigobewaring en problematiek	1
2.	Staalnameprocedure voor analyse van reservestoffen	5
3.	Evolutie van reservestoffen en grenswaarden voor een goede teelt	6
4.	Richtlijnen bemesting tijdens opkweekfase.....	11
5.	Richtlijnen teelttechnische maatregelen tijdens opkweekfase	14
5.1.	Planttijdstop braam	14
5.2.	Containergrootte.....	15
5.3.	Opkweekplaats en -methode	18
5.4.	Ontbladeren van plantmateriaal voor koeling	21
5.5.	Afspuitschema opkweek	24
5.6.	Vochtgehalte voor inpakken	26
6.	Richtlijnen koelstrategie.....	28
6.1.	Inpakmateriaal en -methode.....	28
6.2.	Inkoelsnelheid en -strategie	32
6.3.	Koelcel	36
6.4.	Gassamenstelling tijdens koeling	39
7.	Richtlijnen ontdooiregime.....	41

1. Inleiding frigobewaring en problematiek

Frigobewaring van plantmateriaal van bramen en frambozen is ontstaan met als doel meerdere teelten per jaar te realiseren. Verse planten worden vanaf april van het eerste jaar opgekweekt, in december ingepakt en naar de koeling gebracht. Vervolgens kunnen de planten op verschillende tijdstippen uit de koeling gehaald worden: bijvoorbeeld in januari voor een voorjaarsteelt of in juli voor een najaarsteelt. Het gekoeld bewaren van plantmateriaal is een dure en risicovolle onderneming. Een goede strategie die grote verliezen door koeling beperkt, is daarom belangrijk.

Telers krijgen elk jaar tijdens en na frigobewaring te maken met planten die meerdere **gezondheidsproblemen** vertonen, namelijk:

- **Barsten in de schors:**



- **Schimmelvorming op het plantmateriaal in de koeling:**



- Schimmel die tijdens de koeling verder verspreidt naar andere plantendelen



- Slechte uitloop van knoppen



- Bloembotten van lage kwaliteit



- Volledige plantuitval



- **Gebrek witte wortels**



De schade die wordt opgelopen, kan van verschillende omvang zijn. Een niet-optimale bewaring van plantmateriaal kan zorgen voor een lagere productie of volledige plantuitval. Het is een dure onderneming omwille van de volgende **redenen**:

- Kost bewaring;
- Kost dood plantenmateriaal;
- Kost productieverlies;
- Vruchten oogsten bij een lage productie → laag plukrendement;
- Als plantmateriaal onbruikbaar uit de koeling komt, is er vaak ook geen goed reserve plantmateriaal meer beschikbaar → geen vervanging van verloren plantmateriaal.

Die gezondheidsproblemen zijn niet te herleiden tot één enkele parameter. Ze hebben te maken met verschillende parameters die elkaar beïnvloeden, verspreid over verschillende momenten in de teelt, zoals de opkweek van het plantmateriaal, het inpakken vóór de koeling en de inkoel- en ontdooi-strategie. De combinatie van het inpakken van een gezonde plant, de toepassing van meerdere voorzorgsmaatregelen en het goed opvolgen van reservestoffen en klimaat tijdens de koelperiode, kunnen de risico's van frigobewaring sterk terugdringen en moeten een rendabele teelt mogelijk maken.

In het LA-traject 'COOLPLANT – Optimale bewaring van frambozen- en bramenplanten in de koeling' (HBC 2016.0784), dat liep van 2017-2021, werd een strategie uitgewerkt om plantmateriaal van frambozen en bramen voor een vervroegde/verlate teelt zo optimaal mogelijk te bewaren in de koelcel. **De richtlijnen voor opkweek en bewaring van plantmateriaal van frambozen en bramen werden gebundeld in deze teelt- en bewaargids.** Op deze manier wordt de teler een aantal handvaten aangereikt op basis van controleerbare parameters zodat onderbouwde beslissingen genomen kunnen worden en het mogelijk moet zijn om het percentage plantuitval na bewaring significant te reduceren. **Als referentieras wordt Loch Ness voor de bramen en Kwanza voor de frambozen gebruikt.**

2. Staalnameprocedure voor analyse van reservestoffen

De bewaarbaarheid van frambozen en bramen planten kan aan de hand van de aanwezige reservestoffen, zetmeel en suikers, in de plant voorspeld worden. Een nauwkeurige en snelle techniek is ontwikkeld om weefselstalen van wortels en knoppen te nemen en te analyseren zodat reservemateriaal kan worden bepaald.

Als teler kan je een analyse van de reservestoffen laten uitvoeren bij het Vlaams Centrum voor Bewaring van Tuinbouwproducten (VCBT) om de bewaarbaarheid van het plantmateriaal na te gaan. Een representatief staal bestaat uit 3 planten met minimaal 2 stengels van zelfde afkomst. De resultaten van de analyses ontvang je na 2 weken.

Werkwijze

Dikke wortels (>2mm) en knoppen van elke plant worden bemonsterd (**Foto 1 en 2**) en vervolgens gevriesdroogd in een lyofilisator (**Foto 3**). Het drogestofgehalte, de oplosbare suikers (glucose, fructose en sucrose) en het zetmeel worden opgemeten.

De gevriesdroogde plantendelen worden fijngemalen en gezeefd. De oplosbare suikers worden uit de stalen geëxtraheerd en de hoeveelheid glucose, fructose en sucrose wordt bepaald via HPLC-ELSD. De zetmeelinhoud van het staal, wat overblijft na extractie van de suikers, wordt met een enzymatische kit en spectrometrie bepaald.



Foto 1. – Bemonstering van knoppen, stengels en wortels bij braam.

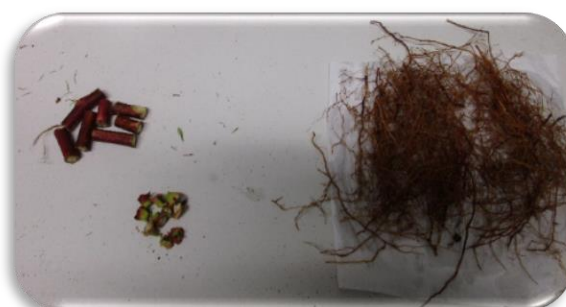


Foto 2. – Bemonstering van knoppen, stengels en wortels bij framboos.



Foto 3. – Knop- en wortelstalen worden gevriesdroogd.

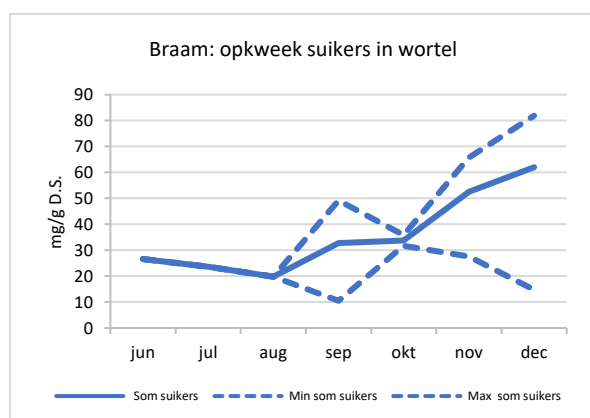
3. Evolutie van reservestoffen en grenswaarden voor een goede teelt

De evolutie van de reservestoffen is opgevolgd bij bramen en frambozen die geplant waren in april en ingepakt en ingekoeld werden in december. De planten werden maximum tot juli bewaard. Als **referentieras** wordt **Loch Ness** voor de bramen en **Kwanza** voor de frambozen gebruikt. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de suikers (glucose, fructose en sucrose) en zetmeel. Naast de gemiddelde waarden worden ook de maximale en minimale gemeten waarden weergegeven (in mg/g droge stof).

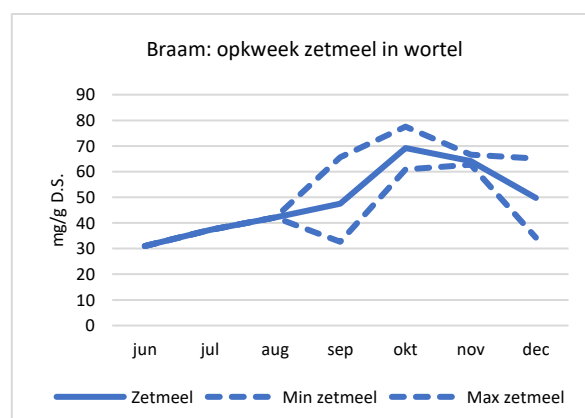
Braam

Reservestoffen in de wortels

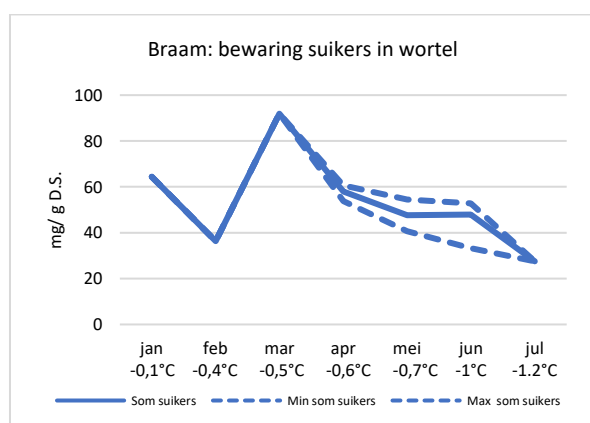
In **figuur 1**, **figuur 2**, **figuur 3** en **figuur 4** wordt de evolutie van de reservestoffen (in mg/g droge stof) in de wortels van de braamplanten weergegeven tijdens de opkweek en tijdens de bewaring. De ingestelde koelceltemperatuur tijdens de bewaring wordt in de x-as weergegeven. Tijdens de opkweek van de planten merken we een duidelijk stijgende trend zowel voor de suikers als voor het zetmeel. Echter zetmeel begint te verminderen vanaf november. Tijdens de bewaring van de planten zien we een dalende trend voor de reservestoffen naarmate de bewaring vordert.



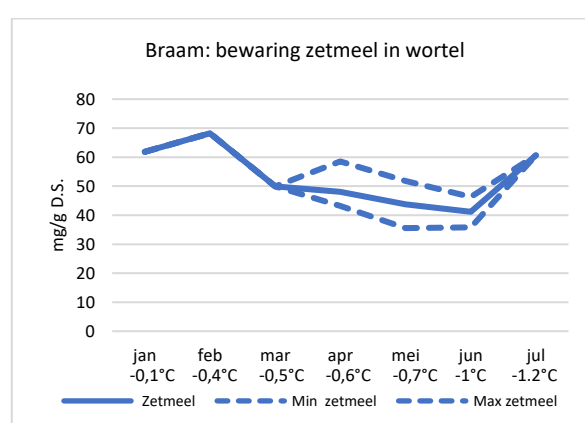
Figuur 1. – Evolutie van suikers in de wortel van braamplanten tijdens het opkweken van de planten.



Figuur 2. – Evolutie van zetmeel in de wortel van braamplanten tijdens het opkweken van de planten.



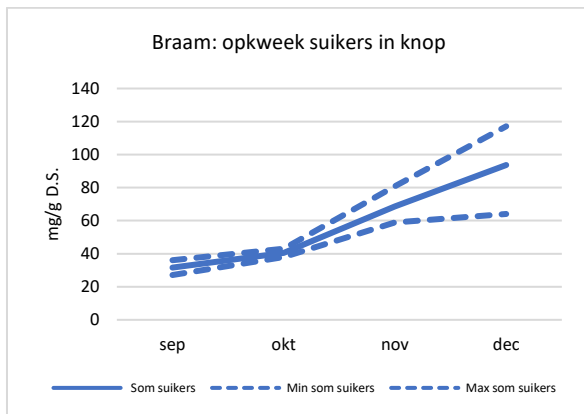
Figuur 3. – Evolutie van suikers in de wortel van braamplanten tijdens de bewaring.



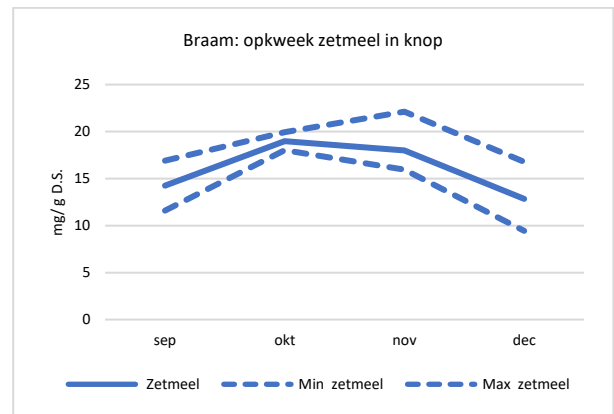
Figuur 4. – Evolutie van zetmeel in de wortel van braamplanten tijdens de bewaring.

Reservestoffen in de knoppen

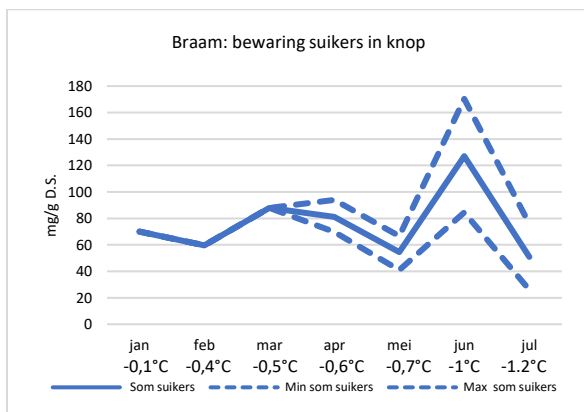
In **figuur 5**, **figuur 6**, **figuur 7** en **figuur 8** wordt de evolutie van de reservestoffen in de knoppen van de braamplanten weergegeven tijdens de opkweek en tijdens de bewaring. De ingestelde koelceltemperatuur tijdens de bewaring wordt in de x-as weergegeven. Tijdens het opkweken van de planten merken we ook in de knoppen een stijgende trend van suikers en zetmeel. Vanaf november daalt het zetmeelgehalte. Tijdens de bewaring blijft de suikergehalte vrij stabiel, terwijl de zetmeelinhoud eerder een stijgende trend vertoont.



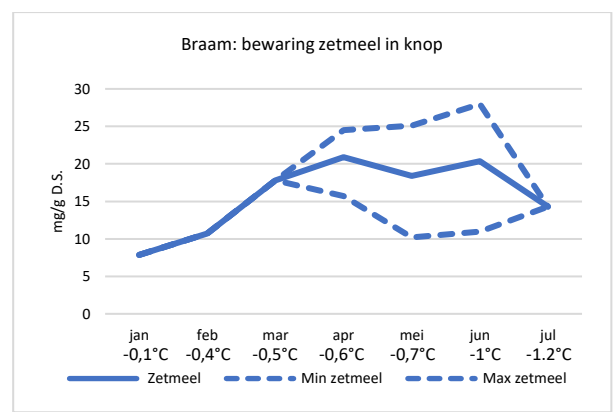
Figuur 5. – Evolutie van suikers in de knoppen van braamplanten tijdens het opkweken van de planten.



Figuur 6. – Evolutie van zetmeel in de knoppen van braamplanten tijdens het opkweken van planten.



Figuur 7. – Evolutie van suikers in de knoppen van braamplanten tijdens de bewaring.

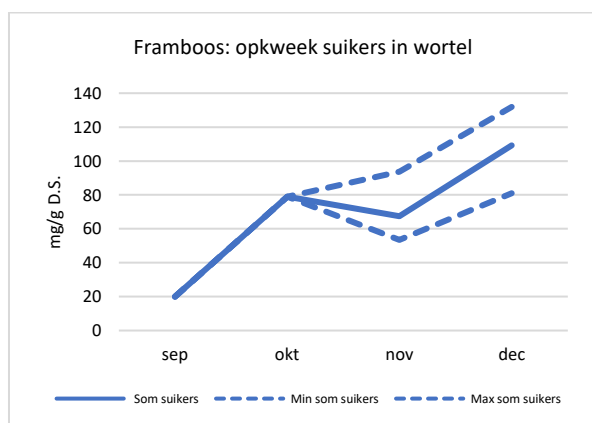


Figuur 8. – Evolutie van zetmeel in de knoppen van braamplanten tijdens de bewaring.

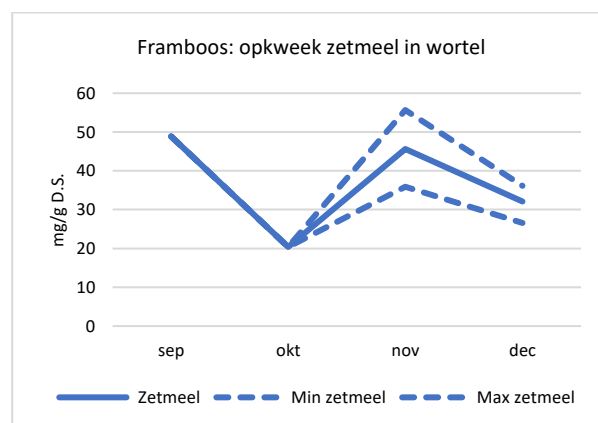
Framboos

Reservestoffen in de wortels

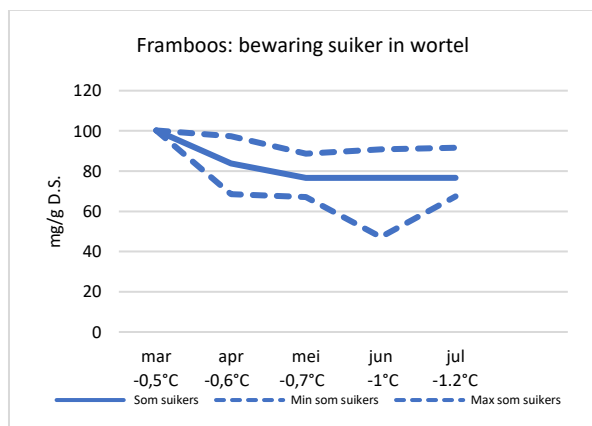
In **figuur 9**, **figuur 10**, **figuur 11** en **figuur 12** wordt de evolutie van de reservestoffen (in mg/g D.S.) in de wortels van de frambozenplanten weergegeven tijdens de opkweek en tijdens de bewaring. De ingestelde koelceltemperatuur tijdens de bewaring wordt in de x-as weergegeven. Tijdens het opkweken van de planten merken we een duidelijk stijgende trend voor de suikers. Het zetmeelgehalte fluctueert en er is geen duidelijke trend merkbaar. Tijdens de bewaring is een dalende trend zichtbaar voor de suikers. Aanvankelijk stijgt het zetmeelgehalte, maar naarmate de bewaarduur vordert neemt het zetmeelgehalte af.



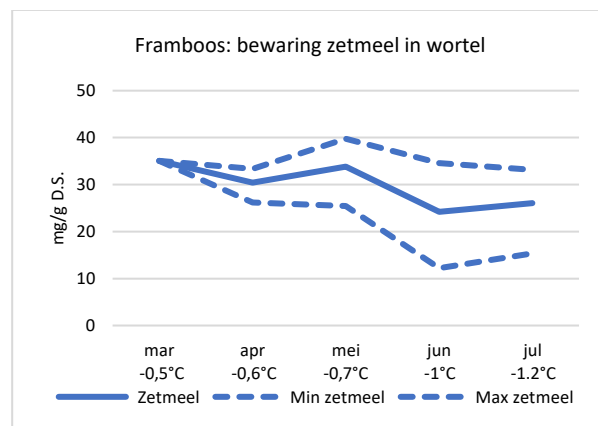
Figuur 9. – Evolutie van suikers in de wortel van frambozenplanten tijdens het opkweken van de planten.



Figuur 10. – Evolutie van zetmeel in de wortel van frambozenplanten tijdens het opkweken van de planten.



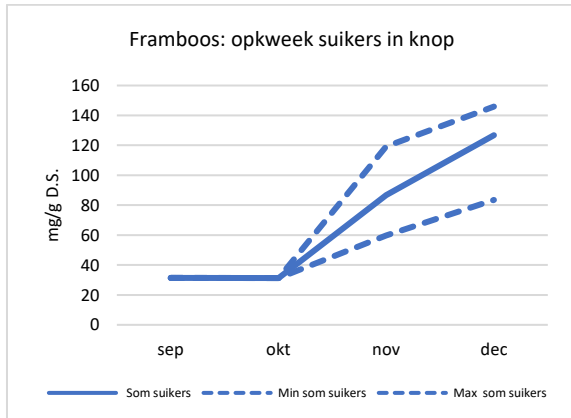
Figuur 11. – Evolutie van suikers in de wortel van frambozenplanten tijdens de bewaring.



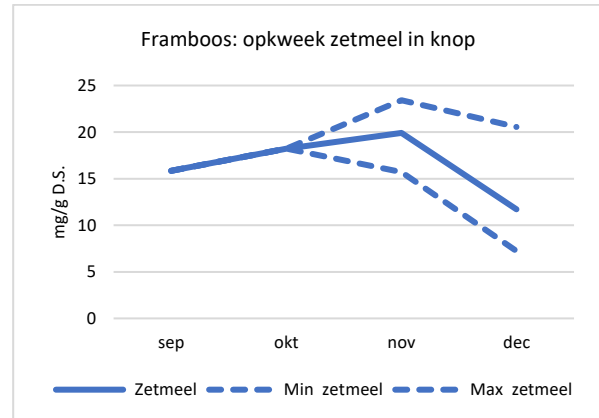
Figuur 12. – Evolutie van zetmeel in de wortel van frambozenplanten tijdens de bewaring.

Reservestoffen in de knoppen

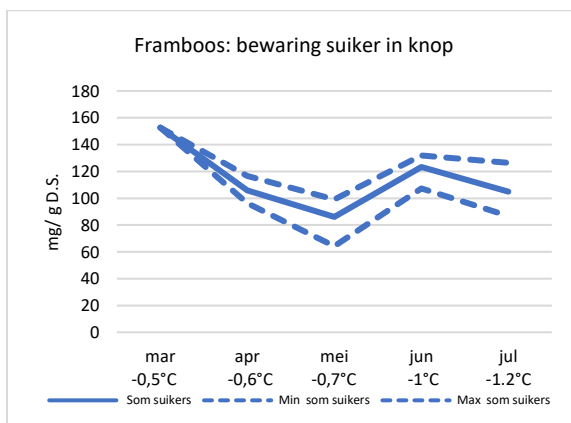
In **figuur 13**, **figuur 14**, **figuur 15** en **figuur 16** wordt de evolutie van de reservestoffen in de knoppen van de frambozenplanten weergegeven tijdens de opkweek en tijdens de bewaring. De ingestelde koelceltemperatuur tijdens de bewaring wordt in de x-as weergegeven. Tijdens de opkweek van de planten nemen de suikers in de knoppen duidelijk toe; het zetmeel in de knoppen bereikt een maximum in november en daalt dan. Tijdens de bewaring vertonen de suikers in de knoppen een dalende trend; de zetmeelinhoud blijft redelijk stabiel.



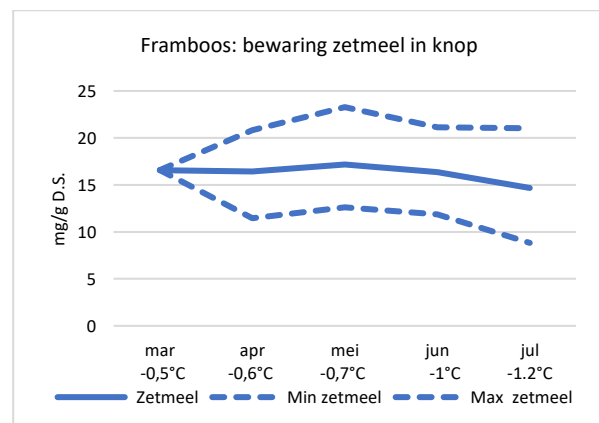
Figuur 13. – Evolutie van suikers in de knoppen van frambozenplanten tijdens het opkweeken van de planten.



Figuur 14. – Evolutie van zetmeel in de knoppen van frambozenplanten tijdens het opkweeken van planten.



Figuur 15. – Evolutie van suikers in de knoppen van frambozenplanten tijdens de bewaring.



Figuur 16. – Evolutie van zetmeel in de knoppen van frambozenplanten tijdens de bewaring.

Streef- en grenswaarden voor een goede teelt

In **tabel 1** worden de streefwaarden voor braam en framboos weergegeven voor een goede teelt. Deze hoeveelheid reservestoffen is noodzakelijk aan het einde van de opkweekfase en aan het einde van de bewaring voor een goede teelt. De streefwaarden liggen voor framboos opmerkelijk hoger dan voor braam.

Tabel 1. – Streefwaarden voor een goede teelt van braam en framboos.

	Streefwaarden einde opkweek braam	
	Suikers (mg/g D.S.)	Zetmeel (mg/g D.S.)
Wortel	60	50
Knop	80	15
	Streefwaarden einde bewaring braam	
	Suikers (mg/g D.S.)	Zetmeel (mg/g D.S.)
Wortel	30	40
Knop	60	12
	Streefwaarden einde opkweek framboos	
	Suikers (mg/g D.S.)	Zetmeel (mg/g D.S.)
Wortel	100	35
Knop	120	15
	Streefwaarden einde bewaring framboos	
	Suikers (mg/g D.S.)	Zetmeel (mg/g D.S.)
Wortel	80	25
Knop	100	15

Voor braam en framboos wordt respectievelijk een absolute grenswaarde van 12 mg en 15 mg zetmeel/g droge stof in de knoppen op het einde van de bewaring gesteld. Bij lagere waarden wordt schade verwacht omdat de knoppen niet meer uitlopen.

Richtlijnen reservestoffen

- **Analyse** van reservestoffen zal als dienst aangeboden worden door het VCBT voor de bewaarbaarheid van plantmateriaal te bepalen. Een representatief staal bestaat uit 3 planten met minimaal 2 stengels van dezelfde afkomst.
- **Einde opkweek:** De streefwaarden voor braam zijn 60 mg suiker/g D.S. en 50 mg zetmeel/g D.S. in de wortels en 80 mg suiker/g D.S. en 15 mg zetmeel/g D.S. in de knoppen. De richtwaarden voor framboos zijn 100 mg suiker/g D.S. en 35 mg zetmeel/g D.S. in de wortels en 120 mg suiker/g D.S. en 15 mg zetmeel/g D.S. in de knoppen.
- **Einde bewaring:** De streefwaarden voor braam zijn 30 mg suiker/g D.S. en 40 mg zetmeel/g D.S. in de wortels en 60 mg suiker/g D.S. en 12 mg zetmeel/g D.S. in de knoppen. De richtwaarden voor framboos zijn 80 mg suiker/g D.S. en 25 mg zetmeel/g D.S. in de wortels en 100 mg suiker/g D.S. en 15 mg zetmeel/g D.S.
- **Grenswaarde braam:** Schade is vastgesteld bij een waarde van minder dan 12 mg zetmeel/g D.S. in de knoppen op het einde van de bewaring.
- **Grenswaarde framboos:** Schade is vastgesteld bij een waarde van minder dan 15 mg zetmeel/g D.S. in de knoppen op het einde van de bewaring.

4. Richtlijnen bemesting tijdens opkweekfase

Welk bemestingsregime tijdens de opkweek is optimaal om de nodige reservestoffen in het plantmateriaal op te bouwen, zodat een optimale productie tijdens een verlate teelt bereikt kan worden?

Braam

Advies bemesting opkweek

Voor de opkweek van bramen (Loch Ness) wordt aangeraden om te starten met een voedingsschema met een middelhoge EC van 1,8 mS/cm en over te schakelen naar een lage EC van 0,8 mS/cm vanaf dat de groei van de plant vertraagt en minder voedingsstoffen worden opgenomen. **Tabel 2** geeft het bemestingsschema tijdens de opkweek van bramen weer. De conclusies werden gemaakt op basis van een beperkt aantal proeven, waarin een geleidelijke groei kon gecreëerd worden zonder extremen in temperatuur. Herhaling van die proef zal die strategie moeten bevestigen in alle weersomstandigheden en bij verschillende stressfactoren. Het geven van een hogere EC gaf geen verbetering in productie en sortering.

Tabel 2. – Advies bemestingsschema braam tijdens opkweek.

	M (EC midden)	L (EC laag)
Datum start gebruik:	Planting	Afname groei
EC	1,8	0,8
pH	5,5	5,5
Nutriënten (mM):		
NH ₄	2,1	0,9
K	3,2	1,4
Ca	4,5	2
Mg	1,9	0,8
NO ₃	13,7	6,1
Cl	0	0
SO ₄	1,6	0,7
P	1,2	0,5
Si	0	0
Ca/K	1,4	1,4
K/Ca	0,7	0,7

Resultaat reservestoffen

In december, net voor inpakken, vinden we in de knoppen van planten met verschillende bemestingsniveaus geen verschil in reservestoffen; echter wortels van planten met hoog bemestingsregime (EC=2,2 mS/cm) bevatten wel meer zetmeel. Na bewaring bevatten de wortels van planten met een hoge bemesting meer reservestoffen (suikers en zetmeel).

Framboos

Een gebalanceerd voedingsschema werd voor Kwanza uitgewerkt waarbij de EC varieerde doorheen het seizoen. Het **teeltseizoen van de verse plant werd opgedeeld in vier periodes** met verschillende voedingsbehoeften met als hoofddoel gericht te kunnen bemesten. Die periodes komen overeen met start groei, vervolg groei, dan bloei en uiteindelijk oogst. De bemesting werd gevarieerd tussen 1,8 en 2,2 mS/cm (EC=M en H) (**Tabel 3**).

Advies bemesting opkweek

Geef een hoge EC van 2,2 mS/cm tijdens de eerste groeifase en tijdens de bloei voor een optimale productie en vruchtsortering van de verse plant én overwinterde scheut. Tijdens die twee periodes zijn er belangrijke fysiologische processen en is het cruciaal dat de plant voldoende voedingsstoffen opneemt om kwalitatieve vruchten te kunnen vormen. In de andere fasen wordt een matige EC van 1,8 mS/cm aangeraden.

Tabel 3. – Advies bemestingsschema framboos tijdens opkweek.

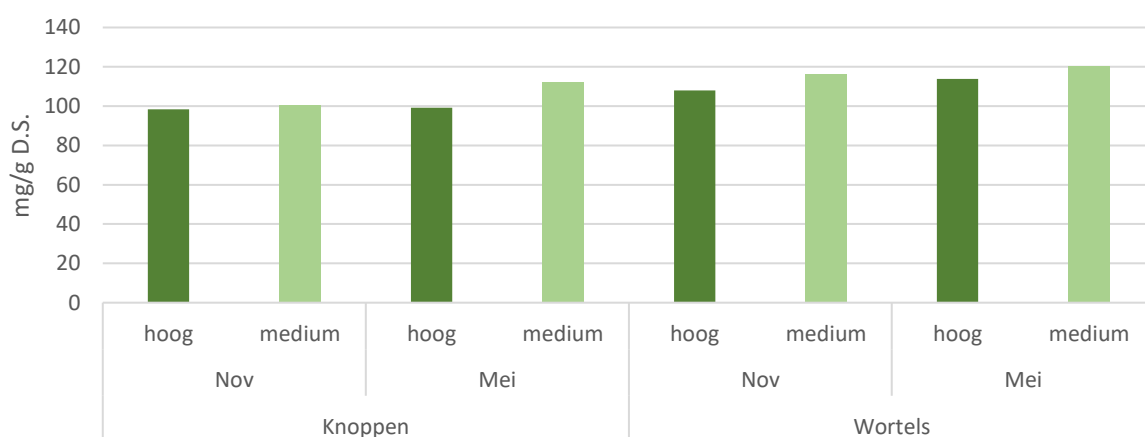
	GROEI	GROEI	BLOEI	OOGST
datum start gebruik:	vanaf planting	4w later	10% bloei	start oogst
EC	H = 2,2	M = 1,8	H = 2,2	M = 1,8
pH	5,5	5,5	5,5	5,5
Nutriënten (mM):				
NH ₄	2,6	2,1	0	0
K	3,9	3,2	6,9	5,6
Ca	5,5	4,5	4,5	3,7
Mg	2,3	1,9	3	2,5
NO ₃	16,7	13,7	15,8	12,9
Cl	0	0	0	0
SO ₄	1,9	1,6	2,1	1,7
P	1,4	1,2	2,1	1,7
Si	0	0	0	0
Ca/K	1,4	1,4	0,7	0,7
K/Ca	0,7	0,7	1,5	1,5

Wanneer er tijdens de groei te lang wordt doorgegaan met een voedingsoplossing met een hoge EC (2,2 mS/cm), heeft dat een negatieve invloed op vruchtsortering (meer kleine vruchten en meer gekorrelde vruchten) en op het aantal lateralen dat er gevormd werd (veel meer lateralen, waardoor de energie van de plant te sterk verdeeld moet worden en er meer kleine vruchten gevormd worden).

Een continu hogere EC van 2,2 mS/cm tijdens het volledige teeltseizoen geeft minder goede resultaten. Aan de hand van drain analyses werd aangetoond dat hele hoge concentraties aan nutriënten in het drain water aanwezig waren. Dat geeft aan dat er te veel voedingsstoffen gegeven worden en de plant die niet allemaal kan opnemen en dus ook niet nodig heeft. Zowel de verse teelt als de teelt van overwinterde scheut behaalde een lagere opbrengst bij een continu hoge EC.

Resultaat reservestoffen

Verschillende bemestingsniveaus tijdens de opkweek geven weinig verschil in reservestoffen zowel in knop als in wortel met zelfs iets hogere waarden voor de medium bemesting. Een hogere bemesting geeft aanleiding tot aanleg van meer knoppen. Daardoor is het mogelijk dat er bij een hogere bemesting minder suikers worden gevonden in de knoppen wegens het verdunnend effect. Dat blijft ook zo na de bewaring (**Figuur 17**).



Figuur 17. – Reservestoffen (som zetmeel en suikers) in knoppen en wortels van frambozenplanten met verschillend bemestingsregime voor en na koeling.

Richtlijnen bemesting opkweek

BRAAM (Loch Ness)

- Start met een bemestingsschema met een middelhoge EC van 1,8 mS/cm en verlaag later het schema naar een lage EC van 0,8 mS/cm wanneer de plant stilvalt en de groei afneemt.

FRAMBOOS (Kwanza)

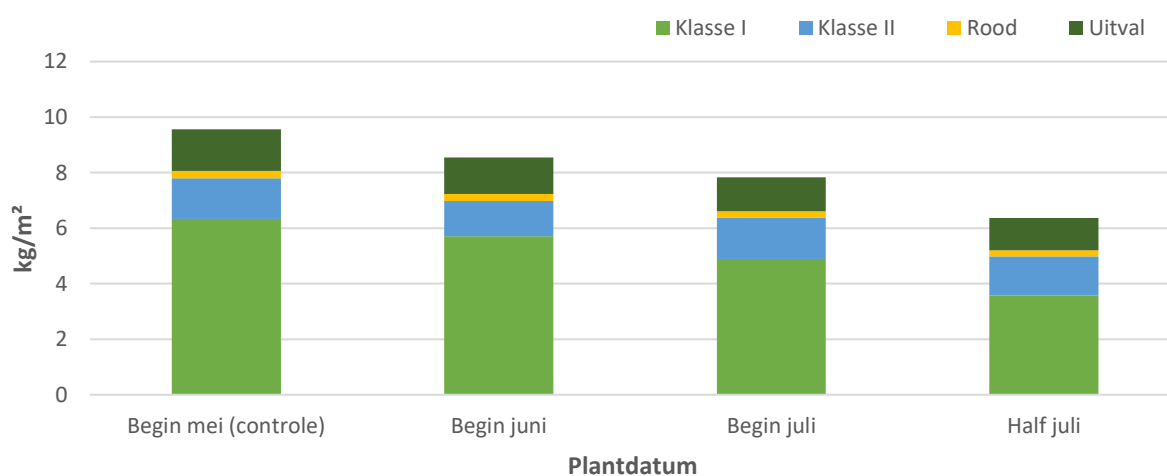
- Geef een hoge EC van 2,2 mS/cm tijdens de eerste groeifase en tijdens de bloei. In de andere fasen is een matige EC van 1,8 mS/cm aan te raden.
- Een continu hoge EC van 2,2 mS/cm heeft geen meerwaarde en is niet duurzaam.

5. Richtlijnen teelttechnische maatregelen tijdens opkweekfase

In dit hoofdstuk worden **teelttechnische maatregelen** aangeraden om de plantgezondheid te verhogen, zodat risico's verbonden aan het bewaren van plantmateriaal worden geminimaliseerd. Als referentieras wordt **Loch Ness** voor de bramen en **Kwanza** voor de frambozen gebruikt.

5.1. Planttijdstip braam

- Plant bramen niet later dan begin mei om de productie te optimaliseren.
- Het later planten van bramen heeft een negatief effect op de productie (**Figuur 18**). Hoe later er geplant wordt, hoe korter en dunner de stengels van de plant alsook hoe minder stengels gevormd worden. Bijgevolg heeft de plant minder knoppen, minder vruchttakken en dus een lagere productie. De plantdatum heeft geen effect op het vruchtgewicht en de vruchtstevigheid.



Figuur 18. – Productie en vruchtsortering bij verschillende plantdata van braam, Loch Ness (2pl/lm; 0,98 pl/m², warenhuis, inzetdatum 19 mrt).

Richtlijnen plantdatum

BRAAM

- Plant bramen niet later dan begin mei.

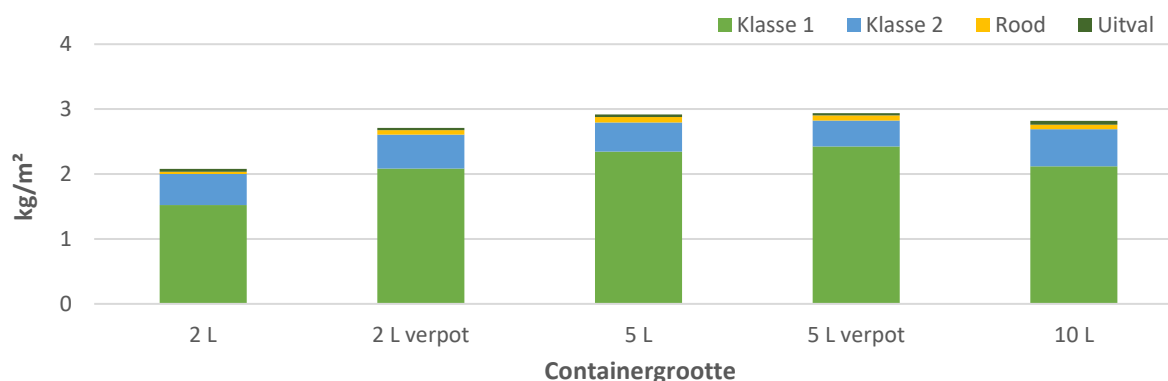
5.2. Containergrootte

Het is belangrijk om een gezonde, sterke longcane op te kweken. Een groot wortelvolumen is noodzakelijk, omdat wortels een belangrijke voedingsbron zijn voor de knoppen op de overwinterde longcanes. Opkweek van het plantmateriaal in kleinere potten zal grote voordelen opleveren naar ruimtebesparing tijdens zowel opkweek als bewaring. Daarom specificeren we hieronder onze adviezen.

Braam

- **Zowel voor korte als lange bewaring** wordt aangeraden om een bramenplant op te kweken in een **5L pot**. Wanneer we de 5L en 10L container met elkaar vergelijken merken we op dat de 5L pot zeker niet onder doet. Deze potgrootte geeft **eenzelfde opbrengst en een hoger percentage klasse 1** vruchten. Er zijn geen significante verschillen in vruchtgewicht, vruchtgrootte, vruchtstevigheid en knopuitloop. Een 5L pot geeft daarenboven ruimtebesparing tijdens de opkweek en frigobewaring ten opzichte van een 10L pot.
- Bramenplanten opgekweekt in **2L potten** geven een te **lage opbrengst**, waardoor de ruimtebesparing tijdens de opkweek en bewaring niet kan compenseren voor de opbrengstverliezen. De lagere productie is een combinatie van factoren: minder knoppen, geen vijf volwaardige stengels per pot, slechtere sortering, kleiner vruchtgewicht en kleinere vruchtgrootte. De productie van een 2L pot per m² kan verhoogd worden door het aantal stengels per lopende meter te verhogen door de potten dichter bij elkaar te plaatsen. Echter de vruchtsortering zal hierbij niet verbeteren.
- Bij een **kleinere potmaat** moet de watergift goed op punt staan, want er is slechts een **kleine waterbuffer** aanwezig. Let op bij stressperiodes, bijvoorbeeld bij hitte.
- Het **verpotten** van bramen na frigobewaring van een kleinere potmaat naar een 10L pot, geeft een lichte productiestijging bij een 2L pot en heeft **geen effect op productie en sortering bij een 5L pot**. Wortelgroei naar het nieuw substraat was slechts beperkt. Het verpotten van de planten heeft geen effect op de knopuitloop, omdat de knoppen in de eerste fase uitlopen door de reservestoffen die tijdens de opkweek zijn aangelegd.

In de onderstaande **figuur 19** wordt de productie en sortering bij verschillende containergroottes weergegeven bij een lange bewaring van 7 maanden. De 2 en 5L potten werden na koeling verpot naar een 10L pot.



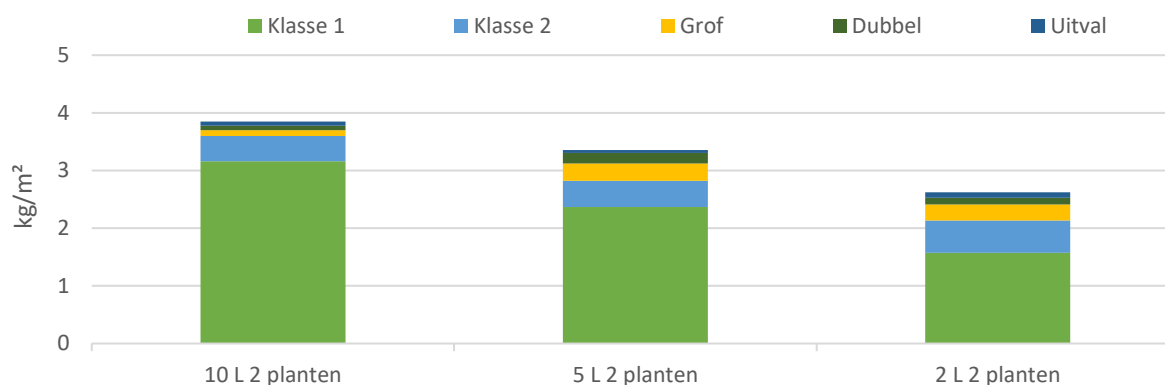
Figuur 19. – Productie en vruchtsortering bij verschillende potgroottes van braam, Loch Ness (2 pl/lm; 1,25 pl/m²; serre; inzetdatum 29 april). Bij de indicatie ‘verpot’ werd de plant na koeling verpot naar een 10 L pot.

Resultaat reservestoffen

Het opkweken van planten in grotere containers zorgt voor meer reservestoffen (suikers en zetmeel) in de wortels. Tijdens de bewaring worden de reservestoffen in de knoppen van 5 en 10L pot beter behouden. De sterkste daling van reservestoffen zien we in de 2L potten.

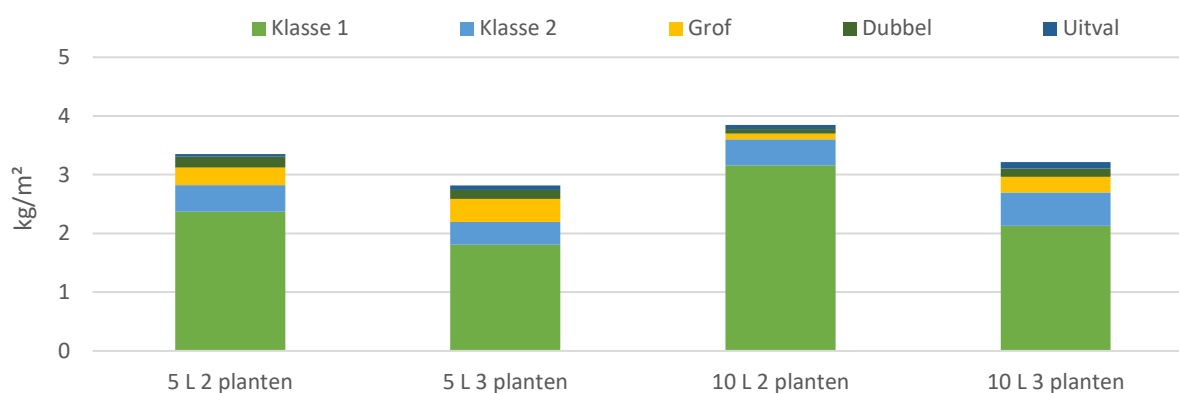
Framboos

- Kies voor **2 planten in een 10 L container**. Een 10L container heeft een groter wortelvolume en een grotere waterbuffer, waardoor er meer nutriënten kunnen opgenomen worden en minder plantstress optreedt.
- Een containergrootte van 5L en 2L geven een grote daling in productie én sortering t.o.v. 10L (**Figuur 20**).



Figuur 20. – Productie en vruchtsortering bij verschillende potgroottes van framboos, Kwanza (4 pl/lm; 1,95 pl/m²; warenhuis; inzetdatum 5 mei).

- Het verhogen van het plantaantal van 2 naar 3 planten per container, heeft geen meerwaarde (**Figuur 21**). Het aantal vruchttakken per pot stijgt zo met 30 %. De plant heeft echter onvoldoende voedingsstoffen voor al de lateralen, waardoor kleinere vruchten worden geplukt en de productie lager is.



Figuur 21. – Productie en vruchtsortering bij verschillende potgroottes en plantaantal van framboos, Kwanza (4 pl/lm; 1,95 pl/m²; warenhuis; inzetdatum 5 mei).

Resultaat reservestoffen

Het opkweken van planten in grotere containers zorgt voor meer reservestoffen (suikers en zetmeel) in de wortels. Tijdens de bewaring worden de reservestoffen in de knoppen van 5 en 10L pot beter behouden; de sterkste daling van reservestoffen zien we in de 2L potten.

Richtlijnen containergrootte

BRAAM

- Kies voor een 5 L pot voor de opweek en productie van bramen. Die geeft een goede productie, sortering en ruimtebesparing in de opweek en bewaring.
- Het verpotten na koeling van een 5L naar een 10L container heeft geen meerwaarde.
- Een 2 L container geeft een lage productie, sortering en slechtere bewaring (meer verlies aan reservestoffen).

FRAMBOOS

- Kies voor een 10 L pot met 2 planten.
- 3 planten per pot i.p.v. 2 geeft een afname in productie en sortering.

5.3. Opkweekplaats en -methode

Er wordt een balans gezocht tussen de hoeveelheid licht die een plant nodig heeft (optimale plantdichtheid) en de kost verbonden aan de ruimte die nodig is voor opkweek van planten. Hoe meer licht een plant kan benutten, hoe meer fotosynthese en groei er plaats kan vinden.

Opkweekplaats

Zowel voor braam als voor framboos konden **geen verschillen in productie en sortering** aangetoond worden tussen planten die **onder regenkap of in openlucht** werden opgekweekt. Wel werd er opgemerkt dat planten in openlucht meer gevoelig zijn voor schimmels (klimaat) en dat er een intensiever fungicideschema moet toegepast worden.

Planten opgekweekt onder de **regenkap** hebben **minder knoppen** per plant **dan in openlucht**. Dat kan verklaard worden, omdat planten onder regenkap meer op zoek moeten naar licht. Daardoor groeien die planten sneller dan die in openlucht. De internodiën-afstand wordt groter, waardoor er bijgevolg minder knoppen zijn op planten opgekweekt onder regenkap. Echter het hogere vruchtgewicht en de beter sortering compenseren voor het mindere aantal knoppen.

Opkweekmethode

Er werden verschillende opkweekmethoden met elkaar vergeleken: V-haag dubbele rij pot tegen pot, V-haag alternerend, enkele rij pot tegen pot. Zowel onder regenkap als in openlucht. **Figuur 22** geeft de opkweekmethoden grafisch weer. Een V-haag alternerend is een dubbele rij, waarbij in de ene rij alle even potten zijn weggehaald en in de andere rij alle oneven potten.



Figuur 22. – V-haag dubbele rij pot tegen pot, V-haag alternerend, enkele rij pot tegen pot.

Er wordt aangeraden om **bramen en frambozen op te kweken in een dubbele V-haag, pot tegen pot (Foto 4)**. Die methode is niet nadelig voor de productie en sortering en geeft veel plaatsbesparing. De lichtdoorlaatbaarheid wordt in dit systeem beperkt, maar dat heeft geen invloed op de reserveopbouw.



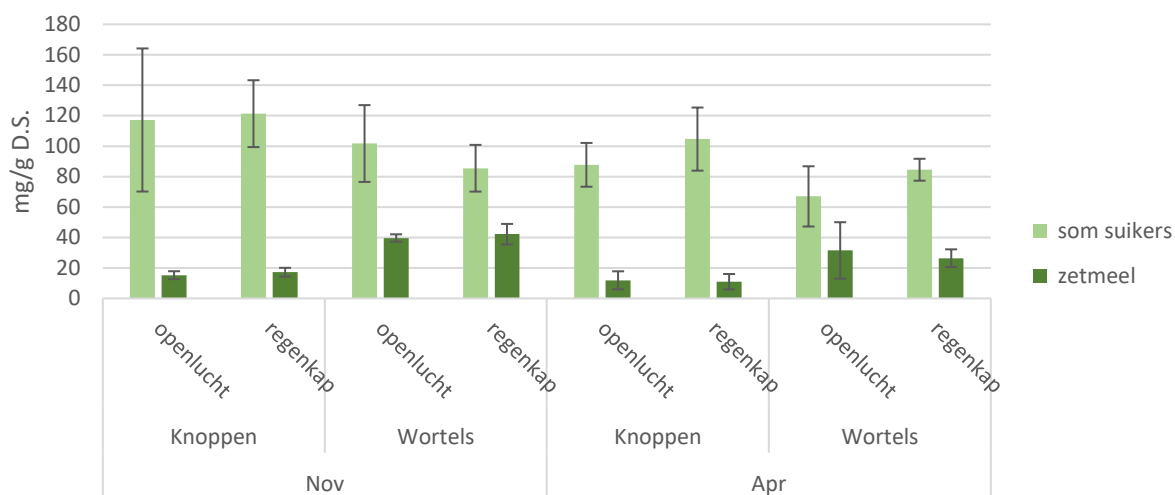
Foto 4. – Bramen (links) en frambozen (rechts) opgekweekt in een V-haag dubbele rij.

Resultaat reservestoffen braam

De opkweekplaats (onder de regenkap of openlucht) heeft geen invloed op de hoeveelheid suikers in de knoppen. Wel bevatten de wortels van planten opgekweekt in openlucht meer suikers en iets meer zetmeel. De opkweekmethode (enkele rij of dubbele rij) heeft geen significante invloed op hoeveelheid reservestoffen.

Resultaat reservestoffen framboos

Knoppen van planten in openlucht of onder regenkap bevatten evenveel suikers en zetmeel na de opkweek (**Figuur 23**). Na bewaring behouden de knoppen van de planten onder de regenkap iets meer suiker dan deze opgekweekt in openlucht. Wortels van planten gegroeid in openlucht bevatten iets meer suikers in november maar na de bewaring behouden de wortels van planten gekweekt onder de regenkap meer suikers. Er zijn geen verschillen in zetmeelinhoud in de wortels tussen beide opkweekplaatsen.



Figuur 23. – Reservestoffen (gemiddelde waarde met 95 % betrouwbaarheidsinterval) in knoppen en wortels van frambozenplanten opgekweekt in openlucht of regenkap enkele rij.

Richtlijnen opkweekplaats

BRAAM

- Kweek bramen onder regenkap of in openlucht in een dubbele V-haag, pot tegen pot.

FRAMBOOS

- Kweek frambozen onder regenkap of in openlucht in een dubbele V-haag, pot tegen pot.

5.4. Ontbladeren van plantmateriaal voor koeling

Ontbladeren

Het verwijderen van het blad voor koeling is arbeidsintensief, maar loont achteraf!

- **Waarom blad verwijderen?** Via het blad en de bladsteel komen **schimmels** zoals *Botrytis* (grauwe schimmel) gemakkelijk de plant binnen. Wanneer de plant in de koeling gaat, zal de plant zijn blad verliezen. Dan krijgen schimmels de kans om op dat afstervend organisch materiaal uit te groeien. De schimmel kan de knop en stengel infecteren, waardoor knoppen onregelmatig of niet zullen uitlopen. Met als gevolg een daling in productie of zelfs uitval van hele planten.
- *Botrytis* kan zich verder verspreiden overheen de stengel en laesies vormen. Visueel zie je rond de knop een bruine verkleuring die zich verder kan verspreiden over de stengel (**Foto 5**). Wanneer de schimmel sporuleert, komen er sporen vrij die op verschillende plaatsen infecties kunnen veroorzaken (**Foto 6 en 7**).



Foto 5. – Bramenknoppen die niet uitlopen door Botrytisinfectie en Botrytis die zich verder verspreidt op de bramenstengel.



Foto 6. – Frambozen die niet ontbladerd zijn voor koeling waarbij de afgestorven bladeren een bron van schimmel zijn.



Foto 7. – Onregelmatige knopuitloop door aantasting van knoppen door Botrytis.

Hoe meer blad er aan de plant blijft, hoe groter de kans op aantasting van knoppen en stengel. Een plant met meer bladmassa, heeft ook een hoger ademhalingspercentage. Warmte, CO₂ en vocht zullen daarbij vrijkomen. Het vochtigere microklimaat versnelt de infectie. Hoe langer de bewaarperiode, hoe groter de kans op verspreiding en plantuitval. Het **ontbladeren van de planten voor koeling** is daarom aan te raden en **noodzakelijk bij lange plantbewaring** (meer dan 5 maanden).

Naast het ontbladeren van de planten, mag er zo weinig mogelijk plantmateriaal op de bovenkant van de pot blijven liggen (**Foto 8**). Ook dat materiaal kan schimmels naar de plant verspreiden.



Foto 8. – Bladmassa dat op de container blijft liggen, is een bron van schimmel.

Ontbladeren: bladknip versus bladblazen

Bladknip (Foto 9) is zeer tijdrovend en heeft bijgevolg een **hoge arbeidskost**. Een **alternatief** om te ontbladeren, is **bladblazen (Foto 10)**. Met een pneumatische ontbladermachine wordt langs de plantenrij gereden en via luchtpulsen wordt het blad van de plant geblazen. De bladsteel met een klein stukje blad blijft achter. Het is een mogelijkheid om achteraf bij te knippen waar nodig, want het achtergebleven materiaal is een bron van schimmel. Bij bladblazen vertoont de plant na bewaring een lichte groeiachterstand t.o.v. bladknip bij het uitlopen van de knoppen vermoedelijk door de plantstress die opgetreden is bij het bladblazen. Echter die wordt ingehaald gedurende de teelt. **Zowel bij korte als lange bewaring zijn er geen verschillen in productie en sortering tussen bladknip en bladblazen opgemerkt.**



Foto 9. - Bladknip bij bramen.



Foto 10. – Bladblazen bij bramen.

Richtlijnen ontbladeren

- Verwijder het blad voor koeling via bladknip of bladblazen (zeker bij lange bewaring).
- Laat geen organisch materiaal op de pot liggen.
- Ontsmet snoeischaren met alcohol, zodat er geen schimmels worden overgedragen via bladknip.

5.5. Afspuitschema opkweek

Welke **fungiciden** in het afspuitschema van bramen- en frambozenplanten garanderen de **beste bewaring**? Met andere woorden welk fungicide schema zorgt voor **minder schimmelaantasting** op de plant, een betere knopuitloop en een hogere productie?

Botrytis cinerea, ook genaamd grauwe schimmel, is de schimmel die het vaakst voorkomt bij de bewaring van plantmateriaal, de meeste schade veroorzaakt aan de knoppen van de planten en de meeste plantuitval geeft. *Botrytis* infecteert via wonden en heeft vocht nodig voor de kieming van de sporen.

Als afspuitschema wordt aangeraden 2 tot 3 fungicide behandelingen uit te voeren met minstens 1 bespuiting na bladknip. Die laatste behandeling is cruciaal om snoeiwonden af te dekken die tijdens het ontbladeren gemaakt zijn. Via die wonden kunnen schimmels zoals *Botrytis* makkelijk de plant infecteren. Zo kan je bijvoorbeeld 3 fungicide behandelingen op 4 weken, 3 weken en 2 weken vóór koeling uitvoeren. Met die laatste behandeling na bladknip. Afhankelijk van het seizoen, kan de eerste behandeling op 4 weken voor koeling weggelaten worden. Echter in een nat seizoen zijn alle behandelingen noodzakelijk. Longcane frambozen zijn gevoeliger dan overwinterde scheuten, omdat die planten meer snoeiwonden hebben en op een groter oppervlak blootgesteld worden aan *Botrytis* sporen. Extra behandelingen na het creëren van wonden is aangewezen.

De **beste werking** werd verkregen met **3 maal Scala** (2L/ha haag; ai pyrimethanil), maar ook 3 maal Switch (0,5 kg/ha haag; ai cyprodinil en fludioxonil) bleek effectief voor *Botrytis* aantasting (**Foto 11**). Mogelijks heeft Scala een voordeel door zijn dampwerking waardoor het beter in de knop kan dringen.

Delan (0,7 kg/ha haag; ai dithianon) en Signum + Flint (0,5 kg/ha haag; ai boscalid en pyraclostrobin en 0,11 kg/ha haag; ai trifloxystrobine) bieden onvoldoende efficiëntie bij hoge *Botrytis* aantasting in een nat najaar. Op de knoppen en stengel wordt meer schimmelaantasting opgemerkt (**Foto 12**), waardoor een goede knopuitloop niet in alle jaren gegarandeerd kan worden.

In samenwerking met fyto-bedrijven worden inspanningen gedaan om bijkomende middelen erkend te krijgen in de teelt van braam en framboos voor de bestrijding van stengelziekten in bewaring.



Foto 11. – Inhomogene knopuitloop in het controle object (geen fungiciden) t.o.v. het object met 3 bespuitingen met Scala op 4, 3 en 2 weken voor koeling.



Foto 12. – Bramen die geen afspuitschema hebben gekregen, vertonen schimmelaantasting op de knoppen en stengels en een slechte knopuitloop.

Bij het opplanten van het plantmateriaal tijdens de opkweek is het belangrijk om paraat (1 g ai dimethomorf/plant in min. 200 ml water) aan te gieten preventief tegen wortelsterfte. Een tweede toepassing kan uitgevoerd worden op moment van groei.

Resultaat reservestoffen

Bij bramen bevatten de wortels van Scala-behandelde planten net voor inkoeling meer suikers en meer zetmeel. Na bewaring zijn iets meer reservestoffen (suikers en zetmeel) aanwezig in knoppen van Scala-behandelde planten. Bij framboos bevatten wortels van Scala-behandelde planten net voor de koeling meer zetmeel. In juni vinden we geen verschillen in hoeveelheden reservestoffen tussen behandelde en onbehandelde planten. Het toepassen van Scala toont zowel bij braam als framboos meer reservestoffen en heeft een positief effect.

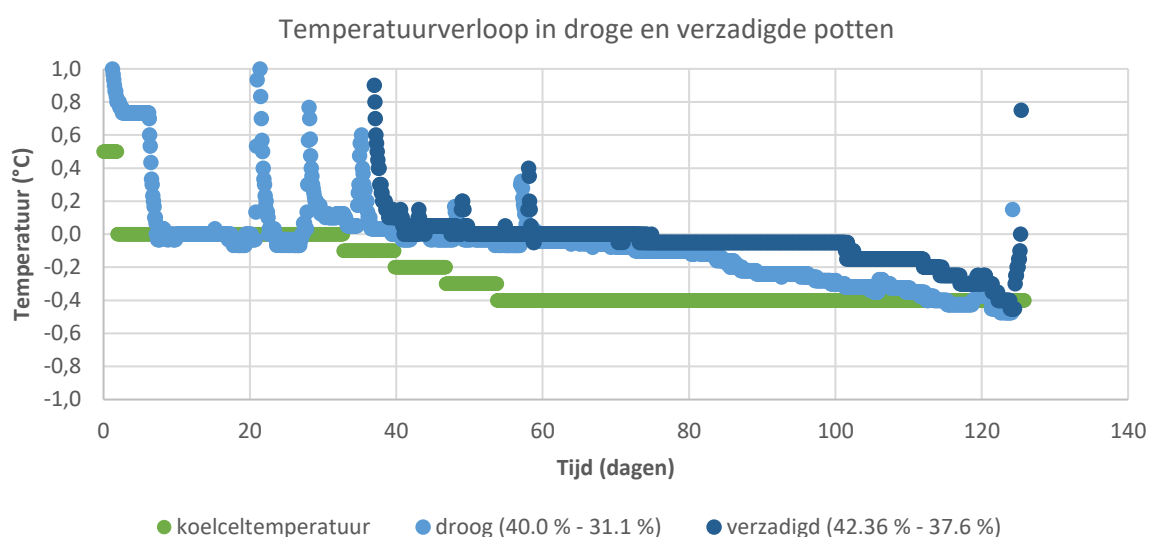
Richtlijnen afspuitschema

- Als afspuitschema 3 fungiciden behandelingen met minstens 1 behandeling na bladknip om snoeiwonden af te dekken.
- Longcane frambozen hebben bijkomstige fungicide bespuitingen nodig om wonden af te dekken.
- Scala biedt de beste werking tegen *Botrytis* aantasting, gevolgd door Switch.

5.6. Vochtgehalte voor inpakken

Het vochtgehalte van het substraat tijdens de koeling kan een effect hebben op de productie van frambozen- en bramenplanten.

Een bewaarproef op frambozen met RC2 substraat van de firma Legro toont duidelijk aan dat **droge potten sneller inkoelen dan natte potten** (samenstelling: 35% witveen, 45% gebufferde kokos en vezels en 20% perliet). De luchttemperatuur en de substraattemperatuur (bovenste laag van het substraat) van een droge en natte pot zijn tijdens de bewaarperiode geregistreerd (**Figuur 24**). Gemiddeld is er een verschil van 0,5°C tussen de ingestelde luchttemperatuur en substraattemperatuur.



Figuur 24. – Temperatuurverloop in verzadigde en droge potten (in de legende: vochtgehalte voor en na koeling tussen haakjes)

Door de goede drainerende eigenschappen van het substraat kon maximum een **vochtgehalte van 50%** bereikt worden in de pot. Bij die vochtigheid werden er geen negatieve effecten waargenomen op bewaring en productie. Er kon **geen koelschade** vastgesteld worden.

De **droogste potten** met een eindvochtigheid na bewaring van 30% vertoonden **geen** verschijnselen van **dehydratie**. De knopuitloop was homogeen en de productie was goed.

Tijdens de bewaring verliest het substraat tot 15 % van zijn vochtgehalte (bij een differentiaal van 0,5°C in de koelcel). Hoe langer de bewaarperiode, hoe groter het vochtverlies van het substraat en hoe groter de uitdroging van de planten.

Een verzadigd substraat met slechte drainage eigenschappen kan zorgen voor koelschade en verspreiding van schimmelsporen waardoor slechtere knopuitloop verkregen wordt. Ook barsten in de schors van frambozen treden sneller op in een vochtig substraat.

Richtlijnen vochtgehalte substraat bij inkoelen

- Een droger substraat geeft een snellere inkoeling.
- Gebruik een goed gedraineerd substraat. Verzadigd substraat met slechte drainage eigenschappen, in combinatie met slechte luchtcirculatie, kan zorgen voor koelschade en productieverlies
- Pas de instellingen van koelcel aan, zodat aan begin van de koeling het condenswater op de inpakfolie kan verdampen (hogere temperatuurdifferentiaal) en later uitdroging van plantmateriaal wordt beperkt (lagere temperatuurdifferentiaal).
- Pas het differentiaal van de koelcel aan, aan de noden van het plantmateriaal.

6. Richtlijnen koelstrategie

6.1. Inpakmateriaal en -methode

Omstandigheden inpakken

Het **inpakken** van plantmateriaal moet gebeuren **bij droge omstandigheden**. Door het nat inpakken van planten (bij regen of bij hoge RV) zullen schimmels zoals *Botrytis* de kans krijgen om gemakkelijk te infecteren en verspreiden (**Foto 13**). Zowel de verhoging van de relatieve vochtigheid rondom de plant als kleine druppels water zorgen daarvoor. Water op de plant kan ook ijskristallen vormen en het barsten van stengels doen toenemen.



Foto 13. – *Botrytis* aantasting op framboos.

Inpakmateriaal

De keuze van het inpakmateriaal beïnvloedt de bewaarbaarheid van het plantmateriaal door een aantal factoren:

- Vochtigheid (schimmelverspreiding);
- Inkoelsnelheid;
- Gasophoping en samenhangend daarbij de ademhaling en warmteproductie van de plant.

Tijdens de bewaring wordt door de natuurlijke ademhaling van de plant en het microbieel leven in het substraat, zuurstof verbruikt en CO₂, warmte en vocht afgegeven.



Figuur 25. – Voorstelling plantenademhaling.

Het Vlaams Centrum voor Bewaring van Tuinbouwproducten (VCBT) volgde de ademhaling van frambozen en bramenplanten op tijdens de koelingsperiode en zag nog een aanzienlijke ademhalingsactiviteit bij -1°C. Een braamplant in een 10 liter pot produceert 2,325 ml CO₂ per uur.

Er wordt aangeraden om als inpakmateriaal **voldoende geperforeerd materiaal** te gebruiken. Een volledig afgesloten zak kan zeker tijdens de inkoeling, wanneer de plant nog warm en actief is, leiden tot een ophoping van CO₂, warmte en vocht (**Foto 14 en 15**). Planten kunnen zo in een gesloten verpakking hun omgeving verrijken met CO₂ tot ze er zelf schade van kunnen ondervinden. Door de slechte luchtcirculatie rond de plant, zal de inkoeling trager en minder homogeen verlopen. De vochtophoping leidt tot meer ontwikkeling en verspreiding van schimmels die kunnen leiden tot meer plantuitval. Hoe langer de bewaring, hoe groter de negatieve effecten op de plantengezondheid.



Foto 14. – Frambozen ingepakt in een houten kist in een volledig gesloten zak.



Foto 15. – Plantmateriaal ingepakt in een volledig afgesloten plastic zak zonder perforaties. Er zijn ijskristallen op de planten zichtbaar, als ook waterdamp aan de binnenkant van de plastic zak.

Een **combinatie van stretchfolie en flodderfolie** vormt de ideale inpakmethode (**Foto 16**). Onderaan en bovenaan de kist wordt flodderfolie gelegd met perforaties om de twee duimbreedte. De kist wordt omwikkeld met stretchfolie. Die inpakmethode geeft de minste plantuitval en de hoogste productie, omdat de luchtcirculatie voldoende is zodat vocht, warmte en CO₂ niet oploopt rond het plantmateriaal. Zonder inpakmateriaal zou de plant uitdrogen door te sterke waterverdamping.



Foto 16. – Frambozen ingepakt in een houten kist met stretchfolie en flodderfolie om condens en ophoping van CO₂ te vermijden.

Inpakmoment

Wanneer is het plantmateriaal klaar om in de koeling te gaan? Met andere woorden wanneer zijn de planten endodormant of winterdormant. Dit kunnen we eenvoudig nagaan door om de twee weken 1 ogige knopstekken te nemen (**Foto 17**). Zolang dat de knop van de stek nog reageert en uitloopt (**Foto 18**), is de plant nog niet dormant en nog niet klaar om ingekoeld te worden. Afhankelijk van de weersomstandigheden zien we jaarlijks verschillen, maar het schommelt rond begin-midden november. VCBT ziet nog een toename in reservestoffen (suikers) in de maand november. **We raden daarom aan om planten voor lange bewaring pas vanaf half november in te pakken.** Op deze manier hebben ze een grotere reserve aangelegd.



Foto 17. – 1 ogige knopstekken van braam om de dormantie te bepalen en het moment van inpakken.



Foto 18. – 1 ogige knopstek van braam die reageert en uitloopt.

Wat is het uiterste moment om nog planten in te pakken en in te koelen?

Bramen en frambozen gaan rond de maand november in endodormantie. Het einde van deze dormantie kan opnieuw bepaald worden door 1 ogige knopstekken te nemen. Vanaf dat de knoppen van deze stekken opnieuw beginnen te reageren is de dormantieperiode voorbij. In een warm seizoen kunnen de planten al begin februari beginnen uit te lopen. Wanneer dit gebeurt, moeten de planten in de koelcel zijn en moet de pot van de plant bevroren zijn om de activiteit van de plant nog stil te leggen.

Richtlijnen inpakmethode

- Pak in bij droog weer.
- Ontblader het plantmateriaal voor koeling via bladknip of bladblazen.
- Gebruik geperforeerd inpakmateriaal en stretchfolie. Gebruik zeker geen volledig afgesloten zak.
- Het inpakmoment van bramen en frambozen kan bepaald worden door 1 ogige knopstekken te nemen.
- Pak planten (voor lange bewaring) pas in vanaf half november voor een grotere opbouw van reservestoffen .

6.2. Inkoelsnelheid en -strategie

Het gekoeld bewaren van plantmateriaal is een dure en risicovolle onderneming, maar noodzakelijk wanneer een vroege voorjaarsteelt of een late najaarsteelt gewenst is. Een goede koelstrategie die grote verliezen door koeling beperkt, is daarom belangrijk.

Hoe koelschade herkennen?

➤ **Slechte uitloop van knoppen**

Bij koelschade is al enkele dagen na de koeling duidelijk welke knoppen niet zullen uitlopen.

Bij **bramen** zijn de **knoppen bruin gekleurd** in plaats van groen, verdroogd en niet vitaal. Elke knop die beschadigd is, geeft 1 vruchttak minder en dus gemiddeld een verlies van 8 vruchten. Ook hele stengels kunnen uitvallen. Die **stengels** zijn net zoals de knoppen **bruin en verdroogd** en krijgen geen sapstroom (**Foto 19**). Dunnere stengels zijn gevoeliger. Een onregelmatige knopuitloop wordt opgemerkt. Het groeien van grondscheuten wijst erop dat de wortels niet beschadigd zijn.



Foto 19. - Koelschade bij bramenplanten: verdroogde stengels en knoppen.

Framboos is **gevoeliger dan braam voor diepe koeling** en zal dan ook sneller slechte knopuitloop geven. De **knoppen zullen niet of slechts gedeeltelijk uitlopen** met een lage productie tot gevolg. Het groeipunt van de knop en enkele kleine bladeren zullen soms zichtbaar worden, maar niet verder uitgroeien en uiteindelijk afsterven (**Foto 20**). De snelheid van uitloop is veel trager dan bij gezond plantmateriaal. Een groeiachterstand wordt daarom snel opgemerkt. De koelschade is moeilijk te onderscheiden van andere problematieken zoals schimmels die de sapstroom blokkeren, te weinig koude-uren...



Foto 20. – Koelschade bij framboos- knoppen die niet of slechts een beetje uitlopen en afsterven.

➤ Barsten in de schors

Barsten in de schors van de plant (**Foto 21**) treden op wanneer de activiteit van de plant wordt stilgelegd (vb. in de koelcel door lage temperatuur), maar de wortels nog actief zijn en teveel worteldruk geven.



Foto 21. – Gebarsten frambozenstengel door sterke worteldruk.

Welke inkoelstrategie geeft ons de minste plantuitval en de hoogste productie?

➤ Koelstrategie: dynamisch koelen

Een **dynamisch inkoelpatroon** wordt algemeen aangeraden. In deze strategie wordt de temperatuur stapsgewijs naar beneden gebracht. Het argument dat daarvoor gebruikt wordt, is dat de plant dan nog kan afharderen in de koelcel en kan wennen aan de koude. Daardoor treedt **minder koudeschade** op.

➤ Opbouw van een goede inkoelstrategie

- **Eerste periode:** vlot dalen van buitentemperatuur naar 2°C luchttemperatuur.
- **Tweede periode:** dalen naar 0°C luchttemperatuur met stappen van 0,5°C/week.
- **Derde periode:** dalen naar 0°C pottemperatuur (~luchttemp. -0,5°C) met stappen van 0,1°C/week. Dalen tot de pot bevroren is. Gebruik een sensor of voel aan het substraat of het bevroren is. De activiteit van de plant ligt nu tijdelijk stil.
- **Vierde periode:** dalen tot de uiteindelijke bewaar temperatuur met stappen van max. 0,1°C/week. In deze periode is het belangrijk om te kijken naar de activiteit van het plantmateriaal (groene delen die uit de knoppen verschijnen).

Zeker voor lange bewaring, moet reactie/uitloop van de knoppen in de koelcel vermeden worden. Het is beter om op tijd te dalen in temperatuur om de plant stil houden. Als de reactie te ver gevorderd is, zal dieper gekoeld moeten worden dan in de eerste situatie waardoor er meer kans op koelschade is.

Droge potten koelen sneller dan natte potten. Planten met een actiever wortelstelsel zullen dieper gekoeld moeten worden.

➤ Uiteindelijke bewaar temperatuur

Zowel bij korte als lange bewaring gebruik je best een dynamische inkoelstrategie. Echter de eindtemperatuur verschilt afhankelijk van de duur van de bewaring. Hoe langer de bewaring, hoe groter het positieve effect van een goede koelstrategie. Naarmate je langer bewaart, zal je ook wat dieper moeten koelen om de planten in rust te houden.

- **Korte bewaring (januari uit koeling):** 0°C koelceltemperatuur om plantactiviteit stil te leggen
- **Middellange bewaring (mei uit koeling):** tussen -0,5°C (bevroren pot) en -1,2°C luchttemperatuur.
- **Lange bewaring (juli uit koeling):** niet lager dan -1,2°C luchttemperatuur voor framboos en -1,5°C voor braam.

Resultaat reservestoffen

Knoppen van bramen en frambozen planten die op -1,8°C bewaard werden, bevatten duidelijk veel minder zetmeel dan knoppen van planten bewaard bij -1,0°C. De hoeveelheid zetmeel is gezakt onder de grenswaarde, waardoor een slechte knooppuitloop en productie bereikt wordt. De hoeveelheid reservestoffen van planten bewaard tussen -0,5 tot -1,2°C met een dynamisch gedaald temperatuurregime verschilt niet. Er wordt dan ook geen verschil in productie voorspeld.

Bramen en frambozenplanten werden gedurende 8 maanden bewaard onder verschillende koelregimes. In proef 1 volgden de 3 objecten een dynamische koeling tot 0°C om vervolgens in 1 stap te dalen naar -1°C of -1,8°C. Koeling tot -1,8°C gaf een zeer slechte knopuitloop en productie (Tabel 4). Voor framboos gaf een snelle inkoeling tot -1°C nog steeds onvoldoende uitgelopen knoppen, slechts 63%! Verbetering is mogelijk via dynamische koeling.

Tabel 4. – Percentage niet uitgelopen knoppen bij framboos (Kwanza) en braam (Loch Ness).

Object	% Niet uitgelopen knoppen KWANZA	% Niet uitgelopen knoppen LOCH NESS
Van 0°C naar -1,8°C in 1 stap	79 (a)	42 (b)
Van 0°C naar -1,8°C met tussenstap op -1°C	72 (a)	63 (a)
Van 0°C naar -1°C in 1 stap	37 (b)	13 (c)

In proef 2 werd de temperatuur dynamisch naar beneden gebracht tot -0,5°C, -1,0°C en -1,2°C. Er zijn geen verschillen in reservestoffen, noch in knopuitloop en productie opgemerkt (Tabel 5).

Tabel 5. – Percentage niet uitgelopen knoppen bij framboos (Kwanza) en braam (Loch Ness).

Object	% Niet uitgelopen knoppen KWANZA	% Niet uitgelopen knoppen LOCH NESS
Dynamisch van 0°C naar -0,5°C	15,3	27,4
Dynamisch van 0°C naar -1,0°C	17,2	29,8
Dynamisch van 0°C naar -1,2°C	19,5	29,8

Richtlijnen koelregime

- Dynamisch koelen onafhankelijk van de duur van de bewaring.
 - Eerst vlot naar 2°C, dan met 0,5°C temperatuurdaling per week naar 0°C en vervolgens met 0,1°C temperatuurdaling per week naar de uiteindelijke bewaartemperatuur.
- Eindtemperatuur is afhankelijk van de duur van de bewaring.
- Koelcelafhankelijke temperaturen.
- Plantactiviteit wekelijks opvolgen (dynamisch dalen bij actief worden plant).
- Meet de producttemperatuur met sensoren in het substraat.

6.3. Koelcel

Regelmatig nazicht van plantmateriaal

Omdat er gekozen wordt voor een **dynamische inkoelstrategie** van het plantmateriaal is een **wekelijkse controle van het plantmateriaal** nodig. In functie van de plantreactie op de koude, wordt de temperatuur in de koelcel dynamisch gedaald. Het actief worden van de plant, geeft een signaal om de temperatuur licht naar beneden te brengen. Een te felle daling van de temperatuur kan koelschade geven. Wanneer de temperatuur te laat of te traag wordt gedaald zal de plant actief worden, waardoor de knoppen en grondscheuten zullen uitlopen (**Foto 22**). Voor meer informatie zie richtlijnen inkoelsnelheid.



Foto 22. – Links: grondscheuten zichtbaar door te traag inkoelen. Rechts: uitloop van knoppen op een frambozenplant in de koelcel door te traag inkoelen. Er werd te laat ingegrepen.

Naast de plantactiviteit, moet ook de **plantgezondheid** in het oog gehouden worden. Bij kisten met meer schimmelvorming op het plantmateriaal, is er gevaar op verspreiding over heel de plant en op volledige plantuitval (**Foto 23**). Daarom wordt er gekozen om die kisten kort te bewaren. Het plantmateriaal met een goede plantgezondheid kan behouden worden voor lange bewaring.



Foto 23. – Een kist met niet-gezond plantmateriaal (schimmel op knoppen) dat enkel voor korte bewaring geschikt is.

Inrichting koelcel

Een goede stapeling van kisten in de koelcel is cruciaal voor een goede luchtcirculatie (**Foto 24**). In een koelcel zijn er altijd koudere en warmere plaatsen. Bij een slechte stapeling worden die temperatuurverschillen vergroot. Daardoor zal het plantmateriaal niet uniform kunnen in gekoeld worden en zal er sneller schade optreden. Op de warmere plaatsen kan de plant in de koelcel sneller actief worden en beginnen uitlopen. Op de koudere plaatsen kunnen de knoppen koudeschade oplopen. Naast de inkoelsnelheid heeft de inrichting en stapeling van de kisten ook een grote invloed op het energieverbruik.



Foto 24. – Goede stapeling van kisten in de koelcel voor een goede luchtcirculatie en homogene inkoeling.

Temperatuursensoren

Om onderlinge temperatuurverschillen in de koelcel te kennen, zijn temperatuursensoren noodzakelijk. De ingestelde koelceltemperatuur is niet gelijk op alle plaatsen in de koelcel. Ook is er een groot verschil tussen de luchttemperatuur en de temperatuur in het substraat (gemiddeld 0,5°C). De koelcelinfrastructuur en de voorgeschiedenis van het plantmateriaal (bv. vochtgehalte substraat) beïnvloeden dat verschil. Ijk regelmatig de meters.

Vrijhouden van verdamper

Controleer regelmatig op ijsvorming op de verdamper. De verdamper van koelcellen bevindt zich meestal achterin de cel. Door ijsafzetting op de verdamper kan die zijn koude minder goed kwijt, waardoor het rendement van de installatie afneemt. Maak de verdamper ijsvrij door de verdamper te ontdooien. Plaats geen kisten voor de verdamper.

Koelcel verluchten

Het is belangrijk om de koelcel goed te verluchten. Ethyleen en CO₂ kunnen zich opstapelen, waardoor de knoppen schade kunnen ondervinden. Ethyleen komt vrij na het maken van snoeiwonden of bladknip. Vanaf 1 ppm ethyleen ondervindt de knop schade. De plant zal door zijn plantenademhaling CO₂ afgeven, waardoor een hogere concentratie van CO₂ rond het plantmateriaal aanwezig is (**zie richtlijnen gassamenstelling tijdens koeling**).

Onderhoud koelcel

In een slecht geïsoleerde koelcel verstoort de buitenlucht het klimaat in de cel. De gevolgen zijn een wisselende temperatuur en luchtvochtigheid. Dat vergroot de kans op uitdroging of condensvorming.

Je moet de koelcel op de volgende punten controleren:

- Voorkom beschadiging van wanden, zowel in- als uitwendig. Door beschadigingen kan de isolatie vochtig worden.
- Voorkom beschadiging van de afdichtingsprofielen van de deur. Dat kan je controleren door op een zonnige dag in de cel te gaan staan met de deur dicht. Er mag dan geen licht naar binnen schijnen.
- Tijdig reinigen, voorkomt bacteriebesmetting in de opslag.

Richtlijnen koelcel

- Controleer wekelijks het plantmateriaal op plantactiviteit en -gezondheid.
- Maak gebruik van temperatuursensoren om bewust te zijn van de temperatuurverschillen in de koelcel.
- Let op de positie van de kisten in de koelcel voor een goede luchtcirculatie.
- Hou de verdamper ijsvrij.
- Verlucht de koelcel regelmatig.
- Onderhoud de koelcel.

6.4. Gassamenstelling tijdens koeling

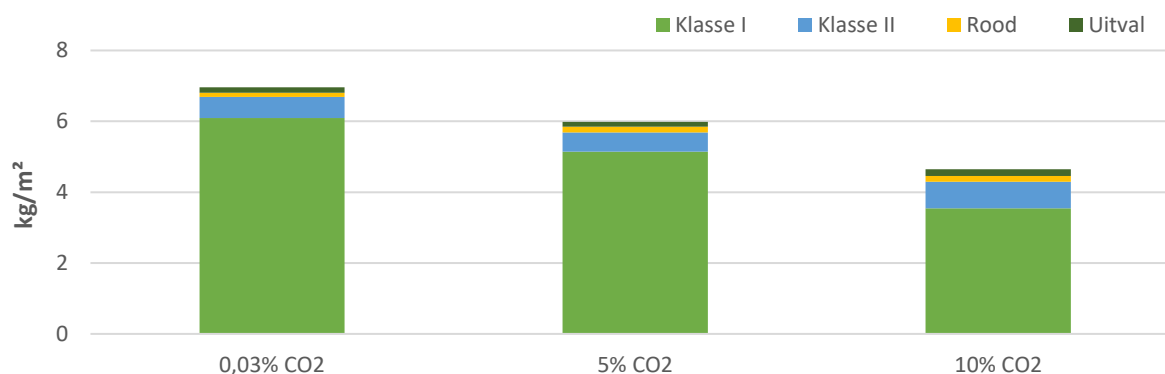
De invloed van de gassamenstelling tijdens het gekoeld bewaren van plantmateriaal werd onderzocht door bramen en frambozen onder verschillende gassamenstellingen tijdens de koeling te bewaren.

Hoge CO₂-concentraties (20%, 10% en 5% CO₂) zijn nadelig voor het plantmateriaal van bramen en frambozen. De knoppen lopen niet of slecht uit en bijgevolg bereikt de plant een heel lage productie.

Wanneer een lage CO₂-concentratie in de koelcel wordt aangehouden, is de zuurstofconcentratie onbelangrijk. Dat betekent dat er niet geïnvesteerd hoeft te worden in een gecontroleerde atmosfeer waar de zuurstofconcentratie laag gehouden wordt.

Braam

Hoe hoger de CO₂-concentratie tijdens de frigobewaring van het plantmateriaal, des te lager de productie. **10% CO₂ t.o.v. 0,03% CO₂ geeft een vermindering van 30 % van de productie. 5% CO₂ kan al een vermindering van 15% geven op de productie (Figuur 26).** Die resultaten worden zowel bij hoge als bij lage zuurstofcondities behaald. Bij een hoger CO₂ gehalte, liepen er minder knoppen uit, hadden de vruchten een kleiner vruchtgewicht en vruchtgrootte en was het aantal vruchten per vruchttak kleiner.



Figuur 26. – Productie en vruchtsortering bramen, Loch Ness gekoeld bij verschillende concentraties CO₂ (2pl/lm; 1,25 pl/m², warenhuis, inzetdatum 18 juli).

In een **gasdichte koelcel kan de CO₂ concentratie 0,1% per dag stijgen** wanneer de koelcel volledig gevuld is met volle kisten van ontbladerde bramenplanten en niet geopend wordt. De helft van die stijging is te wijten aan de plantademhaling, de andere helft aan de pot (microbieel leven en substraat). VCBT testte verschillend substraat en vond daarin ook opvallende verschillen in CO₂-afgifte. Veenrijk substraat zorgt voor een geleidelijke afgifte van opgeslagen CO₂. Bij een standaard inpakmethode en ontbladeringstechniek konden bij de metingen in de koelcellen nooit te hoge CO₂-concentraties (>1%) gemeten worden. Toch **open je best regelmatig de koelcel om ophoping van gassen te vermijden.**

Framboos

Ook framboos is gevoelig voor hoge CO₂-concentraties. 20% CO₂ t.o.v. 0,03% CO₂ geeft een vermindering van 70 % van de productie. **10% CO₂ kan al een vermindering van 30% geven op de productie.**

Op **foto 25** is duidelijk dat frambozen bij een hoge CO₂-concentratie minder goed uitlopen dan bij een lage CO₂-concentratie.



Foto 25. – Frambozen gekoeld bij een gassenstelling van 0,03% CO₂ ; 10% en 20% CO₂.

Richtlijnen gassenstelling koelcel

- Hoge CO₂-concentratie is nadelig voor de knopuitloop en productie van bramen en frambozen.
- Een lagere O₂-concentratie heeft geen voordelen.
- Niet investeren in een gecontroleerde atmosfeer.
- Gebruik geperforeerd inpakmateriaal om gasophoping rond de plant te vermijden.
- Ontblader het plantmateriaal om de plantademhaling en CO₂ afgifte te verminderen.
- Open regelmatig de koelcel.

7. Richtlijnen ontdooiregime

Na het correct bewaren van de planten is het belangrijk om de planten correct te ontdooien. Plaats de kist met plantmateriaal **24 uur in een koele ruimte** (bv. loods) om de planten **geleidelijk** te laten **ontdooien**. Indien dat niet wordt gedaan, zal de temperatuur in de pot te snel toenemen en daardoor krijgen de planten hittestress. Met als gevolg een inhomogene knopuitloop (**Foto 26**).

In de zomer kunnen hoge temperaturen bereikt worden onder een plastieken overkapping. Zet geen planten in wanneer de temperatuur boven de 25 °C is. Neem voorzorgmaatregelen door de vloer nat te maken.



Foto 26. - Te snel ontdooien in een warme ruimte leidt tot slechte knopuitloop en verbranden van bladeren.

Richtlijnen ontdooiregime

- **Na bewaring:** het plantmateriaal 1 dag laten ontdooien in een koele ruimte (loods).
- Temperatuur shocken vermijden.

Het LA-traject 'COOLPLANT – Optimale bewaring van frambozen- en bramenplanten in de koeling' (HBC 2016.0784) werd mede mogelijk gemaakt door:

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen



BOEREN
BOND

Driscoll's
Only the Finest Berries™

Delphy



BELORTA
redefining fruit & vegetables




HOOGSTRATEN

