

Onderzoek ten behoeve van de  
ontwikkeling van een optimale  
MA-kleinverpakking voor radijs  
met blad

Onderzoek als onderdeel van het AKK project  
GF-95.001 "toegevoegde waarde strategie  
project Frugifera"

J.J. Polderdijk  
G.J.P.M. van den Boogaard  
H.A.M. Boerrigter  
S. Stappers  
R.G. Evelo

Vertrouwelijk  
**ato-dlo**



# **Onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van een optimale MA-kleinverpakking voor radijs met blad**

**Onderzoek als onderdeel van het AKK project  
GF-95.001 "toegevoegde waarde strategie  
project Frugifera"**

J.J. Polderdijk  
G.J.P.M. van den Boogaard  
H.A.M. Boerrigter  
S. Stappers  
R.G. Evelo

**Vertrouwelijk**

---

| <b>Inhoudsopgave</b>   | <b>Pag.</b> |
|--|-------------|
| <b>Samenvatting</b>  | <b>2</b>    |
| <b>1. Inleiding</b>  | <b>3</b>    |
| <b>2. Algemene beschrijving kwaliteitsmetingen en metingen gasconcentraties</b>  | <b>4</b>    |
| <b>3. Experiment 1; screening I van geselecteerde MA-verpakkingen voor toepassing bij geboste en ongeboste radijs</b>                      | <b>5</b>    |
| 3.1. Proefopzet  | 5           |
| 3.2. Resultaten en discussie   | 5           |
| 3.3. Conclusies  | 7           |
| <b>4. Experiment 2; screening II van geselecteerde MA-verpakkingen voor toepassing bij geboste en ongeboste radijs</b>                     | <b>8</b>    |
| 4.1. Proefopzet  | 8           |
| 4.2. Resultaten en discussie   | 8           |
| 4.3. Conclusies  | 9           |
| <b>5. Experiment 3; de invloed van geselecteerde concentraties zuurstof en kooldioxyde op de kwaliteit van geboste en ongeboste radijs</b> | <b>10</b>   |
| 5.1. Proefopzet  | 10          |
| 5.2. Resultaten en discussie   | 11          |
| 5.3. Conclusies  | 13          |
| <b>6. Experiment 4; de invloed van wassen en drogen op de kwaliteit van MA-verpakte geboste radijs</b>                                     | <b>14</b>   |
| 6.1. Proefopzet  | 14          |
| 6.2. Resultaten en discussie   | 14          |
| 6.3. Conclusies  | 15          |
| <b>7. Experiment 5; onderzoek naar de grenswaarden voor zuurstof en kooldioxyde voor toepassing bij geboste radijs</b>                     | <b>16</b>   |
| 7.1. Proefopzet  | 16          |
| 7.2. Resultaten en discussie   | 17          |
| 7.3. Conclusies  | 21          |
| <b>8. Experiment 6; de houdbaarheid van MA-verpakte geboste radijs bij diverse temperaturen</b>  | <b>22</b>   |
| 8.1. Proefopzet  | 22          |
| 8.2. Resultaten en discussie   | 22          |
| 8.3. Conclusies  | 25          |
| <b>9. Algemene discussie en conclusies</b>   | <b>26</b>   |
| <b>Literatuur</b>  | <b>27</b>   |

---

---

## Samenvatting

In het kader van het door AKK (Stichting Agro Keten Kennis) gesubsidiëerde project getiteld 'Toegevoegde waarde strategie project Frugifera' is onderzoek uitgevoerd aan radijs met blad. Het onderzoek was gericht op i) de invloed van verlaagde O<sub>2</sub> (zuurstof) en verhoogde CO<sub>2</sub> (kooldioxyde) concentraties op de kwaliteit van radijs met blad, ii) optimalisatie van een MA-verpakking (Modified Atmosphere) voor radijs met blad, iii) de invloed van diverse condities in de afzetketen op de kwaliteit en houdbaarheid van radijs met blad. In totaal zijn 6 experimenten uitgevoerd. Het onderzoek heeft zich geconcentreerd op de toepassing van P<sup>+</sup>-folies, want Frugifera wil bij voorkeur producten op de markt brengen, die verpakt zijn in P<sup>+</sup>-folie.

Uit het onderzoek is gebleken dat de ingangskwaliteit van radijs met blad in hoge mate bepalend is voor het kwaliteitsverloop gedurende de bewaring. Het blijkt dat in de praktijk het blad van de geboste radijs vaak beschadigd wordt door de handelingen tijdens wassen en verpakken en door de wijze van verpakken. Hierdoor gaat de radijs snel in kwaliteit achteruit, in het bijzonder door de hoge gevoeligheid voor het ontstaan van rot/smet. **Een conclusie is dat alleen voorzichtig behandelde radijs met gaaf blad goed bewaarbaar is.**

Aangetoond is dat bewaring bij verlaagde O<sub>2</sub>-concentraties en verhoogde CO<sub>2</sub>-concentraties positief is voor het kwaliteitsbehoud van geboste radijs (bij 12 °C), waarbij het effect van CO<sub>2</sub> groter is dan van O<sub>2</sub>. De geelverkleuring van het blad wordt geremd, de groei van zijwortels wordt geremd evenals rot/smetaantasting. Ook wordt het rood van de knollen meer paarser van kleur. Deze verkleuring werd door ons niet als negatief beoordeeld, zolang de kleuren niet vlekkelig waren.

Bij O<sub>2</sub>-concentraties van ongeveer 1% en lager en bij CO<sub>2</sub>-concentraties hoger dan 15% ontstaan smaak- en/of geurafwijkingen. O<sub>2</sub>-concentraties lager dan 1% hebben een negatief effect op het uiterlijk van de radijs. De knollen worden vlekkelig van kleur en vertonen meer rot.

Van de geteste verpakkingen bleek de kwaliteitsachteruitgang van radijs met blad het best te worden geremd in zakken, gemaakt van P<sup>+</sup>-folie. Tussen de minst gasdoorlaatbare folies PA90, PA60 en PA30 konden nauwelijks verschillen worden aangetoond in gasconcentraties binnen de verpakkingen en in kwaliteitsachteruitgang. Een nauwkeurige vergelijking van de folies was echter niet goed mogelijk, omdat de breedte van de rollen, waarvan de zakken waren gemaakt, verschilde.

Radijs van uitstekende beginkwaliteit, verpakt in zakken van PA30 of PA90 is bij 4 °C ruim ongeveer 3 weken houdbaar en bij 12 °C ruim een week. Radijs verpakt in zakken gemaakt van geperforeerde polypropyleen is bij 4 °C bijna 2 weken houdbaar en bij 12 °C ongeveer 5 dagen. Het gebruik van P<sup>+</sup>-folie levert dus een duidelijk voordeel op. Tussen rassen en/of herkomsten kunnen enige verschillen optreden.

Bij geboste radijs, verpakt in PA30, PA60 of PA90 ontstaat bij 12 °C een evenwichtsconditie van ongeveer 10-15% O<sub>2</sub> en ongeveer 5-10% CO<sub>2</sub>, zolang er geen rot is. Deze condities zijn gunstig voor de kwaliteit van radijs, zonder tot schade te leiden.

**De eindconclusie is dat zakken gemaakt van de types P<sup>+</sup>-folies PA90, PA60 en PA30 zeer geschikt zijn voor toepassing bij geboste radijs van.** Binnen de verpakkingen ontstaat een aanzienlijke toename in concentratie CO<sub>2</sub>, hetgeen een sterk positief effect op het kwaliteitsbehoud van de radijs heeft. Bij lagere temperaturen zou een nog dichtere folie in ieder geval gunstig voor het kwaliteitsbehoud zijn. Bij hogere temperaturen  $\geq 12$  °C wordt de kans op CO<sub>2</sub>-schade te groot. Tussen rassen en/of herkomsten kunnen enige verschillen in gasconcentraties (ademhaling) en kwaliteitsachteruitgang optreden.

---

---

## 1. Inleiding

Radijs zonder blad wordt doorgaans verkocht in geperforeerde PE-puntzakjes. Radijs met blad wordt doorgaans onverpakt verkocht. Radijs wordt na de oogst gewassen. In de praktijk wordt de geboste radijs na de oogst dicht opeen gepakt in een krat. Vervolgens wordt de radijs gewassen door de krat met radijs in in water te dompelen.

In de literatuur staat weinig geschreven over de invloed van MA/CA-condities (MA= modified atmosphere, CA=controlled atmosphere) op de kwaliteit van radijs zonder blad en nog minder over het effect van CA/MA-condities op de kwaliteit van radijs met blad. Stenvers en Herchel vonden dat radijs zonder blad ongeveer een maand kan worden bewaard bij 1 °C, 2 %CO<sub>2</sub> (kooldioxyde) en 2-3 %O<sub>2</sub> (zuurstof) (Stenvers en Herchel, 1971). Lipton vermeldt dat een O<sub>2</sub>-concentratie van 1% optimaal is voor bewaring van radijs zonder blad (remming groei blad/wortel, remming zacht worden), terwijl een O<sub>2</sub>-concentratie <1% tot schade kan leiden (Lipton, 1972). Over radijs met blad zijn geen gegevens. Radijsknollen zijn weinig actief, het blad is waarschijnlijk iets aktiever. Het ligt voor de hand dat een MA-verpakking de uitdroging in sterke mate remt ten opzichte van onverpakte radijs.

In het kader van het door AKK (Stichting Agro Keten Kennis) gesubsidiëerde project getiteld 'Toegevoegde waarde strategie projekt Frugifera' wordt onderzocht in hoeverre een Fresh<sup>7</sup> verpakking positief is voor het behoud van de kwaliteit van radijs met blad (verpakt per bosje en enkele ongeboste radijsjes per verpakking voor exclusieve markten). Frugifera wil namelijk bij voorkeur producten op de markt brengen, die verpakt zijn in Fresh<sup>7</sup>-folie. Fresh<sup>7</sup> verpakkingen zijn gemaakt van P<sup>+</sup>-folie. Een P<sup>+</sup>-folie is een folie van polypropyleen, waarin ten behoeve van de gasuitwisseling hele kleine, nauwelijks zichtbare gaten zijn gemaakt. De doorlaatbaarheid van de folie voor gas wordt bepaald door het aantal gaten per oppervlakte. Naarmate een codering voor een folietype hoger is (PA30, PA60, PA240 etc.) is de doorlaatbaarheid voor gas groter. Het onderzoek is gericht op i) de invloed van verlaagde O<sub>2</sub>- en verhoogde CO<sub>2</sub>-concentraties op de kwaliteit van radijs, ii) optimalisatie van een MA-verpakking voor radijs, iii) de invloed van diverse condities in de afzetketen op de kwaliteit en houdbaarheid van radijs.

Er zijn 6 experimenten uitgevoerd; 2 experimenten (bij 18 °C en 12 °C), waarbij een reeks folies is getest op geschiktheid voor toepassing bij radijs en 2 experimenten (bij 12 °C), waarbij de invloed op de kwaliteit is onderzocht van gedoseerde concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub>. De laatstgenoemde experimenten zijn uitgevoerd, nadat uit de resultaten van de eerste experimenten de noodzaak voor dergelijke 'dosis-respons' experiment was gebleken. In een ander experiment is de invloed onderzocht van wassen en drogen op de kwaliteit, in het bijzonder het kwaliteitsaspect rot/smet, van geboste verpakte radijs. Uit de voorgaande experimenten was de indruk ontstaan dat wassen en aanhangend waswater het ontstaan van rot/smet bevorderen. Tot slot is de houdbaarheid van geboste radijs, verpakt in geselecteerde verpakkingen bepaald bij 4 °C, 8 °C en 12°C.

In dit rapport worden de proeven in volgorde van uitvoering beschreven.

---

---

## 2. Algemene beschrijving kwaliteitsbeoordelingen en metingen gasconcentraties

### Kwaliteitsbeoordeling

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de beoordelingsaspecten en de gehanteerde normen bij de kwaliteitsbeoordelingen. De hier beschreven normen gelden voor alle experimenten, tenzij anders is vermeld. Bij sommige experimenten of sommige beoordelingen binnen een experiment zijn geen cijfers, maar is een beschrijving van de kwaliteit gegeven.

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. Kleur blad        | (0-5, 0=100% donkergroen, 1=groen bij een aantal bladeren iets lichter, 2=enkele (iets) vergeelde bladeren, 3=bijna alle bladeren iets vergeeld, 4=kleur overwegend geel, 5=nog meer geel dan bij 4; nb de kiemblaadjes worden niet in de beoordeling meegenomen) |
| 2. Rot/smet          | (0-5, 0=geen, 1=eerste sporen rot/smet, duidelijk iets maar nog steeds heel weinig, 3=veel blad/steel vertoont iets rot/smet, 4=veel blad/steel vertoont behoorlijk rot/smet, 5=nog meer rot/smet dan bij 4)  |
| 3. Kleur knol        | (1=rood, 2=rood/paars, 3=paars)   |
| 4. Doorgroei wortels | (0-5, 0=geen, 1=1 à 2 wortels vertonen begin doorgroei, 2= meerdere wortels vertonen begin doorgroei, 3=doorgroei is duidelijk zichtbaar en verder gevorderd dan begin, 4=behoorlijke doorgroei en harig, 5=veel harige doorgroei)                                |
| 5. Geurafwijking     | (wel of niet)   |
| 6. Smaakafwijking    | (0=niet, 1=beetje, 2=veel)  |
| 7. Slap blad         | (0-5, 0=fris en stevig, 1=iets nauwelijks zichtbaar verslapt, 2=duidelijk zichtbaar iets slap, 3=duidelijk verslapt, 4=slap, 5=erg slap en gekrompen)   |

De radijs was onvoldoende van kwaliteit (niet acceptabel) indien:

- 1) geur en/of smaakafwijkingen werden geconstateerd.
- 2) rot/smet  $\geq 2$ .
- 3) kleur blad en/of doorgroei en/of slap blad  $> 2$ .
- 4) de kleuren van de knol waren 'doorgelopen' of vlekkelig waren.

### Gasconcentratiemetingen

De concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> binnen de verpakkingen zijn gemeten met behulp van een gaschromatograaf, type Chrompack 2002.

---

### 3. Experiment 1; screening I van geselecteerde MA-verpakkingen voor toepassing bij geboste en ongeboste radijs

#### 3.1. Proefopzet

##### Doel

Screening van de geschiktheid van een aantal MA-verpakkingen voor toepassing bij gewassen geboste en gewassen ongeboste radijs.

In mei 1996 is radijs per bos en per 5 losse radijsjes verpakt in zakjes gemaakt van een reeks Fresh<sup>+7</sup> varianten (PA30, 60, 90, 120, 190), in 'Culinair'-folie, in transpiratiefolie en onverpakt (5 herhalingen) en gedurende 1 week bewaard bij 18 °C en 75% r.v.. Aan het eind van de bewaring zijn de O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>-concentraties in de verpakkingen gemeten. Daarna is het gewichtsverlies gemeten en is de uitwendige kwaliteit visueel beoordeeld. Tevens is op smaak- en geurafwijkingen gecontroleerd. Gekozen is voor een temperatuur van 18 °C om snel grote verschillen te krijgen.

#### 3.2. Resultaten en discussie

##### Beginkwaliteit

De radijs oogde zeer fris. Het blad was beschadigd. De smaak was waterig licht scherp. De knollen waren iets slap met soms hele lichte groeischeuren, het produkt was nat en er werd veel aanhangend zand waargenomen.

##### Kwaliteit na 2 dagen

Na 2 dagen opslag is door de zakken heen beoordeeld op kleur en slap blad. De resultaten van de bossen en de losse radijs zijn samengevoegd.

| Verpakking   | Kleur<br>(0-5) | Slap<br>(0-5) |
|--------------|----------------|---------------|
| PA30         | 1              | -             |
| PA60         | 0              | -             |
| PA90         | 1              | -             |
| PA120        | 1              | -             |
| PA190        | 0-1            | -             |
| Culinair     | 2              | 2             |
| Transpiratie | 3              | 4             |
| Onverpakt    | 3              | 4             |

De P<sup>+</sup>-folies leken het beste voor het behoud van de kleur en het tegengaan van vochtverlies, waarbij PA60 en PA190 het beste lijken. Dit lijkt onlogisch, omdat in z'n algemeenheid de groene kleur van produkten het best behouden blijft (bij gering vochtverlies), naarmate een folie minder doorlaatbaar is (ook indien anaerobie ontstaat). In de P<sup>+</sup>-reeks in deze proef zou dit PA30 moeten zijn. De verpakkingen die gemakkelijk vocht verliezen (onverpakt, culinair en transpiratie-folie) remden de kwaliteitsachteruitgang het minst.

Kwaliteit na 1 week

De gewichtsverliezen waren als volgt:

| Verpakking       | % Gewichtsverlies |
|------------------|-------------------|
| PA30 bos         | 0                 |
| PA60 bos         | 0.2               |
| PA90 bos         | 0.4               |
| PA120 bos        | 1.1               |
| PA190 bos        | 0.8               |
| Transpiratie bos | 34.0              |
| Culinair bos     | 25.6              |
| Onverpakt        | 61.8              |
| PA30 los         | 0.6               |
| PA60 los         | 0.2               |
| PA90 los         | 1.5               |
| PA120 los        | 0.6               |
| PA190 los        | 2.0               |
| Transpiratie los | 43.7              |
| Culinair los     | 66.8              |
| Onverpakt los    | 77.4              |

Een nauwkeurige kwaliteitsbeoordeling bleek niet meer goed mogelijk. De radijs vertoonde verrot blad en geurafwijkingen of was volledig ingedroogd. De onverpakte en de in transpiratie-folie of in culinair was sterk ingedroogd. De in P<sup>r</sup> verpakte radijs vertoonde veel rottend blad, vooral bij de elastiekjes die om de bossen zaten, dus in mindere mate bij de los verpakte radijs. De geur was afwijkend. Dit kan betekenen dat de bij 18 °C ontstane gascondities schadelijk zijn en/of dat de bewaarduur te lang was geweest.

Gasconcentraties in de verpakking na 1 week

De gasconcentraties waren na een week als volgt:

| Verpakking       | %O <sub>2</sub> | %CO <sub>2</sub> |
|------------------|-----------------|------------------|
| PA30 bos         | 3.4             | 17.4             |
| PA60 bos         | 2.9             | 19.1             |
| PA90 bos         | 5.2             | 16.6             |
| PA120 bos        | 5.9             | 16.9             |
| PA190 bos        | 10.9            | 11.4             |
| Transpiratie bos | 2.1             | 4.3              |
| PA30 los         | 7.8             | 10.6             |
| PA60 los         | 13.6            | 7.2              |
| PA90 los         | 15.3            | 6.5              |
| PA120 los        | 14.6            | 6.8              |
| PA190 los        | 17.9            | 4.3              |
| Transpiratie los | 7.0             | 2.4              |



Door de conditie van de radijs (rot, uitgedroogd) op het moment van meten kunnen uit bovenstaande resultaten geen conclusies worden getrokken.

### **3.3. Conclusies**

P<sup>+</sup>-folie lijkt positief voor het kwaliteitsbehoud van radijs (uitdroging, kleur). Of de gemeten concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> binnen de verpakking schadelijk waren (bijvoorbeeld geur/smaak), kon niet worden aangetoond, omdat de radijs bij de meting te veel bederf vertoonde.

Om meer inzicht in het effect van een gewijzigde gassamenstelling te krijgen zal het experiment moeten worden herhaald. De beoordeling zal moeten plaatsvinden, voordat de radijs bedorven is. Dit kan gerealiseerd worden door het experiment uit te voeren bij een lagere temperatuur of gedurende kortere bewaartijd.

---

---

## 4. Experiment 2; screening II van geselecteerde MA-verpakkingen voor toepassing bij geboste en ongeboste radijs

### 4.1 Proefopzet

#### Doel

Sreening van een aantal MA-verpakkingen op de geschiktheid voor toepassing bij gewassen geboste en gewassen ongeboste radijs.

Het tweede experiment is uitgevoerd, omdat het eerste experiment onvoldoende informatie had opgeleverd vanwege te veel bederf op het moment van gasmetingen en kwaliteitsbeoordeling.

In juni 1996 is radijs per bos verpakt en per verpakking 5 losse radijsjes (5 herhalingen), in zakjes gemaakt van een reeks Fresh<sup>+</sup> varianten (PA30, 60, 90, 120, 160, 250), in 'Culinair'-folie, in Peakfresh, in boterhamzakjes en onverpakt. Daarnaast zijn bosjes waarvan het elastiek was verwijderd verpakt in PA120. De radijs is gedurende 1 week bewaard bij 12 °C en 75% r.v.. Aan het eind van de bewaring zijn de O<sub>2</sub>- en CO<sub>2</sub>-concentraties in de verpakkingen gemeten. Daarna is de uitwendige kwaliteit visueel beoordeeld. Tevens is op smaak- en geurafwijkingen gecontroleerd.

### 4.2. Resultaten en discussie

#### Beginkwaliteit

De beginkwaliteit was als volgt:

De radijsknollen waren fris en gaaf en onbeschadigd. Het blad was beschadigd. De radijs was erg nat en in de bossen zat veel modder. De ongebostse radijs was schoon. De radijs was knapperig, niet voos en behoorlijk scherp.

#### Kwaliteit na 1 week

Na een week waren alle varianten niet acceptabel. Aan de buitenkant van de verpakking zag de radijs er beter uit dan wanneer de radijs uit de zakken was gehaald. De bossen radijs verpakt in dichte verpakkingen vertoonden veel bladrot, vooral om en nabij de elastiekjes. De onverpakte bossen en de bossen verpakt in culinair vertoonden nauwelijks, maar toch wel enig bladrot. De ongebostse radijsjes vertoonden nauwelijks bladrot. De indruk ontstond dat het rot mede veroorzaakt was door aanhangend vocht bij inzet. De knollen vertoonden geen rot.

Bij de radijs in de dichte verpakkingen werden geurafwijkingen waargenomen, vooral een rottende geur. De knollen hadden geen smaakafwijking.

De P<sup>+</sup>-verpakkingen (PA30, PA60, PA90 met bosjes radijs) met geringe gasdoorlaatbaarheid remden zichtbaar de geelverkleuring van het blad, doorgroei en het slap worden van de knollen. Bij de overige varianten waren de verschillen niet duidelijk. Radijs in Culinair en onverpakte radijs was sterk uitgedroogd.

Twee verpakkingen bleken na een week bevuild door groen spuug/uitwerpselen? Ook was vraat zichtbaar. De beesten in kwestie waren onvindbaar.

---

---

**Gasconcentraties na 1 week bewaring bij 12 °C**

De gasconcentraties waren na een week bij 12 °C als volgt:

| Verpakking              | %O <sub>2</sub> | %CO <sub>2</sub> |
|-------------------------|-----------------|------------------|
| PA30 bos                | 6.5             | 13.4             |
| PA60 bos                | 8.9             | 12.1             |
| PA90 bos                | 9.0             | 12.5             |
| PA120 bos               | 19.0            | 3.2              |
| PA160 bos               | 15.0            | 7.4              |
| PA250 bos               | 19.4            | 3.1              |
| Boterhamzakje bos       | 21.2            | 0.9              |
| Peakfresh bos           | 10.0            | 5.4              |
| PA120 bos zonder elast. | 14.1            | 8.4              |
| PA30 los                | 11.3            | 8.6              |
| PA60 los                | 16.2            | 5.7              |
| PA90 los                | 18.6            | 3.7              |
| PA120 los               | 19.0            | 3.2              |
| PA160 los               | 19.0            | 3.3              |
| PA250 los               | 21.6            | 0.6              |

---

Net als in experiment 1 zijn de gasconcentraties gemeten op een moment dat de radijs veel bederf vertoonde en niet meer acceptabel was. Hierdoor kunnen geen conclusies worden getrokken uit de gemeten gasconcentraties.

### 4.3. Conclusies

Ook in deze tweede voorproef was rot, inclusief geurafwijkingen een overheersend resultaat. Het aanhangende water bij inzet heeft waarschijnlijk een grote rol gespeeld bij ontstaan van rot.

De invloed van de onderzochte verpakkingen op de kwaliteit van radijs met blad is nog steeds onvoldoende duidelijk. Alvorens verder te gaan met het testen van folies is het beter om eerst de invloed van verlaagd O<sub>2</sub> en verhoogd CO<sub>2</sub> gericht te onderzoeken met behulp van gedoseerde concentraties.

---

## 5. Experiment 3; de invloed van gedoseerde concentraties zuurstof en kooldioxyde op de kwaliteit van geboste en ongeboste radijs

### 5.1. Proefopzet

#### Doel

Nagaan van de invloed van gedoseerde concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> op de kwaliteit van gewassen geboste radijs en gewassen ongeboste radijs.

In de eerste 2 experimenten, waarbij het effect van een aantal folies op de kwaliteit van radijs met blad werd onderzocht, kon het effect van een gewijzigde gassamenstelling op de kwaliteit van radijs met blad niet worden vastgesteld. Geconcludeerd werd dat de invloed van een gewijzigde gassamenstelling op de kwaliteit van radijs gericht moest worden onderzocht alvorens nieuwe verpakkingsproeven uit te voeren.

In experiment 3 zijn geboste gewassen radijs en ongeboste gewassen radijs gedurende 3 en 6 dagen bewaard bij 12 °C en bij een reeks concentraties CO<sub>2</sub>- en O<sub>2</sub>. Dit werd gerealiseerd door middel van een doorstroomsysteem. Na bewaring is de radijs op een op aantal kwaliteitsaspecten beoordeeld. Het experiment is uitgevoerd in augustus 1996.

Bewaartemperatuur: 12 °C  
 Relatieve luchtvochtigheid: 99-100%  
 Bewaarduur: 3 en 6 dagen

Gascondities:

|                    | 0% CO <sub>2</sub> | 1% CO <sub>2</sub> | 5% CO <sub>2</sub> | 10% CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 21% O <sub>2</sub> | X                  | X                  | X                  | X                   |
| 10% O <sub>2</sub> | X                  |                    | X                  | X                   |
| 5% O <sub>2</sub>  | X                  |                    |                    | X                   |
| 1% O <sub>2</sub>  | X                  |                    |                    |                     |

Na de bewaring is de kwaliteit beoordeeld door 2 produktexperts. De kwaliteitsmetingen werden uitgevoerd door 2 produktexperts.

#### Produkt

Gewassen geboste radijs en gewassen ongeboste radijs.

#### Aantal herhalingen

Per variant 4 bossen en 20 losse radijsen.

## 5.2. Resultaten en discussie

### Gascondities

De gerealiseerde gascondities waren als volgt (%O<sub>2</sub>-%CO<sub>2</sub>):

|                    | 0% CO <sub>2</sub> | 1% CO <sub>2</sub> | 5% CO <sub>2</sub> | 10% CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 21% O <sub>2</sub> | 19.9- 0.4          | 20.4-1.4           | 20.1-5.9           | 19.7-9.2            |
| 10% O <sub>2</sub> | 10.0-0.4           |                    | 9.6-4.7            | 10.3-9.5            |
| 5% O <sub>2</sub>  | 4.5-0.4            |                    |                    | 4.9-10.1            |
| 1% O <sub>2</sub>  | 1.3-0.4            |                    |                    |                     |

De gerealiseerde gascondities benaderden de gewenste gascondities.

### Beginkwaliteit

De radijs oogde fris. Het blad was lang en lichtgroen van kleur en iets beschadigd. Sommige knollen vertoonden groeischeuren. Het produkt was nat en vertoonde aanhangend zand/grond.

De radijs was knapperig en de smaak was redelijk scherp.

### Kwaliteit na 3 en 6 dagen bewaring

De resultaten van experiment 3 staan weergegeven in de tabellen 1 en 2 en in figuur 1.

Na 3 dagen bewaring in het doorstroomsysteem was het aanhangend waswater verdwenen. Het blad was niet slap. Na 6 dagen bewaring was dit onveranderd.

Uit de data blijkt dat zowel een verhoogde concentratie CO<sub>2</sub> als een verlaagde concentratie O<sub>2</sub> positief zijn voor behoud van de groene kleur van het blad, waarbij het effect van CO<sub>2</sub> groter was. Ook beïnvloeden een hoog %CO<sub>2</sub> en laag %O<sub>2</sub> de kleur van de knol, namelijk een verkleuring van rood naar paars. Dit effect werd door de produktexperts niet belangrijk bevonden voor de verkoopbaarheid van de radijs.

Naarmate de concentratie CO<sub>2</sub> hoger was en/of de concentratie O<sub>2</sub> lager, werd na 6 dagen bewaring minder rot en minder wortelgroei waargenomen. Het effect van CO<sub>2</sub> was het groter dan van O<sub>2</sub>.

Na 3 dagen bewaring werd in één container (0 %CO<sub>2</sub> -10 %O<sub>2</sub>) een geurafwijking waargenomen, te omschrijven als de geur van rottende radijs; dezelfde geur als de geur die in de eerste 2 experimenten werd waargenomen. Na 6 dagen bewaring werd deze geur bij veel varianten waargenomen, maar het minst bij radijs, die bij 10 %CO<sub>2</sub> was bewaard. In bijna alle gevallen van rottende geur gold dat de radijs niet meer acceptabel was op basis van uiterlijke kenmerken. Met andere woorden: uiterlijk mooie radijs, dan geen geurafwijking.

De niet geboste radijs was iets beter van kwaliteit dan de geboste radijs. Het blad van geboste radijs was erg gekneusd ten op zichte van niet geboste radijs en ging daardoor sneller rotten.

In deze proef bleef de kwaliteit van de radijs iets beter behouden dan in de eerste 2 experimenten. Het vrije water (aanhangend waswater) verdween tijdens bewaring in het doorstroomsysteem. Dit was niet het geval bij dichte verpakkingen. Hierdoor treedt waarschijnlijk minder snel bladrot op bij bewaring in het doorstroomsysteem.

Het blad van radijs is zeer bederfelijk.

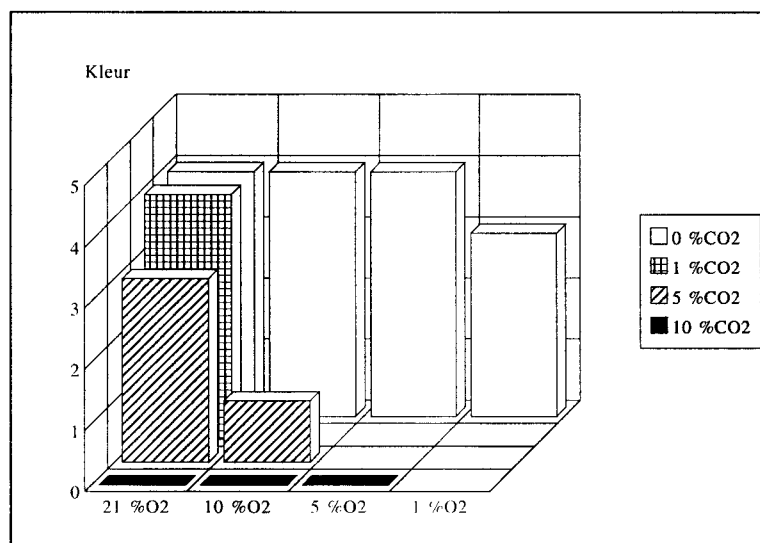
Tabel 1. De kwaliteit na 3 dagen bewaring bij 12 °C.

| Gasconcentratie  |                 | Kleur | Rot          | Kleur | Doorgroei | Geur/smaak | Acceptabel |
|------------------|-----------------|-------|--------------|-------|-----------|------------|------------|
| %CO <sub>2</sub> | %O <sub>2</sub> | blad  | blad         | knol  | wortel    | afwijking  |            |
| 0                | 21              | 3     | bos 1/ los 0 | rood  | niet      | niet       | nee        |
| 0                | 10              | 3     | bos 1/ los 0 | rood  | niet      | iets geur  | nee        |
| 0                | 5               | 2     | bos 1/ los 0 | rood  | niet      | niet       | ja         |
| 1                | 21              | 2     | bos 1/ los 0 | rood  | niet      | niet       | ja         |
| 5                | 21              | 1     | bos 1/ los 0 | rood  | niet      | niet       | ja         |
| 5                | 10              | 1     | bos 1/ los 0 | rood  | niet      | niet       | ja         |
| 10               | 21              | 0     | bos 1/ los 0 | paars | niet      | niet       | ja         |
| 10               | 10              | 0     | bos 1/ los 0 | paars | niet      | niet       | ja         |
| 10               | 5               | 0     | bos 1/ los 0 | paars | niet      | niet       | ja         |
| 0                | 1               | 1     | bos 1/ los 0 | paars | niet      | niet       | ja         |

Tabel 2. De kwaliteit na 6 bewaring bij 12 °C.

| Gasconcentratie  |                 | Kleur | Rot         | Kleur | Doorgroei | Geur/smaak | Acceptabel       |
|------------------|-----------------|-------|-------------|-------|-----------|------------|------------------|
| %CO <sub>2</sub> | %O <sub>2</sub> | blad  | blad        | knol  | wortel    | afwijking  |                  |
| 0                | 21              | 4     | bos 2/los 1 | rood  | veel      | geur       | niet             |
| 0                | 10              | 4     | bos 3/los 2 | rood  | veel      | geur       | niet             |
| 0                | 5               | 4     | bos 2/los 1 | rood  | iets      | geur       | niet             |
| 1                | 21              | 4     | bos 1/los 1 | rood  | veel      | iets geur  | niet             |
| 5                | 21              | 3     | bos 2/los 1 | rood  | iets      | geur       | bos niet/los wel |
| 5                | 10              | 1     | bos 1/los 1 | rood  | iets      | iets geur  | bos niet/los wel |
| 10               | 21              | 0     | bos 1/los 1 | paars | niet      | niet       | ja               |
| 10               | 10              | 0     | bos 1/los 1 | rood  | niet      | niet       | ja               |
| 10               | 5               | 0     | bos 1/los 1 | paars | niet      | iets geur  | ja               |
| 0                | 1               | 3     | bos 2/los 1 | paars | niet      | geur       | niet             |

In figuur 1 is het effect weergegeven van de gasconcentraties na 6 dagen bewaring bij 12 °C op de kleur van het blad. Op de X-as staat de concentratie O<sub>2</sub> uitgezet, op de Y-as de kleur van het blad. De diverse CO<sub>2</sub> concentraties (in combinatie met de bijbehorende concentraties O<sub>2</sub>) zijn in de diepte weergegeven.



Figuur 1. Kleur blad na 6 dagen bewaring bij 12 °C.

### 5.3. Conclusies

Uit de resultaten, die betrekking hebben op deze proef kan worden geconcludeerd:

Een verhoogde concentratie CO<sub>2</sub> en een verlaagde concentratie O<sub>2</sub> zijn positief voor het behoud van de kwaliteit van radijs met blad.

Geelverkleuring van het blad, wortelgroei en rot worden meer geremd naarmate de concentraties CO<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> respectievelijk hoger en lager zijn.

De onderzochte gascondities waren beperkt. Het is wenselijk om de grenzen voor respectievelijk minimale en maximale concentratie O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> verder te onderzoeken. Tevens is het wenselijk om de invloed van bossen en wassen op het ontstaan van bladrot te onderzoeken.

Bewaring van radijs met blad bij 12 °C is slechts gedurende korte periode mogelijk (< 1 week).

De invloed van de folie, evenals de temperatuur-houdbaarheidsrelaties van verpakte radijs moeten nader worden onderzocht.

---

## 6. Experiment 4; de invloed van wassen en drogen op de kwaliteit van MA-verpakte geboste radijs

### 6.1. Proefopzet

#### Doel

Onderzoek naar de invloed van wassen en drogen op de kwaliteit, in het bijzonder rot/smet van geboste radijs.

Gewassen en ongewassen geboste radijs (ras Nevada) werd wel of niet gedroogd gedurende 2.5 uur in een klimaatkast met veel luchtcirculatie en 12 °C en 25% relatieve luchtvochtigheid. Vervolgens werd de radijs per bos verpakt in PA60 en PA90, waar deels wel en deels geen droogmiddel (2 zakjes=20 gr bentoniet per verpakking) werd toegevoegd. De radijs werd gedurende 3 en 6 dagen bewaard bij 12 °C en 75% rv (4 herhalingen). Na de bewaring werden de gewichtsverliezen gemeten en werd de uitwendige kwaliteit visueel beoordeeld door 3 produktexperts. Tevens werd beoordeeld op smaak- en/of geurafwijkingen.

Na 2 dagen zijn de concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> binnen de verpakkingen gemeten. Hierbij zijn alleen de varianten zonder droogmiddel gemeten (4 herhalingen).

### 6.2. Resultaten

#### Beginkwaliteit

De radijs was van voortreffelijke beginkwaliteit. Er werden geen beschadigingen geconstateerd. De radijs was dan ook bewust zeer voorzichtig door de teler behandeld; de bossen waren 'los' gewassen en de bossen lagen los in kratjes. In de praktijk worden 15 bossen radijs in een krat 'gepropt', waarna de gehele krat in water wordt gedompeld. Doorgaans levert dit (vooral blad-) beschadigingen op.

Het loof van de radijs was kort.

Het loof van de ongewassen radijs leek iets slapper dan het loof van de gewassen radijs. De gewassen radijs was erg nat. Na droging was de gewassen radijs nog steeds nat. Het loof van de ongewassen radijs was na droging zichtbaar enigszins slap.

#### Concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> binnen de verpakking

Na 2 dagen bewaring bij 12 °C zijn de concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> gemeten van de verpakkingvarianten zonder droogmiddel. De concentraties waren als volgt:

| Wassen | Drogen | Verpakking | %O <sub>2</sub> | %CO <sub>2</sub> |
|--------|--------|------------|-----------------|------------------|
| wel    | wel    | PA60       | 17.2            | 4.1              |
| wel    | wel    | PA90       | 16.3            | 4.6              |
| wel    | niet   | PA60       | 17.4            | 4.2              |
| wel    | niet   | PA90       | 16.1            | 4.8              |
| niet   | wel    | PA60       | 17.8            | 3.7              |
| niet   | wel    | PA90       | 16.3            | 4.6              |
| niet   | niet   | PA60       | 18.2            | 3.5              |
| niet   | niet   | PA90       | 16.3            | 4.5              |

Uit de resultaten van de gasmetingen lijkt alleen een klein verschil (doch niet statistisch aantoonbaar)



---

in gasconcentraties aanwezig tussen de in PA60 en PA90 verpakte radijs, waarbij de PA90 tot iets extremere condities leidde. Daar PA60 minder doorlaatbaar is voor gas dan PA90 zou dit verschil vreemd lijken. Echter de rol folie PA60 (270 mm) was smaller dan de rol PA90 (450mm). Hierdoor was van PA60 in lengte meer folie nodig per zak dan van PA90. Het is niet geheel duidelijk wat daarvan het effect is op de doorlaatbaarheid van de verpakkingen. Het is dus goed mogelijk dat zakken gemaakt uit brede rollen PA30, minder doorlaatbaar voor gas zijn dan zakken gemaakt uit smalle rollen PA30. Dit hangt af van het verschil in aantal gaatjes per lengteenheid.

In vergelijking met de experimenten 1 en 2 zijn de gemeten gasconcentraties zeer gematigd. Dit kan verklaard worden uit het tijdstip van meten en de kwalitatieve toestand van de radijs op het moment van meten. Bij experiment 1 en 2 werden de gasconcentraties pas na 6 dagen gemeten op een moment dat al veel smet en rot werd waargenomen. Het is algemeen bekend dat rot tot een verhoogde ademhaling kan leiden. In dit experiment zijn de gasconcentraties na 2 dagen gemeten op een moment dat geen smet of rot werd waargenomen. Bovendien was op dat moment de evenwichtsconcentratie mogelijk nog niet bereikt.

#### Kwaliteit na 3 en na 6 dagen bewaring

De enige behandeling die van invloed was op het gewichtsverlies was het wel of niet toevoegen van droogmiddel aan de verpakking. De verpakkingen met droogmiddel hadden na 3 en 6 dagen bewaring bij 12 °C respectievelijk gemiddeld 1.8% en 2.3% gewicht verloren. De verpakkingen zonder droogmiddel 0.2% en 0.3%.

Verschillen tussen de invloed van de diverse behandelingen op de kwaliteit kon niet worden aangetoond. Na 3 dagen was de radijs nog fris en acceptabel; het blad was niet tot nauwelijks zichtbaar lichter van kleur geworden en was vooral bij de kleinere bosjes nauwelijks zichtbaar iets slap. Rot en/of smet werden niet waargenomen, geurafwijkingen evenmin. Na 6 dagen was de radijs onvoldoende van kwaliteit. Het blad was vergeeld (3-4 op de schaal van 0-5) en enigszins slap (2-3 op de schaal 0-5). De knollen waren duidelijk verzacht. Rot werd niet waargenomen, geurafwijkingen evenmin.

De invloed van wassen en waswater op het ontstaan van bladrot kon niet worden aangetoond. Bladrot kwam in tegenstelling tot voorgaande proeven niet voor. Waarschijnlijk is onbeschadigd blad, wat inhoudt het voorzichtig behandelen van de radijs, van veel groter belang.

### **6.3. Conclusies**

In deze proef kon geen invloed worden aangetoond van wassen en drogen op de kwaliteit van verpakte geboste radijs. Van veel groter belang ter voorkoming van bladrot lijkt onbeschadigd blad, dus een voorzichtige behandeling bij de oogst, wassen en inpakken.

Geen verschil in invloed op de kwaliteit van geboste radijs kon worden aangetoond tussen PA60 en PA90.

---

## 7. Experiment 5; onderzoek naar de grenswaarden voor zuurstof en kooldioxyde voor toepassing bij geboste radijs

### 7.1. Proefopzet

#### Doel

De doelstelling van het experiment was het nagaan van de invloed van gedoseerde concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> op de kwaliteit van gewassen geboste radijs. Een tweede doelstelling is het verkrijgen van inzicht in de grenswaarden voor O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub>, dat wil zeggen de minimale concentratie O<sub>2</sub>, waarbij geen schade optreedt en de maximale concentratie CO<sub>2</sub>, waarbij geen schade optreedt.

In een voorgaand experiment in het doorstroomsysteem (experiment 3) zijn condities opgelegd aan de radijs, waarbij %O<sub>2</sub> ≥ 1 en %CO<sub>2</sub> ≤ 10. Deze gasconcentraties bleken positief en leidden niet tot schade aan de radijs. In dit experiment werd gewassen en geboste radijs (ras Donar) gedurende 3, 6, en 10 dagen bewaard bij 12 °C bij een reeks combinaties van concentraties CO<sub>2</sub> (0, 10, 15 en 20%) en O<sub>2</sub> (21, 1, 0.5%). Dit werd gerealiseerd door middel van een doorstroomsysteem. Na bewaring is de radijs beoordeeld op een aantal kwaliteitsaspecten.

Bewaartemperatuur: 12 °C

Relatieve luchtvochtigheid: 100%

heid:

Bewaarduur: 3, 6 en 10 dagen

Combinaties %O<sub>2</sub>-%CO<sub>2</sub>:

|                     | 0% CO <sub>2</sub> | 10% CO <sub>2</sub> | 15% CO <sub>2</sub> | 20% CO <sub>2</sub> |
|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 21% O <sub>2</sub>  | X                  | X                   | X                   | X                   |
| 1% O <sub>2</sub>   | X                  | X                   | X                   | X                   |
| 0.5% O <sub>2</sub> | X                  | X                   | X                   | X                   |

Aantal herhalingen: 3 (=bos per gascondities per beoordeling)

Na 3, 6 en 10 dagen is de kwaliteit beoordeeld. De kwaliteitsmetingen werden uitgevoerd door 2 of 3 produktexperts.

#### Statistische verwerking

De waarden van de uiterlijke kwaliteitskenmerken zijn statistisch getoetst (ANOVA betrouwbaarheid 95%) met behulp van het statistische pakket Genstat.

## 7.2. Resultaten en discussie

### Gascondities

De gerealiseerde gascondities waren als volgt (%O<sub>2</sub>-%CO<sub>2</sub>):

|                           | 0% CO <sub>2</sub> | 10% CO <sub>2</sub> | 15% CO <sub>2</sub> | 20% CO <sub>2</sub> |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <b>21% O<sub>2</sub></b>  | 20.2-0.0           | 20.4-10.3           | 22.2-14.5           | 20.6-18.7           |
| <b>1% O<sub>2</sub></b>   | 0.9-0.0            | 0.9-10.1            | 1.3-14.9            | 1.2-18.6            |
| <b>0.5% O<sub>2</sub></b> | 0.3-0.1            | 0.6-10.2            | 0.5-15.0            | 0.5-18.7            |

De gerealiseerde gascondities benaderden de gewenste gascondities. De gewenste concentraties CO<sub>2</sub> van 20% werden niet bereikt, maar waren consequent 1%-1.5% lager.

### Beginkwaliteit

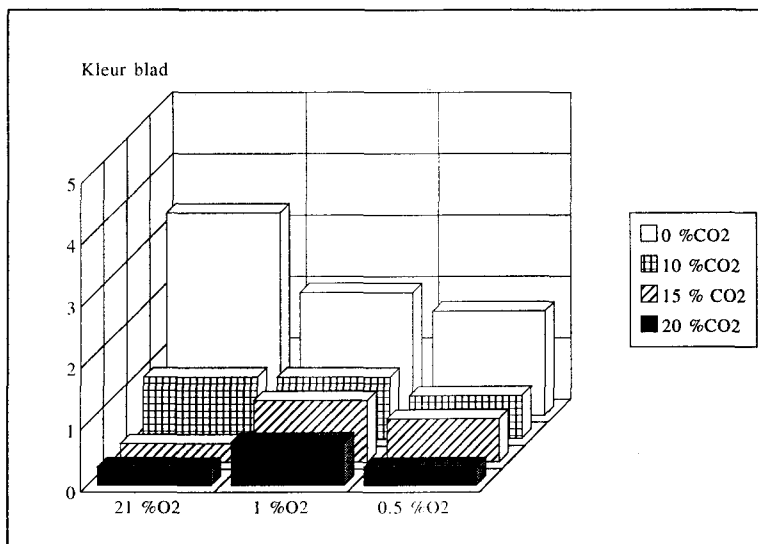
De radijs was van voortreffelijke beginkwaliteit. Er werden geen beschadigingen geconstateerd. De radijs was dan ook bewust zeer voorzichtig door de teler behandeld; de bossen waren los, dus niet met kist en al, gewassen. Bovendien lagen de bossen los in dozen (10 bossen per doos). In de praktijk worden 15 bossen radijs in een krat 'gepropt', waarna de gehele krat in water wordt gedompeld. Doorgaans levert dit (vooral blad-) beschadigingen op.

Het loof van de radijs was kort. De radijs was knapperig. De smaak was vlak en waterig en nauwelijks scherp.

### De invloed van de gasconcentraties op de uiterlijke kwaliteit van de radijs

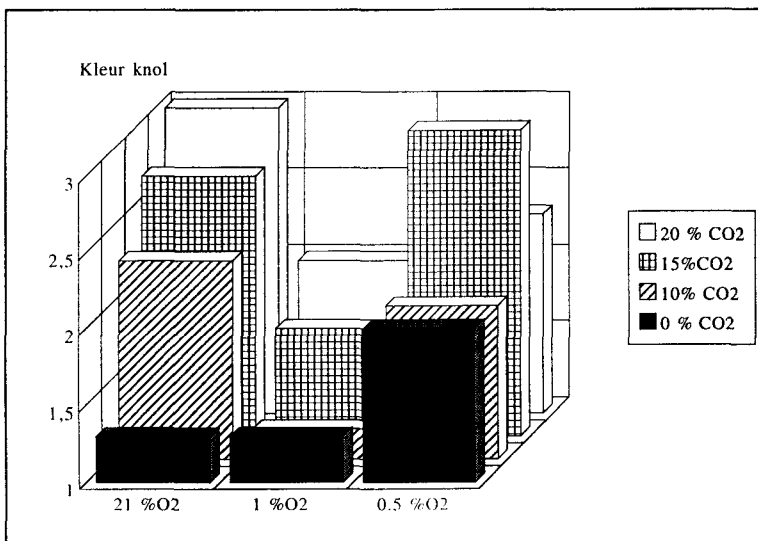
Door middel van de statistische analyse konden significante effecten worden aangetoond van zowel een verhoogde concentratie CO<sub>2</sub> als een verlaagde concentratie O<sub>2</sub>. Beiden zijn positief voor het kwaliteitsbehoud van radijs, waarbij de invloed van een verhoogde concentratie CO<sub>2</sub> groter is dan van een verlaagde concentratie O<sub>2</sub>.

De resultaten van de variantie analyse, gemiddeld over 3, 6 en 10 dagen bewaring bij 12 °C voor de kwaliteitsaspecten kleur blad, kleur knol, groei wortels en rot/smet staan weergegeven in de figuren 2 tot en met 5. Op de X-assen staan de concentraties O<sub>2</sub> uitgezet, op de Y-assen de waarden van de kwaliteitsaspecten (gemiddeld over 3, 6 en 10 dagen bewaring). De diverse concentraties CO<sub>2</sub> zijn op de Z-as in de diepte weergegeven.



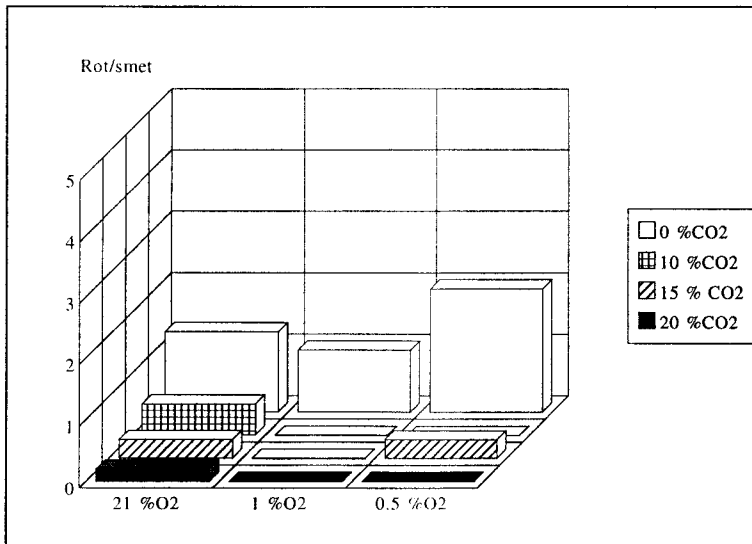
Figuur 2. Gemiddelde kleur blad na 3, 6 en 10 dagen bewaring bij 12 °C (LSD=0.37)

Uit figuur 2 blijkt dat de geelverkleuring vooral wordt geremd door een verhoogde concentratie CO<sub>2</sub> en dat het effect van een verlaagde concentratie O<sub>2</sub> minder wordt naarmate de concentratie CO<sub>2</sub> hoger is. Boven 10% CO<sub>2</sub> is het extra kwaliteitsvoordeel relatief gering.



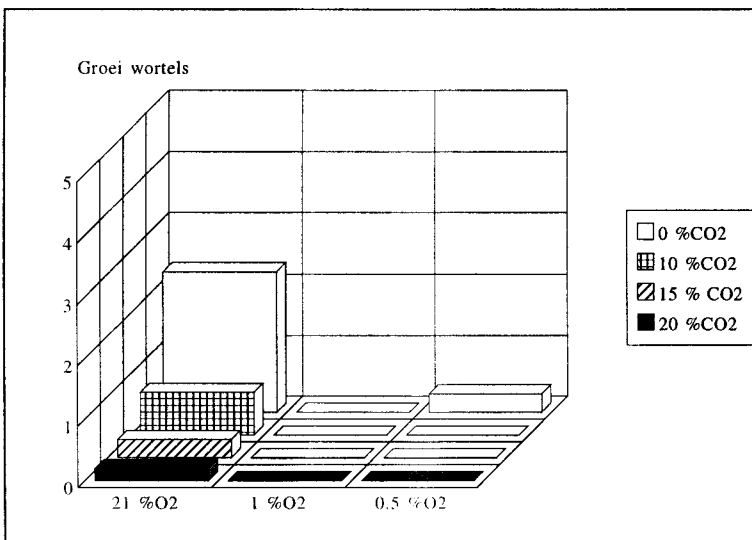
Figuur 3. Gemiddelde kleur van de knol (1=rood, 2=rood/paars, 3=paars) na 3, 6 en 10 dagen bewaring bij 12 °C (LSD=0.48)

Uit figuur 3 blijkt dat zowel dat radijsknollen onder invloed van een een verhoogde concentratie  $\text{CO}_2$  paars kleuren. Een concentratie  $\text{O}_2$  van 1% remt de paarsverkleuring, terwijl 0.5%  $\text{O}_2$  de paarsverkleuring stimuleert. Bij 0.5%  $\text{O}_2$  waren de knollen afwijkend vlekkelig van kleur. De produktexperts vonden een paarse kleur niet negatief effect, zolang de kleur niet vlekkelig was.



Figuur 4. Gemiddelde rot/smet na 3, 6 en 10 dagen bewaring bij 12 °C (LSD=0.41)

Uit figuur 4 blijkt dat rot/smet wordt geremd door een verhoogde concentratie  $\text{CO}_2$ , maar niet aantoonbaar door een verlaagde concentratie  $\text{O}_2$ . Een combinatie van 0%  $\text{CO}_2$  en 0.5%  $\text{O}_2$  leidt tot een toename van rot/smet, in het bijzonder de aantasting van de knol. Aantasting van de knol kwam bij de overige condities niet voor. Boven 10%  $\text{CO}_2$  is het extra kwaliteitsvoordeel relatief gering.



Figuur 5. Gemiddelde groei wortels na 3, 6 en 10 dagen bewaring bij 12 °C (LSD=0.73)

Uit figuur 5 blijkt dat de groei van de wortels wordt geremd door zowel een verlaagde concentratie O<sub>2</sub> als een verhoogde concentratie CO<sub>2</sub>. Boven 10% CO<sub>2</sub> is het extra kwaliteitsvoordeel relatief gering.

#### De invloed van de gasconcentraties op de geur en smaak van radijs

Geurafwijkingen werden vastgesteld bij gasconcentraties van 0.5% O<sub>2</sub> in combinatie met iedere toegepaste concentratie CO<sub>2</sub>. Een concentratie CO<sub>2</sub> van 20% (in werkelijkheid 18.5), gecombineerd met iedere toegepaste concentratie zuurstof gaf smaakafwijkingen. Zeer lichte smaakafwijkingen werden ook geconstateerd bij concentraties O<sub>2</sub> van 1% of lager gecombineerd met alle toegepaste concentraties CO<sub>2</sub>, behalve de gasconditie 1% O<sub>2</sub> en 15% CO<sub>2</sub>. Dit kan verklaard worden uit de werkelijk gemeten gasconcentraties. Bij de combinatie 1% O<sub>2</sub> en 15% CO<sub>2</sub> was de werkelijke O<sub>2</sub>-waarde iets hoger dan 1 %, terwijl bij de overige combinaties met 1% O<sub>2</sub> de werkelijke waarde O<sub>2</sub> juist lager dan 1% was. De grenswaarde voor O<sub>2</sub> is blijkbaar ±1% (bij 12 °C). Dit is in overeenstemming met wat Lipton heeft gevonden (Lipton, 1972). Een gasconcentratie van 0.5 %O<sub>2</sub> met 20 %CO<sub>2</sub> gaf een sterke afwijking.

#### Acceptabiliteit

In onderstaande tabel staat vermeld of de radijs wel of niet acceptabel was na 3, 6 en 10 dagen bewaring bij 12 °C. De redenen waarom zijn vermeld indien de radijs niet meer acceptabel was.

Tabel 2. Acceptatie van de radijs na 3, 6, en 10 dagen bewaring bij 12 °C.

| Conditie %O <sub>2</sub> -%CO <sub>2</sub> | 3 dgn 12 °C      | 6 dgn 12 °C                 | 10 dgn 12 °C                |
|--|------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 21 - 0                                     | ja               | nee, uiterlijk              | nee, uiterlijk              |
| <b>21 - 10</b>                             | <b>ja</b>        | <b>ja</b>                   | <b>ja</b>                   |
| <b>21 - 15</b>                             | <b>ja</b>        | <b>ja</b>                   | <b>ja</b>                   |
| 21 - 20                                    | ja               | nee, smaak                  | nee, smaak                  |
| 1 - 0                                      | ja               | nee, smaak                  | nee, uiterlijk, smaak       |
| 1 - 10                                     | ja               | nee, smaak                  | nee, smaak                  |
| <b>1 - 15</b>                              | <b>ja</b>        | <b>ja</b>                   | <b>ja</b>                   |
| 1 - 20                                     | nee, geur, smaak | nee, geur, smaak            | nee, geur, smaak            |
| 0.5 - 0                                    | nee, geur, smaak | nee, geur, smaak, uiterlijk | nee, geur, smaak, uiterlijk |
| 0.5 - 10                                   | nee, smaak       | nee, smaak, uiterlijk       | nee, smaak, uiterlijk       |
| 0.5 - 15                                   | nee, geur, smaak | nee, geur, smaak            | nee, geur, smaak, uiterlijk |
| 0.5 - 20                                   | nee, geur, smaak | nee, geur, smaak            | nee, geur, smaak, uiterlijk |

### Samenvatting van de invloed van de gasconcentraties op de kwaliteit van radijs

In onderstaande tabel staat een overzicht van de invloed van de toegepaste combinaties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> op de kwaliteit van radijs.

Tabel 3. Overzicht van de invloed van toegepaste CA-condities op de kwaliteit van de radijs, in vergelijking tot de kwaliteit van de bij 21% O<sub>2</sub> en 0% CO<sub>2</sub> bewaarde radijs (referentie).

|                     | 0% CO <sub>2</sub>   | 10% CO <sub>2</sub>                                    | 15% CO <sub>2</sub>  | 20% CO <sub>2</sub>  |
|---------------------|--|--|--|--|
| 21% O <sub>2</sub>  | Controle/referentie  | ++ uiterlijk loof en knol                              | ++ uiterlijk loof en knol  | ++ uiterlijk loof en knol<br>smaakafwijking  |
| 1% O <sub>2</sub>   | + uiterlijk loof en knol<br>lichte smaakafwijking                          | ++ uiterlijk loof en knol<br>lichte smaakafwijking     | ++ uiterlijk loof en knol  | ++ uiterlijk loof en knol<br>smaakafwijking  |
| 0.5% O <sub>2</sub> | -- uiterlijk loof en knol<br>sterke smaakafwijking<br>sterke geurafwijking | - uiterlijk knol<br>+ uiterlijk loof<br>smaakafwijking | - uiterlijk knol<br>++ uiterlijk loof<br>smaakafwijking<br>geurafwijking | - uiterlijk knol<br>++ uiterlijk loof<br>sterke smaakafwijking<br>sterke geurafwijking |

### 7.3. Conclusies

Bewaring bij verlaagde O<sub>2</sub>-concentraties en verhoogde CO<sub>2</sub>-concentraties is positief voor het kwaliteitsbehoud van geboste radijs, waarbij het effect van CO<sub>2</sub> groter is dan van O<sub>2</sub>. De geelverkleuring van het blad wordt geremd evenals de groei van wortels en rot/metaantasting. Ook krijgen de knollen een paarsere kleur, wat in dit experiment niet als negatief werd beoordeeld, zolang de kleuren niet vlekkelig waren.

Bij O<sub>2</sub>-concentraties van ongeveer 1% en lager en bij CO<sub>2</sub>-concentraties hoger dan 15% ontstaan smaak- en/of geurafwijkingen. O<sub>2</sub>-concentraties lager dan 1% hebben een negatief effect op het uiterlijk van de radijs. De knollen worden vlekkelig van kleur en vertonen meer rot. Boven 10% CO<sub>2</sub> is het extra kwaliteitsvoordeel relatief gering.

## 8. Experiment 6; de houdbaarheid van MA-verpakte geboste radijs bij diverse temperaturen

### 8.1. Proefopzet

#### Doel

Vaststellen van het verloop van de kwaliteitsaspecten en van de houdbaarheid van geboste MA-verpakte radijs bij diverse temperaturen.

In dit experiment is kleinverpakte radijs (Donar, dezelfde oogstdatum en herkomst als exp. 5) bewaard bij 4 °C, 8 °C en 12 °C. Iedere 1 à 4 dagen (selectief afhankelijk van verpakking en bewaartemperatuur) werd de kwaliteit beoordeeld (3 herhalingen). Na 2 en 5 dagen bewaring zijn de O<sub>2</sub>- en de CO<sub>2</sub>-concentraties in de verpakkingen gemeten (4 herhalingen).

Bewaartemperatuur: 4 °C, 8 °C, 12 °C

Verpakkingsvarianten: PA30 (270 mm), PA90 (450 mm),  
Polypropyleenzakjes met grote perforaties.

De radijs was onvoldoende van kwaliteit (niet acceptabel) indien:

- 1) geur en/of smaakafwijkingen werden geconstateerd.
- 2) rot/smet  $\geq 2$ .
- 3) kleur blad en/of doorgroei en/of slap blad  $> 2$ .
- 4) de kleuren van de knol waren 'doorgelopen' of vlekkelig waren.

### 8.2. Resultaten en discussie

#### Beginkwaliteit

De radijs was van voortreffelijke beginkwaliteit. Er werden geen beschadigingen geconstateerd. De radijs was dan ook bewust zeer voorzichtig door de teler behandeld; de bossen waren los, dus niet met kist en al, gewassen. Bovendien lagen de bossen los in dozen (10 bossen per doos). In de praktijk worden 15 bossen radijs in een krat 'gepropt', waarna de gehele krat in water wordt gedompeld. Doorgaans levert dit (vooral blad-) beschadigingen op.

Het loof van de radijs was kort. De radijs was knapperig. De smaak was vlak en waterig en nauwelijks scherp.

#### Bewaarcondities

Door technische storingen is de temperatuur in de 8 °C bewaarcel te hoog geweest. De resultaten zijn daarom niet betrouwbaar en de betreffende data zijn verder niet verwerkt.

#### Gascondities

De gemeten gasconcentraties in de verpakkingen waren als volgt:

Na 2 dagen

|         | % O <sub>2</sub> bij 4 °C | % CO <sub>2</sub> bij 4 °C | % O <sub>2</sub> bij 12 °C | % CO <sub>2</sub> bij 12 °C |
|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| PA30    | 15.9                      | 4.7                        | 14.0                       | 7                           |
| PA90    | 17.9                      | 3.5                        | 13.3                       | 7.3                         |
| PP open | -                         | -                          | -                          | -                           |



Na 5 dagen

|         | % O <sub>2</sub> bij 4 °C | % CO <sub>2</sub> bij 4 °C | % O <sub>2</sub> bij 12 °C | % CO <sub>2</sub> bij 12 °C |
|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| PA30    | 16.2                      | 4.9                        | 8.8                        | 10.6                        |
| PA90    | 17.7                      | 4.0                        | 10.1                       | 9.6                         |
| PP open | -                         | -                          | -                          | -                           |

Uit de resultaten blijkt dat na 2 dagen nog geen evenwichtsconcentratie O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> was bereikt, omdat na 5 dagen de gemiddelde concentraties O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> respectievelijk af- en toegenomen waren.

De verschillen in gasconcentratie tussen PA30 en PA90 waren slechts gering. De rol PA30-folie was zeer smal, waardoor in lengte meer folie nodig was per zak dan voor zakken gemaakt van PA90. Het is niet geheel duidelijk wat daarvan het effect is op de doorlaatbaarheid van de verpakkingen. Het is dus goed mogelijk dat zakken gemaakt uit brede rollen PA30, minder doorlaatbaar voor gas zijn dan zakken gemaakt uit smalle rollen PA30. Dit hangt af van het verschil in aantal gaatjes per lengteenheid.

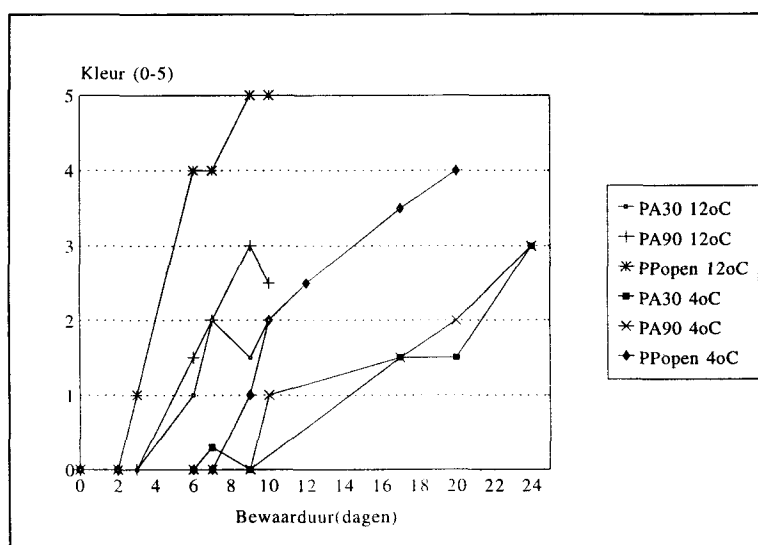
De gemeten waarden O<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub> waren na 2 dagen bij 12 °C respectievelijk lager en hoger dan gemeten in een vergelijkbaar experiment 4. Dit kan verklaard worden door het rasverschil (nb de herkomst was hetzelfde).

Door de sterke verhoging van CO<sub>2</sub> waren de gasconcentraties bij 12 °C erg gunstig voor het kwaliteitsbehoud van de radijs (zie hoofdstuk 5 en 7).

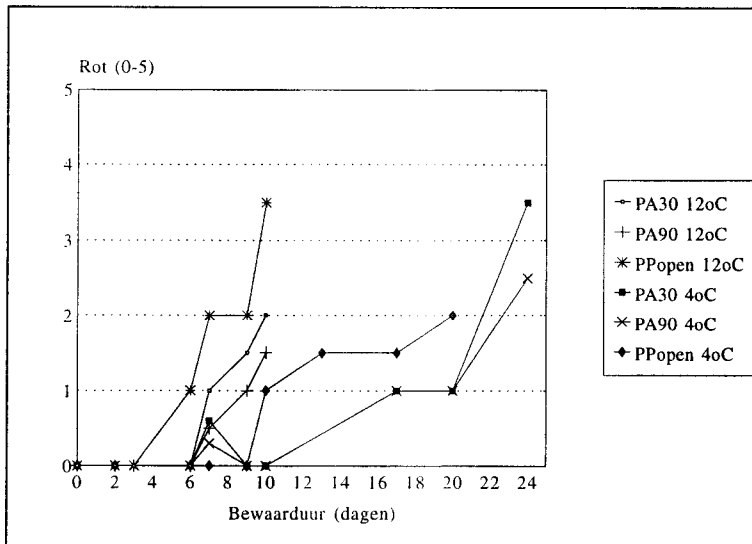
### Kwaliteitsverloop

Geur- en/of smaakafwijkingen werden niet waargenomen. Evenmin werden slap blad en paars/rood doorlopen knollen waargenomen.

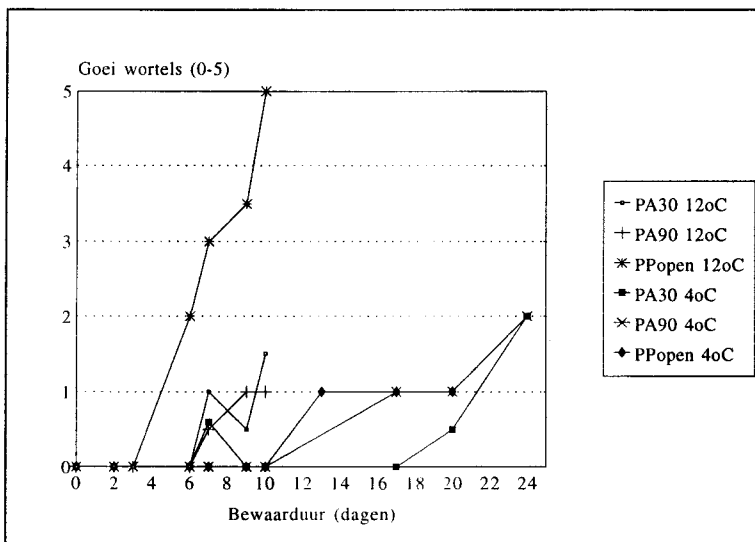
In figuur 6 tot en met 8 is het verloop weergegeven van de kwaliteitskenmerken kleur blad, rot/smet en wortelgroei remden in vergelijking tot geperforeerde polypropyleen. De kwaliteit van de radijs ging bij 12 °C sneller achteruit dan bij 4 °C.



Figuur 6. Verloop van de geelverkleuring van het blad gedurende de bewaring.



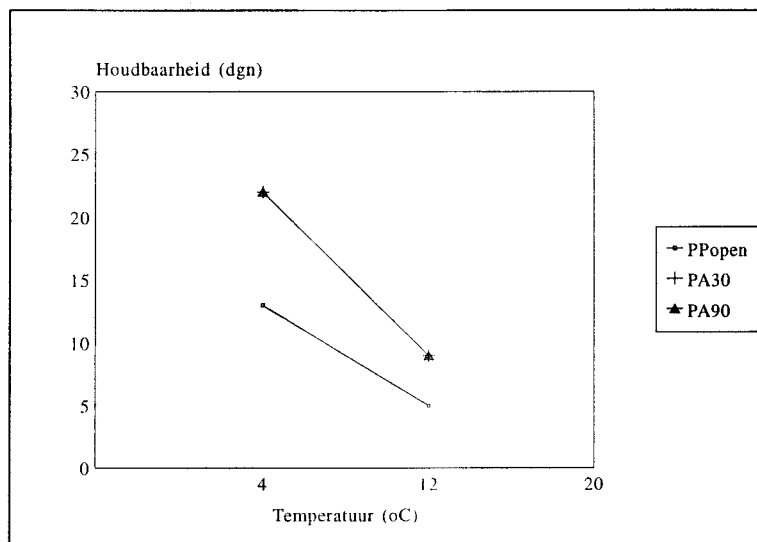
Figuur 7. Verloop van de aantasting door rot/smet gedurende de bewaring.



Figuur 8. Verloop van de wortelgroei gedurende de bewaring.

### Houdbaarheid

De houdbaarheid van de MA-verpakte geboste radijs in dit experiment staat weergegeven in figuur 9.



Figuur 9. De houdbaarheid van MA-verpakte geboste radijs bij 4 °C en 12 °C.

De radijs was bij 4 °C veel langer houdbaar dan bij 12 °C. Radijs verpakt in PA30 en PA90 waren bij 4 °C 22 dagen houdbaar en bij 12 °C 9 dagen. Radijs verpakt in geperforeerd polypropyleen was bij 4 °C en bij 12 °C respectievelijk 13 en 5 dagen houdbaar.

Radijs verpakt in PA30 en PA90 waren beduidend langer houdbaar dan in geperforeerde polypropyleen verpakte radijs. Tussen radijs verpakt in PA30 en PA90 werd geen verschil in houdbaarheid geconstateerd. Dit is in overeenstemming met de gemeten gasconcentraties.

De houdbaarheid van de radijs was lang in vergelijking tot de overige experimenten. In een vergelijkbaar experiment 4 was de in PA60 en PA90 verpakte radijs na 6 dagen bij 12 °C niet meer acceptabel. De oorzaak hiervoor kan het rasverschil zijn (nb de herkomst was hetzelfde).

### 8.3. Conclusies

In dit experiment was geboste radijs verpakt in zakken van PA30 of PA90 bij 4 °C ruim ongeveer 3 weken houdbaar en bij 12 °C ruim een week. Radijs verpakt in zakken gemaakt van geperforeerde polypropyleen was bij 4 °C bijna 2 weken houdbaar en bij 12 °C ongeveer 5 dagen. Het gebruik van P<sup>+</sup>-folie levert dus een duidelijk voordeel op.

Bij 12 °C ontstaat binnen MA-verpakkingen gemaakt van PA30 (270 mm) of PA90 (450 mm) een gasconditie van ongeveer 10% O<sub>2</sub> en 10% CO<sub>2</sub>. Uit voorgaande experimenten is gebleken dat die gascondities zeer positief voor het kwaliteitsbehoud is.

Tussen rassen en/of herkomsten kan enige variatie optreden in houdbaarheid en gascondities in de verpakkingen (cq ademhaling).

---

## 9. Algemene discussie en conclusies

Uit het onderzoek is gebleken dat de ingangskwaliteit van radijs met blad in hoge mate bepalend is voor het kwaliteitsverloop gedurende de bewaring. Het blijkt dat in de praktijk het blad van de geboste radijs vaak beschadigd wordt door de handelingen tijdens wassen en verpakken en door de wijze van verpakken. Hierdoor gaat de radijs snel in kwaliteit achteruit, in het bijzonder door de hoge gevoeligheid voor het ontstaan van rot/smet. **Een conclusie is dat alleen voorzichtig behandelde radijs met gaaf blad goed bewaarbaar is.**

Aangetoond is dat bewaring bij verlaagde O<sub>2</sub>-concentraties en verhoogde CO<sub>2</sub>-concentraties positief is voor het kwaliteitsbehoud van geboste radijs (bij 12 °C), waarbij het effect van CO<sub>2</sub> groter is dan van O<sub>2</sub>. De geelverkleuring van het blad wordt geremd, de groei van zijwortels wordt geremd evenals rot/smetaantasting. Ook wordt het rood van de knollen meer paarser van kleur. Deze verkleuring werd door ons niet als negatief beoordeeld, zolang de kleuren niet vlekkelig waren.

Bij O<sub>2</sub>-concentraties van ongeveer 1% en lager en bij CO<sub>2</sub>-concentraties hoger dan 15% ontstaan smaak- en/of geurafwijkingen. O<sub>2</sub>-concentraties lager dan 1% hebben een negatief effect op het uiterlijk van de radijs. De knollen worden vlekkelig van kleur en vertonen meer rot.

Van de geteste verpakkingen bleek de qualiteitsachteruitgang van radijs met blad het best te worden geremd in zakken, gemaakt van P<sup>+</sup>-folie. Tussen de minst gasdoorlaatbare folies PA90, PA60 en PA30 konden nauwelijks verschillen worden aangetoond in gasconcentraties binnen de verpakkingen en in qualiteitsachteruitgang. Een nauwkeurige vergelijking van de folies was echter niet goed mogelijk, omdat de breedte van de rollen, waarvan de zakken waren gemaakt, verschilde.

Radijs van uitstekende beginkwaliteit, verpakt in zakken van PA30 of PA90 is bij 4 °C ruim ongeveer 3 weken houdbaar en bij 12 °C ruim een week. Radijs verpakt in zakken gemaakt van geperforeerde polypropyleen is bij 4 °C bijna 2 weken houdbaar en bij 12 °C ongeveer 5 dagen. Het gebruik van P<sup>+</sup>-folie levert dus een duidelijk voordeel op. Tussen rassen en/of herkomsten kunnen enige verschillen optreden.

Bij geboste radijs, verpakt in PA30, PA60 of PA90 ontstaat bij 12 °C een evenwichtsconditie van ongeveer 10-15% O<sub>2</sub> en ongeveer 5-10% CO<sub>2</sub>, zolang er geen rot is. Deze condities zijn gunstig voor de kwaliteit van radijs, zonder tot schade te leiden.

**De eindconclusie is dat zakken gemaakt van de types P<sup>+</sup>-folies PA90, PA60 en PA30 zeer geschikt zijn voor toepassing bij geboste radijs van.** Binnen de verpakkingen ontstaat een aanzienlijke toename in concentratie CO<sub>2</sub>, hetgeen een sterk positief effect op het kwaliteitsbehoud van de radijs heeft. Bij lagere temperaturen zou een nog dichtere folie in ieder geval gunstig voor het kwaliteitsbehoud zijn. Bij hogere temperaturen (≥ 12 °C) wordt de kans op CO<sub>2</sub>-schade te groot. Tussen rassen en/of herkomsten kunnen enige verschillen in gasconcentraties (ademhaling) en qualiteitsachteruitgang optreden.

---

**Literatuur**

Lipton, W.J., 1972. Market quality of radishes stored in low O<sub>2</sub>-atmospheres. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 97(2):164-167.

Stenvers, N., P. Herchel, 1971. CA-bewaring van groente en zacht fruit. Sprenger Instituut rapport nr. 1750;53 pag..

---