

Toepassingen van Paragon[®] films als levensmiddelenverpakking

Rapportnr B453 /November 2000

Vertrouwelijk

C.R. Jaeger
G.G.J. Schennink
F.I.N.G. Kreft
J.J. Polderdijk
J.R. ten Donkelaar
A.Z. Zegveld
H.J. de Beukelaar



Toepassingen van Paragon[®] films als levensmiddelenverpakking

Rapportnr. B453 / November 2000

Vertrouwelijk

C.R. Jaeger
G.G.J. Schennink
F.I.N.G. Kreft
J.J. Polderdijk
J.R. ten Donkelaar
A.Z. Zegveld
H.J. de Beukelaar

ATO B.V.
Agrotechnologisch Onderzoeksinstituut
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
Tel: 0317-475024
Fax:0317-475347

1 Samenvatting

In de periode mei 2000 – oktober 2000 is er op het ATO een inventarisatie uitgevoerd van de mogelijkheden met Paragon-laminaten op het gebied van voedselverpakkingen.

Binnen dit project zijn Paragon films met verschillende waterdamp- en gasdoorlaatbaarheden ontworpen voor de productgroepen droge kruidenierswaren (cornflakes, muesli), kaas, bakkerijwaren (verse broodjes) en groenten en fruit. Benadrukt moet worden dat de ontwerpcriteria van deze geteste films gebaseerd waren op een aantal aannames. Na het afronden van de verpakkingsproeven was duidelijk, dat het ontwerp van de films in sommige gevallen nog kan worden geoptimaliseerd. Mechanische eigenschappen en waterdamp-, O₂ en CO₂ - permeabiliteit van representatieve films zijn vervolgens gemeten. Afsluitend zijn met geselecteerde Paragon films verpakkingsproeven uitgevoerd om hun geschiktheid voor voedselverpakkingen te testen.

- De binnen dit project ontwikkelde films waren niet geschikt voor het verpakken van cornflakes en muesli. Als gevolg van de relatief hoge waterdampdoorlaatbaarheid van de films neemt het product te veel vocht op en verliest zijn krokantheid.
- De voor verse broodjes ontworpen Paragon films scoorden net zo goed en in één geval beter dan de standaardverpakking.
- Paragon laminaten maken een goede kans gangbare PE-PA laminaten voor vacuümverpakkingen voor kaas te vervangen. De Paragon films zijn geschikt voor het gebruik op een vacuümverpakkingsmachine. In de verpakkingstesten scoorde de standaardverpakking (PE-PA film) steeds nog iets beter dan de Paragon films. Door de resultaten van de testen kan wel worden aangegeven, welke (kleine) verbeteringen aan de Paragon films nog moeten worden uitgevoerd.
- De unieke eigenschappen van de Paragon films (hoge selectiviteit, dynamische respons van de doorlaatbaarheid op vocht) bieden kansen innovatieve verpakkingen voor groenten en fruit te ontwikkelen. Met name in de fresh cuts sector zijn de relatief lage O₂ doorlaatbaarheid en de hoge CO₂ en waterdampdoorlaatbaarheid voordelig. Eerste testen waren positief; voor het uitontwikkelen van een geheel nieuw verpakkingsconcept is verder onderzoek vereist.
- Voor standaard MA toepassingen is de gasdoorlaatbaarheid van Paragon films te laag. De doorlaatbaarheid kan echter door micro-perforaties worden aangepast, zodat Paragon films in principe voor de meeste MA toepassingen geschikt zijn. Hierbij moet wel met de buitengewoon hoge waterdampdoorlaatbaarheid van de geteste films rekening worden gehouden, die tot het uitdrogen van sommige producten kan leiden.

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	1
2	Inleiding	3
3	Experimenteel	4
3.1	Extrusie	4
3.1.1	Aanmaak granulaat voor coextrusie	4
3.1.2	Coextrusie (aanmaak 3- en 5-laags laminaten).....	4
3.2	Mechanische eigenschappen.....	4
3.2.1	Mechanische eigenschappen (volgens ISO 1184)	4
3.2.2	Falling dart impact resistance	4
3.2.3	Scheursterkte.....	5
3.3	Vochtbepaling.....	5
3.4	Doorlaatbaarheid.....	5
3.4.1	Waterdampdoorlaatbaarheid (WDD).....	5
3.4.2	Zuurstof doorlaatbaarheid.....	6
3.4.3	Gecombineerde O ₂ - CO ₂ - N ₂ doorlaatbaarheid	6
3.5	Hechtingstesten: T-peel test.....	7
3.6	Product applicatietesten: Achtergrond voor MA en gasverpakken van bederfelijke producten	7
4	Resultaten en discussie	10
4.1	Projectaanpak.....	10
4.2	Definitie productgroepen	10
4.3	Ontwerp/aanmaak folies	12
4.4	Analyse folies	13
4.4.1	Mechanische eigenschappen.....	13
4.4.2	Doorlaatbaarheidseigenschappen.....	14
4.5	Product applicatietesten	18
4.5.1	Droge kruidenierswaren ('Cruelsli' en Cornflakes).....	18
4.5.2	Bakkerijwaren: broodjes.....	23
4.5.3	Kaas	26
4.5.4	Groenten & fruit: Broccoli.....	30
4.5.5	Groenten & fruit: Gesneden sla	34
4.5.6	Groenten & fruit: Fruitsalade.....	37
4.5.7	Aanbevelingen verder onderzoek en ontwikkeling voor toepassing Paragon bij AGF (Aardappelen Groente en Fruit).....	40
5	Conclusies.....	41
6	Bijlage 1: Coextrusie – matrix	44
7	Bijlage 2: Mechanische eigenschappen ontworpen folies	46
8	Bijlage 3: Mogelijke klanten, kansen & bedreigingen voor AVEBE films voor levensmiddelenverpakkingen	50

2 Inleiding

Sinds juni 1996 wordt er op het ATO gewerkt aan de ontwikkeling van volledig biologisch afbreekbare, watervaste meerlaags folies op basis van zetmeel. De in dit projekt ontwikkelde produkten kunnen mogelijk gebruikt worden als verpakkingsmateriaal voor voedingsmiddelen. Om deze haalbaarheid te toetsen is er in mei 2000 op het ATO een onderzoek gestart naar de toepasbaarheid van Paragon meerlaagse folies in de voedselverpakkingsbranche. Het projekt dat hiervoor is opgezet heeft de volgende fases doorlopen:

1. Produktgroepen definiëren
2. Folies ontwerpen
3. Folies aanmaken/producieren
4. Folies analyseren
5. Verpakkingsproeven
6. Rapportage

De werkwijze en resultaten worden in dit rapport besproken.

3 Experimenteel

3.1 Extrusie

3.1.1 Aanmaak granulaat voor coextrusie

Een groot aantal materialen voor sheetextrusie zijn gedurende deze periode gemaakt op de Clextral BC45. Tijdens het aanmaken van de premix werden de hoeveelheden extra water aan de premix zelf toegevoegd (dus geen pomp). De manier waarop dit granulaat geconditioneerd is voor elke proef staat telkens vermeld in de betreffende tabel.

Alle materialen zijn vervaardigd met een 2 RSE-schroef; temperatuurinstellingen waren: 40/110/100/100 °C; toerental schroef 50 RPM. Op het ATO vervaardigde materialen staan in de diverse tabellen vermeld met hun complete code.

Daarnaast is er in het onderzoek een hoeveelheid basislaaggranulaat verkregen van AVEBE. Dit materiaal is te herkennen aan de code Paragon SE 1620.

3.1.2 Coextrusie (aanmaak 3- en 5-laags laminaten)

De experimenten betreffende sheet co-extrusie zijn gedurende deze periode uitgevoerd m.b.v. de BFA-coextrusie-lijn. De lijn bestaat uit een 3-tal extruders: een Battenfeld 45 mm-extruder (type EX45) voor de basislaag (voorzien van een PE schroef met egelkop) en twee 30 mm BFA-extruders (met normale PE schroef) om de coating/hechtlagen te maken. Alle extruders zijn uitgerust met een Con-Pro KTW-G3 gravimetrisch doseerapparaat. Afhankelijk van het type produkt wat vervaardigd moet worden (in de afgelopen periode alleen blaasfolie) wordt aan deze extruders één van de volgende volglijnen gekoppeld:

In geval van folieblazen wordt aan de extruders een Battenfeld 5-lagen folieblaaskop bevestigd. Deze kop bezit de vaste 5-laags configuratie ABCBA. Hierna volgen een (standaard) blaastoren en wikkelaar. Voor de procesinstellingen tijdens experimenten zie bijlage 1.

3.2 Mechanische eigenschappen

3.2.1 Mechanische eigenschappen (volgens ISO 1184)

De mechanische eigenschappen (volgens ISO 1184) van de verschillende bio-polymeren werden gemeten aan proefstaafjes, zoals gespuitsgiet of gestanst uit ge(co)extrudeerde TPS-sheets. De trekproeven werden uitgevoerd op een Zwick Z010 trekbank, met extensometers voor de bepaling van de rek. Voor sheets werd een krachtcel van 5 kN gebruikt, voor folies 200 N. De E-modulus werd bepaald bij een treksnelheid van 10 mm/min. Vervolgens werd de breukrek bepaald bij een snelheid van 10 mm/min.

3.2.2 Falling dart impact resistance

Falling dart impact resistance tests werden uitgevoerd m.b.v. de Rosand falling weight impact tester (model IFW 413). De impact resistance werd bepaald volgens ISO 7765-2.

De volgende apparaat parameters werden ingesteld:

- Striker diameter 20 mm
- Clamp diameter 40 mm
- Valhoogte 1 m
- Dikte film < 1 mm
- Snelheid v.d. dart bij het raken v.d. folie 4.4 m/s

3.2.3 Scheursterkte

Voor het bepalen van de scheursterkte volgens ISO 6383/2 is gebruik gemaakt van de ED 20 Tear tester. Bij de test werd er een snede van 22 mm gemaakt in de folie waarna er een gewicht losgelaten werd waardoor een mechanisme werd aangedreven om de folie door te scheuren. Bij het scheuren van de folie diende 43 mm scheurafstand gebruikt te worden. De weerstand bij het meten werd gemeten en weergegeven door het apparaat. Per meting werd er een folie gemeten die gesneden was zodat deze een lengte had van 65 mm (22 snij+ 43 scheurlengte). Indien de folie niet geheel door werd gescheurd werd er een zwaarder gewicht aan de het apparaat bevestigd waarvoor door het apparaat werd gecorrigeerd. De meting werd uitgevoerd door minimaal 3 folies te testen.

3.3 Vochtbeplating

Het vochtgehalte van granulaten en spuitgietprodukten werd bepaald m.b.v. een Sartorius MA-40 infra-rood droger. Hiertoe wordt allereerst het granulaat/produkt onder vloeibare stikstof gemalen. Het gemalen poeder wordt gezeefd op een zeef van 212 μm . Van het gezeefde poeder wordt bij 95 °C het watergehalte bepaald.

3.4 Doorlaatbaarheid

3.4.1 Waterdampdoorlaatbaarheid (WDD)

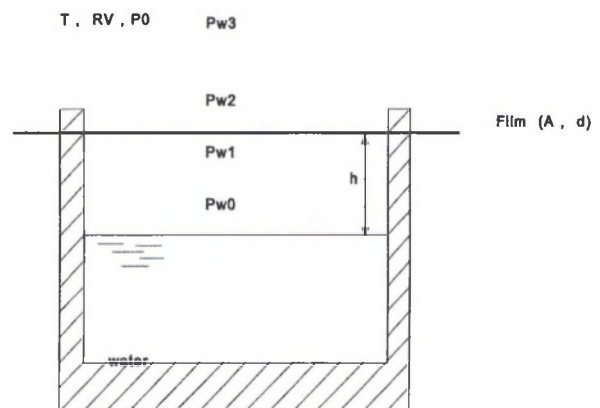
De waterdampdoorlaatbaarheid (WDD) van de verschillende bio-polymeren werd gemeten volgens norm ASTM E96-80 (gravimetrische meting) of volgens de norm ISO 15106 (meting partiële waterdampdruk).

De WDD is als volgt gedefinieerd :

$$\frac{[\text{massa water}] \cdot [\text{dikte film}]}{[\text{oppervlakte film}] \cdot [\text{tijd}] \cdot [\text{drukverschil over film}]} \quad \text{in } \left[\frac{\text{g} \cdot \text{m}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}} \right]$$

Gravimetrische meting (ASTM E96)

Een polymeerfilm, met bekende dikte, wordt geklemd op een bakje, dat gevuld is met 17 ml gedestilleerd water. De oppervlakte waar het water doorheen kan diffunderen bedraagt 16.62 cm^2 , de afstand tussen wateroppervlak en film (h) ca. 1 cm. Dit test-bakje wordt vervolgens in een geconditioneerde ruimte (20 °C, 60% RV) geplaatst, waarna de gewichtsafname in de tijd gevolgd wordt.



De drijvende kracht voor de diffusie van water door de film is het verschil in de partiëlespanning (= RV-verschil) van water aan de boven- en onderkant van de film.

De relatie tussen de partiëlespanning van water (p_w) en de RV is :

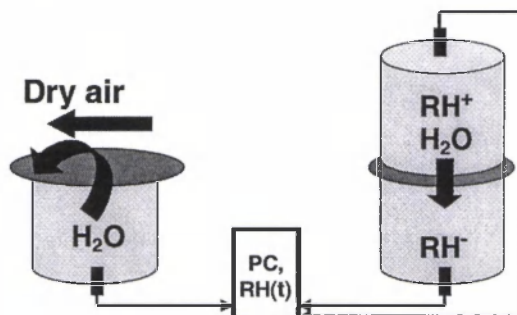
$$\text{Relatieve vochtigheid} = \frac{p_w}{p_s} * 100 \%$$

Hierbij is p_s de verzadigde dampspanning van water bij 1 atm en 20 °C. Aan de onderkant van de film zal zich in het ideale geval een RV van 100 % instellen (p_{w0}), terwijl aan de bovenkant een RV van 60% (p_{w3}) heerst. Naarmate de diffusie-snelheid van water door de film groter wordt, zal er aan de ideale situatie niet meer voldaan worden. De aanvoersnelheid van waterdamp-moleculen naar de grenslaag onder de film, zal kleiner zijn dan de snelheid waarmee het water die door de film wordt opgenomen. De werkelijke RV aan de onderkant (p_{w1}) zal dus lager dan 100 % zijn. Aan de bovenzijde van de film kan er ook een afwijking van de ideale situatie optreden. Hier geldt, dat bij een hoge diffusie-snelheid van waterdamp door de film de RV (p_{w2}) hoger zal zijn dan de omgevings-RV. Door te zorgen voor een voldoende hoge luchtsnelheid kan deze fout echter verwaarloosd worden. Omdat de testbakjes in een conditioneer-cel geplaatst zijn, mag men aannemen dat de luchtsnelheid hier voldoende hoog is, zodat deze afwijking inderdaad te verwaarlozen is. Tijdens de berekening van de WVP is wel rekening gehouden met de afwijking aan de onderkant van de film (volgens de correctie van Krochta *et al.*).

Als de gewichtsafname van de test-bakjes wordt uitgezet tegen de tijd, kan m.b.v. lineaire regressie-rekening de hellingshoek bepaald worden. Deze hellingshoek komt overeen met de permeatie-snelheid van het water door een polymeerfilm met een bepaalde, bekende dikte. Met deze permeatie-snelheid kan vervolgens de werkelijke drukval over de polymeerfilm berekend worden. Door de berekende waarden in te vullen in bovenstaande formule kan de waterdamp-permeabiliteit van het polymeer bepaald worden.

Meting verloop partiële waterdampspanning (ISO 15106)

Voor de metingen volgens de ISO norm 15106 wordt de polymeerfilm op een 'diffusiepot' gezet (een kamer voorzien met een RV sensor, die aan het begin van het experiment gevuld is met lucht met een bepaalde RV). Vervolgens wordt boven de film met droog lucht (0% RV) gespoeld, en het verloop van de RV in de kamer gemeten. Uit het verloop in de tijd van de RV in de kamer kan de waterdampdoorlaatbaarheid van de film worden bepaald. Voordeel van deze meetprocedure is de kortere duur van het experiment. Het is echter noodzakelijk, een calibratie van de meetopstelling door middel van een meting met de ASTM norm E96-80 uit te voeren.



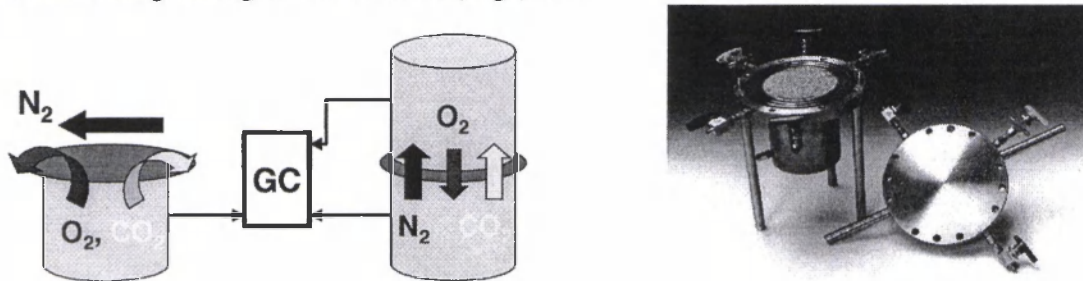
3.4.2 Zuurstof doorlaatbaarheid

Zuurstofdoorlaatbaarheid van verschillende films werd gemeten m.b.v. het Mocon OX-Tran 2/20 MH systeem volgens ASTM norm D-3985. Het instrument is uiterst gevoelig en uitermate geschikt voor het meten van de permeabiliteit van barrièrefilms. Zuurstof wordt in de permeaat-stroom door een electro-chemische sensor gedetecteerd. In dit apparaat kunnen temperaturen en relatieve vochtigheid onafhankelijk van elkaar worden gevarieerd binnen de equipment grenzen. (temperatuur 0-40°C; vochtigheid 0% RV, 35-85 %RV). Alle metingen werden in duplo uitgevoerd.

3.4.3 Gecombineerde O₂ - CO₂ - N₂ doorlaatbaarheid

De doorlaatbaarheid van films voor O₂, CO₂ en N₂ kan worden bepaald met het ATO diffusiemeetsysteem. De onderkant van de film is in contact met een kamer ('diffusiepot') met een bekende gassenstelling; aan de bovenkant van de film wordt met stikstof gespoeld. Het partiële drukverschil tussen de gassen in diffusiepot en spoelstroom leidt tot permeatie van de gassen door de film. De gasconcentraties binnen de diffusiepoten wordt gemeten met een gaschromatograaf. Door het meten van het verloop van gasconcentraties in de tijd kan de permeabiliteit van de films worden bepaald. In plaats van een spoelstroom kan aan de

bovenkant van de film een tweede diffusiepot worden aangebracht (met een gasmengsel dat van het gasmengsel aan de onderkant afwijkt). Een 'dubbelpot' experiment wordt vooral gebruikt, om metingen bij hoge RV's uit te voeren: beide potten worden dan gevuld met verschillende gasmengsel met dezelfde (hoge) RV.



Figuur 1: ATO diffusiemeetsysteem.

3.5 Hechtingstesten: T-peel test

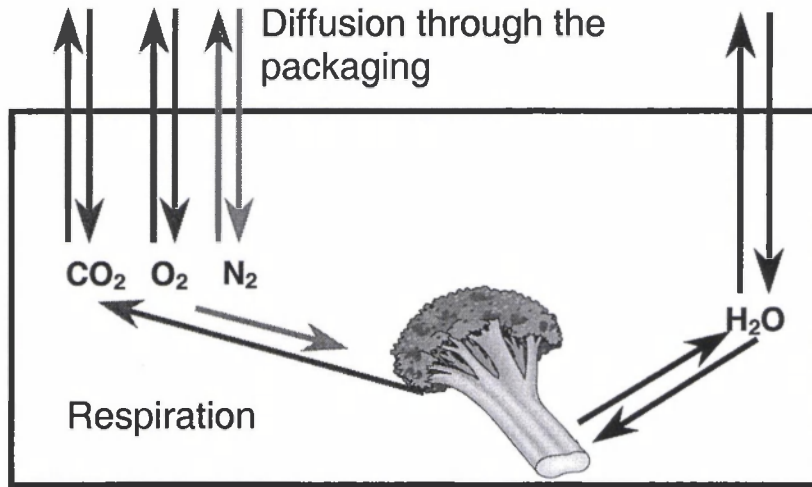
Een folie wordt van de rol gesneden en wordt opengesneden. Aan de binnenkant wordt 50 mm breed tape over een lengte van 300 mm aangebracht en goed aangedrukt. Vervolgens wordt het gedeelte waar de tape is opgeplakt, uitgesneden en op maat gesneden (25*300 mm²). Daarna moet het proefstuk op de juiste plek ingesneden worden, namelijk tussen hechtlaag en coating aan de tape-zijde. Op deze wijze moeten 10 proefstukken per folie worden gemaakt. Vervolgens worden de proefstukken na conditioneren (60% of 90 % RV, 20°C) getest volgens ASTM D 1876-95 op een Instron trekbank met een 100 N krachtcel met een treksnelheid van 254 mm/min. Over een traject van 150 mm wordt de gemiddelde kracht bepaald en gedeeld door de breedte van het proefstuk: 25 mm. Dat levert de pelsterkte op in N/mm.

3.6 Product applicatietesten: Achtergrond voor MA en gasverpakken van bederfelijke producten

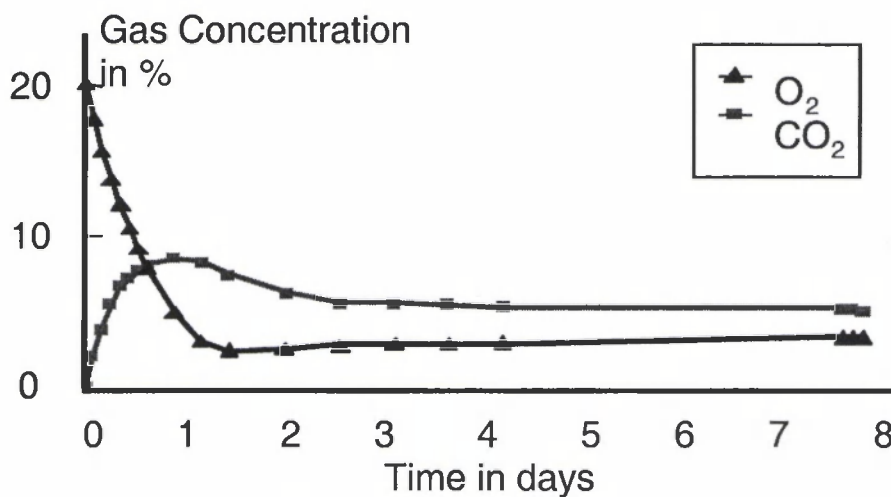
Voor groente en fruit worden in de praktijk veelvuldig MA (modified atmosphere) consumentenverpakkingen toegepast. Door de ademhaling van het product (O₂ consumptie, CO₂ productie) en de permeabiliteit van de folie ontstaan gewijzigde gasconcentraties in de verpakking. Gunstige MA-condities leiden tot een verlaagde ademhalingsactiviteit en vertraagd metabolisme van het product waardoor de kwaliteitsachteruitgang van het product wordt geremd. Specifieke concentraties van O₂ en CO₂ kunnen echter schadelijk zijn. Bij toepassing van MA moet dus naar een gunstige MA-conditie worden gestreefd. Of een MA-conditie gunstig of ongunstig is varieert per product en kan bovendien van de bewaartemperatuur en de bewaarduur afhangen. Belangrijk voor het ontwikkelen van de optimale MA verpakking is het vinden van een verpakkingfilm die juist de gewenste O₂ en CO₂ doorlaatbaarheid heeft, zodat de ademhaling van het product voor de optimale MA conditie zorgt, die voor het product veilig is. Producten met een lage ademhalingsactiviteit (b.v. uien en druiven) hebben een verpakkingfilm met een lage permeabiliteit nodig, producten met een hoge ademhalingsactiviteit (b.v. broccoli en asperges) hebben MA films met hoge doorlaatbaarheden nodig. De folies voor MA toepassing hebben veelal een doorlaatbaarheid voor O₂ en CO₂ in de range van ± 5000-20.000 ml/m².dag.bar. De doorlaatbaarheid van de folies wordt bepaald door de polymeereigenschappen van de folie, de foliedikte en/of door het patroon van microperforaties die in een dichte folie zijn aangebracht. Voorbeelden van MA films zijn broccoli in PVC-rekwikkelfolie, radijs in een micro geperforeerd OPP zakje of appels op een schaalte met PVC-rekwikkelfolie.

Verder hangen de ademhalingsactiviteiten en de kwaliteitsachteruitgang van het product af van de condities in de keten (temperatuur, RV, transportduur, etc.). Voor toepassing van MA

in de praktijk moet dus een verpakking worden gemaakt die gunstig is voor het te verpakken product onder de specifieke omstandigheden in de keten.



Figuur 2: Principe van een MA-verpakking.

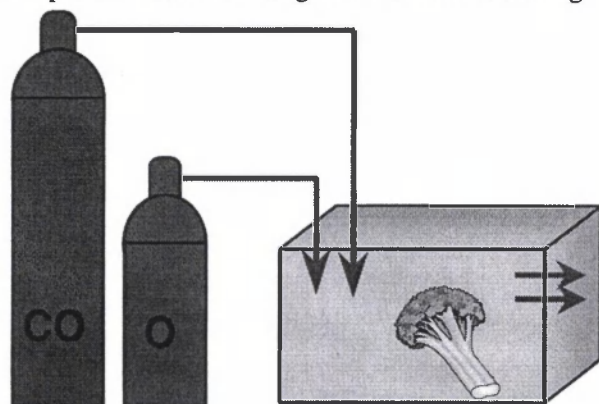


Figuur 3: Verloop van de gasconcentraties in een MA verpakking.

Verder zorgt een MA-verpakking net als een niet MA-verpakking voor een vochtbarrière. Een vochtbarrière zorgt ervoor dat het product minder snel uitdroogt; aan de andere kant leidt een verpakking met een hoge waterdampbarrière tot condens. Bij het ontwikkelen van een verpakking moet dus zo veel mogelijk een compromis tussen uitdrogen en condensvorming worden gevonden.

In MA-verpakkingen wordt de ademhalingsactiviteit van het product gebruikt om de beschermende MA-condities te bereiken. Een alternatief is het 'gasverpakken' van product: hier worden door begassing actief beginconcentraties van O₂ en CO₂ opgelegd. Om de opgelegde gasconcentraties in de verpakking te handhaven, wordt in gasverpakkingen een barrièrefilm toegepast.

Gasverpakkingen worden vaak toegepast



voor niet-ademhalende producten (b.v. vlees, vis, pasta), en voor zeer bederfelijke producten (b.v. minimally processed groente en fruit) om microbiële groei en verkleuring door oxidatie onmiddelijk tegen te gaan. Wordt ademhalend product gasverpakt, dan ontstaat spoedig een zuurstofloze situatie, waardoor het product zal gaan fermenteren met als gevolg geur- en smaakafwijkingen. Het product moet dus binnen enkele dagen na het verpakken geconsumeerd worden en gekoeld worden bewaard.

4 Resultaten en discussie

4.1 Projectaanpak

In de periode half mei – eind september 2000 is in opdracht van AVEBE het project "Toepassingen van Paragon® films in levensmiddelenverpakkingen" uitgevoerd.

De doelstelling van dit project is de bestaande kennis over Paragon films optimaal te combineren met de in de afdeling 'Verpakkingen, Transport, en Logistiek' beschikbare productkennis op dit gebied. Deze aanpak geeft de grootste kans op een succesvolle productverpakkingskeuze m.b.t. Paragon films. Naar aanleiding van de 'kick-off' meeting d.d. 22 mei 2000 is er voor het project 'Toepassingen van Paragon films in levensmiddelenverpakkingen' een definitief onderzoekswerkplan opgesteld. Volgens deze opzet zijn de volgende fases doorlopen:

1. Produktgroepen definiëren
2. Folies ontwerpen
3. Folies aanmaken/produceren
4. Folies analyseren
5. Verpakkingsproeven
6. Rapportage

In de volgende paragrafen zullen deze fases een voor een worden besproken.

4.2 Definitie productgroepen

Bij de keuze van de produktgroepen is rekening gehouden met de volgende aspecten:

- Breed applicatiespectrum: getracht is om de mogelijkheden die aanwezig zijn met Paragon verpakkingsfolies in een zo breed mogelijk toepassingsgebied te testen. Na overleg is ervoor gekozen om het project te starten met de volgende produktgroepen (telkens is per produktgroep aangegeven wat de redenen zijn om specifiek Paragon te gebruiken zoals deze bij aanvang van het project gezien werden; daarnaast zijn telkens enkele vereisten aangegeven, waaraan de folie dient te voldoen):

- **Droge kruidenierswaren**

- Waarom Paragon:

- Paragon-laminaten zijn hernieuwbaar (biologisch afbreekbaar)
- Paragon-laminaten zijn potentiël herpulpbaar

- Vereisten:

- Lage waterdampdoorlaatbaarheid (WDD): ordegrootte 0.05 gram/dag * m²

- **Bakkerijwaren**

- Waarom Paragon:

- Paragon-laminaten zijn hernieuwbaar (biologisch afbreekbaar)
- Paragon-laminaten bezitten een relatief hoge waterdampdoorlaatbaarheid. Dit is wenselijk voor de bakkerijwaren
- Slimme verpakkingsfilm is wenselijk. Vlak na afvullen van de verpakking dient het materiaal een hoge waterdampdoorlaatbaarheid te hebben (vocht moet zo snel mogelijk afgevoerd worden). Na verloop van tijd moet de barrière-eigenschap voor vocht hoger worden. Vocht moet zo veel mogelijk buiten de verpakking gehouden worden.

- **Kaas**

- Waarom Paragon:

- Paragon-laminaten zijn hernieuwbaar (biologisch afbreekbaar). Dit is een hot topic binnen deze sector.

- Verpakkingsmaterialen dienen een goede gasbarrière te hebben. Paragon bezit goede gasbarrière-eigenschappen.

Vereisten

- O₂-doorlaatbaarheid: 100 – 800 ml/dag * m² * bar
- CO₂-doorlaatbaarheid: 250 – 500 ml/dag * m² * bar
- Vetbarriere moet voldoende zijn

- Groente

Waarom Paragon:

- Paragon-laminaten zijn hernieuwbaar (biologisch afbreekbaar)
- Paragon-laminaten bezitten anti-condens eigenschappen. Dit is zeer wenselijk voor groente verpakkingen
- Paragon-laminaten bezitten mogelijk een selectiviteit in CO₂/O₂ doorlaatbaarheid (selectiviteit = P(CO₂) / P(O₂)) die afwijkt van de selectiviteit 3 – 4 van 'standard' polymeren (PE en PP). Voor ademhalende producten als groenten is een selectiviteit groter dan 3 – 4 juist gewenst.

Vereisten (normale – hoge ademhalingssnelheid):

- O₂-doorlaatbaarheid: 5000 – 15.000 ml/dag * m² * bar; CO₂ doorlaatbaarheid indien mogelijk nog hoger
- Relatief hoge waterdampdoorlaatbaarheid (WDD) om condens te vermijden.

- We kunnen concluderen dat voor de geselecteerde productgroepen zijn Paragon[®] films met zowel lage als ook hoge waterdamp en O₂ doorlaatbaarheid nodig zijn.

	WDD	P(O ₂)	P(CO ₂) / P(O ₂)
'Crueli'	laag	laag	n.v.t.
Broodjes	hoog	n.v.t.	n.v.t.
Kaas	laag	laag	n.v.t.
Groenten	hoog	hoog	hoog

- Paragon[®] is bekend om zijn goede O₂-barrière *bij lage vocht*. Potentiële verpakkingsfilms voor droge kruidenierwaren en kaas kunnen dus worden aangemaakt door de combinatie van een buitenlaag met een goede waterdampbarrière, die de Paragon[®] laag tegen vocht beschermt: lage WDD en lage zuurstofpermeabiliteit zijn goed te combineren.
- 'Bio-based' films zijn ook bekend om een hoge selectiviteit (P(CO₂) / P(O₂) > 10), die voor groente MA-verpakkingen wel gewenst is; problematisch is de – voor deze toepassingen – te lage O₂ doorlaatbaarheid van Paragon[®]. Het is ook bekend, dat bij *hoge vochtigheid* de O₂ doorlaatbaarheid van Paragon[®] duidelijk toeneemt. Binnen dit project zal een poging worden gedaan, te testen of de vochtgevoeligheid van Paragon[®] kan worden gebruikt, om een voldoende hoge O₂ doorlaatbaarheid met een uitstekende selectiviteit te combineren. Zo'n laminaat bestaat uit een dunne Paragon[®] laag voor de selectiviteit en een buitenlaag met hoge WDD, zo dat de Paragon[®] laag vocht kan opnemen.
- Hogere permeabiliteiten kunnen alternatief door micro-perforaties worden bereikt; in dit geval raakt men de selectiviteit kwijt (P(CO₂) = P(O₂) voor perforaties).
- Type folies: in de verpakkingsproeven worden zoveel mogelijk meerdere types Paragon[®] film per product meegenomen.
- Simuleren compleet schapleven: er wordt een verkennende productproef met droge kruidenierswaren meegenomen (omdat het shelf life van 'Crueli – achtige' producten duidelijk langer is dan de doorlooptijd van het project, geeft dit experiment echter alleen maar een eerste indicatie van de prestatie van de Paragon[®] films). Van de overige te verpakken producten kan naar verwachting de gehele bewaartermijn in het onderzoek meegenomen worden.

4.3 Ontwerp/aanmaak folies

Bij het ontwerp van de te produceren folies konden de volgende parameters gevarieerd worden:

- Type coatingmateriaal. Er is in dit onderzoek gebruikt gemaakt van BAK, Ecoflex, polymelkzuur of mengsels/combinaties van deze materialen.
- Laagdikteverhouding. Binnen de totale dikte van het laminaat kan de verhouding tussen de verschillende lagen gevarieerd worden. Hierbij zijn geen verdere randvoorwaarden opgelegd aangaande minimaal aandeel Paragon.
- Totale dikte laminaat
- Totaal aantal lagen. Deze parameter is (meestal) niet vrij te kiezen. Bij sommige combinaties zijn hechtlagen noodzakelijk. Bij andere combinaties is dit overbodig.

Een mogelijk nog te variëren parameter als basislaagtype is tijdens deze proef constant gehouden. Alle folies zijn vervaardigd op basis van Paragon SE 1620 (productie ATO of AVEBE).

Het definitieve ontwerp van de folies is vooral gebaseerd op de vereisten aangaande de diverse doorlaatbaarheden. Voor de samenstellende componenten zijn deze in onderstaande tabel samengevat.

Tabel 1 Parameters Bioplastics

Materiaal	Kostprijs (fl/kg)	O ₂ -doorlaatbaarheid (50% RV) (ml/m ² /dag/bar)	Waterdamp Doorlaatbaarheid (gram/m ² *dag)
Basislaagmateriaal			
Paragon SE 1600	5.5	4.8	6750
Coatingmateriaal			
BAK (Bayer) (doorlatend)	7	908*	375
Ecoflex (BASF) (half doorlatend)	8	2800*	185
EcoPLA (Cargill/DOW) (dicht)	2.5	1028*	50
PHA (ATO) (dicht)	10	1000	5

Bovenstaande waarden gelden bij 23°C en 50% RV voor een folie van 25 micron.

*: Waarden verkregen uit datasheets van diverse leveranciers.

Op basis van deze componenten zijn de volgende folies ontworpen:

Beoogd product	Samenstelling	Barrière waterdamp	Barrière O ₂	Barrière CO ₂
Kaas, 'Cruesli'	Coating/BAK&Eco/P/ BAK&Eco/coating	Hoog	Hoog	n.v.t.
	PLA/P/PLA			
Broodjes	BAK/P/BAK (type 1)	Laag	n.v.t.	
Broodjes	BAK/zetmeelmengsel	Laag	n.v.t.	
Groente	BAK/P/BAK (type 2)	Laag	Laag	Laag
Groente	BAK/zetmeelmengsel	Laag	Laag	Laag

Tabel 2: Samenstelling Paragon films voor verschillende productgroepen.

Meer specifiek is er voor de volgende folies (voor de laagdikteverhouding zie ook bijlage 1) gekozen

- Coating/BAK&Eco/P/BAK&Eco/coating:
 - folie 555: 5-laags materiaal; relatief dikke coating; mengsel BAK/Ecoflex als coating
uiterlijk: 130 micron, homogeen, melkachtig
 - folie 557: 5-laags materiaal; relatief dikke coating; Ecoflex + 2 SL1 als coating
uiterlijk: 160 micron, homogeen, melkachtig
 - folie 559: 5-laags materiaal; relatief dikke coating; Ecoflex + 2 SL2 + 1 SL1 als coating; uiterlijk: 140 micron, blaasjes, melkachtig
- PLA/P/PLA
 - Folie 422: 5-laags materiaal; relatief dunne coating; PLA HP02099 van Hycail als Coating; uiterlijk: 70-80 micron, relatief ruw, relatief bros
- BAK/P/BAK (type 1)
 - folie 543: 3-laags materiaal; relatief dunne coating; BAK-mengsel als coating
Uiterlijk: 35-40 micron, glad, vrijwel helder
 - folie 544: 3-laags materiaal; relatief dunne coating; BAK/Ecoflex-mengsel als coating
Uiterlijk: 50 micron, glad, iets melkachtig
- BAK/P/BAK (type 2)
 - folie 539: 3-laags materiaal; relatief dikke coating; BAK-mengsel als coating
Uiterlijk: 60 micron, glad, vrijwel helder
 - folie 541: 3-laags materiaal; relatief dikke coating; BAK-mengsel als coating
Uiterlijk: 35 micron, glad, helder
- BAK/zetmeelmengsel
 - Folie 378: enkellaags materiaal; BAK 404-004 vermengd met 25 % Perfectamyl D6
Uiterlijk: 60-80 micron, ruw, gespikkeld

4.4 Analyse folies

Voorafgaande aan de applicatietesten zijn allereerst een aantal belangrijke eigenschappen van de folies gemeten. De gemeten grootheden zijn onder te verdelen in mechanische eigenschappen en doorlaatbaarheidseigenschappen.

4.4.1 Mechanische eigenschappen

Van de voor dit project vervaardigde folies zijn allereerst de mechanische eigenschappen bepaald m.b.v. trekproeven (zie ook bijlage 2). Daarnaast is de hechting tussen de diverse lagen onderling bepaald. De volgende waarnemingen kunnen worden gedaan:

- Mechanische eigenschappen (trekproeven): de laminaten op basis van Paragon SE 1620 zijn in te delen in 2 grote klassen: materialen met een relatief dunne coating (E-modulus: 1000-1500 MPa; treksterkte > 20 MPa; rek bij breuk 20 – 50 %) en materialen met een relatief dikke coating (E-modulus: 400-750 MPa; treksterkte 15 - 25 MPa; rek bij breuk > 100 %). De materialen uit de eerste klasse zijn over het algemeen knisperig en voelen relatief hard aan (vgl. PP), terwijl de materialen uit de tweede klasse over het algemeen veel zachter zijn en richting PE als materiaal gaan.
- Mechanische eigenschappen (scheursterkte & falling dart). De scheursterkte van een materiaal geeft de weerstand tegen scheuren aan. Hoewel het arbitrair is wanneer je een materiaal voldoende scheursterk noemt, lijkt 1000 cN/mm een redelijke grens. Materialen met een scheursterkte lager dan 1000 cN/mm zijn relatief gemakkelijk te scheuren. Materialen met een scheursterkte hoger dan 1000 cN/mm scheuren relatief moeilijk. Uit de gemeten resultaten blijkt dat folies met een relatief hoog aandeel coating een goede scheursterkte hebben. Indien het aandeel Paragon SE 1620 hoger wordt neemt de scheursterkte af. Daarnaast is de richtingsafhankelijkheid van deze eigenschap te relateren aan de verstrekgraad van de folie. Dunne (veel verstrekte) folies geven veel richtingsafhankelijkheid te zien (scheursterkte loodrecht op verstrekkrichting is vele malen

hoger dan de scheursterkte in verstrekkingsrichting; zie bijvoorbeeld folie 541). Dikke (weinig verstrekte) folies geven weinig richtingsafhankelijkheid te zien (zie bijvoorbeeld folie 557).

In geval van de falling dart eigenschap lijkt 5 J/mm ook zo'n grens. Echter deze grens is veel minder scherp. Een week en taai materiaal kan een evengrote falling dart waarde hebben als een stijf en bros materiaal.

- **Hechting:** 3-laags laminaten bezitten een betere samenhang dan de huidige 5-laags laminaten (met het mengsel BAK/Ecoflex als hechtlaag). 5-laags laminaten kunnen op meerdere plaatsen bezwijken en doen dit momenteel op het grensvlak hechtlaag/coating. Het grensvlak basislaag/hechtlaag bezit betere hechteigenschappen.

4.4.2 Doorlaatbaarheidseigenschappen

Om de toepasbaarheid van Paragon[®] films voor de verschillende productgroepen te bepalen zijn voor een selectie van de aangemaakte films doorlaatbaarheidsmetingen uitgevoerd. Volgende vragen zullen worden beantwoord:

- **Productgroep kruidenierswaren:** Is de WDD van de films laag genoeg?
- **Productgroep kaas:** Ligt de O₂-doorlaatbaarheid in het gewenste gebied; wat is het effect van vocht op de O₂-doorlaatbaarheid, wat is de WDD van de films, veranderen de filmeigenschappen als de films langer in contact staan met het product?
- **Productgroep broodjes:** Wat is de WDD van de films?
- **Productgroep groenten en fruit:** Ligt de O₂-doorlaatbaarheid in het gewenste gebied; kan de O₂-doorlaatbaarheid van de films door vochtopname voldoende worden verhoogd; wat is de selectiviteit van de films?

Hierbij worden (eerste) resultaten van de productproeven als terugkoppeling voor het meetprogramma gebruikt zodat alleen verpakkingsrelevante metingen worden uitgevoerd.

Tabel 3 geeft een overzicht over de uitgevoerde metingen; naast de meetresultaten voor de Paragon[®] films zijn ook meetresultaten of literatuurwaarden voor sommige commerciële verpakkingen (kaasverpakking, 'crueli' verpakking, en groente MA films) opgevoerd. Als men de WDD metingen vergelijkt die met verschillende meetmethodes zijn gemeten, is er een systematisch verschil te zien tussen de meetwaarden verkregen door gravimetrische metingen (volgens ASTM E96-80) en de meetwaarden verkregen door de meting van partiële waterdampspanningen (volgens ISO 15106). De meetwaarden volgens ISO 15106 zijn (ook na correctie voor de verschillende waterdampgradiënten) hoger dan de meetwaarden volgens ASTM E96-80. De verschillen tussen de twee meetmethodes kunnen de afwijkende meetresultaten verklaren. Met ASTM E96-80 wordt de WDD bepaald door het meten van de hoeveelheid water die vanuit het systeem folie én bakje verdwijnt: in deze meetmethode wordt de hoeveelheid water gemeten, die door de folie diffundeert. Met ISO 15106 wordt de hoeveelheid waterdamp gemeten, die vanuit een testvolumen naar de folie heen verdwijnt. Indien de enige transportmechanisme voor waterdamp permeatie door de folie is (zoals het voor de meeste polaire kunststoffilms het geval is), leveren beide meetmethodes dezelfde resultaten op. Voor de Paragon films bestaat er een tweede mechanisme die tot het verdwijnen van waterdamp vanuit het testvolumen leidt: zolang de folie niet verzadigd is, kan vocht ook door de folie worden geabsorbeerd. Deze aanvullende proces die tot een verlaging van de waterdampspanning in het testvolumen leidt, leidt in de meting volgens ISO 15106 tot een blijkbaar hogere waterdampdoorlaatbaarheid. Omdat alle transportprocessen voor waterdamp belangrijk voor de vochtthuishouding in verpakkingen zijn, zijn beide meetmethodes relevant: totdat een Paragon film met vocht verzadigd is, zal deze film door absorptie een kleine hoeveelheid vocht van het product opnemen.

Droge kruidenierwaren

WDD metingen zijn uitgevoerd aan films 555, 557, 559, 422 en aan een commerciële verpakking (HDPE zak). Voor een gradiënt 0% RV → 75% RV variëren de

waterdampdoorlaatbaarheden van de Paragon® films tussen 13 – 46 g/dag m². De WDD van de commerciële verpakking ligt duidelijk lager (<1 g/dag m²). Paragon® films zijn dus ruim tien keer zo doorlatend als de standaardverpakking. Het is te verwachten, dat het product verpakt in de Paragon® films meer vocht van de omgeving zal opnemen. De dichtste film is film 557 (waarbij moet worden opgemerkt, dat film 559 luchtbelletjes bevat; deze kunnen de doorlaatbaarheid van de film verhogen). De hoogste doorlaatbaarheid vertoonde film 555.

Film	Product	WDD 0↔75% RV g / m ² dag	WDD 50↔100% RV g / m ² dag	O ₂ 60% RV ml / m ² dag bar	O ₂ 75% RV ml / m ² dag bar	O ₂ 85% RV ml / m ² dag bar	O ₂ 85% RV, na afloop verpakkingsstest	O ₂ / CO ₂ 0% RV ml / m ² dag bar	O ₂ / CO ₂ 90% RV ml / m ² dag bar	O ₂ ml / m ² dag bar		WDD g / m ² dag	
										literatuur	gemeten	literatuur	gemeten
557	Kaas/ Cruelli	13	7.2	19.0	134.5	286.5	347			Vacuüm kaasverpakkingen			
555		46					230			100 - 800	112, 101	2- 30	0.9
559		25	16							'Cruelli' verpakkingen			
422		38	12.8	8.5	75.0	184.5						0.05 (1)	<1
544	Broodjes	202	84										
543		152											
542		110											
541	Groente	254	71.9			852.2			CO ₂ 11000 O ₂ ~800	O ₂ 5000 - 15000			
378	Broodjes / Groente		76					CO ₂ 4500 O ₂ 2180					
Instrument		ATO diff - sys	gravi- metrisch	Mocon Oxtran				ATO diff - sys					

Tabel 3: Overzicht over de waterdamp en gasdoorlaatbaarheden van Paragon® films en commerciële films.

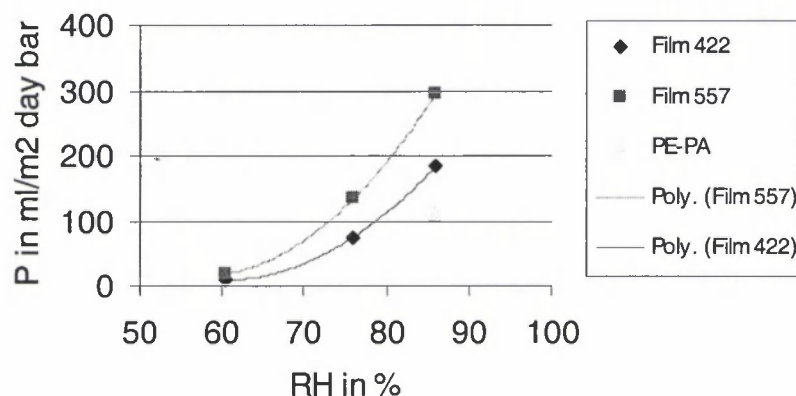
Kaas

WDD en O₂-doorlaatbaarheidsmetingen zijn uitgevoerd aan films 555, 557, 559 (alleen WDD), 422 en aan twee commerciële verpakkingen (PE-PA laminaten). Voor film 557 en 422 is de O₂-doorlaatbaarheid bij drie verschillende RVs bepaald (60%, 75%, en 85% RV) om de invloed van vocht op de doorlaatbaarheid van deze films te bepalen. Voor de commerciële films, film 555 en 557 is de O₂ permeabiliteit bij 85% RV ook na afloop van de verpakkingsproef gemeten: beide Paragon® films vertoonden na twee maanden bewaren

delaminatie langs de vouwlijnen, die tijdens het vacuümverpakken ontstaan zijn. Het oppervlak van film 422 was uiterst ruw; daarom was het problematisch deze film goed in de meetopstellingen in te zetten (het ruwe oppervlak leidt tot versterkte lekkage; als gevolg zijn de gemeten doorlaatbaarheden waarschijnlijk iets hoger dan de eigenlijke doorlaatbaarheid van het materiaal). Verder is film 422 bij RVs beneden de 80% uiterst bros; voor praktijktoepassingen (vacuümverpakken) was deze film daarom niet geschikt.

Voor een gradiënt 0% RV → 75% RV variëren de waterdampdoorlaatbaarheden van de Paragon® films tussen 13 – 46 g/dag m². De WDD van de commerciële verpakking (PE-PA) laminaat is 0.9 g/dag m². Het is dus mogelijk, dat kaas vacuümverpakt in Paragon® films in een droge omgeving meer vocht kan verliezen.

De O₂ doorlaatbaarheidsmetingen aan film 557 en 422 laten de vochtgevoeligheid van de Paragon® films zien: de doorlaatbaarheid van film 557 is bij 85% RV 15 keer zo groot als bij 60% RV (film 422: toename om en factor 22). Bij 60% RV is de O₂-doorlaatbaarheid van film 557 19 ml/dag bar m² (film 422: 8.5 ml/dag bar m²), en bij 85% RV ligt deze waarde bij 286.5 ml/dag bar m² (film 422: 184.5 ml/dag bar m²). De O₂-doorlaatbaarheid van commerciële PE-PA laminaten ligt rond de 100 ml/dag bar m²; verder is geen grote invloed van vocht op de doorlaatbaarheden van PE-PA laminaten te verwachten.



Figuur 4: O₂-doorlaatbaarheid van film 557 en film 422 bij verschillende RVs en O₂ doorlaatbaarheid van een PE-PA laminaat bij 85% RV.

In de praktijk staat de verpakkingfilm in contact met het (vochtige) product. De metingen bij 85% RV zijn daarom representatief voor een realistische praktijksituatie. De Paragon® films hebben hier een factor 2-3 hogere zuurstof doorlaatbaarheid. De verpakkingproeven moeten laten zien, of deze (hogere) doorlaatbaarheid een negatieve invloed op de houdbaarheid van het product heeft.

Tijdens het verloop van het verpakkingsexperiment met vacuümverpakte kaas delamineerden de Paragon® films 555 en 557 na vijf weken langs de vouwlijnen. Aansluitend aan het beoordelingsmoment na vijf weken zijn de O₂ doorlaatbaarheden van deze gedelamineerde films bij 85% RV gemeten. Voor film 557 is een iets hogere doorlaatbaarheid gemeten (347 ml/dag bar m² in plaats van 286.5 ml/dag bar m²); de doorlaatbaarheid van de gedelamineerde film 555 is 230 ml/dag bar m². In ieder geval is er na vijf weken nog geen sprake van een 'lek steken' van de films door de delaminatie-effecten. Wordt de verwachte houdbaarheid van het product duidelijk overschreden, leveren de delaminatie-effecten wel problemen op: na 3 ½ maand scheuren de verpakkingen langs de gedelamineerde vouwlijnen.

Bakkerijwaren

Voor het verpakken van de bakkerijwaren (broodjes) is de WDD van **films 542, 543, 544 en 378** onderzocht. De WDD varieerde tussen 100 en 202 g/m²dag voor een gradiënt 0%RV → 75% RV.

Ter vergelijking: papier (Craft – liner) heeft onder dezelfde meetcondities een doorlaatbaarheid van circa 900g / m² dag.

Groenten

Voor groente – MA – verpakkingen zijn de **films 541 en 378** beoogd. Met film 541 zal een poging worden gedaan, of een dunne Paragon[®] laag bij hoge vochtigheid (RV ≥ 85% RV) een voldoende hoge O₂-doorlaatbaarheid heeft en tegelijkertijd een buitengewone selectiviteit vertoont. De meting van de zuurstofpermeabiliteit van film 541 bij 85% RV in de Mocon Oxtran liet zien, dat de permeabiliteit onder invloed van vocht 852 ml/dag bar m² is. Dit is voor standaard MA toepassingen een te lage doorlaatbaarheid (vereiste doorlaatbaarheden: P(O₂) ≥ 10000 ml/dag bar m²). Een meting met het ATO diffusie meetsysteem liet wel zien, dat de film bij 85% RV voor CO₂ uiterst doorlatend is: P(CO₂) = 11000 ml/dag bar m²; de film vertoont een buitengewone selectiviteit vertoont (P(CO₂) / P(O₂) = 13).

Voor film 378 was een belangrijke vraagstelling of het inbedden van zetmeelkorreltjes tot een poreuze of micro-geperforeerde film leidt. Deze vraag kan worden beantwoord door het meten van de O₂ en CO₂-doorlaatbaarheid: een dichte (niet-poreuze) film zal duidelijk verschillende doorlaatbaarheden voor deze gassen hebben (film 541 vertoonde een selectiviteit van 13). Naar mate meer van het gastransport door niet-selecterende perforaties plaats vindt, benadert de selectiviteit de waarde 1. Voor film 378 is de O₂-permeabiliteit 2180 ml/dag bar m², de CO₂-doorlaatbaarheid 4500 ml/dag bar m² (gemeten bij 0% RV). De selectiviteit is dus circa 2. De doorlaatbaarheid van film 378 is duidelijk hoger dan de doorlaatbaarheid van de andere Paragon[®] films en de selectiviteit van film 378 is duidelijk lager dan de selectiviteit van film 541. Dit geeft aan, dat gastransport door poriën aan de permeabiliteit bijdraagt. De selectiviteit van 2 is steeds nog hoger dan de selectiviteit van commerciële micro-geperforeerde films. Een deel van het gastransport gebeurt dus nog door de dichte matrix van de film, die tussen CO₂ en O₂ selecteert. Voor de belangrijkste MA toepassingen is film 378 steeds nog te dicht; in de applicatietesten zal de invloed van vocht op de doorlaatbaarheid worden getest.

Naast evenwichts – MA verpakkingen zijn in de productproeven ook gasverpakkingen voor groente meegenomen. Voor deze testen zijn mede dichte Paragon[®] films gekozen (**film 555 en 557**), die ook voor kaas zijn toegepast.

4.5 Product applicatietesten

4.5.1 Droge kruidenierswaren ('Cruelsli' en Cornflakes)

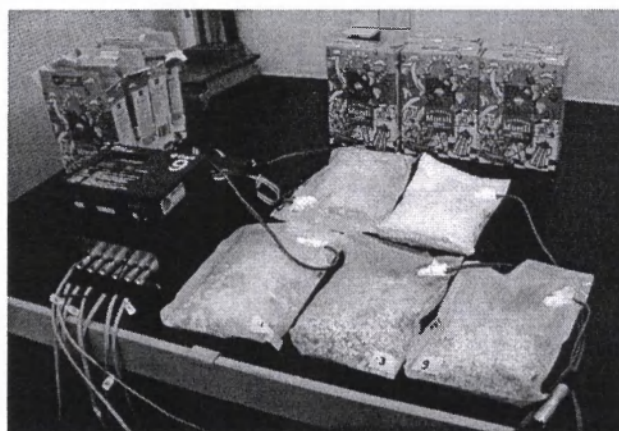
Productinformatie

Voor muesli en cornflakes is de krokantheid van het product uiterst belangrijk. De verpakking moet dus voorkomen, dat het product in contact komt met vocht. Gebruikelijk zijn HDPE zakjes, die een goede barrière tegen waterdamp vormen. Als het product noten bevat, is vetoxidatie een ander mogelijke bederfproces. Omdat vetoxidatie onder invloed van licht sneller verloopt, zijn ondoorzichtige verpakkingen gebruikelijk (b.v. HDPE zak in kartonnen doos, bedrukte, niet transparante staande 'pouch'). PE is een uiterst goedkope film; de vraag voor dit onderzoek is, of de hoge waterdampbarrière van HDPE voor de cornflakes en muesli verpakking echt vereist is (en of HDPE niet vanwege prijsoverwegingen wordt gekozen), en of Paragon films nog een voldoende waterdampbarrière voor toepassingen in droge kruidenierswaren hebben.

Aanpak productproeven

Type verpakking:	- 4 types Paragon folies: 422, 555, 557, 559 (er zijn zakjes gemaakt met dezelfde afmetingen als de standaardverpakking en dicht geseald); - PE zak = standaardverpakking;
Hoeveelheid:	300 g muesli met noten, 375 g cornflakes (beide C-1000 huismerk)
Aantal herhalingen per type verpakking:	2 verpakkingen
Opslag condities:	kamertemperatuur, gemiddeld 75% RV
Opslag periode:	3 ½ maand (muesli), 1 ½ maand (cornflakes)
Analyses (muesli):	- RV-meting van de verpakkingen en de omgeving met RV-sensoren - gewicht van verpakkingen (muesli en folie) bij het verpakken en op het eind van de opslag periode - sensorische beoordeling op het eind van de opslag periode
Analyses (cornflakes):	- Initiële gewichtstoename - gewicht aan het eind van de opslag periode - sensorische beoordeling aan het eind van de opslag periode

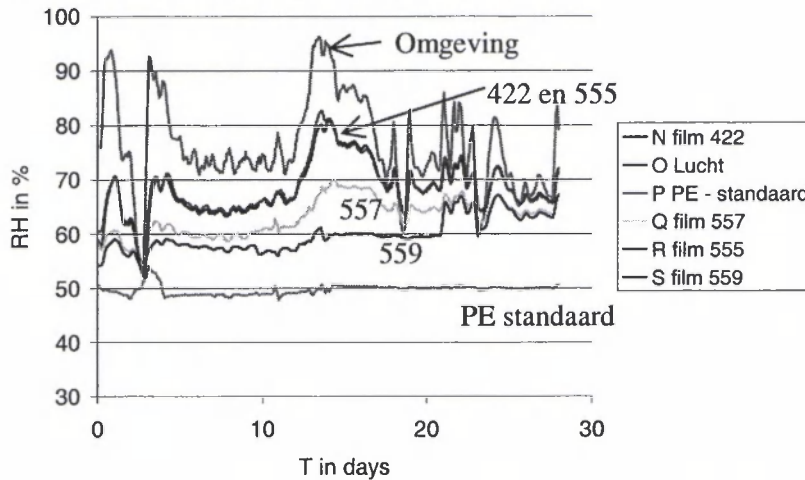
De totale hoeveelheid muesli en cornflakes is in één keer gekocht zodat het product hetzelfde T.H.T (houdbaarheidsperiode) heeft. Voor de muesli proef is na het sealen een klein gat in de zak gemaakt waardoor de RV-sensor in de verpakking is geplaatst. Het gat is door middel van een silicon-kit afgedicht.



Figuur 5: Meting RV verloop in 'Cruelsli' verpakkingen.

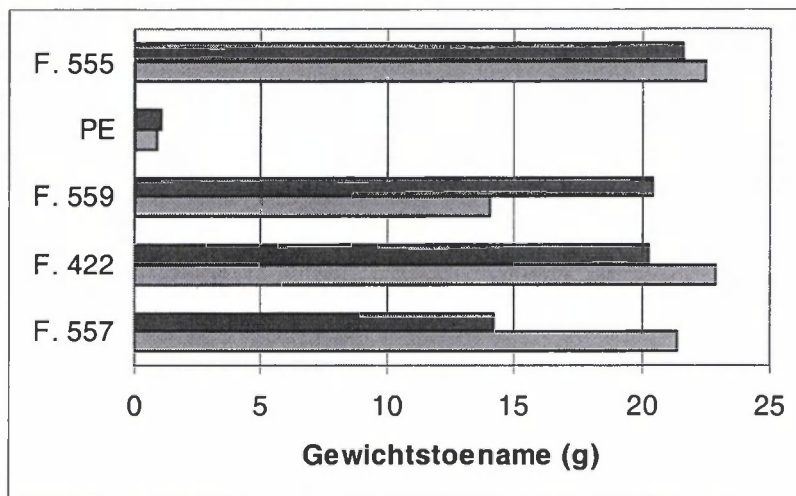
RV-metingen en gewichtsverandering Muesli

Figuur 6 laat zien dat de RV in de standaardverpakkingen constant blijft. Hier wordt de RV in de verpakking niet beïnvloed door de RV van de omgeving. T.o.v. deze PE-folie, zijn de Paragon-folies minder in staat de waterdampwisseling tussen de verpakking en de omgeving te voorkomen. Folie 559 toont in dit opzicht het beste resultaat.



Figuur 6: Verloop van de relatieve vochtigheid in verschillende muesliverpakkingen.

Folie 422 werd in de loop van het experiment bros en scheurt erg makkelijk. Folie 422 daarom niet geschikt voor deze toepassing.



Figuur 7: Gewichtstoename muesli in verschillende verpakkingen.

Wat de gewichtsveranderingen betreft, het gewicht van de muesli verpakt in de folies 555 en 422 neemt meer dan 20 g toe (beide herhalingen). Daarentegen neemt het gewicht van de Muesli in de standaardverpakking nauwelijks toe (figuur 7). De muesli in folies 559 en 557 lijkt minder vocht op te nemen dan het geval is bij folies 555 en 422 (het feit dat de kartonpakken waaraan de RV-sensor hangt niet dicht kunnen is de oorzaak van het verschil tussen de herhalingen). Deze resultaten komen overeen met de sensorische beoordeling. Het opnemen van vocht is de oorzaak van het kwaliteitsverlies.

De folies zelf nemen niet in gewicht toe. Uitzondering hierbij is folie 422 (neemt een half gram in gewicht toe).

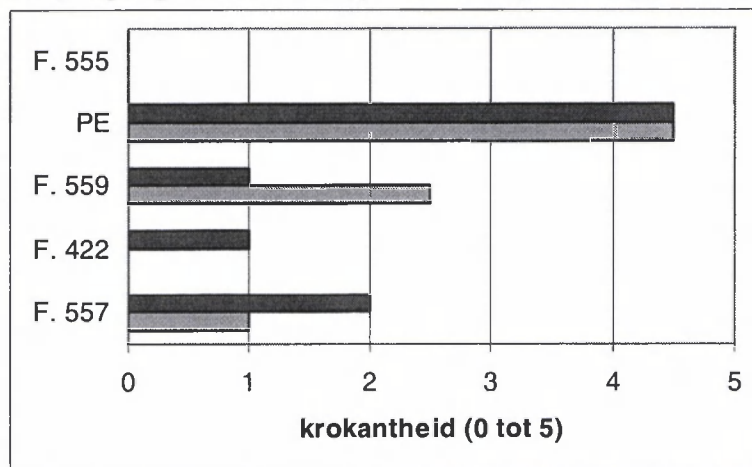
Sensorische beoordeling Muesli

Bij het openen van de Paragon verpakkingen bleek dat de kwaliteit van de muesli duidelijk onder de acceptatiegrens lag. Aangezien de productveiligheid niet kon worden gegarandeerd is het besloten om een minder uitgebreide sensorische beoordeling te doen.

Figuur 8 toont de resultaten van één van de beoordeelde kwaliteitsaspecten: krokantheid. De muesli verpakt met de Paragon folies verliest bijna alle krokantheid. Het verschil t.o.v. de standaardverpakkingen (een PE-folie die standaard wordt gebruikt voor het verpakken van dit type product) is erg duidelijk. De Muesli verpakt in de folies 559 en 557 is iets minder slap dan in de folies 422 en 555.

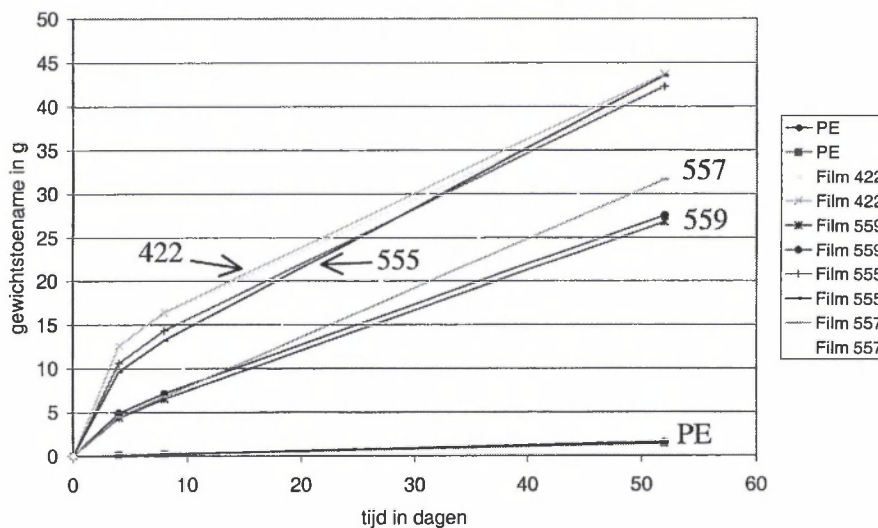
Andere resultaten van de sensorische beoordeling:

- De rozijnen van de muesli verpakt in de Paragon folies zijn zacht geworden en tonen een witte, korrelige aanslag op het oppervlak; De rozijnen in folie 557 en 559 leken iets beter dan in de andere folies.
- De muesli is vrij klonterig, in het bijzonder die in de verpakking met folie 422.
- Er zijn geurafwijkingen gevonden, namelijk muff en de geur van gefermenteerde rozijnen.



Figuur 8: Krokantheid van het product (muesli) na afloop van de opslag periode.

Gewichtsverloop cornflakes



Figuur 9: Gewichtstoename cornflakes en zak.

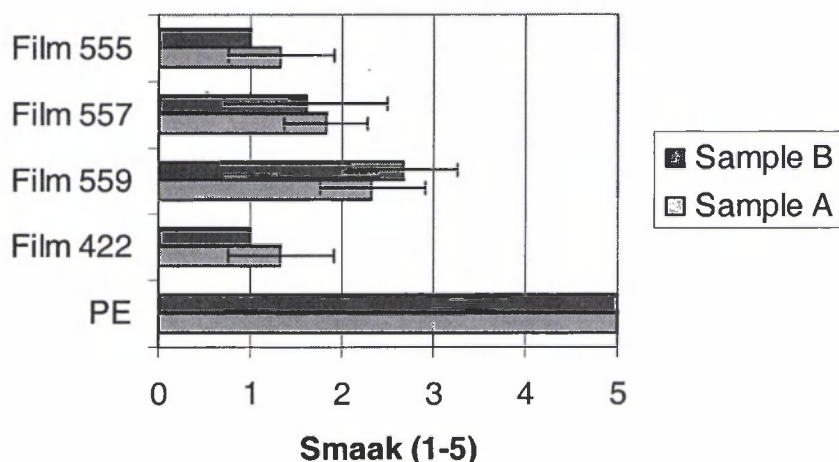
In figuur 9 is de gewichtstoename (incl. zak) tegen de tijd uitgezet. Opvallend is de – in vergelijking met de standaard PE verpakking – duidelijke gewichtstoename al in de eerste dagen. De in Paragon® films verpakte cornflakes nemen tussen de 17 (film 559) en 30 keer (film 422 en 555) zoveel vocht op als de in PE verpakte cornflakes. De Paragon® films nemen zelf ook vocht op (film 422 gemiddeld 0.64 g, de andere films rond de 0.3 g). De vochtopname van de films is – gezien de vochtopname van het product – te verwaarlozen.

Sensorische beoordeling cornflakes

Na afloop van de opslagperiode zijn de cornflakes sensorisch beoordeeld. De beoordelingcriteria waren

- Geur bij openen van de verpakking (off geur: ja/nee)
- Krokantheid van het product (op een schaal 1 – 5 : 1 slap, 5 krokant; 3: net nog acceptabel)
- Smaak van het product (op een schaal 1 – 5: 1 slecht, 5 goed; 3 net nog acceptabel)

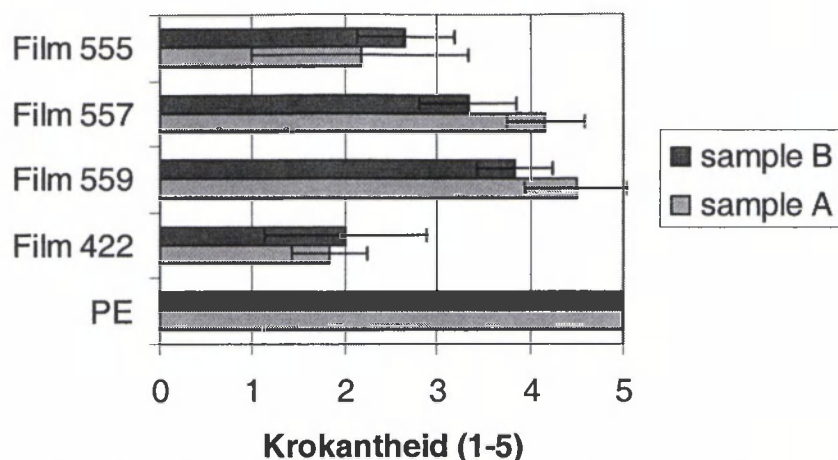
Bij het openen van de verpakking waren alleen maar nog de in de standaardverpakking (PE) verpakte cornflakes nog acceptabel (zoete geur, vergelijkbaar met Belgische wafels). De in de Paragon® films verpakte cornflakes werden doorgaans als 'muf', niet zoet, en naar 'oude cornflakes' of 'oud brood' ruikend en dus voor de consument als niet meer acceptabel beoordeeld. Bij de geurtesten scoorden de cornflakes verpakt in folie 559 iets beter dan de rest.



Figuur 10: Smaakbeoordeling van de in de Paragon® films en in de PE standaardverpakking verpakte cornflakes.

De smaakbeoordeling van de cornflakes levert een resultaat op, dat vergelijkbaar is met de geurbeoordeling (zie figuur 10) : de cornflakes uit de PE verpakking scoren nog goed, de cornflakes die in de Paragon® films waren verpakt scoren alle slechter dan 3 (net nog acceptabel), waarbij wederom de cornflakes verpakt in film 559 nog het best scoren.

Qua krokantheid scoorden cornflakes verpakt in de films 557 en 559 nog redelijk goed; het product verpakt in film 555 en 422 was al niet meer acceptabel. Voor film 422 is op te merken, dat de zakjes op meerdere plekken scheurden omdat de film 422 te bros was.



Figuur 11: Beoordeling van de krokantheid van de in Paragon® films en in de PE standaardverpakking verpakte cornflakes.

Uiterlijk en 'openability' van de verpakkingen

Een verpakking dient ook ter communicatie met de klant. Een krokant of vers product wordt daarom vaak in een knisperende verpakking verpakt. De onderzochte Paragon films waren eerder een 'rubberachtig' (behalve film 422, die te bros was).

De sealnaad van film 555 was makkelijk te openen. Verpakkingen gemaakt uit films 557 en 559 waren moeilijk te openen: de films delamineerden voordat de sealnaad open trok. Film 422 was bros, bijna papierachtig.

Conclusies

De resultaten van de producttesten zijn duidelijk. Paragon® films zijn niet geschikt voor het verpakken van droge kruidenierswaren zoals muesli of cornflakes: de waterdampdoorlaatbaarheid van de films is te hoog, en als gevolg daarvan neemt het product te veel vocht op. Er zijn wel trends in de kwaliteitsachteruitgang van het verpakte product te zien: product verpakt in films 555 en 422 scoorde uiterst slecht, en product verpakt in films 557 en 559 iets beter. Dit correleert goed met de waterdampdoorlaatbaarheden van deze films: film 555 is de meest doorlatende film, en film 422 scheurde in alle verpakkingsproeven (en was daarom niet meer dicht). Gezien de lange houdbaarheid van het product (cornflakes zijn bijvoorbeeld ruim een jaar houdbaar; de in Paragon® films verpakte cornflakes waren al na 1 ½ maanden niet meer acceptabel) moet de WDD van de Paragon® films duidelijk worden verhoogd.

4.5.2 Bakkerijwaren: broodjes

Productinformatie

Voor de sensorische kwaliteit van broodjes ('krokantheid') is de vochthuishouding belangrijk: tijdens het bakproces wordt de korst van het brood krokant, waarbij de binnenkant van het brood nog zacht blijft. Tijdens het bewaren van brood moet worden voorkomen, dat het brood te snel uitdroogt; tegelijkertijd moet een 'juiste' hoeveelheid vocht uit de verpakking worden afgevoerd, om te voorkomen, dat de korst te veel vocht opneemt en slap wordt. Op 'lange' termijn (een aantal dagen) zal zich – onafhankelijk van de verpakking - altijd een evenwicht tussen vocht in de korst en vocht in de binnenkant van de broodjes instellen: de broodjes drogen of uit (b.v. onverpakt onder droge condities), of ze worden slap (verpakt onder vochtige condities). De vraagstelling is of een Paragon film met de juiste waterdampdoorlaatbaarheid dit proces kan vertragen.

Aanpak productproeven

Type verpakking:	- 3 types Paragon folies: 378, 542, 544 (er zijn zakjes gemaakt met dezelfde afmetingen als de standaardverpakking en met een metalen sluiting dicht gedaan); - Geperforeerde OPP zakjes (met een metaal sluiting dicht gedaan) = standaardverpakking; - Onverpakt
Hoeveelheid:	4 broodjes per verpakking
Aantal herhalingen per type verpakking:	7 verpakkingen
Opslag condities:	kamertemperatuur, gemiddeld 80% RV
Opslag periode:	4 dagen
Analyses:	- RV-meting van de verpakkingen en de omgeving met RV-sensoren - gewicht van verpakkingen bij het verpakken en bij iedere sensorische beoordeling - sensorische beoordeling
Sensorische beoordeling:	iedere dag

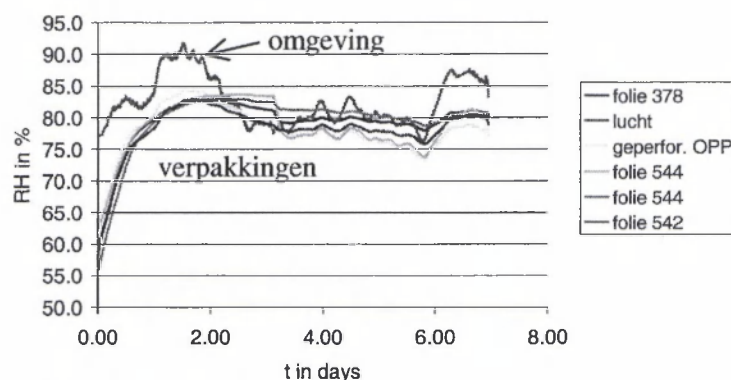
De broodjes zijn direct na het bakken opgehaald bij een lokale bakker. Op het ATO zijn ze onmiddellijk verpakt (figuur 12). De broodjes waren ondertussen redelijk afgekoeld.



Figuur 12: Verpakken verse broodjes

RV-metigen en gewichtsverandering

Voor de verschillende verpakkingen is geen significant verschil tussen het verloop van de RV te herkennen. In eerste instantie neemt het gewicht van het brood toe door absorptie van water vanuit de lucht in de head-space. De RV in de verpakking neemt echter toe (figuur 13). De hoge waterdoorlaatbaarheid van de folies en de hoge RV in de omgeving (bewaarcel) is de verklaring hiervoor. Na 2 ½ dag begint het brood gewicht te verliezen. Tegelijkertijd neemt de RV van de omgeving (bewaarcel) af. De RV in de verpakking is (vanwege de goede waterdampdoorlaatbaarheid) sterk beïnvloed door de RV in de lucht van de bewaarcel. De gewichtsveranderingen zijn daarom ook zeer sterk bepaald door de RV van de omgeving.



Figuur 13: RV-verloop in de broodjes verpakkingen

Het brood verpakt in folie 378 heeft de minste gewichtstoename na een halve dag. De kwaliteit van brood is sterk beïnvloed door de fysische toestand en overgangen van zetmeel. Water speelt hierbij een zeer belangrijke rol en het gewichtsverschil/vochtname kan een verklaring zijn voor het beter behoud van de broodkwaliteit in folie 378 (water is een weekmaker en veroorzaakt dus verlies van kroktheid).

Sensorische beoordeling

Tabel 4 geeft de beoordeelde kwaliteitsaspecten aan (en hoe deze aspecten zijn beoordeeld).

Textuur	Buitenkant	Slap/hard	Kwantitatieve beoordeling van 0 tot 5 (0 weinig en 5 veel)
		Taatheid	
		Knisperheid bij breken	
		Kroktheid van korst (mondgevoel)	
		Los laten korst bij snijden	
		Heterogeniteit	
	Binnenkant	Nat/droog	
	Zachtheid		
	Taatheid		
Smaak en geur		Smaakafwijking	Kwalitatieve beoordeling van smaak- en geurafwijkingen
		Geurafwijking	

Tabel 4: Beoordelingscriteria voor broodjes.

De broodjes zijn door 2-3 mensen beoordeeld. De resultaten hiervan zijn:

- Het brood lijkt beter en langer behouden in folie 378 dan in de andere folies/standaardverpakking/onverpakt. Het verschil is niet groot maar wel duidelijk.

Tussen de andere verpakkingen zijn er geen verschillen. In de beoordeling van de buitenkant/korst van het brood is het brood verpakt in folie 378 meer krokant/knisperig en minder taai gevonden.

- In de beoordeling van de textuur van de binnenkant zijn geen verschillen tussen de verpakkingen gevonden.
- Na 1 ½ dag was het brood verpakt in folie 378 nog acceptabel. Daarentegen was het brood in de andere verpakkingen op dit tijdstip niet meer acceptabel.
- Na 2 ½ dag was het brood in alle typen verpakkingen niet meer acceptabel. De broodjes waren van binnen erg hard en de korst was erg slap geworden.
- Er zijn geen smaak- of geurafwijkingen gevonden.
- Er is geen condens op de verpakking waargenomen.

Conclusies

Er is wel een positief effect van de verpakkingfilm op de productkwaliteit te zien: broodjes verpakt in film 378 worden in de eerste 1 ½ dag beter beoordeeld dan broodjes verpakt in de overige folies. Echter, het is moeilijk aan te geven waarom folie 378 beter scoort: indien de waterdampdoorlaatbaarheid een belangrijke rol in het kwaliteitsbehoud speelt, moet er een verschil in het verloop van de RVs te zien zijn. Dit is niet het geval.

Concluderend kan worden gezegd, dat film 378 wel een duidelijk positief effect op de sensorische kwaliteit van het product heeft, maar dat verouderingsprocessen van brood ingewikkelde processen zijn, die niet alleen van één parameter (b.v. de WDD en de RV binnen de verpakking) afhangen.

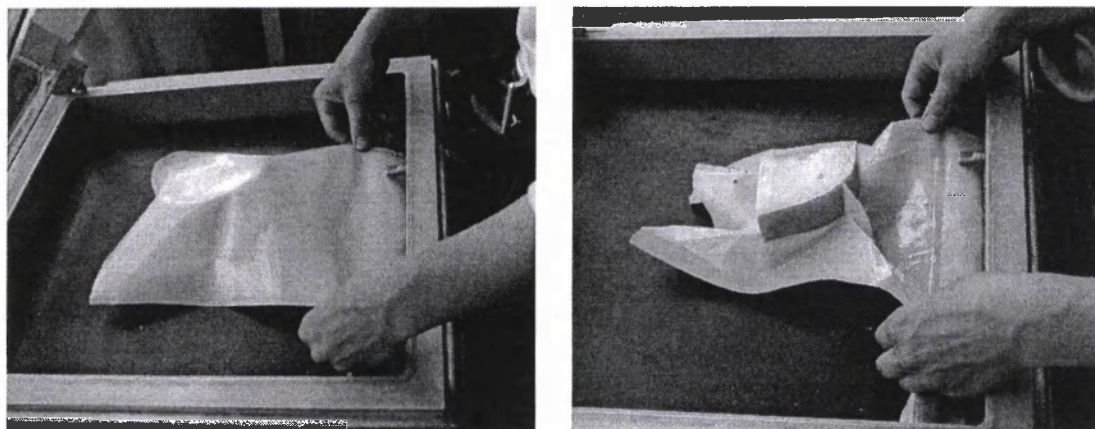
4.5.3 Kaas

Productinformatie

'Harde' kaas zoals Gouda of Leerdammer kan bederven door schimmelgroei of vetoxidatie (ranzigheid). Door het vacuümverpakken wordt de verpakking de zuurstof onttrokken (restzuurstof in de verpakking kan door de ademhalingsactiviteit van bacteriën worden omgezet in CO₂). Zonder zuurstof wordt vetoxidatie en schimmelgroei geremd; vacuümverpakte kaas heeft een houdbaarheid van ruim drie maanden. De vacuümverpakking zorgt verder voor een vochtbarrière: de kaas droogt niet uit.

Testen van Paragon® films op een vacuümverpakking machine

Voor het begin van de productproeven met vacuümverpakte kaas zijn testen met folies 555, 557, en 422 op een vacuümverpakking machine uitgevoerd. Doel van de initiële experimenten was te testen of deze films het verpakkingsproces zonder schade kunnen doorstaan. Met films 555 en 557 zijn er geen problemen opgetreden. Film 422 was te bros: langs scherpe vouwlijnen zijn scheurtjes ontstaan, waardoor binnen enkele minuten het aangebrachte vacuüm verbroken werd. De verpakkingsproeven met kaas zijn dus met Paragon® films 555 en 557 uitgevoerd.



Figuur 14: Vacuümverpakken van kaas met Paragon® films.

Gedurende de opslag (10 weken) zijn slechts 2 van de 54 Paragon® verpakkingen lek geraakt (waarbij een verpakking vanaf het begin niet goed geseald was); er kan worden geconcludeerd, dat films 555 en 557 vanuit hun mechanische eigenschappen voor vacuümverpakkingen geschikt zijn.

Aanpak productproeven

Type verpakking:	- 2 types Paragon folies: 555, 557 (vacuümverpakt); - PE-PA (polyethyleen – nylon) laminaat = standaardverpakking (vacuümverpakt);
Hoeveelheid:	400 g (Gouda)
Aantal herhalingen per type verpakking:	3 verpakkingen
Opslag condities:	5°C
Opslag periode:	10 weken
Analyses:	- gewicht van verpakkingen (kaas en folie) bij het verpakken en bij iedere beoordeling - sensorische beoordeling
Sensorische beoordeling:	na 3, 5, 7, 8.5 en 10 weken

Twee kazen zijn bij een lokale kaasboer gekocht en in stukken gesneden (even grote stukken). Alle stukken zijn goed gemengd zodat er geen invloed was van de initiële kaaskwaliteit op de resultaten.

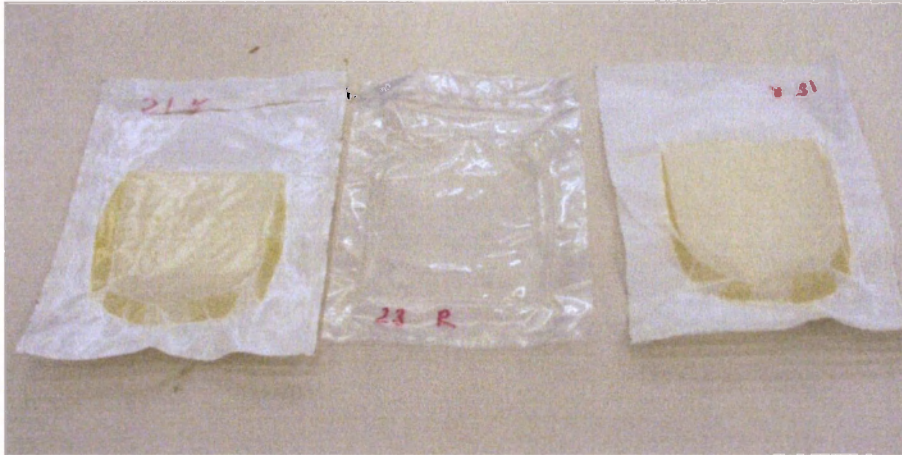
Sensorische beoordeling

De volgende parameters zijn kwalitatief beoordeeld door 3 mensen:

- Kleur van de zuivel en van de korst en eventuele kleur afwijkingen
- Schimmelgroei
- Geur en geurafwijkingen
- Geur bij het openen van de verpakking

Sensorische beoordeling 1 (na 3 weken):

- In de blinde beoordeling van de zuivelkleur zijn er duidelijk 2 kleuren te onderscheiden: een wat gelere en een wat rodere kleur. De beoordeelde kleur, geler of roder, komt overeen met de kaas waaruit het stuk was gesneden. Het kleurverschil is veroorzaakt door de verschillen in de kaas zelf en niet door het type verpakking.
- Zowel in de zuivel als in de korst zijn er geen kleurafwijkingen gevonden.
- In de kaas verpakt in folie 555 zijn er geen geurafwijkingen gevonden. Bij het openen van de verpakking is er een neutrale geur, dus ook geen sterke kaasgeur. De kaas verpakt in folie 557 is iets ranzig bevonden en bij het openen van de verpakking is er een lichte geurafwijking te onderscheiden die moeilijk te beschrijven is. Bij het openen van de standaardverpakkingen is er tevens een lichte geurafwijking gevonden (plastic/weekmaker geur) en ruikt de kaas iets oud.
- Paragon folies nemen kleur van kaas/korst op (figuur 15).
- Er is geen schimmelgroei.



Figuur 15: Migratie van kleur naar de films 555 en 557.

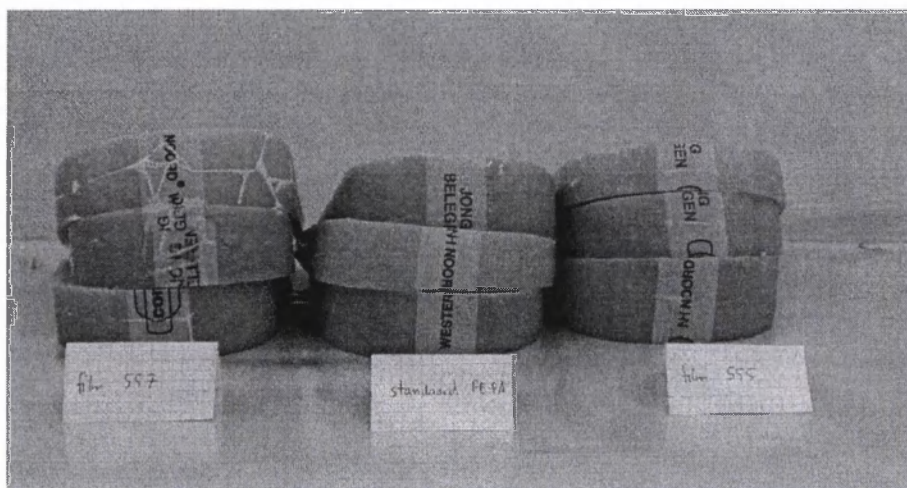
Sensorische beoordeling 2 (na 5 weken):

- In alle verpakkingen is er schimmelgroei op de korst (op de plaatsen waar vouwen in de folie zaten). De kaas in de standaardverpakking lijkt iets minder schimmel te hebben.
- De kaas ruikt al oud (standaardverpakking iets minder dan de Paragon verpakkingen); Geur bij openen van de verpakking is dezelfde als in de eerste beoordeling: folie 555 neutrale geur; folie 557 en standaard folie geurafwijking.
- Wat kleur en kleurafwijkingen betreft zijn er geen extra opmerkingen dan wat in de eerste beoordeling gevonden is.

- De Paragon films beginnen langs de vouwlijnen te delamineren. Een meting van de O₂ doorlaatbaarheid van de gedelamineerde film 557 levert echter geen extreem verhoogde doorlaatbaarheid op; de gedelamineerde films zijn niet 'lek'.

Sensorische beoordeling 3 (na 7 weken):

- De invloed van de folie op de kaasqualiteit is op dit beoordelingsmoment vrij duidelijk.
- De kaas verpakt in de Paragon folies toont meer schimmelgroei dan de kaas verpakt in de standaard folie (figuur 16). Hoofdzakelijk groeit de schimmel op de vouwlijnen en het is duidelijk toegenomen t.o.v. het vorige beoordelingsmoment. Tevens groeit schimmel op de paragon-folies (buitenkant van de verpakking).
- Op basis van de geur (bij het openen van de verpakking) is het mogelijk om de verschillende type verpakkingen te onderscheiden. In de verpakking met de standaard folie en met folie 557 is er een geurafwijking gevonden bij het openen van de verpakking. De verpakking met folie 555 heeft een neutrale geur. Deze geurafwijkingen zijn niet terug te vinden in de kaas. Wat de geur van de kaas zelf betreft, de kaas verpakt in de Paragon folie ruikt duidelijk minder romig. De typische kaasgeur wordt beter behouden in de standaardverpakking dan in de Paragon verpakkingen.
- Wat kleur en kleurafwijkingen betreft zijn er geen andere opmerkingen dan wat in de eerste beoordeling gevonden is.



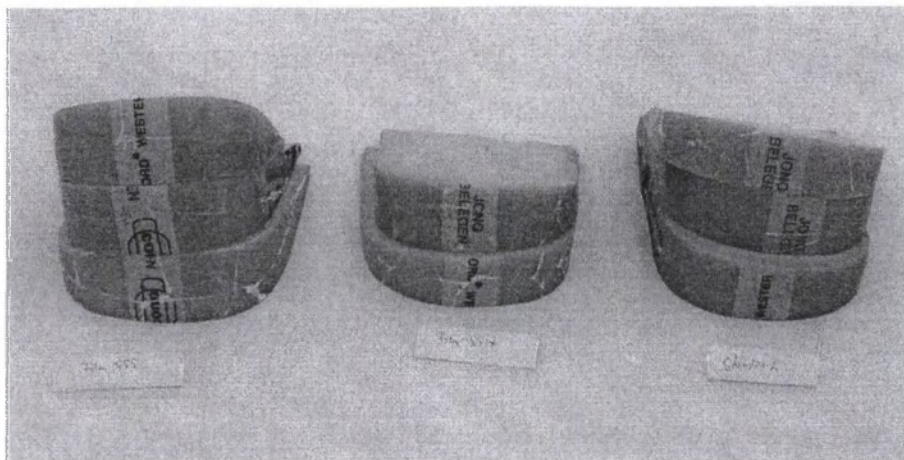
Figuur 16: Schimmelgroei op de kaaskorst na 7 weken bewaarduur. Links: film 557, midden: PE-PA standaardverpakking, rechts: film 555.

Sensorische beoordeling 4 (na 8 ½ weken):

- In deze beoordeling is de schimmelgroei in de standaardverpakking meer geworden waardoor de verschillen met de Paragon folies kleiner zijn geworden (figuur 17). Daarnaast is de hoeveelheid schimmelgroei op de Paragon-folies zelf nog meer geworden dan bij het vorige inspectiemoment.
- Er zijn geen significante verschillen in de beoordeling van de kleur en geur van de kaas t.o.v. het vorige beoordelingsmoment.

Visuele beoordeling verpakkingen na 3 ½ maand

- Na overschrijden van de gewenste houdbaarheid van drie maanden beginnen de Paragon films 555 en 557 langs de gedelamineerde vouwlijnen af te breken en te scheuren. De verpakkingen raken lek.



Figuur 17: Schimmelgroei op de kaaskorst na 8 ½ weken bewaarduur. Links: film 555, midden: film 557, rechts: PE-PA standaardverpakking.

Gewichtsverandering

In alle verpakkingen is er een klein gewichtsverlies gemeten dat verwaarloosbaar is (maximaal 0.75% van het totale kaasgewicht). Gezien de hoge relatieve vochtigheid in de bewaarcel zijn ook geen duidelijke gewichtsverliezen te verwachten. Voor een opslag van de kaas onder droge condities kan de hogere WDD van de Paragon films (vergeleken met de standaard film) wel een negatieve effect op het gewichtsverlies van het product hebben.

Conclusies

De resultaten van de verpakkingproeven met kaas tonen aan, dat Paragon® films kans maken, een vervanger voor PE-PA laminaten te zijn:

- De films 555 en 557 kunnen worden gebruikt op een vacuümverpakkingsmachine;
- De O₂ doorlaatbaarheid van de Paragon® films ligt in de buurt van de PE-PA standaard verpakking. Onder vochtige condities is de doorlaatbaarheid van film 555 en 557 nog om een factor 2-3 hoger dan de permeabiliteit van de standaard film.
- Schimmelgroei zet bij alle verpakkingen (incl. standaardverpakking) op hetzelfde tijdstip in. De hogere doorlaatbaarheid van de Paragon® films kan het snellere uitgroeien van de schimmel op de korst en de geurafwijkingen van de kaas verklaren. Kaas verpakt in de standaardverpakking rook aan het eind van de bewaarperiode romiger.
- Voor de sterkere schimmelaantasting in de Paragon® films kan ook een alternatieve verklaring worden aangeboden: de schimmelaantasting werd visueel beoordeeld (een grotere oppervlak, die door schimmel aangetast is, wordt als hogere schimmelaantasting geïnterpreteerd). Schimmelgroei ontstond vooral langs de vouwlijnen van de films. Omdat Paragon® films duidelijk minder flexibel dan de PE-PA film waren, zijn hun vouwlijnen iets breder; als gevolg kan de schimmel op een grotere oppervlak groeien.

Voor een met de PE-PA laminaten vergelijkbare prestatie van de Paragon® films moeten volgende verbeteringen worden aangebracht:

- De O₂ barrière moet worden verdubbeld.
- De hechting van de laminaatlagen moet worden verbeterd om de delaminatie langs de vouwlijnen te voorkomen. Verder moet worden voorkomen, dat afbraakprocessen al aan het eind van de maximale opslagperiode beginnen.
- Een flexibeler film kan eventueel de schimmelgroei onder de vouwlijnen verminderen.
- Migratie van stoffen uit de film naar het product (en vice versa) moet worden onderzocht. De migratie van kleurstoffen naar de film leidt op dit moment tot een verkleuring van de films. Een migratieonderzoek is in ieder geval voor ieder nieuw verpakkingsmateriaal vereist.

4.5.4 Groenten & fruit: Broccoli

Productinformatie

Broccoli is een groente met een hoge ademhalingsactiviteit. De geelverkleuring en dus de houdbaarheid van broccoli worden in sterke mate verlengd door toepassing van de juiste MA-verpakking. Een bijkomend voordeel van de verpakking is dat het vochtverlies wordt geremd. Broccoli wordt namelijk zeer snel slap. Uit onderzoek is naar voren gekomen dat een microgeperforeerde OPP-folie met een permeabiliteit van $\pm 20.000 \text{ ml/m}^2 \cdot \text{dag} \cdot \text{bar}$ (OPP-PA190) voor zowel O_2 als CO_2 de geelverkleuring goed remt en veilig is; tot en met een temperatuur van 18°C ontstaat geen zuurstofgebrek met als gevolg fermentatie. De zeer vochtige omstandigheden in de verpakking (druppels door condens) stimuleren echter de bruinverkleuring van de snijvlakken.

Uit de lage gemeten waarden van de permeabiliteit van de Paragon folies 541 en 378 kan worden geconcludeerd dat de folies niet geschikt zijn voor toepassing bij broccoli, tenzij microperforaties worden aangebracht (permeabiliteit verhogen). De hoge waterdampdoorlaatbaarheid zou mogelijk een positief effect kunnen hebben op de verkleuring van de snijvlakken.

In een demonstratief experiment is na 6 dagen bewaring bij 18°C de kwaliteit vergeleken van broccoli, verpakt in OPP-PA190, in wel en niet micro-gerperforeerde Paragon film 541 en 378 en in een macro geperforeerde MA-folie (dus geen MA, maar wel een vochtbarriere).

Aanpak productproeven

Bewaarconditie: 18°C , 75% relatieve luchtvochtigheid

Bewaarduur: 6 dagen

Verpakkingsvarianten:

1. zakjes gemaakt van OPP-PA190
2. Paragon 378
3. Paragon 541
4. Paragon 378 met microperforaties (5 speldeprikgaatjes per verpakking)
5. Paragon 541 met microperforaties (5 speldeprikgaatjes per verpakking)
6. Macrogeperforeerde OPP-folie (niet MA-controle)
7. Onverpakt

Broccoli per verpakking: 400 gram

Aantal herhalingen: 4

Instrumentele metingen

- Per verpakkingsvariant is in een extra verpakking de relatieve luchtvochtigheid gemeten door middel van vocht sensoren en Grant loggers.
- Gedurende de bewaring zijn de gascondities in de verpakkingen gemeten met behulp van een micro gaschromatograaf.
- Gewichtsverliezen zijn bepaald na 6 dagen bewaring.

Kwaliteitsbepaling

- Kleur groen-geel; 7-1, waarbij 7=100% groen en 1=100% geel; 5=onacceptabel/niet verkoopbaar.
- Voetverkleuring: 0-5, waarbij 0=geen verkleuring en 5=sterke verkleuring, >2=niet acceptabel
- Slap: Wel of niet slap
- Geurafwijking: Wel of niet gefermenteerd (dit geeft een zure geur)

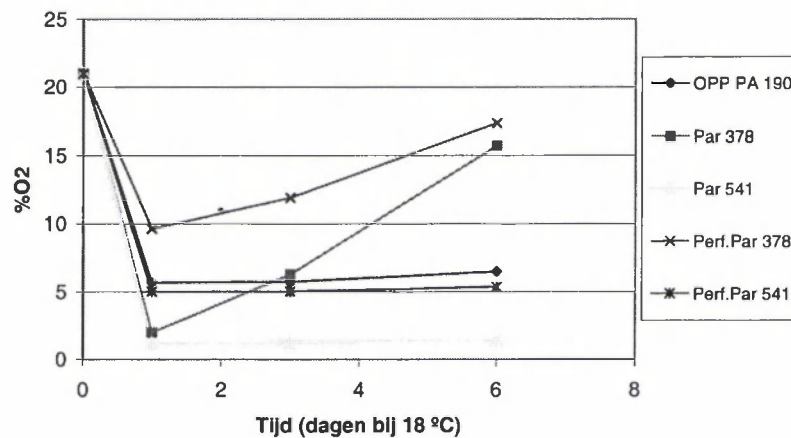
Verloop van O₂ en CO₂ concentraties en relatieve luchtvochtigheid in de verpakking

In onderstaande grafieken is het verloop van de concentraties O₂ en CO₂ in de verschillende verpakkingen weergegeven.

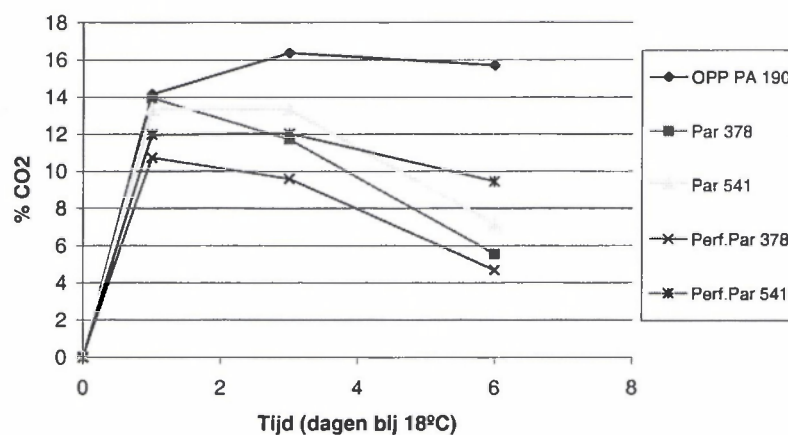
Uit de resultaten blijkt dat de doorlaatbaarheid van de Paragon folies in de tijd leek te zijn veranderd. De doorlaatbaarheid van film 378 voor O₂ werd steeds hoger (% O₂ nam sterk toe) en in veel mindere mate voor CO₂ (% CO₂ nam af). De doorlaatbaarheid van film 541 voor CO₂ nam toe in de tijd (% CO₂ werd sterk lager), maar veranderde nauwelijks voor O₂. De verandering in permeabiliteit is waarschijnlijk het gevolg van vocht. Uit de variabiliteit van de data bleek tevens dat film 378 waarschijnlijk grote variatie in permeabiliteit vertoonde (waarbij film 378 op enkele plekken begon te scheuren).

De MA-condities in de niet geperforeerde Paragon verpakkingen waren minder extreem dan verwacht, wat veroorzaakt werd door de veranderende permeabiliteit. De microgeperforeerde Paragon varianten hebben volgens de verwachting minder extreme MA-condities dan de niet microgeperforeerde Paragon varianten.

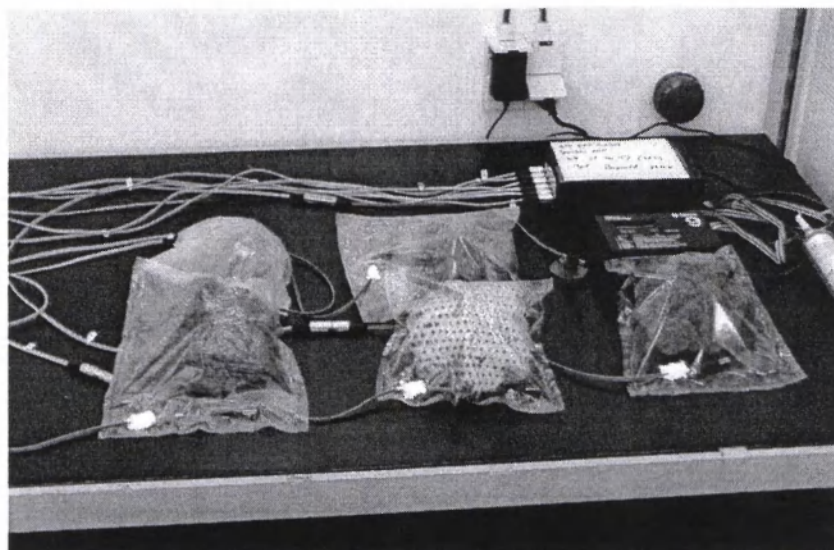
De Paragon film 541 toonde gedurende het gehele traject een veel hogere permeabiliteit voor CO₂ dan voor O₂, Film 378 vooral aan het begin van de bewaring.



Figuur 18: Verloop zuurstofconcentratie in broccoli – verpakkingen.



Figuur 19: Verloop CO₂ concentratie in broccoli – verpakkingen.



Figuur 20: Meting van de relatieve vochtigheid in broccoli verpakkingen.

Uit de metingen van de relatieve luchtvochtigheid in de verpakking bleek dat de gemeten waarden in de PA190- en de macrogeperforeerde OPP-verpakkingen wat hoger waren geweest dan in de Paragon verpakkingen.

Kwaliteit en gewichtsverlies

Beide geteste Paragon folies waren uiterlijk minder aantrekkelijk dan de OPP-PA190 folie vanwege de geringere helderheid en knisperigheid van de Paragon folies.

In tabel wordt een overzicht gegeven van de kwaliteit en het gewichtsverlies na 6 dagen bewaring bij 18°C.

	% Gew.verl	Kleur (7-1)	Snijvlak (0-5)	Geur	Slap
OPP-PA190	0.1	3	3		
P378	12.3	4.8	1.3		Slap
P541	9.2	5.6	0	Zuur	Slap
P378-microperf	12.4	3.3	1.8		Slap
P541-microperf	9.3	4.5	1.3		Slap
OPP-macroperf	5.1	1	1		
Onverpakt	35.3	1	0.8		Slap

Tabel 5: Kwaliteit en gewichtsverlies na 6 dagen bewaring bij 18°C en 75% relatieve luchtvochtigheid.

Uit de tabel blijkt dat de Paragon folies tot onacceptabel veel gewichtsverlies hebben geleid. De broccoli was na 6 dagen slap, wat bij de OPP verpakte broccoli niet het geval was. De broccoli in de Paragon verpakkingen hadden minder vochtverlies dan de onverpakte broccoli. De omstandigheden in dit experiment waren bewust ongunstig gekozen vanwege het demonstratieve karakter. Onder omstandigheden met een hoge relatieve vochtigheid van de omgeving zal de uitdroging dus minder zijn en zal de broccoli minder snel slap worden. De hogere vochtdoorlaatbaarheid van de Paragon verpakkingen had een positief effect op de verkleuring van de snijvlakken. In de Paragon verpakkingen werd ook geen condens waargenomen.

De broccoli in de Paragon verpakkingen was minder geel verkleurd dan de onverpakte broccoli en de broccoli in de macro-geperforeerde folie. De geelverkleuring werd sterker geremd naarmate de MA-conditie extremer is geweest. De microgeperforeerde Paragon verpakkingen hebben, zoals verwacht, tot meer geelverkleuring geleid dan de niet geperforeerde verpakkingen (zie ook figuur 21). Bij de Paragon folie 541 was de broccoli het minst vergeeld. Echter, de broccoli was door gebrek aan zuurstof gefermenteerd. Dit heeft ook effect gehad op de verkleuring van het snijvlak. Onder invloed van het zuurstofgebrek is de voet niet verkleurd. Vooraf was de verwachting dat ook de broccoli verpakt in de niet geperforeerde film 378 overstuur zou zijn. Dit was niet het geval vanwege de veranderde permeabiliteit.

Conclusies

- Door toepassing van de al dan niet geperforeerde Paragon folies 378 en 541 kan broccoli MA worden verpakt, wat de houdbaarheid verlengt. Ongeperforeerde film 541 kan niet worden toegepast in ongekoelde distributieketens vanwege het gevaar op een zuurstofloze situatie.
- De permeabiliteit van de Paragon folies 378 en 541 verandert in de tijd onder invloed van vocht; de permeabiliteit neemt toe.
- De Paragon folies 378 en 541 zijn selectief in permeabiliteit; de folies zijn veel meer permeabel voor CO₂ dan voor O₂.
- De Paragon folies 378 en 541 remmen bij broccoli het gewichtsverlies, maar in een omgeving met een lage relatieve luchtvochtigheid zal de broccoli snel slap worden.
- Door middel van microperforaties kan de initiële doorlaatbaarheid van Paragon folies worden gestuurd.
- De Paragon folie 378 is per oppervlakte - eenheid waarschijnlijk niet uniform in doorlaatbaarheid.
- Broccoli verpakt in film 378 en film 541 oogt niet aantrekkelijk vanwege gebrek aan helderheid en knisperigheid.
- Een Paragon verpakking voor broccoli is nog niet uitontwikkeld.



Figuur 21: Kleur van de broccoli na 6 dagen bewaring bij 18°C.

4.5.5 Groenten & fruit: Gesneden sla

Productinformatie

Gesneden sla is een zeer bederfelijk product, mede vanwege het snij- en wasproces dat het product heeft ondergaan. Gesneden sla is, mits op de juiste wijze verpakt en gekoeld enkele dagen houdbaar. Zonder verpakking en koeling is gesneden sla minder dan een dag houdbaar. In de praktijk wordt gesneden sla verpakt in een folie met een lage tot zeer lage permeabiliteit voor O₂ en CO₂. Bij het inpakken wordt actief begast om het product zo snel mogelijk bloot te stellen aan verlaagde O₂ en verhoogde CO₂ concentraties. Verlaagde O₂ en verhoogde CO₂ concentraties remmen de bruinverkleuring van de snijvlakken en de microbiële aantasting. De ademhalingsactiviteit van gesneden sla leidt tot een verdere afname van de O₂ concentratie (tot anaerobe condities zijn bereikt); tegelijkertijd neemt de CO₂ concentratie door de ademhaling en microbiële activiteit toe. Anaerobe condities en uiterst hoge CO₂ concentraties zijn problematisch: ze leiden tot anaerobe fermentatie en schade door CO₂.

In dit experiment is onderzocht in hoeverre de Paragon folies 378 en 541 toegepast kunnen worden voor het verpakken van actief begaste gesneden sla. Er bestaat de kans, dat de relatief lage O₂ permeabiliteit van de films voor een net voldoende permeatie van O₂ naar de verpakking kan zorgen, en dat de hoge CO₂ permeabiliteit de opbouw van te hoge CO₂ concentraties (en dus CO₂ schade) kan voorkomen. De hoge waterdamp doorlaatbaarheid zou mogelijk de kans op rot kunnen verminderen.

Aanpak productproeven

Bewaarconditie:	8°C
Bewaarduur:	5 dagen
Verpakkingsvarianten:	1. zakjes gemaakt van PET
	2. Paragon 378
	3. Paragon 541
	4. Macrogereperforeerde OPP-folie (niet MA-controle)
Actieve begassing:	10% O ₂ -10%CO ₂
Sla per verpakking:	200 gram
Aantal herhalingen:	4

De actieve begassing is uitgevoerd door via een aangebracht slangetje de lucht uit de verpakking met sla te zuigen en vervolgens te vullen met een 10-10 gasmengsel. Deze procedure is per verpakking 1 maal herhaald.

Instrumentele metingen

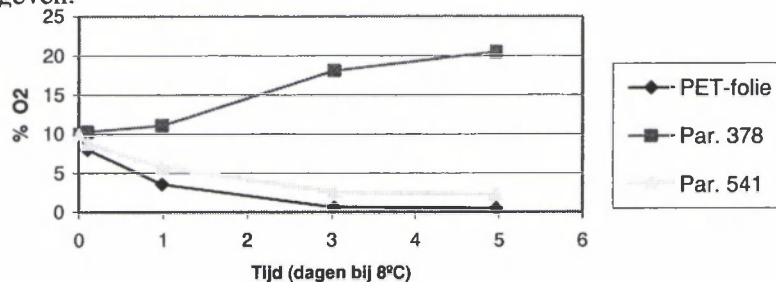
- Per verpakkingsvariant is in een extra verpakking de relatieve luchtvochtigheid gemeten door middel van vochtsensoren en Grant loggers.
- Gedurende de bewaring zijn de gascondities in de verpakkingen gemeten met behulp van een micro gaschromatograaf.
- Gewichtsverliezen zijn bepaald na de bewaring.

Kwaliteitsbepaling

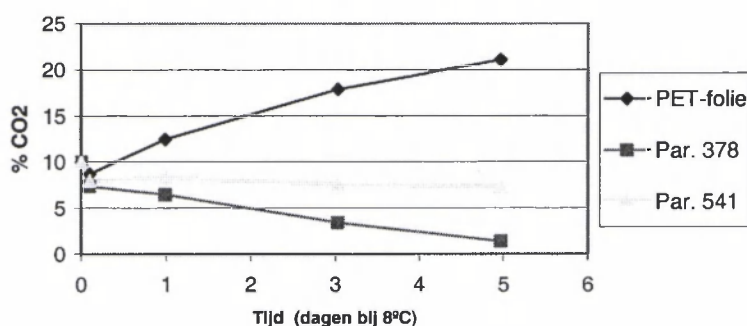
- Bruinverkleuring: 0-5, waarbij 0=geen verkleuring en 5=sterke verkleuring; >2=onacceptabel/niet verkoopbaar.
- Rot : 0-5, waarbij 0=geen rot en 5=veel rot, >2=onvoldoende
- Slap: 0=niet slap, 5=erg slap, >2=onvoldoende
- Geurafwijking: wel of niet gefermenteerde (dit geeft een zure geur)
- Acceptabiliteit: Wel of niet acceptabel

Verloop concentraties O₂ en CO₂ en relatieve luchtvochtigheid in de verpakking

In onderstaande grafieken is het verloop van de concentratie O₂ en CO₂ in de verpakkingen weergegeven.



Figuur 22: Verloop concentraties O₂ in de verpakkingen bij 8°C.



Figuur 23: Verloop concentraties CO₂ in de verpakkingen bij 8°C.

Uit de resultaten blijkt dat de doorlaatbaarheid van de Paragon folie 378 in de tijd leek te veranderen. De doorlaatbaarheid van 378 voor O₂ werd steeds hoger (% O₂ nam sterk toe) en ook voor CO₂ (% CO₂ nam af). Een verklaring voor de veranderende permeabiliteit is het effect van vocht op de doorlaatbaarheid, structuur, en mechanische stabiliteit folie 378. Film 541 leidt (door de hoge selectiviteit) tot een stabiele CO₂ concentratie en een lage, maar niet anaerobe O₂ concentratie. In vergelijking tot de PET-verpakkingen was de doorlaatbaarheid van de Paragon folies veel hoger.

De veranderende permeabiliteit of the selectiviteit zou kunnen worden uitgebuit. Eerst realisatie van een kortstondige extreme MA-conditie, die vervolgens langzaam afzwakt of gelijk blijft voordat fermentatie ontstaat. In de PET-verpakking onstond in dit experiment binnen 3 dagen een anaerobe situatie.

Uit de meetwaarden van de relatieve luchtvochtigheid in de verpakkingen bleek dat de relatieve luchtvochtigheid in de 3 verpakkingstypen erg hoog was. Dit is niet vreemd, want de voelers lagen in de verpakking tussen de natte gesneden sla.

Kwaliteit en gewichtsverlies

Het uiterlijk van de Paragon zakjes was minder aantrekkelijk dan de PET verpakking, vanwege de geringere helderheid en knisperigheid van de Paragon folies.

In tabel wordt een overzicht gegeven van de kwaliteit en het gewichtsverlies na 5 dagen bewaring bij 8°C.

	% Gew.verl	Bruinv. (0-5)	Rot (0-5)	Geur	Slap/nat (0-5)	Acceptabel
PET	0	0.8	0	Iets zuur	2.8	Nee
P378	12.8	5	1	Goed	2	Nee
P541	10.7	3	0.5	Oud	1.5	Nee
Macroperf	3.1	5	3.4	Muf/rot	2	Nee

Tabel 6: Kwaliteit en gewichtsverlies na 5 dagen bewaring bij 8°C.

Uit de tabel blijkt dat de Paragon folies tot meer gewichtsverlies hebben geleid dan de PET-verpakking en de macro-geperforeerde verpakking, net als bij de broccoli. De Paragon verpakkingen remden de bruinverkleuring en rot ten opzichte van de macro - geperforeerde controle. De bruinverkleuring werd sterker geremd naarmate de O₂-concentratie lager was. Bij de PET-folie was de sla het minst verkleurd. Echter de sla was door zuurstof gebrek aan het fermenteren (zure geur). Bij film 541 bleef de O₂-concentratie boven de fermentatiegrens, terwijl de concentratie O₂ wel laag was. Rot werd geremd door CO₂. Bij de PET-folie werd de CO₂-concentratie zeer hoog. Bij film 378 daalde CO₂ gedurende de bewaring sterk, maar bij film 541 minder. De in film 541 verpakte sla vertoonde daarom minder rot dan de in film 378 verpakte sla.

Sla wordt niet alleen slap vanwege gewichtsverlies. Wanneer de sla gaat verouderen en de celwanden stuk gaan voelt de sla niet meer knisperig, maar wordt eerst nat en vervolgens slijmerig. De in PET verpakte sla zag er welliswaar nog redelijk uit, maar de sla was onder invloed van de te extreme gasconditie al nat en bijna slijmerig (slap/nat=2.8).

De kwaliteit van de sla was in geen van de verpakkingstypen na 5 dagen bij 8°C nog acceptabel. Wanneer een dag eerder zou zijn beoordeeld was de sla in de PET-verpakking waarschijnlijk nog van acceptabele kwaliteit geweest.

Conclusies

- De Paragon folies 541 en 378 hebben een positief effect op de kwaliteit ten opzichte van de macro-geperforeerde controle, maar scoren minder hoog dan de meer gangbare PET-verpakking.
- De permeabiliteit van de Paragon folie 378 verandert in de tijd, waarschijnlijk onder invloed van vocht, wanneer toegepast bij gesneden sla.
- Film 541 maakt een combinatie van laag O₂ en aanzienlijk verhoogd CO₂ mogelijk. De combinatie van actief begassen en een zich wijzigende permeabiliteit zou in een dergelijke toepassing perspectief kunnen bieden. Dit dient nader te worden onderzocht.
- Gesneden sla verpakt in de Paragon folies 541 en 378 oogt niet aantrekkelijk vanwege gebrek aan helderheid en knisperigheid.
- De Paragon folies zijn nog niet uitontwikkeld voor toepassing bij gesneden sla.



Figuur 24: Kwaliteit van de sla in de P378-verpakking na 5 dagen bewaring bij 8°C*.



Figuur 25: Kwaliteit van de sla in de P541-verpakking na 5 dagen bewaring bij 8°C*.

* De bakjes, waarin de sla is gepresenteerd voor de foto zijn niet gebruikt tijdens het experiment. Alle sla is los verpakt in zakjes. De sla in de bakjes is afkomstig uit een zakje om het uiterlijk voor de foto zichtbaar te maken.

4.5.6 Groenten & fruit: Fruitsalade

Productinformatie

Fruitsalades zijn zeer bederfelijk. In de praktijk worden fruitsalades doorgaans verpakt in een bakje met een top-gesalde folie met een lage permeabiliteit. Veelal wordt bij het sealen door middel van begassen actief een gasconditie opgelegd om micro - organismen zo snel mogelijk te remmen en om verkleuringen tegen te gaan. Het risico op geur- en/of smaakafwijkingen als gevolg van anaërobe omstandigheden is echter groot.

In dit experiment is onderzocht in hoeverre de Paragon folies 378, 541, 555 en 557 toegepast kunnen worden voor het verpakken van actief begaste gesneden fruitsalades.

Aanpak productproeven

Bewaarconditie: 8 °C
Bewaarduur: 5 dagen

- Verpakkingsvarianten: 1. Bakje met PET-topseal
 2. Bakje in zakje Paragon 378
 3. Bakje in zakje Paragon 541
 4. Bakje in zakje Paragon 555
 5. Bakje in zakje Paragon 557
 6. Bakje in zakje macrogeperforeerde folie (niet MA-controle)
- Actieve begassing: 2% O₂-20%CO₂
 Fruit per verpakking: 250 gram
 Soorten fruit: Druif, stukjes aardbei, stukjes kiwi, stukjes meloen, stukjes appel en blauwe bessen.
 Aantal herhalingen: 4

De actieve begassing is uitgevoerd door via een aangebracht slangetje de lucht uit de verpakking met sla te zuigen en vervolgens te vullen met een 2% O₂ -20 % CO₂ gasmengsel. Deze procedure is per verpakking 1 maal herhaald.

Instrumentele metingen

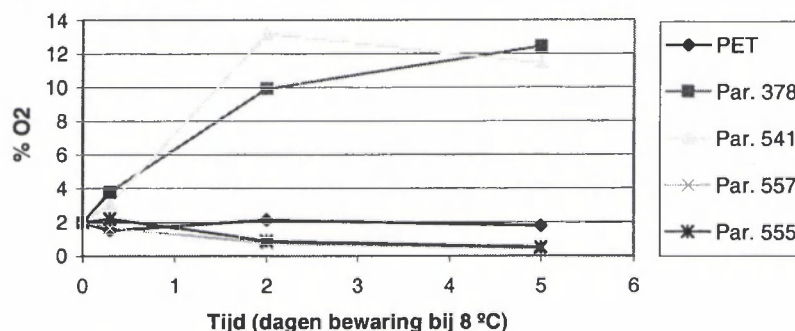
- Per verpakkingsvariant is in een extra verpakking de relatieve luchtvochtigheid gemeten door middel van vocht sensoren en Grant loggers.
- Gedurende de bewaring zijn de gascondities in de verpakkingen gemeten met behulp van een micro gaschromatograaf.
- De gewichtsverliezen zijn bepaald na de bewaring.

Kwaliteitsbepaling

- Bruinverkleuring: 0-5, waarbij 0=geen verkleuring en 5=sterke verkleuring;>2=onacceptabel/niet verkoopbaar.
- Drip/vocht: 0-5, waarbij 0=geen vocht, 5=veel vocht
- Geurafwijking: wel of niet alcoholische geur of andere afwijking

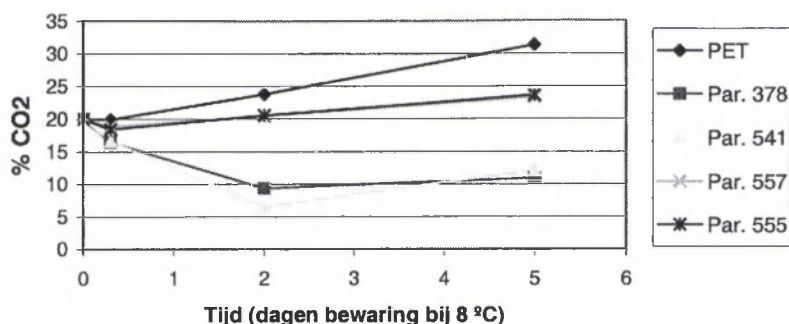
Verloop concentraties O₂ en CO₂ en relatieve luchtvochtigheid in de verpakking

Onderstaande grafieken geven een overzicht van het gemiddelde verloop van de concentraties O₂ en CO₂ in de verpakkingen.



Figuur 26: Verloop concentratie O₂ in de verpakkingen bij 8°C

Uit de grafieken blijkt dat de Paragon folies 378 en 541 in dit experiment gelijk aan elkaar presteerden. Het verloop van de gasconcentraties is voor beide folies ongeveer gelijk geweest. In de experimenten met broccoli en sla was dat niet het geval, vooral niet voor wat betreft O₂. De permeabiliteit voor O₂ en CO₂ lijkt in de tijd nauwelijks te veranderen voor de folies 541 en 378. Wellicht heeft de verpakking minder aan vocht bloot gestaan dan bij sla en broccoli, vanwege het ontbreken van direct contact tussen product en verpakkingsmateriaal. Na 5 dagen bewaring waren de MA-condities bij 378 en 541 veel minder extreem dan de actief opgelegde beginconditie. De Paragon folies 557 en 555 waren minder permeabel dan 378 en 541, hun permeabiliteit voor CO₂ was iets hoger dan PET.



Figuur 27: Verloop concentratie CO₂ in de verpakkingen bij 8°C.

De gemeten waarden van de relatieve luchtvochtigheid in de verpakkingen waren bij alle verpakkingstypen 85-95%.

Kwaliteit en gewichtsverlies

Visueel oogde de PET verpakking het mooist, vanwege de heldere knisperige folie. De Paragon folies 555 en 557 waren bovendien erg dik.

In tabel wordt een overzicht gegeven van de kwaliteit en het gewichtsverlies na 5 dagen bewaring bij 8°C.

	% Gew. verl	Bruinv. (0-5)	Drip (0-5)	Geur	Smaak.	Acceptabel
PET	0.05	1.2	0.8	Niet afwijkend	Niet afwijkend	+/-
P378	1.4	3	1	Licht alcoholisch	Licht alcoholisch	nee
P541	1.2	2	1.2	Licht alcoholisch	Licht alcoholisch	nee
P555	0	1	1.2	Niet afwijkend	Niet afwijkend	+/-
P557	0	1	1.5	Niet afwijkend	Niet afwijkend	+/-
Macroperf.	0.65	3	0	Alcoholisch, niet fris	Sterk afwijkend	nee

Tabel 7: Kwaliteit en gewichtsverlies na 5 dagen bewaring bij 8°C.

Omdat de eindkwaliteit per vruchtsoort sterk verschilde is een omschrijving van de eindkwaliteit per verpakking als volgt:

PET: Aardbei en kiwi slap en onvoldoende, rest nog goed;

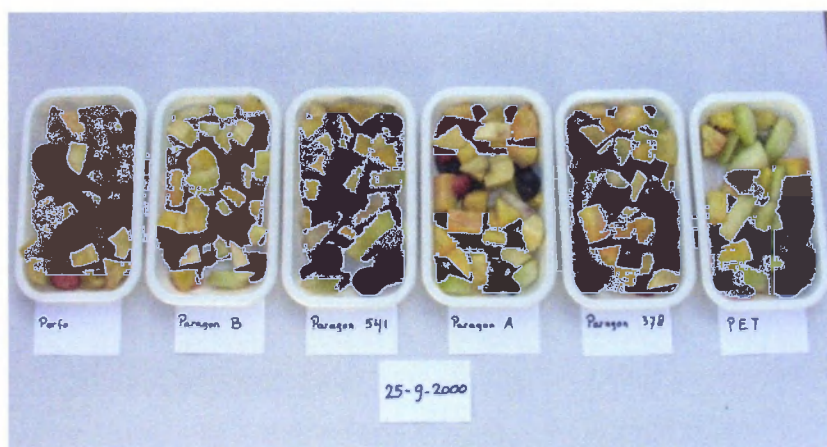
Film 378: Aardbei en kiwi slap en onvoldoende, meloen iets glazig, rest net acceptabel;

Film 541: Aardbei en kiwi slap en onvoldoende, meloen iets glazig, rest niet meer acceptabel;

Film 555: Aardbei en kiwi slap en onvoldoende, rest net acceptabel;

Film 557: Aardbei en kiwi slap en onvoldoende, rest nog goed;

Macroperf.: Aardbei en kiwi slap en onvoldoende, meloen glazig en schimmel, appel bruin, bes slap, rest onvoldoende.



Figuur 28: Kwaliteit van de fruitsalades na 5 dagen bewaring bij 8°C. A= Film 555, B=Film 557.

De salades in de verpakkingen van de Paragon folies 378 en 541 en de macro geperforeerde folie vertoonden geringe gewichtsverliezen. De salades in verpakkingen van Paragonfolies 555 en 557 en PET- verpakking nauwelijks of niet.

De verpakkingstypen Paragon 555 en 557 en de PET-verpakking, waar gedurende 5 dagen weinig O₂ aanwezig was en veel CO₂, vertoonden relatief geringe bruinverkleuring van het fruit en geen geur- en/of smaakafwijkingen. De matige kwaliteit van het fruit in die verpakkingen werd vooral bepaald door de kiwi en aardbei. De overige verpakkingstypen vertoonden meer bruinverkleuring en een alcoholische geur. Het fruit was aan het gisten.

Conclusies

- De doorlaatbaarheid van Paragon 541 en 378 voor O₂ en CO₂ veranderden in dit experiment niet of nauwelijks in de tijd. Het ontbreken van direct contact met het product kan hierop van invloed zijn geweest.
- Paragon films 555 en 557 zijn voor wat betreft de kwaliteit van het fruit in vergelijking tot PET geschikt voor het verpakken van fruitsalades. De verpakking oogst echter minder mooi vanwege gebrek aan helderheid van de folies en het verpakkingsmateriaal is erg dik.
- Paragon films 378 en 541 zijn niet geschikt voor toepassing bij fruitsalades met de geteste fruitsoorten.
- Een Paragon verpakking voor fruitsalades is nog niet uitontwikkeld. Een mogelijkheid zou zijn om een Paragon bakje met Paragon topseal te ontwikkelen.

4.5.7 Aanbevelingen verder onderzoek en ontwikkeling voor toepassing Paragon bij AGF (Aardappelen Groente en Fruit)

- Verder uitontwikkelen van Paragon verpakkingen.
- Selectiviteit van de folies benutten (hogere permeabiliteit voor CO₂ dan voor O₂); toepassing, waarbij laag O₂ gewenst is en niet erg hoog CO₂.
- Onderzoek naar mogelijkheden om de verandering in permeabiliteit ten gunste te gebruiken; bijvoorbeeld bij gesneden sla (actieve begin gasconcentratie en vervolgens stabilisering/optimale verandering van de gasconcentraties d.m.v. veranderende permeabiliteit).
- Ontwikkeling van bakjes van Paragon (555 en 557) geschikt voor het topsealen met folie van Paragon 555 en 557. Topseal folie proberen dunner te maken.
- Waterdampdoorlaatbaarheid verminderen/aanpassen aan wensen product.
- Folies helder proberen te krijgen.
- Folies ontwikkelen die per folie bij een range producten kunnen worden toegepast.

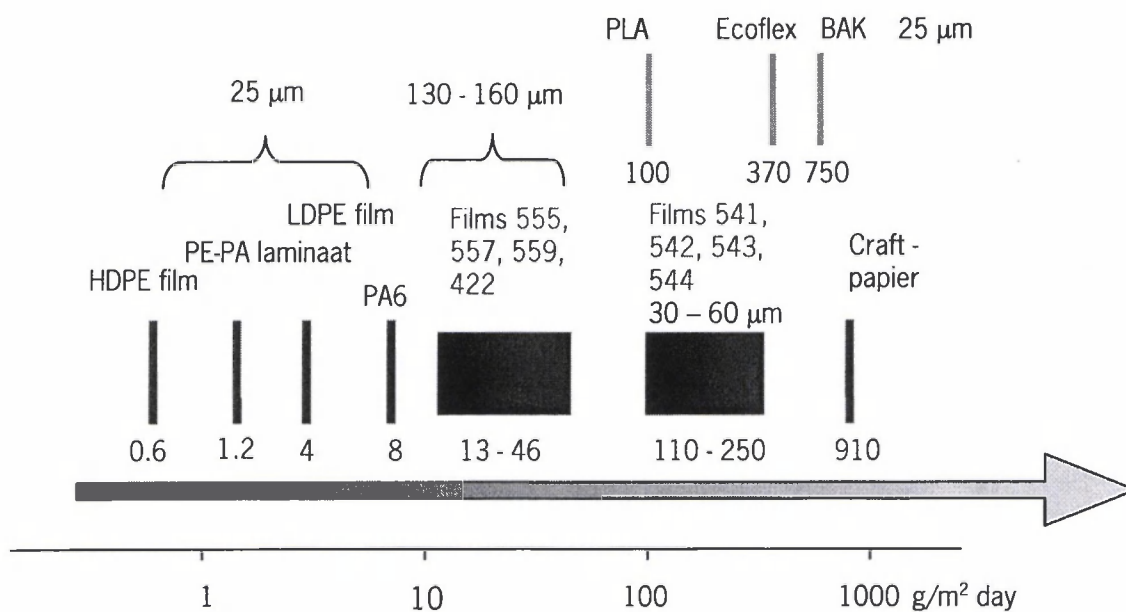
5 Conclusies

In de periode mei 2000 – oktober 2000 is er op het ATO een inventarisatie betreffende de mogelijkheden met Paragon-laminaten op het gebied van voedselverpakkingen uitgevoerd. Het onderzoek is uitgevoerd m.b.v. de volgende productgroepen:

- droge kruidenierwaren
- bakkerijwaren
- kaas
- groente

T.b.v. deze producten zijn op basis van vooral de vereiste doorlaatbaarheden specifieke verpakkingsfolies ontworpen. Benadrukt moet worden dat de ontwerpcriteria van deze geteste films gebaseerd waren op een aantal aannames. Na het afronden van de verpakkingsproeven was duidelijk, dat het ontwerp van de films in sommige gevallen nog kan worden geoptimaliseerd.

Voor geselecteerde Paragon films zijn de waterdampdoorlaatbaarheid (WDD), O₂ en CO₂ doorlaatbaarheid gemeten. De volgende twee grafieken geven een overzicht over de meetresultaten voor WDD en O₂ doorlaatbaarheid.



Figuur 29: Waterdampdoorlaatbaarheid (0% RV → 75% RV, 23°C) voor Paragon films en andere verpakkingsfilms.

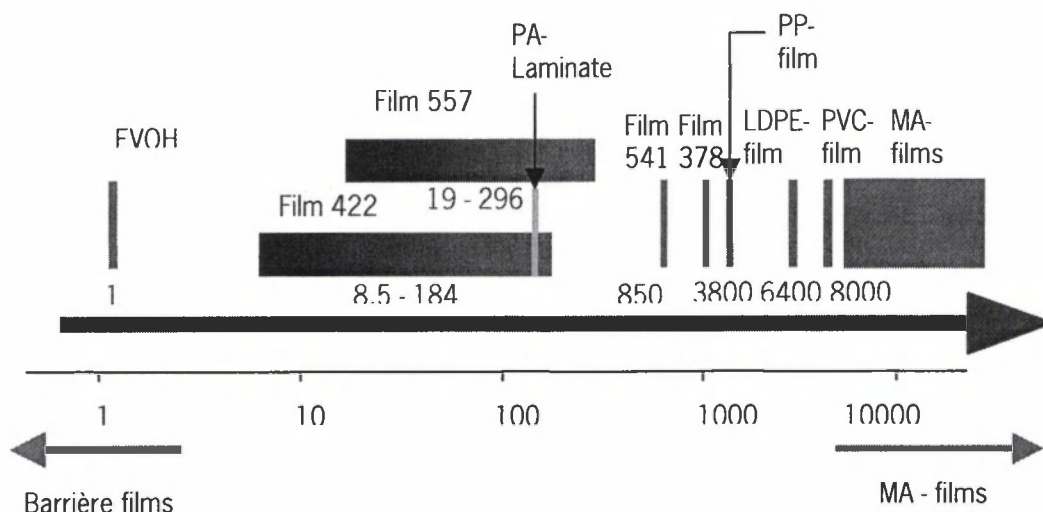
WDD:

- Er zijn twee groepen van Paragon films te onderscheiden: een groep van relatief dichte films (film 422, 557, en 559), en een groep van relatief doorlatende films (film 555, 541, 542, en 544). De dichte films zijn nog een factor 10 doorlaatender dan HDPE; de doorlatende groep kan wel geschikt zijn, waar een doorlatende film juist gewenst is (b.v. als vervanger voor Hyplast films).

O₂ en CO₂ doorlaatbaarheid:

- De O₂ doorlaatbaarheid van de Paragon laminaten ligt tussen de 'extreem - toepassingen': de dichtste Paragon films zijn niet zo dicht als echte barrière films (b.v. EVOH laminaten die worden gebruikt in gasverpakkingen voor vis / vlees), en de doorlatendste Paragon films zijn voor de meeste MA toepassingen nog niet doorlatend genoeg.

- Paragon films zijn qua doorlaatbaarheid wel geschikt als vervanger voor PE-PA laminaatfilms die worden gebruikt voor vacuümverpakkingen.
- Opvallend is de vochtgevoeligheid van Paragon films: onder droge condities komt film 422 en 557 bijna in het gebied van een barrière film.
- Paragon films hebben unieke eigenschappen: naast hun dynamische respons op vocht vertonen ze een buitengewone selectiviteit. Film 541 is circa 13 keer zo doorlatend voor CO₂ dan voor O₂.



Figuur 30: Zuurstofdoorlaatbaarheid van Paragon films en andere verpakkingsmaterialen (verschillende RVs, 23°C).

Product – applicatietesten

Naast de permeabiliteitsmetingen zijn verpakkingstests uitgevoerd om te beoordelen voor welke producten Paragon films geschikt zijn.

- De onderzochte Paragon films zijn niet geschikt voor het verpakken van droge kruidenierswaren zoals cornflakes en muesli. Vergeleken met de WDD van de standaard verpakking (b.v. HDPE) zijn de Paragon films te doorlatend. Het product neemt te veel vocht op en de sensorische kwaliteit van het product gaat achteruit.
- Voor het verpakken van verse broodjes scoorden de Paragon films net zo goed of iets beter (film 378) als de standaardverpakking (macrogeperforeerd OPP). Het verouderingsproces van broodjes is echter een proces dat van meerdere parameters afhangt; het was helaas niet mogelijk een duidelijke verband tussen WDD van de films, RV in de verpakking, en productkwaliteit te schetsen.
- Paragon laminaten maken een goede kans als vervanger voor PE-PA films in vacuümverpakkingen voor harde kaas. Zoals al in de permeabiliteitsmetingen aangetoond, ligt de O₂ doorlaatbaarheid van films 555 en 557 in de buurt van standaard PE-PA laminaten. Voor de productkwaliteit zal het voordelig zijn, als de doorlaatbaarheid van de Paragon films onder vochtige condities nog verder kan worden verlaagd; verder moet worden gewerkt aan een aantal 'kinderziektes' zoals delaminatie langs vouwlijnen en migratie van voedselkleurstoffen naar de films.
- Op het gebied van groenten en fruit verpakkingen is het minder makkelijk aan te geven, welke bestaande verpakkingsopties één op één door een (dichte) Paragon film kan worden vervangen, omdat b.v. standaard MA films andere gaspermeabiliteitsmetingen en WDDs hebben. De kansen van Paragon films liggen hier bij het uitbuiten van hun unieke eigenschappen om innovatieve verpakkingsopties met een toegevoegde waarde voor het product te creëren. Een mogelijkheid is het toepassen van Paragon films in de fresh cuts sector, waarbij door de juiste O₂ doorlaatbaarheid en de uitstekende selectiviteit anaerobe condities en schade door te hoge CO₂ concentraties kan worden voorkomen. Eerste experimenten met gesneden sla en fruitsalade laten positieve resultaten zien; het

volledige uitontwikkelen van nieuwe verpakkingsconcepten was binnen deze screenende studie echter niet mogelijk.

- Alternatief bestaat voor Paragon films de mogelijkheid de gewenste permeabiliteit voor groente en fruit MA verpakkingen door micro-perforaties in te stellen. Verder moet met de hoge WDD van de Paragon films rekening worden gehouden: voor een aantal toepassingen kan dit een voordeel zijn, voor andere toepassingen leidt de hoge WDD tot het uitdrogen van het product.

Voor een marktintroductie van Paragon films is niet alleen de relatie tussen verpakkingmateriaal en productkwaliteit belangrijk.

- Voedselverpakkingen moeten o.a. aan strikte migratie eisen voldoen. Voor een marktintroductie moeten de desbetreffende testen worden uitgevoerd en een goedkeuring worden gehaald.
- De verpakking is een belangrijk communicatie – tool naar de klant (de verpakking als 'silent salesman'). Verse of krokante producten worden vaak in knisperende verpakkingen (en niet in zachte, rubber-achtige verpakkingen) aangeboden. Verder wil de klant het product graag duidelijk zijn. Dit vereist een uiterst heldere verpakkingsfilm. Indien de consumentengedrag niet door een campagne wordt gewijzigd, moet het uiterlijk van sommige Paragon films worden aangepast.

Concluderend kan worden gezegd dat op basis van de verkregen inzichten kan er op het gebied van voedselverpakkingsmaterialen (mogelijk) gebruik gemaakt worden van de volgende positieve eigenschappen van Paragon:

- Biologische afbreekbaarheid/hernieuwbaarheid
- Anti-condens eigenschappen en hoge WDD van films op basis van Paragon
- Gasdoorlaatbaarheid: indien in een voedselverpakkingsmateriaal de gasdoorlaatbaarheid van een voedselverpakking van belang is zijn er met Paragon twee mogelijkheden:
 - Het gebruik van laminaten op basis van Paragon in "relatief gasdichte" verpakkingstoepassingen zoals vacuümverpakkingen voor kaas. Wel dient Paragon dan beschermd te worden tegen de mogelijke aanwezigheid van hoge RV's. Dit kan door uitsluitend droge producten te verpakken of de Paragon laag zelf te beschermen tegen hoge RV's d.m.v. een goed waterdamp dichte coatinglaag (bijvoorbeeld een dikke laag Ecoflex of een dunnere laag polymelkzuur (PHA)).
 - Het gebruik van laminaten op basis Paragon in ademende verpakkingen. Doordat de gasdoorlaatbaarheid van Paragon materialen sterk afhankelijk is van de RV, kan in geval van ademende producten die daarnaast vocht uitzweten en die bij voorkeur verpakt moeten worden onder beschermende atmosfeer gebruik gemaakt worden van Paragon. Hier bestaan twee opties:
 - Een Paragon laminaat wordt als dichte film toegepast, waarbij de goede selectiviteit en de specifieke zuurstofdoorlaatbaarheid voor bepaalde producten worden uitgebuit (b.v. gesneden sla, fruit salade, of producten met extreem lage ademhaling). De invloed van vocht op de doorlaatbaarheid van Paragon is hier uiterst belangrijk: de Paragon zetmeel laag dient dan gecoat te worden met een relatief waterdoorlatende coating.
 - Een Paragon laminaat wordt als micro-geperforeerd MA - film toegepast. Door het aanbrengen van micro-perforaties kan in principe iedere gewenste (hoge) doorlaatbaarheid worden ingesteld.

6 Bijlage 1: Coextrusie – matrix

Tert	Formule	Code	Vocht (%)	Lay-up profiël (%)	Extruder	Extrusie temperatuur profiël	Die temperatuur	Extrusie druk (Bar)	Extruder Ange	Extruder speed (RPM)	Feed rate (kg/hr)	Line Speed (M/min)	Comment
376	BAK 404-004 Perfectamyl D6 blend (82.5 / 17.5)				2	160/160/160/160	180/160/160/160/160	338	15	3	18	Minimum	Rol 1 30 - 40 micron. Rol 2 30 - 60 micron. Goed rol 22,5 cm breed, moeilijk te openen. Granuliet gedroogd > 6hrs @ 80 grad
378	BAK 404-004 Perfectamyl D6 blend (75 25)				2	140/140/140/140/140	160/160/160/160/160	124	12	3.2 en 5	20	Minimum	Rol 1 (3.2 Kg/hr) 50 - 80 micron. Rol 2 (5 Kg/hr) 35 - 50 micron. , moeilijk te openen. Granuliet gedroogd > 6hrs @ 80 grad
422	HP 02098 PNR015335PCL rood PNR015335PCL rood PNR015335PCL rood HP 02099		16.5 65 16	12.5 5 12.5	1 3 2	150/150/150/10/110 160/160/160/160/160 110/120/130/125/125	158/155/145/137/136 160/160/160/160/160 110/120/130/125/125					Minimum	Standard PNZ
423	HP 02099 PNR015335PCL rood PNR015335PCL rood PNR015335PCL rood HP 02099		16.5 70 16	10 5 10	1 3 2	150/150/150/10/110 160/160/160/160/160 110/120/130/125/125	158/155/145/137/136 160/160/160/160/160 110/120/130/125/125					Minimum	Standard PNZ
538	BAK 404-004/BAK 300-009 (90 10) SE B1758 BAK 404-004/BAK 300-009 (90 10)	ATO	15.4	37.5	2	190/185/185/185/185 160/155/150/110/110	147/147/146/135/13 147/147/146/135/13	131 127	10 24	40 7	11.4 3.7		debiel = 15kg/h en dikte 35-40 um. De folie is te dun om stabiel te blijven lopen. De basislaag is te dun en kan daarvoor het verstreken niet volgen.
539	BAK 404-004/BAK 300-009 (90 10) SE B1758 BAK 404-004/BAK 300-009 (90 10)	ATO	15.4	37.5	2	190/185/185/185/185 160/155/150/110/110	147/147/146/135/13 147/147/146/135/13	101 118	10 22	41 7	11 3.5		debiel = 15 kg/h en de dikte = 60um. De basislaag is dikker (dikere folie) dan bij folie 537. Hierdoor kan de basislaag de verstreking wel bijhouden en wordt een goede folie verkregen. Loopt stabiel
541	BAK 404-004/BAK 1095/BAK 300-009 (45 45 10) SE B1758 BAK 404-004/BAK 1095/BAK 300-009 (45 45 10)	ATO	15.4	37.5	2	190/185/185/185/185 160/155/150/110/110	147/147/146/135/13 147/147/146/135/13	78 78	6 20	47 7	11 3.8		debiel = 15 kg/h en de dikte = 35um. De folie loopt goed en ondanks de dunne basislaag volgt de basislaag de verstreking goed.
542	BAK 404-004/BAK 1095/BAK 300-009 (45 45 10) SE B1758 BAK 404-004/BAK 1095/BAK 300-009 (45 45 10)	ATO	15.4	37.5	2	190/185/185/185/185 160/155/150/110/110	144/144/143/140/114 150/148/147/143/14	78 280	6 40	24 27	5.1 14.8		dikte 55 um. De folie loopt goed en stabiel. Glacde folie
543	BAK 404-004/BAK 1095/BAK 300-009 (45 45 10) SE B1758 BAK 404-004/BAK 1095/BAK 300-009 (45 45 10)	ATO	15.4	37.5	2	190/185/185/185/185 160/155/150/110/110	150/148/147/143/14 150/148/147/143/14	78 178	6 31	22 28	5.1 14.9		dikte 55-40 um. De folie loopt goed en stabiel. Het is een hadere folie met een lichtelijke patron vorming door de dunne coating laag.
544	BAK Ecoflex (90 20) met 2% SL1 op totaal hand SE B1758 BAK Ecoflex (80 20) met 2% SL1 op totaal hand	ATO	15.4	37.5	2	190/185/185/185/185 160/155/150/110/110	150/148/147/143/14 150/148/147/143/14	79 217	10 34	18 28	5.3 14.9		dikte 50um. De folie loopt stabiel maar met hier en daar vlakjes (ontheching) de coating had iets meer Ecoflex kunnen gebruiken
555	BAK Ecoflex (50 50) BAK Ecoflex (50 50) SE 1610 BAK Ecoflex (50 50) BAK Ecoflex (50 50)	AVEBE	14.7	27.5	2	190/185/185/185/185 185/180/180/180/180 180/170/160/115/115	143/140/136/130/13 143/140/136/130/13	263 242 238	10 22 32	76 39 13	15.9 6 7.3		Loopt goed. Dikte = 190um debiel = 30kg/h. Materiaal is ruw en niet geheel doorzichtig. Hier en daar onthechingsplekken
557	Ecoflex + 2% SL1 BAK Ecoflex (50 50) SE 1620 BAK Ecoflex (50 50) Ecoflex + 2% SL1	AVEBE	14.7	32.5	2	185/180/180/180/180 180/170/155/115/115	136/137/136/126/12 136/137/136/126/12	280 222 283	11 20 35	118 27 14	19.9 4 7.4		dikte=160um. Dubiel=32.5. Loopt goed
559	Ecoflex + 2% SL2 + 1% SL1 BAK Ecoflex (50 50) SE 1620 BAK Ecoflex (50 50) Ecoflex + 2% SL2 + 1% SL1	AVEBE	14.7	27.5	2	175/170/170/170/170 185/180/180/180/180 170/155/150/110/110	128/128/128/117/12 128/128/128/117/12	303 278 324	11 24 37	98 47 20	17.2 7.5 7.2		dikte = 140um debiel = 32.5. Loopt goed alleen veel blazen in de folie. Folie is niet doorzichtig

7 Bijlage 2: Mechanische eigenschappen ontworpen folies

Mechanische eigenschappen

Nr.	Samenstelling	RV (%)	E-Modulus (N/mm ²)	Stress-max (N/mm ²)	L stress-max (%)	Delamination (%)	Strain at fract (%)	Scheursterkte (cN/mm)		Falling dart W totaal (J/mm)
								Extr.	Exp.	
378	BAK 404 Perfactamyl D6 blend	60	250 [29]	17.3 [1.7]	88.6 [45.9]		118.7 [16.8]	166.7 [13.3]	1168 [134]	1.44 [0.17]
422	HP 02099 PN3RO60PCL PN3RO15G35PCL PN3RO60PCL HP 02099	60	1743 [103]	26.2 [1.3]	2.2 [0.1]		3.9 [1.0]	225.5 [65.0]	327.3 [72.7]	Niet te meten (te bros)
423	HP 02099 PN3RO60PCL PN3RO15G35PCL PN3RO60PCL HP 02099	60	1541 [180]	25.0 [0.9]	1.9 [0.5]		2.2 [0.5]	272.0 [30.3]	280.0 [46.2]	Niet te meten (te bros)

Hechtingstesten

Folie nr	Hechting bij 60%RV (N/mm)	Fout (N/mm)	Opmerkingen	Hechting bij 90%RV	Fout (N/mm)	Opmerkingen
378			Geen coating → geen test			Geen coating → geen test
422			Materiaal te bros om te meten (breekt)			Materiaal te bros om te meten (breekt)
423			Materiaal te bros om te meten (breekt)			Materiaal te bros om te meten (breekt)

Nr.	Samenstelling	RV (%)	E-Modulus (N/mm ²)	Stress-max (N/mm ²)	L stress-max (%)	Delamination (%)	Strain at fract (%)	Scheursterkte (cN/mm)		Falling dart W totaal (J/mm)
								Extr.	Exp.	
538	BAK 404/300-009	60 %	287 [17]	17.6 [1.4]	127 [27]	> 100	138 [28]	240.0	5550	7.18 [1.47]
	PN3RO15G35PCL	90 %	406 [42]	28.3 [2.4]	85 [13]	> 70	98 [20]	[41.8]	[1886]	
	BAK 404/300-009	37.5	Opmerkingen: basislaag te dun en kan daardoor het verstreken niet volgen							
539	BAK 404/300-009	60 %	637 [16]	28.2 [1.2]	113 [18]	> 100	127 [24]	293.3	3573	4.90 [1.77]
	PN3RO15G35PCL	90 %	465 [32]	36.4 [1.9]	158 [8.4]	> 150	167 [11]	[36.5]	[2264]	
	BAK 404/300-009	37.5	Opmerkingen: gladde folie, loopt stabiel (meer doorvoer → dickere basislaag → kan verstreken wel volgen)							
541	BAK404/300-009/1095	60 %	502 [33]	22.2 [0.9]	198 [29]	> 150	209 [30]	342.9	13806	5.14 [1.46]
	PN3RO15G35PCL	90 %	394 [16]	21.7 [5.0]	102 [52]	> 120	147 [48]	[10.0]	[3817]	
	BAK404/300-009/1095	37.5	Opmerkingen: ondanks de dunne basislaag kan de folie het verstreken toch goed volgen							
542	BAK 404/300-009/1095	60 %	1108 [112]	16.1 [0.9]	10.0 [2.2]	> 15	21.9 [6.7]	280.0	400.0	3.80 [1.44]
	PN3RO15G35PCL	90 %	376 [32]	13.5 [0.9]	35.7 [5.0]	> 40	46.0 [5.8]	[29.8]	[0.0]	
	BAK 404/300-009/1095	12.5	Opmerkingen: folie loopt goed en stabiel, gladde folie							
543	BAK 404/300-009/1095	60 %	1467 [187]	20.9 [1.5]	9.8 [1.9]	> 30	28 [12]	192.0	272	4.20 [1.23]
	PN3RO15G35PCL	90 %	335 [21]	13.7 [2.0]	37.5 [6.3]	> 40	49.1 [1.5]	[43.8]	[43.8]	
	BAK 404/300-009/1095	12.5	Opmerkingen: lichtelijke patroonvorming door de dunne coating laag, loopt stabiel							

Hechtingstesten

Folie nr	Hechting bij 60%RV (N/mm)	Fout (N/mm)	Opmerkingen	Hechting bij 60%RV (N/mm)	Fout (N/mm)	Opmerkingen
538			Materiaal te dun en hechting te goed			Materiaal is te dun om te meten
539			Materiaal te dun en hechting te goed	0.0118	0.0009	
541			Materiaal te dun en hechting te goed	0.0096	0.0006	
542	0.0534	0.0031		0.0171	0.0006	
543	0.0875	0.0034		0.0210	0.0002	

Mechanische eigenschappen										
Nr.	Samenstelling	RV (%)	E-Modulus (N/mm ²)	Stress-max (N/mm ²)	L stress-max (%)	Delaminat ion (%)	Strain at fract (%)	Scheursterkte (cN/mm)		Falling dart W totaal (J/mm)
								Extr.	Exp.	
544	BAK:Ecoflex (80:20) 2%SL1	60 %	1341 [164]	21.3 [1.0]	13.7 [1.9]	> 40	63 [21]	220.0 [44.7]	420.0 [44.7]	10.00 [2.29]
	PN3RO15G35PCL	90 %	508 [35]	15.7 [0.5]	59.1 [6.6]	> 75	69 [12]			
	BAK:Ecoflex (80:20) 2%SL1	Opmerkingen: folie loopt stabiel met hier een paar vlekjes								
555	BAK:Ecoflex (50:50)	60 %	474 [45]	> 20	> 350	> 100	> 350	630.0 [27.4]	1070 [99]	5.64 [1.20]
	PN3RO15G35PCL	90 %	225 [42]	> 20	> 400	> 100	> 400			
	BAK:Ecoflex (50:50)	Opmerkingen: ruwe niet geheel doorzichtige folie met onthechting plekken								
557	Ecoflex + 2%SL 1	60 %	427 [20]	> 10	> 350	> 40	> 350	2505 [273]	2259 [315]	6.31 [1.29]
	BAK:Ecoflex (50:50)	90 %	119 [5]	> 18	> 350	> 100	> 400			
	PN3RO15G35PCL	Opmerkingen: loopt goed, gladde folie								
559	Ecoflex + 2%SL 2 + 1%SL1	60 %	348 [31]	> 20	> 400	> 15	> 500	3929 [512]	2993 [840]	3.45 [0.24]
	BAK:Ecoflex (50:50)	90 %	116 [13]	> 15	> 400	> 100	> 450			
	PN3RO15G35PCL	Opmerkingen: loopt goed, folie in niet doorzichtig en heeft veel blazen								
BAK:Ecoflex (50:50)										
Ecoflex + 2%SL 1										

Hechtingstesten

Folie nr.	Opmerkingen		Opmerkingen	
	Hechting bij 60%RV (N/mm)	Fout (N/mm)	Hechting bij 60%RV (N/mm)	Fout (N/mm)
544	0.0464	0.0007	0.0116	0.0005
555	0.0620	0.0045	0.0192	0.0007
557	0.0212	0.0001	0.0172	0.0008
559	0.0252	0.0009	0.0233	0.0010

8 Bijlage 3: Mogelijke klanten, kansen & bedreigingen voor AVEBE films voor levensmiddelenverpakkingen

De diverse geteste toepassingen zijn door ATO op basis van de verkregen resultaten in volgorde van afnemende marktkansen gezet.

Groentenverpakkingen

Kansen:

- Binnen Paragon verpakkingsfilms kan zich relatief snel een evenwicht in (MA) gassamenstelling instellen, doordat deze film een variabele gasdoorlaatbaarheid heeft.
- De helderheid van film 541 is vergelijkbaar met PE; standaard in de groente – sector is op dit moment de helderheid van OPP (glashelder) gewend, maar omdat retailers een 'groen imago' voor hun producten wensen, kan het uiterlijk van de Paragon films juist wenselijk zijn;
- De gewenste O₂ doorlaatbaarheid kan door microperforaties worden bereikt; verder bestaat de mogelijkheid, OPP met Paragon films te vervangen in gasverpakte groenten (b.v. gesneden groenten onder een beschermende atmosfeer);
- De sector vraagt naar bio-afbrekbare verpakkingen.
- De hoge waterdampdoorlaatbaarheid van de heldere films kan voor bepaalde producten gewenst zijn (er zijn synthetische films (co-polymeren) met hoge WDD op de markt (hyplast), die wel duurder als de standaard OPP / PE / PVC films zijn).

Bedreigingen:

- Voor sommige producten is de WDD van de heldere films te hoog: het product droogt uit / wordt slap. Afhankelijk van het type folie. Deze kan gevarieerd worden.
- Indien microperforaties worden toegepast: het laminaat draagt niet bij aan de doorlaatbaarheid. Het blijft dus de vraag of de laminaat technologie noodzakelijk is, en of een mono - laag film voldoende kan zijn (de laminaattechnologie kan bijvoorbeeld echter noodzakelijk zijn voor de bedrukbaarheid / sealbaarheid van de films);
- Een knisperende film wordt gewoon met een vers product in verbinding gebracht; de Paragon laminaten zijn op dit moment eerder zacht.

Partner:

- Quality pack/Greenery: Contact kan via ATO (Henry Boerrigter) lopen;
- Diverse verpakkers van Eco-groenten/producten
- Bakker Barendrecht, Barendrecht: Gerald Harleman, Inkoop Verpakkingsmateriaal, Tel: 0180 695202, e-mail: gharleman@bakkerbarendrecht.nl

(Vacuüm)verpakkingen voor kaas

Kansen:

- De onderzochte Paragon laminate hebben met de PE/PA standaard-films vergelijkbare O₂ barrières; de films zijn op een vacuümverpakker te gebruiken, en voorlopig presteren ze net zo goed als PE/PA laminaatfilms.
- Bio-afbrekbare film; een minder plastic – achtig uiterlijk vergeleken met PE / PA laminaten.

Bedreigingen

- Er zijn nog een aantal 'kinderziektes':
 - Paragon laminaatfilms nemen kleur op van de kaas (gele verkleuring van de films);

- De laminaten delamineren langs vouwlijnen; dit heeft echter (tot nu toe) geen effect op de barrière van de films (dus, geen negatieve effect op de houdbaarheid van het product);
Beide effecten beïnvloeden (tot nu toe) alleen het uiterlijk van de verpakking nadat de kaas uit de verpakking gehaald is.
- De in de hiervoor beschreven verpakkingstesten gebruikte folies zijn nog te gevoelig voor schimmelvorming. Vooral bij lange bewaarperioden (> 2 maanden) is dit een aandachtspunt.
- De Paragon laminaten zijn op dit moment nog niet helder;

Aanspreekpartner:

- Bouter Kaascentrale b.v. (Kaascentrale AH), Culemborg, Tel.: 0345 544244
- Campina Melkunie (mevr. C. Cornelissen)
- Rijpingsfolies: Convenience Food Systems

Verpakkingen voor broodjes

Kansen:

- Goede prestatie van film 378 in de verpakkingstesten;
- Minder strikte eisen aan helderheid / uiterlijk van de films (tegenwoordig wordt papier / goedkoop LDPE gebruikt);
- In dit applicatie-gebied kunnen we gebruik maken van 2 soorten laminaten: volledig thermoplastisch laminaten en gecoat papier. In geval van beide typen kan Paragon wat betekenen.

Bedreigingen:

- Sector zoekt vaak de goedkoopste verpakkingsoplossing (met een iets duurder synthetisch polymeer zal ook een verbetering te halen zijn, maar de sector kiest gewoon voor LDPE / papier);
- Indien er een beter productkwaliteit met een hoge WDD wordt bereikt: het resultaat is altijd afhankelijk van de RV in de omgeving (hoog RV aan de buitenkant zal ook voor slappe broodjes zorgen).
- Gecoat papier kan een mogelijke bedreiging voor Paragon laminaat zijn. Echter op het gebied van papiercoatings zijn er ons inziens ook mogelijkheden voor Paragon(laminaten).
- Veroudering van brood op zich wel complex: verder onderzoek nodig, om de prestatie voor verschillende ingangskwaliteiten van het product en verschillende omgevingscondities te bevestigen.

Partner:

- Nederlands Bakkerij Centrum, Tel: 0317 424344 contact: dhr. Liefhebber
→ overkoepelende organisatie van de Nederlandse bakkerij bedrijven, is een goede intermediair voor verdere contacten.
- Kappa Hoogeveen

Verpakkingen voor droge kruidenierswaren

Kansen:

- Minder strikte eisen aan helderheid / uiterlijk van de films (tegenwoordig wordt HDPE of een niet transparant film / laminaat gebruikt);
- Gebruik van het 'Bio – imago' van 'crueli' - achtige projecten, om de verpakking op de markt te zetten;

Bedreigingen:

- De coatingen gebruikt op Paragon films zijn op dit moment nog niet waterdicht genoeg.
- Paragon films zijn tot nu toe 'te zacht': een krokant product vereist gewoon een knisperende verpakking;
- 'Cruseli' wordt op dit moment in HDPE verpakt; qua prijs en waterdampbarrière is HDPE moeilijk te slagen (→ productproeven afwachten, om te zien of the WDD van Paragon laminaten laag genoeg is); in de papier recycle stroom kunnen sommige papierverwerkende bedrijven karton en PE films in de pulper scheiden.
- PLA gecoat met en SiO_x coating heeft blijkbaar een goede waterdampbarrière en is volledig composteerbaar (poster op de 'Food Biopack Conference', Kopenhagen, augustus 2000); er zijn dus andere afbreekbare films potentiële bedreigingen voor Paragon laminaatfilms (echter zijn SiO_x coatings vaak bros; ik heb ook geen informatie over de productie van deze films op industriële schaal).

Partner:

Honig Nijmegen: J. H. Flamand, Hoofd Verpakkingsontwikkeling, tel: 024 371 3145, e-mail: Johnflamand@honig.nl

Overigen**Productgroep: Bloemen & potplanten**

Paragon films zijn potentieel geschikt voor het verpakken van bloemen en potplanten. Tot nu toe zijn hier echter geen testen mee uitgevoerd. (→ hoge WDD, voorkomen van Botrytis (schimmelvorming) door condens, MA condities hebben voor sommige bloemen een positief effect); indien gewenst ATO kan contact opnemen met de vereniging van de Nederlandse bloemenveilingen (VBN).