

Vooronderzoek voor vergroting van de benutting van karton als verpakkings- materiaal voor groenten en fruit

R.G. Evelo
H.A.M. Boerrigter
J.J. Polderdijk

VERTROUWELIJK

ato-dlo



	pagina
Samenvatting	2
1.0 Inleiding	3
2.0 Resultaten	4
2.1 Indeling in produktgroepen	4
2.2 De goederenstroom	19
2.3 Richtinggevende, verkennende experimenten	19
2.3.1 Experimenten aan verpakkingsmateriaal zonder produkt.	19
2.3.2 Experimenten met verpakkingen en produkt (tomaat).	22
3.0 Kansrijke proposities	27

Samenvatting

De voorstudie voor de vergroting van de benutting van karton als verpakkingsmateriaal voor groente en fruit laat duidelijk zien dat er nieuwe kansrijke mogelijkheden zijn voor karton als verpakkingsmateriaal.

Dit vooronderzoek toont aan dat een MA-handelsverpakking van gecoat karton mogelijk is en dat een dergelijke verpakking de houdbaarheid en de kwaliteit van de tomaten gunstig beïnvloedt. De studie laat verder zien dat de geteste dichte doosconstructie met gecoat karton betere resultaten oplevert dan een MA-verpakking waarbij een plastic zak in de doos wordt geplaatst.

De produktindeling laat het effect van omgevingsfactoren op het produkt en de gevoeligheid van het produkt hierop zien voor tal van groente en fruit produkten. Voorbeelden van economisch belangrijke produkten waarbij een MA-verpakking gunstig is voor de kwaliteit zijn bv elstar appels, broccoli, champignons, paprika en tomaat.

1.0 Inleiding

De verpakking van de toekomst is een verpakking waarbij de functionaliteit van de verpakking volledig is afgestemd op de eisen die het te verpakken produkt stelt. Hierdoor zal de verpakking een belangrijke bijdrage aan het kwaliteitsbehoud van het produkt leveren en heeft deze een belangrijke toegevoegde waarde. Voor bederfelijk agrarische produkten (groente, fruit, maar ook bloemen) kunnen deze eisen van het produkt tot additionele specificaties van het verpakkingsmateriaal en van de constructie van de verpakking leiden.

Aanvullende wensen in het pakket van eisen van de hoogwaardige verpakkingen van agrarische produkten liggen op het terrein van:

- vormgeving in relatie tot koeling en condensvorming
- gasdoorlaatbaarheid gericht op houdbaarheidsverlenging
- vochtregulatie gericht op houdbaarheidsverlenging.

Verpakkingen die gericht zijn op kwaliteitsverbetering op basis van de twee laatste aspecten worden vaak onder de noemer Modified Atmosphere verpakkingen gebracht.

Bij het opstellen van de specificaties van de verpakking moet rekening gehouden worden met het te verpakken produkt, maar ook met de omstandigheden waaronder het produkt en de verpakking de distributie keten doorgaan. In de oorspronkelijke opzet van het onderzoek zijn hierom al deze aspecten opgenomen:

- Indeling in produktgroepen
- De goederenstroom
- Richtinggevende, verkennende experimenten

Er is een produktindeling gemaakt op basis van de oorspronkelijke herkomst van het produkt. Deze produkten vertonen enige overeenkomst in wensen t.a.v. omgevingsfactoren. Om een indruk te geven van het belang en de gevoeligheid van een produkt voor bepaalde omgevingsfactoren zijn een groot aantal produktgegevens samengevat, zoals bijvoorbeeld de optimale temperatuur, MA-gevoelig en dergelijke voor zover deze kennis beschikbaar is.

Tijdens de uitvoering van dit project is op initiatief van de opdrachtgever besloten de inventarisatie van de goederenstroom achterwege te laten omdat hierover bij nader inzien toch voldoende kennis binnen het bedrijf aanwezig is.

Op basis van de produktgegevens en de bekende voordelen van de MA in consumentenverpakkingen is besloten om de mogelijkheden van een MA-verpakking op doosniveau te inventariseren. In eerste instantie zijn relevante eigenschappen van het massief karton zelf en van een telescoop doos bepaald. Op basis van de specifieke kenmerken van massief karton is besloten een MA-verpakking voor tomaten te testen. Hiervoor is uiteindelijk een speciale doos ontworpen. Andere produkten die voordeel van een MA-verpakking kunnen hebben zijn bv appels en paprika.

2.0 Resultaten

2.1 Indeling in produktgroepen

Een groot aantal produkten is op basis van morfologie en herkomst ingedeeld. Het effect van omgevingsfactoren en de gevoeligheid van het produkt hierop zijn in de volgende tabellen weergegeven. Produkten die MA gevoelig en/of gevoelig zijn voor uitdroging zullen voordeel hebben van een afgesloten MA-does.

a) Indeling naar morfologie van het eetbare gedeelte, klimaatomstandigheden tijdens de groei en het gebruik als consument

Morfologie: vrucht
bloemdeel
stengel/bladsteel/verdikte stengel
wortel
bladdeel
bol
knol
paddestoel
spruit/kiem

Klimaatomstandigheden tijdens de groei (niet in de gehele tabel toegepast):
gematigd/subtropisch
subtropisch/tropisch

Gebruik consument:
fruit
groente

b) Optimale opslagtemperatuur

(Langdurige) opslag bij temperaturen, die lager zijn dan de optimale opslagtemperatuur kan tot lage temperatuurbederf (l.t.b.) leiden. Dit wordt vaak pas zichtbaar gedurende de eventuele uitstalperiode nadien bij hogere temperaturen.

Opslag bij hogere temperaturen geeft een kortere houdbaarheid.

c) Vochtafgifte

Laag, matig, hoog.

d) Gevoeligheid voor uitdroging

Laag, matig, hoog.

e) Ethyleenproduktie

Laag, matig, hoog.

De ethyleenproduktie hangt af van veel factoren, zoals bewaaromstandigheden (temperatuur, luchtsamenstelling e.d.), rijpheid van het produkt, ras e.d..

f) Ethyleengevoeligheid

Laag, matig, hoog.

De respons op ethyleen hangt af van veel factoren, zoals temperatuur, blootstellingsduur, ethyleenconcentratie, rijpheid produkt e.d..

g) Ademhaling

Laag, matig, hoog, zeer hoog.

De ademhaling hangt af van veel factoren, zoals bewaaromstandigheden (temperatuur, luchtsamenstelling e.d.), ras, rijpheid produkt e.d..

h) Handlinggevoeligheid

Laag, matig, hoog.

i) Maximale houdbaarheid bij optimale temperatuur en normale luchtsamenstelling

De kolom is een indicatie en gaat uit van het verse produkt direkt na de oogst.

j) CA/MA effect

Laag, matig, hoog.

Het gaat in deze kolom om het effect van verlaagd zuurstof gehalte en/of verhoogd koolzuur gehalte en niet om het effect van weinig of geen vochtverliezen, wat vaak ook een doel is van het verpakken van produkten.

VRUCHT, OORSPRONG SUBTROPISCH/TROPISCH, WORDT GEGETEN ALS FRUIT

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Ananas	11-13	matig	matig	laag	laag	laag	matig	15-35	laag
Babaco	8-10			hoog	hoog		matig	15-30	hoog
Banaan	12-14	matig	matig	matig	hoog-matig	matig	matig	8-20	hoog
Broodvrucht	13-14						laag	20	
Cactusvijg	5-7						matig	7	
Carambola	8-10						hoog	10-25	
Citroen geel	8-12	matig	hoog	laag	matig	matig	laag	40	laag
Citroen groen	14-16	matig	hoog	laag	matig	matig	laag	50	laag
Dadel	0-3			laag	laag		matig	5	
Doerian	4						matig	50	
Goudbes Physalis	6-10						matig	15	
Granaatappel	5-6	laag	laag				laag	100	
Grapefruit	10-14	laag	matig	laag	matig	matig	laag	28	
Guave	7-10			laag	matig		hoog	20	
Jackfruit	12-13	laag	laag	matig	matig		laag	20	
Kaki	1-3						hoog	7	
Kiwano	9-12						matig	150	
Kokosnoot	0-1	laag	matig	laag	laag		laag	50	

VRUCHT, OORSPRONG SUBTROPISCH/TROPISCH, WORDT GEGETEN ALS FRUIT

Product	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen productie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Kumquats	1-6	matig	hoog	laag	matig	matig	laag	30	
Lime	9-10	matig	hoog	laag	matig	matig	laag	50	matig
Lychee	5-10			matig	matig		matig	35	
Mandarijn	4-8	matig	hoog	laag	matig	matig	matig	80	
Mangistan	10-14			matig	hoog		laag	15	
Mango	8-12	laag	laag	matig	hoog	matig	hoog	15	matig
Meloen honing	10-12	laag	laag	matig	hoog	laag	matig	20-25	matig
Meloen net	10-12	laag	laag	matig	hoog	laag	matig	15-20	matig
Meloen water	4-7	laag	laag	laag	laag	laag	laag	25	laag
Papaya	10-12			hoog	hoog	laag	hoog	20	matig
Passievrucht	8-12			hoog	hoog		matig	20	
Pepino	7-10						matig	40	
Pitahaya	8-12						matig	7	
Pomelo	10-14	laag	laag	laag	matig	matig	laag	28	
Pompelmoes	10-14	laag	laag	laag	matig	matig	laag	28	
Rambutan	10-12			hoog	hoog		matig	10	
Salak		laag	laag				laag	7	
Sapodilla	12-13			hoog	hoog		matig	15	

VRUCHT, OORSPRONG SUBTROPISCH/TROPISCH, WORDT GEGETEN ALS FRUIT

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Sharon	1-3						hoog	7	
Sinaasappel	3-7	matig	matig	laag	matig	matig	laag	70	matig
Tamarillo	3-4			laag	matig		laag	25-40	

VRUCHT, OORSPRONG SUBTROPISCH/TROPISCH, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtaf-gifte	Gevoelig-heid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoelig-heid	Ademha-ling	Handling gevoelig-heid	Houdbaar-heid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MMA effect
Aubergine	8-10	hoog	hoog	laag	hoog		matig	10	matig
Augurk	10-14	hoog	hoog	laag	hoog	matig	laag	5	matig
Avocado	7-14	matig	matig	hoog	hoog	matig-zeer hoog	hoog	20	hoog
Courgette	8-10						matig	8	matig
Komkommer	10-14	matig	hoog	laag	hoog	matig	matig	10	matig
Okra	8-10			laag	matig	hoog	matig	10	
Paprika groen	10-12	matig	hoog	laag	matig	matig	matig	12	matig-laag
Paprika rood/geel/wit e.d.	8-10	matig	hoog	laag	laag	matig	matig	14	matig-laag
Peper groen	10-12	matig	hoog	laag	matig		matig	12	matig-laag
Peper rood	8-10	matig	hoog	laag	laag	matig	matig	14	matig-laag
Pompoen	10-14	laag	laag	laag	laag	matig	laag	60-150	laag
Patisson	10-14	laag	laag	laag	laag		laag	8	laag
Tomaat groen	11-14	laag	matig	laag	hoog	matig	matig	25	hoog
Tomaat oranje	10-13	laag	matig	hoog	laag	matig	matig	20	matig
Tomaat rood	8-10	laag	matig	matig	laag	matig	hoog	15	laag

VRUCHT, OORSPRONG GEMATIGD/SUBTROPISCH, WORDT GEGETEN ALS FRUIT

Produkt	Temp. optimaal °C	Vochttaf-gifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Aardbei	0-1	hoog	matig	laag	laag	hoog	hoog	4	hoog
Abrikoos	0-1	matig	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	14	matig
Appel Boskoop	3-5	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	125	hoog
Appel Cox	4-5	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	125	hoog
Appel Elstar	2-3	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	125	hoog
Appel Gloster	1-2	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	125	hoog
Appel Golden D.	1-2	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	150	hoog
Appel Granny S.	1-2	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	125	hoog
Appel Jonagold	1-2	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	125	hoog
Appel Red D.	2-3	laag	matig	hoog	matig-hoog	matig	hoog	75	hoog
Bes Blauw	0	matig	matig	laag	laag	matig	hoog	20	matig
Bes Bos	0	matig	matig	laag	laag	matig	hoog	20	matig
Bes Cranberry	1-3	laag	laag	laag	laag	laag	hoog	120	matig
Bes Japanse wijn	0			laag	laag		hoog	5	
Bes Kruis	0-1	matig	matig	laag	laag	matig	hoog	25	
Bes Rood	0-1	matig	matig	laag	laag	matig	hoog	10	
Bes Wit	0-1	matig	matig	laag	laag	matig	hoog	10	

VRUCHT, OORSPRONG GEMATIGD/SUBTROPISCH, WORDT GEGETEN ALS FRUIT

Product	Temp. optimaal °C	Vochtafgifte	Gevoelighed voor uitdroging	Ethyleen productie	Ethyleen gevoelighed	Ademhaling	Handing gevoelighed	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Bes Zwart	0-1	matig	matig	laag	laag	matig	hoog	15	matig
Braam	0-1	matig	matig	laag	laag	hoog	hoog	3	hoog
Druif Blauw	0-1	matig	matig	laag	laag	laag	hoog	60	laag
Druif Wit	0-1	matig	matig	laag	laag	laag	hoog	60	laag
Framboos	0-1	hoog	matig	laag	laag	hoog	hoog	3	hoog
Kers Morel	0-1	hoog	matig	laag	laag	matig	hoog	10	hoog
Kers Zoet	0-1	hoog	matig	laag	laag	matig	hoog	7	hoog
Kiwi	0-1			laag	hoog	matig	matig	50	hoog
Moerbeï	0-1	hoog	matig	laag	laag		hoog	3	hoog
Nectarine	0-1	matig	matig	hoog	hoog		hoog	20	matig
Peer Barlet	-1-0	laag	matig	hoog	matig	matig	hoog	90	hoog
Peer Conference	-1-0	laag	matig	hoog	matig	matig	hoog	150	hoog
Peer Doyenne	-1-0	laag	matig	hoog	matig	matig	hoog	90	hoog
Peer Gieser W.	-1-0	laag	matig	hoog	matig	matig	hoog	150	hoog
Perzik	0-1	matig	matig	hoog	hoog	matig	hoog	20	matig
Pruim	0-1	matig	matig	matig	hoog	matig	hoog	10	matig
Vijg	0-1			matig	laag	matig	hoog	7	matig

VRUCHT, OORSPRONG GEMATIGD/SUBTROPISCH, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Product	Temp. optimaal °C	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Babymais	0-1		hoog	laag	laag	zeer hoog	matig	10	hoog
Boon Pronk	5-8	matig	matig	laag	matig	hoog	matig	12	matig
Boon Snij	5-8	matig	matig	laag	matig	hoog	matig	7	matig
Boon Sperzie	5-8	matig	matig	laag	matig	hoog	matig	7	matig
Boon Tuin	0-1	laag	laag	laag	matig		laag	20	
Doperwt (in peul)	0-1			laag	matig	hoog	laag	7	
Kouseband	5-8	matig	matig	laag	matig	hoog	matig	10	matig
Peul	0-1			laag	matig	hoog	laag	5	
Suikermais	0-1		hoog	laag	laag	zeer hoog	laag	15	hoog

BLOEMDEEL, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Product	Temp. optimaal °C	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Artisjok	0-2			laag	laag	hoog	laag	20	matig
Bloemkool	0-1	matig	matig	laag	hoog	matig	hoog	35	hoog
Bloemkool Romanesco	0-1	matig	matig	laag	hoog	matig	hoog	35	hoog
Broccoli	0-1	matig	matig	laag	hoog	hoog	hoog	15	hoog

STENGEL/BLADSTEELE/VERDIKTE STENGEL, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochttafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CAMA effect
Asperge	0-1		hoog	laag	matig	zeer hoog	hoog	14	hoog
Bleekselderij	0-1			laag	matig	matig	laag	27	matig
Kohlraabi	0-1	matig	laag	laag	laag	matig	laag	100	laag
Rabarber	0-1	hoog	matig	laag	laag	matig	laag	20	
Venkel	0-1			laag	laag		laag	15	

WORTEL, WORDT GEGETEN ALS GROENTIE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Biet Rood	2-4	matig	matig	laag	laag	laag	laag	150	laag
Cassave	12-14			laag	laag		laag	20	laag
Gember	12-14						laag	180	
Knolselderij	0-1	laag	laag	laag	laag	matig	laag	160	laag
Koolraap	0-1	matig	matig	laag	laag	matig	laag	180	laag
Meiknol	0-1	matig	matig	laag	laag	matig	laag	8	laag
Mierikswortel	0-1	matig	matig	laag	laag		laag	400	laag
Pastinaak	0-1	matig	matig	laag	laag	matig	laag	150	laag
Peen Bos	0-1	matig	hoog	laag	hoog	hoog	matig	5	laag
Peen Was	0-1	matig	hoog	laag	matig	matig	matig	28	laag
Peen Winter	0-1	laag	matig	laag	matig	matig	laag	180	laag
Rammanas	0-1	hoog	matig	laag	laag	matig	laag	120	laag
Radijs	0-1	hoog	matig	laag	laag	matig	laag	8	laag
Rettich	0-1	hoog	matig	laag	laag	matig	laag	14	laag
Schorseneer	0-1			laag	laag		laag	120	laag

BLADDEEL, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Product	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Amsoi	0-1	hoog	hoog				matig	20	matig
Andijvie	0-1	hoog	hoog	laag	matig	hoog	matig	15	
Bieslook	0-1	hoog	hoog				hoog	7	
Borage	0-1	hoog	hoog				hoog	5	
Dille	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		hoog	5	
Kervel	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		hoog	5	
Kool Boere	0-1	hoog	hoog	laag	matig	hoog	laag	28	
Kool Chinese	0-1	matig	matig	laag	matig	matig	matig	25	matig
Kool Groene	0-1	hoog	matig	laag	matig	matig	laag	15	hoog
Kool Rode	0-1	laag	matig	laag	matig	matig	laag	180	matig
Kool Spits	0-1	hoog	matig	laag	matig	matig	laag	15	matig
Kool Spruit	0-1	hoog	matig	laag	hoog	hoog	laag	20	hoog
Kool Wit	0-1	matig	matig	laag	matig	matig	laag	240	hoog
Lamsoor	0-1						laag	7	
Lof Groen	0-1			laag	hoog		matig	15	matig
Lof Wit/Brussels	0-1	matig	matig	laag	hoog		matig	21	matig
Lof Rood	0-1	matig	matig	laag	hoog		matig	21	matig

BLADDEEL, WORDT GEGETEN ALS GROENTJE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochttaf-gifte	Gevoelig-heid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoelig-heid	Ademha-ling	Handling gevoelig-heid	Houdbaar-heid max. (T opt. in lucht) dgn	CAAMA effect
Koriander	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		hoog	5	matig
Munt	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		hoog	5	matig
Paksoi	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		matig	20	matig
Peterselie	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	hoog-zeer hoog	matig	30	hoog
Postelein	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		hoog	5	
Prei	0-1	hoog	matig	laag	matig	hoog	matig	40	matig
Radicchio Roso	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		matig	25	matig
Raapstelen	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		matig	8	
Selderij	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	matig	matig	35	matig
Sla Eikeblad	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	matig-hoog	matig	10	matig
Sla Ijsberg	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	matig-hoog	matig	15	matig
Sla Krop	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	matig-hoog	matig	7	matig
Sla Lolo rosa	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	matig-hoog	matig	10	matig
Sla Veld	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		matig	8	matig
Snijbiet	0-1	hoog	hoog	laag	hoog		matig	7	laag
Spinazie	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	hoog-zeer hoog	matig	7	
Waterkers	0-1	hoog	hoog	laag	hoog	zeer hoog	matig	5	laag

BOL, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Knoflook	0-1	laag	laag	laag	laag	laag	laag	150	hoog

KNOL, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Aardappel consumptie	6-9	matig	matig	laag	matig	laag	laag	200	hoog
Aardappel nieuw	6-9	matig	matig	laag	laag	matig	laag	60	hoog

PADDESTOEL, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Cantharel	0-1			laag	laag	zeer hoog	hoog	5	
Champignon	0-1	hoog	hoog	laag	laag	zeer hoog	hoog	5	hoog
Oesterzwam	0-1	hoog	hoog	laag	laag	zeer hoog	hoog	5	
Shiitake	0-1			laag	laag	zeer hoog	hoog	5	
Truffel	0-1			laag	laag	zeer hoog	hoog	5	

SPRUIT/KIEM, WORDT GEGETEN ALS GROENTE

Produkt	Temp. optimaal oC	Vochtafgifte	Gevoeligheid voor uitdroging	Ethyleen produktie	Ethyleen gevoeligheid	Ademhaling	Handling gevoeligheid	Houdbaarheid max. (T opt. in lucht) dgn	CA/MA effect
Alfa	0-1					hoog	hoog	5	hoog
Tauge	0-1					hoog	hoog	10	hoog
Thinkers	0-1						hoog		

2.2 De goederenstroom

De internationale goederenstromen voor groenten en fruit zouden in samenwerking met de opdrachtgever in kaart worden gebracht. Gedurende het onderzoeksproject bleek dat uitvoering van deze activiteit niet wenselijk werd geacht door de opdrachtgever. Deze activiteiten zijn daarom gestaakt.

2.3 Richtinggevende, verkennende experimenten

2.3.1 Experimenten aan verpakkingsmateriaal zonder produkt.

Inleiding

Voor een MA-verpakking is de gasdoorlaatbaarheid een belangrijke grootheid. Is de gasdoorlaatbaarheid van de verpakking te hoog dan zal de gewenste gassamenstelling niet worden bereikt waardoor niet alle positieve effecten van MA tot expressie zullen komen. Is de gasdoorlaatbaarheid daarentegen te laag, dan kan verstikking van het produkt optreden, hetgeen uiteindelijk tot een niet verkoopbaar produkt leidt.

De gasdoorlaatbaarheid van de verpakking wordt voor twee elementen bepaald:

- de gasdoorlaatbaarheid van het materiaal
- de constructie van de doos met deksel.

Werkwijze

Er zijn metingen uitgevoerd om zicht te krijgen op beide aspecten. Van vier verschillende type 800 gr karton (onbehandeld, bedrukt, bedrukt+gevernisd en pe gecoat(=sap)) zijn 10 platen van 60 bij 40 cm geleverd. Een plaat karton is bevestigd op een stalen container. Door een stalen klemring voorzien van een rubberen O-ring sluit het karton de container af en is met aluminium tape vastgeplakt waardoor er geen laterale diffusie mogelijk is. Er is alleen diffusie mogelijk loodrecht op het oppervlak van de plaat. De experimenten zijn bij 8 en 18°C uitgevoerd om de temperatuurafhankelijkheid van de gasdoorlaatbaarheid te bepalen.

Resultaten

Bij het uitvoeren van de experimenten bleek dat, indien men hetzelfde stuk karton voor meerdere metingen gebruikte de metingen goed reproduceerden (<10%). Echter de 10 schijnbaar gelijke platen karton (onbehandeld, bedrukt, bedrukt+gevernisd en pe gecoat) vertonen grote verschillen (>>10%). Ter illustratie zijn twee gevonden gasdoorlaatbaarheden voor het sap materiaal van verschillende platen weergegeven. $3,0 \cdot 10^4$ en $1,0 \cdot 10^5$ ml/(m².dag.bar) voor de O₂ en de CO₂ doorlaatbaarheid voor de ene plaat en $8,0 \cdot 10^3$ en $3,2 \cdot 10^4$ ml/(m².dag.bar) voor een andere plaat respectievelijk. Het is waarschijnlijk dat dit grote verschil komt door een verschil in de dikte van de coating. Tijdens de bespreking van deze resultaten bleek dat dit volgens de opdrachtgever heel goed mogelijk is als gevolg van het productieproces. Hoewel de spreiding hiermee verklaard is blijft het wel een aandachtspunt voor eventueel vervolgonderzoek omdat het de MA-functie en daarmee de kwaliteit van de MA-verpakking zou kunnen beïnvloeden. Als gevolg van de grote spreiding tussen verschillende platen karton kunnen de gegevens in tabel 2.3.1.A slechte als indicatie voor de behandeling worden gezien.

Tabel 2.3.1.A Overzicht van de gasdoorlaatbaarheden van verschillende behandelde typen kartonnen enkele dozen

materiaal	O ₂ 8°C ml/m ² .dag.bar	CO ₂ 8°C ml/m ² .dag.bar	O ₂ 18°C ml/m ² .dag.bar	CO ₂ 18°C ml/m ² .dag.bar
onbedrukt	7,0 10 ⁵	7,0 10 ⁵	1,4 10 ⁶	1,5 10 ⁶
bedrukt	4,0 10 ⁶	1,7 10 ⁶	4,9 10 ⁶	4,5 10 ⁶
bedrukt+vernis	6,8 10 ⁴	6,4 10 ⁴	7,2 10 ⁴	1,1 10 ⁵
sap (pe gecoat)	1,4 10 ⁴	2,1 10 ⁴	1,8 10 ⁴ (3,0 10 ⁴)	3,2 10 ⁴ (1,0 10 ⁵)
telescoop doos (enkelzijdig sap)	nvt	nvt	2,5 10 ⁶	2,7 10 ⁶
telescoop doos met tape (enkelzijdig sap)	nvt	nvt	6,9 10 ⁴	7,5 10 ⁴
sap (pe gecoat) uit telescoop doos gesneden	nvt	nvt	300	380

De tabel 2.3.1.A laat zien dat de bedrukking van onbehandeld karton niet tot een effectieve gasbarriere leidt. Bij 18°C is de gasdoorlaatbaarheid voor O₂ en CO₂ voor beide materialen groter dan 10⁶ ml/(m².dag.bar). Dit is toe te schrijven aan de open vezelstructuur van het karton. De gasdoorlaatbaarheid van het bedrukte materiaal is op 18°C groter en op 8 graden kleiner dan van het onbedrukte materiaal voor beide gassen. De verwachting was dat het bedrukte materiaal altijd een kleiner of gelijke gasdoorlaatbaarheid zou hebben dan het onbedrukte materiaal. Dit is bij 18°C niet het geval en hiervoor geen goede verklaring.

Het materiaal dat vernist is heeft een duidelijk lagere gasdoorlaatbaarheid dan het onbehandelde materiaal (10⁴-10⁵ ml/(m².dag.bar) versus 10⁶ ml/(m².dag.bar)) dan van het onbedrukte materiaal voor beide gassen. Opvallende is dat de doorlaatbaarheid bij 8°C voor beide onderzochte gassen nog gelijk is terwijl bij 18°C dit niet meer het geval is. Dit kan een temperatuurs effect van de barriere eigenschappen van het vernis.

Het pe gecoate materiaal heeft een nog lagere gasdoorlaatbaarheid (1,8.10⁴ en 3,2.10⁴ ml/(m².dag.bar) voor O₂ respectievelijk CO₂ op 18°C). De verhouding tussen de O₂ en de CO₂ doorlaatbaarheid van het sap materiaal komt overeen met de verhouding zoals die ook in pe folie materialen wordt aangetroffen. Hieruit kan de conclusie worden getrokken dat de gasdoorlaatbaarheid volledig door de coating wordt bepaald.

Op dit moment in het project werden elstar appels als produkt uitgekozen omdat de stevigheid van elstar appels middels een MA-verpakking gunstig kan worden beïnvloed. Op basis van de maatvoering van een 10 kg verpakking voor appels (30 bij 40 bij 23 cm) en beschikbare produkt gegevens worden enkele berekeningen met het MA-model bij 18°C uitgevoerd. Dit model kan het verloop van de O₂ en de CO₂ concentratie in de verpakking als functie van de tijd berekenen. De

model berekeningen geven aan dat een voorlopig streven van de doorlaatbaarheid van de appel verpakking $6,1 \cdot 10^3$ en $2,3 \cdot 10^4$ ml/(m².dag.bar) voor O₂ respectievelijk CO₂ moet zijn. Dit kan in principe met een pe coating gehaald worden, eventueel door de dikte van de coating aan te passen.

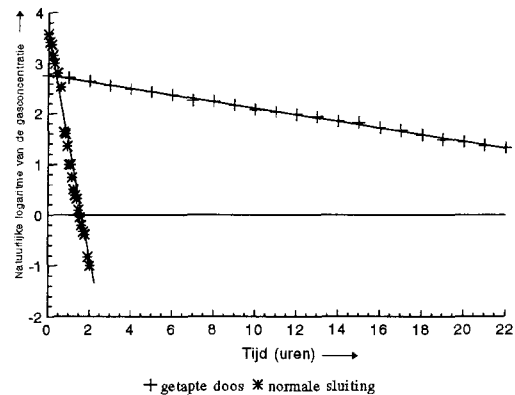
De eigenschappen van de pe coating komen in de buurt van de gewenste specificatie. Met de verwachting dat de gasdoorlaatbaarheid van een doos altijd lager is dan die van het uitgangsmateriaal als gevolg van de constructie (naden en breuklijnen) is besloten een doos met telescoop deksel te maken met een pe coating (sap).

Figuur 1 laat duidelijk zien dat een vooraf aangebrachte de gassenstelling in de telescoopdoos zonder produkt snel verloopt. Dit betekent dat de doos met telescoop deksel niet gasdicht is. Als het deksel van de doos vervolgens zorgvuldig op de randen wordt dichtgemaakt met aluminium tape dan daalt de effectieve gasdoorlaatbaarheid sterk. Figuur 1 laat dit zien dat de verandering van de gassenstelling in de doos zonder produkt veel langzamer gaat. Op basis van deze metingen is een effectieve gasdoorlaatbaarheid van de dozen berekend en in tabel 2.3.1.A weergegeven. De gevonden waarden van $2,5 \cdot 10^6$ en $2,7 \cdot 10^6$ ml/(m².dag.bar) voor O₂ respectievelijk CO₂ voor de niet getapete telescoop doos laat duidelijk zien dat er geen sprake is van een gasdichte doos. De doorlaatbaarheid is in dezelfde orde als die van het onbehandelde karton. De gasdoorlaatbaarheid van de getapte doos is duidelijk lager dan die van het onbehandelde materiaal maar niet zo laag als die van het uitgangsmateriaal. Om dit te controleren is een doos stuk gesneden en zijn de eigenschappen van het materiaal opnieuw gemeten (laatste rij in tabel 2.3.1.A). De gasdoorlaatbaarheid van het materiaal is weer duidelijk lager dan van de afgeplakte doos en wijkt sterk af van eerdere metingen verricht aan de losse platen karton avn het overeenkomstige materiaal. Dit is vermoedelijk weer te wijten aan verschillen in het productieproces. Deze resulteren in verschillen in dikte van de pe coating en leiden tot grote veranderingen van de gasdoorlaatbaarheid. Hieruit volgt dat zelfs de dichtgeplakte telescoop doos als gevolg van vouwlijnen e.d. nog steeds meer gas doorlaat dan op basis van het materiaal zelf kan worden verwacht.

Conclusie

Massief karton heeft een open vezelstructuur en vormt daardoor geen effectieve gasbarriere. Door het karton een extra behandeling te geven kan dit wel bereikt worden. Een vernislaag op het karton resulteert in een lage gasbarriere. Voor een MA-verpakking is een hogere gasbarriere noodzakelijk. In dit project is gekozen voor een pe coating. Hiermee kan de gewenste gasbarriere wel worden bereikt. Coatings op basis van ander materialen zijn in principe ook mogelijk maar in het kader van deze beperkte voorstudie niet geëvalueerd.

Bij de constructie van de doos zijn de naden, hoeken en dekselsluiting van groot belang omdat bij een slecht ontwerp op deze plaatsen lekkages zullen optreden. Hierdoor gaat de effectiviteit van de gasbarriere aangebracht op het karton geheel verloren gaan. De geteste telescoop doos blijkt als gevolg van een slechte sluiting van het deksel niet geschikt als MA-verpakking. Resultaten van



Figuur 1: Verloop van de logaritme van de CO₂-gassenstelling nadat deze op t=0 is gewijzigd.

deze metingen met deze doos zijn besproken. Na overleg met de opdrachtgever is besloten om van de telescoop doos af te stappen. Eveneens wordt besloten om niet appels maar tomaat als uitgangsprodukt te nemen. Vervolgens is een nieuwe (tomaten)doos ontwikkeld met een ander deksel.

2.3.2 Experimenten met verpakkingen en produkt (tomaat).

Inleiding

Het MA-effekt op tomaten is op het ATO-DLO tot dusver onderzocht op het niveau van consumentenverpakkingen. Het gunstige effect van MA: remmen van de doorkleuring en behoud van stevigheid zou ook benut kunnen worden op wat grotere schaal: het niveau van handelsverpakkingen. In Nederland worden tomaten voornamelijk verpakt in kartonnen dozen met een bodemafmeting van 50 bij 30 cm. Deze dozen bevatten 6 kg. Tomaten dozen worden in zowel massief kartonnen uitvoering als golfkartonnen uitvoering toegepast. In deze proef wordt nagegaan of een dergelijke aangepaste 6 kg verpakking van massief karton geschikt is om als MA-doos te fungeren.

Werkwijze

Gebaseerd op de onderzoeksresultaten met dozen zonder produkt (zie 2.3.1) is een nieuwe massief kartonnen doos ontworpen (figuur 2). De afmetingen zijn identiek aan die van de huidige doos. Naast deze MA-doos is ook de mogelijkheid getest om folie in dozen toe te passen. Gekozen is voor een pe-folie met een dikte van 7 μm en als derde variant een doos met een zeer waterdoorlatend folie met een dikte van 30 μm (hyp_30 μm). Vanwege het gelimiteerde aantal dozen is de kwaliteit in dit experiment slechts één keer vastgesteld. De bewaarperiode was 8 dagen en de bewaar temperatuur was 18°C en 8°C. Van de helft van de verpakte tomaten werden de kroontjes verwijderd. In tabel 2.3.2.A wordt de proef schematisch weergegeven.

Tabel 2.3.2.A: Proefopzet van het MA-tomaten experiment

	aantal dozen met 6 kg tomaten			
	18°C		8°C	
verpakking	+kroon	-kroon	+kroon	-kroon
ma-doos	2	2	2	2
standaard doos	2	2	2	2
doos met pe_7 μm	2	2	2	2
doos met hypplast_30 μm	2	2	2	2

In dit experiment is de kwaliteit van de tomaat aan de hand van de volgende aspecten beoordeeld:

- I stevigheid met behulp van de Holl tomatenmeter.
- II massaverliezen door weging.
- III kleur met CBT-kleurenwaaier
- IV schimmel- en rotvorming door middel van visuele inspectie.

I stevigheid met behulp van de Holl tomatenmeter.

De Holl tomatenmeter meet de vervorming (indrukking) van een tomaat in mm's wanneer

een druk van 3 N wordt uitgeoefend en is een non-destructieve meetmethode. Uit eerder onderzoek is een zeer hoge correlatie (verklaarde variantie: 0.97) aangetoond tussen de Holl tomatenmeter en de Instron compressie-meetmethode. (ATO-rapport nr. 133). Om een partij tomaten statistisch betrouwbaar te karakteriseren is een monstergrootte van 15 stuks noodzakelijk en daarom in dit experiment toegepast. De stevigheid is gemeten op de dag van inzet en na 8 dagen.

II massaverliezen door weging.

Het effect van de diverse behandelingen op het massaverlies is door middel van weging van de tomaten op ieder beoordelingstijdstip vastgesteld. De gebruikte balansen hebben een nauwkeurigheid van 0,1 g.

III kleur met CBT-kleurenwaaier.

Het kleurverloop van de tomaten onder invloed van de behandelingen is gemeten. Er is de kleurindeling volgens CBT-kleurenkaart toegepast.

IV schimmel- en rotvorming door middel van visuele inspectie.

De tomaten werden visueel beoordeeld op het voorkomen van rot en schimmel. Als tomaten rot vertoonden werden ze uitgesloten van de kleur- en stevigheidsmetingen. Er is een onderscheid gemaakt in schimmelaantasting op de kroontjes en schimmelaantasting op de vrucht.

Resultaten

I Stevigheid

De resultaten van de stevigheidsmeting staan in tabel 2.3.2.B weergegeven. Hoe lager de waarde des te steviger de tomaat. Het verwijderen van de kroontjes heeft geen effect op de stevigheid. Daarom zijn deze waarden gemiddeld.

Tabel 2.3.2.B: Verloop van de stevigheid van "Chaser" tomaten in verschillende verpakkingen en 8 dgn. bewaard bij 18°C en 8°C. Beginstevigheid is 0.82 mm-indr.

verpakking	stevigheid (mm-indr.)	
	18°C	8°C
ma-doos	0.91	0.81
stand. doos	1.32	0.92
doos+ pe_7µm	0.99	0.84
doos+ hyp_-30µm	1.34	0.98

LSD=0.09 (P<0.05)

Verpakkingen met weinig bescherming tegen vocht afgifte leveren bij beide temperaturen de meest zachte tomaten op. Met een bewaartemperatuur van 8°C kan het effect van een MA-

verpakking bij 18°C worden geëvenaard. Het toepassen van een hoge rv in MA-verpakking (1 en 3) zorgt ervoor dat na 8 dagen er totaal geen verzachting is opgetreden.

II *Massaverlies*

Ook bij deze meting is er geen effect van het verwijderen van de kroontjes. In tabel 2.3.2.C staan daarom de gemiddelde massaverliezen weergegeven.

Tabel 2.3.2.C: Effect van verpakkingstype op het massaverlies van "Chaser" tomaten bewaard gedurende 8 dagen bij 18°C en 8°C.

verpakking	massaverlies (%)	
	18°C	8°C
ma-doos	0.41	0.21
stand. doos	2.5	0.78
doos+ pe_7µm	0.34	0.05
doos+ hyp_30µm	2.16	0.94

LSD=0.04 (P<0.05)

Voor "Chaser" geldt zoals ook voor andere cultivars is aangetoond dat er een lineair verband is tussen vochtverlies en stevigheid. Meer vochtverlies leidt tot zachtere tomaten. Een niveau van 1% vochtverlies heeft al grote gevolgen voor de stevigheid.

III *Kleur*

Alleen de verpakkingvariant: doos+ hyp_30µm heeft een remming van de kleur tengevolge. Bij 18°C zijn alle verpakkingen behalve in doos+hyp_30µm doorgekleurd van stadium 8 naar 12. Na 8 dagen 8°C is de kleur in alle verpakkingen behalve in doos+hyp_30µm gelijk aan stadium 9. Doos+ hyp_30µm komt bij beide temperaturen na 8 dagen uit op kleur 10.

Gasmetingen

Na 5 dagen bewaring zijn O₂ en CO₂-concentraties gemeten bij 18°C uitgevoerd. De resultaten staan in tabel 2.3.2.D.

Tabel 2.3.2.D: Gasconcentraties in MA-doo-verpakkingen van "Chaser" tomaten bewaard bij 18°C.

verpakking	gasconcentratie	
	CO ₂ -conc. (%)	O ₂ -conc. (%)
ma-doo	5.9	17.1
stand. doo	0.035	20.8
doo+ pe_7µm	2.7	15.9
doo+ hyp_30µm	3.2	5.4

De O₂-concentratie in de doo met hap-folie is opvallend laag ten opzichte van de andere. De remming van de kleur in deze verpakking dankzij de sterke daling van de O₂ concentratie is dus een MA-effect.

IV *Rot- en schimmelaantastingen*

Bij een bewaartemperatuur van 8°C werd bij geen enkele verpakkingvariant aantasting in de zin van rot, schimmel en kroonschimmel aangetroffen. Bij 18°C was het resultaat meer gevarieerd. De resultaten staan in tabel 2.3.2.E.

Tabel 2.3.2.E: Microbiële aantasting van verpakte "Chaser" tomaten.
Bewaard gedurende 8 dagen bij 18°C.

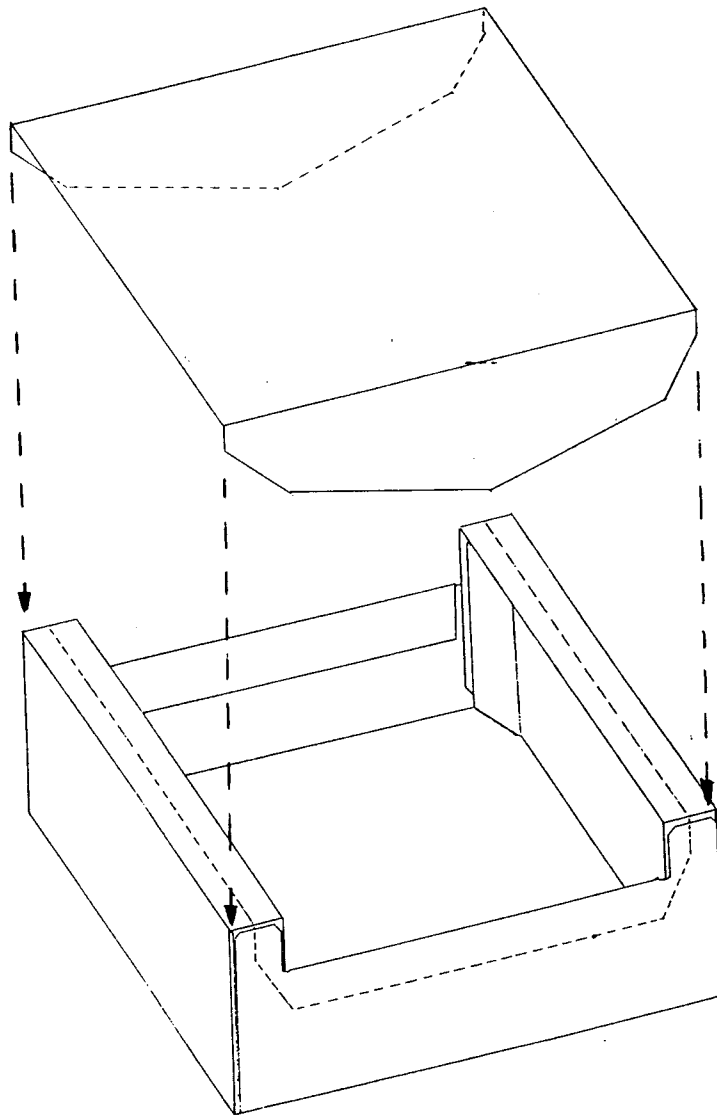
	aantastingen (klasse 0=geen - 5=alles)		
	kr. schimmel	rot	tom. schimmel
ma-doo	3	0	0
stand. doo	0	0	0
doo+ pe_7µm	4	0.75	1.5
doo+ hyp_- 30µm	0	0.25	0.5

Vooraf door lage bewaartemperatuur is er veel voordeel te behalen bij de bewaring van rode tomaten in MA-verpakkingen. Het onderdrukken van microbiële aantastingen is ook in dichte MA-verpakkingen is zeer effectief. Bij 18°C valt op dat de MA-doo beter is dan de doo voorzien van een pe-folie zak. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het absorberen van condensatievocht in deze ma-doo. De tomaten uit de folie verpakking waren veel natter. De kans op aantastingen is dan inderdaad groter.

Conclusie

Het aanpassen van handelsverpakkingen (6 kg) om deze als MA-verpakkingen te gebruiken is geslaagd. Beperking van het massaverlies gaat gepaard met behoud van stevigheid. Remming van

de kleur vindt plaats als de O_2 - en de CO_2 -concentratie het vereiste niveau bereiken. Dit is echter niet in de MA-doos tot volle expressie gekomen. Hiervoor dient de effectieve gasbarriere van de doos nog verder verhoogd te worden. Door zowel een hoge als lage bewaartemperatuur te onderzoeken werd duidelijk dat daar de sleutel ligt om het microbieel bederf in MA-verpakkingen te minimaliseren. Bij $8^\circ C$ is geen bederf aangetroffen, zelfs niet op de kroontjes terwijl er wel een effect op de stevigheid werd gemeten, ondanks de geringe massaverliezen bij die temperatuur.



Figuur 2: Schema van de geteste MA doos met deksel.

3.0 Kansrijke proposities

Deze voorstudie toont duidelijk aan dat er goede mogelijkheden zijn voor MA-verpakkingen door het ontwerp van de verpakking hierop aan te passen. Dit is getest voor tomaten, maar andere ook economisch belangrijke produkten zoals paprika en appels hebben duidelijk voordeel bij een dergelijke MA-verpakking.

Vanzelfsprekend zal het geteste doosontwerp verder moeten worden ontwikkeld. Aspecten die hierbij een rol spelen zijn:

- hoe kan de verpakking worden aangepast zodanig dat deze in grote hoeveelheden te produceren is.
- welke coating dikte is noodzakelijk en hoe homogeen de coating op het karton aangebracht.
- verder verhogen van de O₂-barrière van de verpakking (gunstig om de roodverkleuring van tomaat tegen te gaan).
- het sluiten van het deksel.
- de constructie van de verpakking effecten van naden, hoeken ed.
- de gevolgen van gewijzigde afkoeling de koelketen op de kwaliteit van het produkt.
- ontwikkeling van de MA-doos voor meerdere agrarische produkten.

Het ontwikkelen van een MA-handelsverpakking zal een doorbraak binnen zowel de agrarische sector als de verpakkingen producerende industrie zijn. De MA-verpakking is momenteel alleen als consumentenverpakking beschikbaar en dekt daarmee slecht een klein deel van de markt af. Gegeven het feit dat i) een MA verpakking de houdbaarheid van het bederfelijk produkt verlengt en ii) opschaling naar de handelsverpakking de penetratiegraad van de MA verpakking sterk zal vergroten zal de verdere ontwikkeling van een MA verpakking grote mogelijkheden bieden.