

A 208

Voortgangsverslag 2:

**Tafelaardappelverpakking met
toegevoegde waarde**

H.A.M. Boerrigter
G.J.P.M. van den Boogaard
J.P.J. de Wild
P.S. Hak

VERTROUWELIJK

Rapport nr. B 339/juni 1998

ato-dlo



Voortgangsverslag 2: Tafelaardappelverpakking met toegevoegde waarde

H.A.M. Boerrigter

G.J.P.M van den Boogaard

J.P.J. de Wild

P.S. Hak

Vertrouwelijk

Ref nr.OPD 97/129/080897/B

2250645

Inhoudsopgave

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
2. DOEL VAN HET EXPERIMENT IN VOORJAAR 1998	4
3. BESCHRIJVING VAN DE EXPERIMENTEN	4
3.1 PRODUKT	4
3.2 VERPAKKING	5
3.3 KETENSIMULATIE	5
3.4 KWALITEITSMETINGEN	5
3.5 GASMETINGEN	5
3.6 GASUITWISSELING	6
3.7 STATISTIEK	6
4. RESULTATEN	6
4.1 PRODUCTKWALITEIT VOOR EN NA BEWARING	6
4.2 VERPAKKINGSEXPERIMENT	7
4.2.1 Groenverkleuring	7
4.2.2 Spruitvorming	8
4.2.3 Verkoopbaarheid	8
4.2.4 Gasconcentraties	9
4.2.5 Rotaantastingen	10
4.2.6 Gewichtsverliezen	10
4.2.7 Inwendige gebreken	11
CONCLUSIE INWENDIGE GEBREKEN	11
4.2.8 Gasuitwisseling	11
5. CONCLUSIES	13
5.1 VERPAKKINGEN	13
5.2 GASUITWISSELING	13
6. VERGELIJKING MET EERDERE PROEVEN	14
7. ADVIES VOOR HET VERPAKKEN VAN TAFELAARDAPPELEN	15
8. LITERATUUR	15
BIJLAGE GASUITWISSELING	16

Samenvatting

In dit rapport wordt het resultaat beschreven van verpakkingsexperimenten met tafelaardappelen die daarvoor 5 maanden werden bewaard bij 5°C. Dezelfde aardappelen werden vóór deze bewaarperiode ook getest in dezelfde verpakkingsvormen en bij gelijke afzetcondities. De resultaten van die proef werden reeds eerder gerapporteerd. In deze tweede proef werd dus nagegaan of de leeftijd van de aardappelen een factor is waarmee rekening moet worden gehouden bij de keuze voor een nieuw verpakkingsmateriaal.

De rassen Ditta, Agria en Bintje werden in maart '98 verpakt in respectievelijk: standaardfolie, P-plus folie, papieren draagtas en Hytirespiro folie. De verpakkingen werden gedurende 10 dagen weggelegd bij 20°C/75% rv. Bovendien werden de verpakte aardappelen gedurende 16 uur/ dag blootgesteld aan licht.

Vooraf door P-plus folie werd groenverkleuring en spruitvorming geremd. Ondanks de de vochtige condities in deze verpakking werden geen andere negatieve kwaliteitseffecten zoals rot e.d. waargenomen. De andere verpakkingsvormen beschermen het product niet of onvoldoende tegen kwaliteitsachteruitgang.

Kwalitatief bleek Agria de zwakste aardappel in deze proef, gevolgd door Ditta. Bintje behield het beste de uitgangskwaliteit.

Vergelijking met de eerdere proef in '97 laat zien dat het product na bewaring gevoeliger is voor spruitvorming en voor groenverkleuring. Opvallend is dat beide geteste MA-verpakkingen de groenverkleuring van bewaarde aardappelen beter onderdrukken dan wanneer nieuwe aardappelen worden verpakt.

Gegeven het geheel van de resultaten van alle proeven blijkt dat tafelaardappelen het beste in P-plus folie verpakt kunnen worden. Deze verpakking geeft een effectieve bescherming tegen groenverkleuring en doorgaans ook tegen spruitvorming. Bij beide kwaliteitsaspecten is er wel sprake van ras- en bewaareffecten, maar deze ondermijnen niet de algemene geldigheid van dit advies. De p-plus folie heeft bovendien het voordeel van een volkomen nieuwe presentatie. Het heldere en knisperige materiaal heeft een "vers"-imago

1. Inleiding

In dit verslag worden de resultaten gepresenteerd van het tweede gedeelte van het onderzoek dat is uitgevoerd conform het onderzoekwerkplan zoals dat weergegeven staat in nr. OWP 97/129/080897/B.

2. Doel van het experiment in voorjaar 1998

Het doel is om het effect van nieuwe consumentverpakkingen (met toegevoegde waarde) op de kwaliteit van de rassen Ditta, Agria en Bintje vast te stellen, waarbij het effect van bewaring op het productgedrag in de distributiefase de hoofdreden is van deze herhaling. Een tweede doel is het vaststellen van de ademhalingsactiviteit van Ditta en Agria onder ketenrealistische omstandigheden. Enerzijds kan dat opgetreden effecten verklaren, maar anderzijds leveren deze metingen data op die het mogelijk maken om via modelberekeningen het effect van nieuwe verpakkingssystemen op de uiteindelijke kwaliteit door te rekenen.

3. Beschrijving van de experimenten

De rassen Ditta, Bintje en Agria zijn verpakt in vier verschillende typen verpakkingen. De verpakte aardappelen werden blootgesteld aan realistische afzetcondities (temperatuur, rv en licht. Gedurende de afzetsimulatie en na afloop ervan wordt de invloed vastgesteld van het verpakkingstype op de kwaliteit van het verpakte product. In 1997 werd onmiddellijk na de oogst na de wondhelingsperiode een identieke proef met hetzelfde product uitgevoerd. Door de resultaten van deze proef (aardappelen die ca. 5 maanden werden bewaard) te vergelijken met de eerste proef wordt het effect van bewaring vastgesteld. Naar aanleiding van de test in 1997 werd besloten om ook Bintje te onderzoeken. De resultaten met dit ras kunnen dus niet vergeleken worden met de voorgaande proeven.

3.1 Produkt

Getoetst worden de effecten van de verschillende verpakkingstypen op de kwaliteit van de rassen Ditta, Bintje en Agria. Ditta en Agria zijn geteeld op de proefboerderij "De Eest" van ATO-DLO te Nagele (NOP) en werden geteeld volgens Agrico voorschriften. Ter beoordeling van de beginkwaliteit zijn monsters van Ditta en Agria aan Agrico kwaliteitsinspecteurs aangeboden. Het ras "Bintje" is geleverd door Leo de Cock en Zn. direct voor aanvang van het verpakkingsexperiment. Van dit ras zijn geen teelt- en bewaargegevens bekend bij ATO-DLO.

De aardappels (Agria en Ditta) werden gepoot op 08-04'97. Bij proefrooiingen op 12 en 18 augustus werd van monsters het onderwatergewicht bepaald. Mede op basis daarvan werd het tijdstip van loofvernietiging vastgesteld: bij Ditta op 25-08 en bij Agria op 01-09. De rooidatum was 3 september voor Ditta en 10 september voor Agria. Het product werd in kuubskisten op het erf gedroogd en op 15 september gesorteerd in de maat 50-55mm. Alle afwijkingen werden uit de partij verwijderd. Na ca. 1 week wondheling ($T > 15^{\circ}\text{C}$) werden de partijen op 2 oktober bij 8°C geplaatst en gedurende 3 dagen geleidelijk afgekoeld naar 5°C . De aardappels werden in mechanisch gekoelde opslagcellen in kisten bewaard. De bewaar temperatuur was continu 5°C . Om spruitvorming te voorkomen werd "Talent" toegepast. Ter karakterisering van de partij zijn verder bepaald: onderwatergewicht; bakkleurindex en zilverschurft-index.

3.2 Verpakking

In deze proef werden 4 verpakkingsvormen getest.

- a) standaard pe-zak met perforaties
- b) papieren draagtas met netvenster
- c) Hytirespiro folie
- d) P-plus OPP-folie

3.3 Ketensimulatie

In dit experiment worden verpakte aardappelen gedurende 10 dagen blootgesteld aan 20°C en opslag in licht gedurende 16 uur per dag. Het licht wordt geproduceerd door TL-buizen kleur 33. Deze lampen produceren een lichtspectrum die een photosynthetisch specifieke golflengte bevat. Na 10 dagen wordt de visuele kwaliteit bepaald van 4 verpakkingen per ras per verpakkingstype. De geopende verpakkingen worden vervolgens weggelegd bij 20°C/ 65% rv en 16 uur licht per 24 uur. Na 4 dagen wordt het product opnieuw beoordeeld (in- en uitwendig). Het kwaliteitsverloop in de laatste periode heet uitstalleven.

Schematisch:

Dag 1 tm Dag 9	Dag 10	Dag 11 tm Dag 13	Dag 14
Opslag in verpakkingen	Openen verpakking + inspectie kwaliteit	Uitstallen	Inspectie kwaliteit
20° / 65% rv; 16 uur licht; 8 uur donker			

3.4 Kwaliteitsmetingen

De aardappelen worden op in- en uitwendige gebreken geïnspecteerd. De belangrijkste kwaliteitsaspecten zijn: groenverkleuring, spruitvorming en rot/schimmelaantastingen. De mate van groenverkleuring wordt bepaald via een klasse-indeling met een schaal lopende van 0 tot 5 (0=geen groen en 5 is volledig groen). Dezelfde methode wordt voor spruitvorming toegepast: 0= geen spruiten 5= veel spruiten. Een partij is in verband met verkoopbaarheid nog juist acceptabel bij een score van 2 voor óf spruitvorming óf groenverkleuring. Indien beide aspecten meetellen (score >0) dan wordt maximaal een waarde 1 voor beide aspecten getolereerd. Rotaantastingen worden niet getolereerd in een kleinverpakking van 1.5kg. Daarnaast wordt ook gelet op stevigheid (via gewichtsverlies), dunschilligheid, zilverschurft, blauw, zwarte harten e.d.. De afwijkingen worden bepaald door het tellen van het aantal aangetaste aardappelen. Controle van inwendige defecten vindt plaats door de aardappelen overlans door te snijden. Ook wordt een waardeoordeel geveld over eventuele geurafwijkingen in de verpakkingen.

3.5 Gasmetingen

Met behulp van een gaschromatograaf wordt twee keer gedurende de bewaarperiode de gassamenstelling in alle verpakkingen geanalyseerd. Het bemonsteren geschiedt via een naald en sample-pompje. De naald wordt door de folie geprikt. Na bemonstering wordt het gaatje dichtgeplakt met plakband.

3.6 Gasuitwisseling

Er zijn twee experimenten uitgevoerd waarbij de gasuitwisseling van aardappelen is bepaald. Zowel de zuurstofconsumptie als de kooldioxideproductie zijn gemeten.

Het eerste experiment was gericht op het effect van licht en van verhoogd kooldioxide op de gasuitwisseling. Hiervoor is het ras Agria gebruikt bij een bewaartemperatuur van 18 °C. Flessen met aardappelen (2 stuks per fles) werden geplaatst in donker of in afwisselend 12 uren donker en 12 uren licht (195 µmol/m².s). Er werden 40 flessen ingezet. Door iedere fles werd continu een bepaald gasmengsel geleid gedurende twee weken. Toegepaste gasmengsels zijn 0, 1, 3, 8 en 21 kPa zuurstof gecombineerd met 0 of 10 kPa kooldioxide. De luchtvochtigheid rond de aardappelen was hoger dan 95%. Metingen zijn uitgevoerd na 3, 6, 10 en 14 dagen met een gaschromatograaf. Na de laatste meting is de spruitvorming per aardappel bepaald.

Bij het tweede experiment zijn twee rassen (Agria en Ditta) en twee temperaturen (10 en 20 °C) vergeleken. Het experiment bestond uit 48 flessen met aardappelen (2 per fles). Toegepaste gasmengsels zijn 0, 0.8, 2.5, 6, 9 en 21 kPa zuurstof met 0 kPa kooldioxide. Na 1 week werd de gasuitwisseling gemeten.

3.7 Statistiek

De betrouwbaarheid van verschillen en effecten wordt bepaald met behulp van een variantieanalyse met het statistisch dataverwerkingspakket GENSTAT. Als er een verschil wordt aangegeven dan is dit aantoonbaar bij een betrouwbaarheidsinterval van 95%.

De verkregen meetwaarden zijn vergeleken met gasuitwisselingsmodellen voor zuurstofconsumptie en kooldioxideproductie. Dit gebeurde door middel van non-lineaire regressie met het statistisch dataverwerkingsprogramma GENSTAT.

4. Resultaten

4.1 Productkwaliteit voor en na bewaring

In tabel 1 staan de resultaten van de verschillende kwaliteitsmetingen die voor en na de bewaring werden uitgevoerd.

Tabel 1: Kwaliteit van de tafelaardappelen

	Ditta		Agria	
	Bij inslag	Na 5 mnd.	Bij inslag	Na 5 mnd.
Agrico-index	3.2	Nvt	19.2	Nvt
Onderwatergewicht	364g	Nvt	375g	Nvt
Bakkleurindex	2.15	6.35	2.45	3.50
Zilverschurftindex	0	1.2	0	0.5
Gewichtsverlies	0	2.5%	0	4.0%

Gegeven het resultaat van de “Agrico” keuring valt Ditta dus in de kwaliteitsklasse: A (premiëklasse) en Agria in klasse B (basisklasse). De zilverschurft-index is voor beide rassen zeer laag en is te verwaarlozen. De bakkleur van beide rassen is bij inslag goed. Voor wat betreft bakkleur is Ditta na 5 maanden niet meer acceptabel; die van Agria wel. Het

gewichtsverlies voor beide rassen is redelijk; Agria vertoont meer gewichtsverlies als gevolg van een dunnere schil.

4.2 Verpakkingsexperiment

4.2.1 Groenverkleuring

In tabel 2 wordt de groenverkleuring weergegeven, die optreedt in de diverse verpakkingstypes.

Tabel 2: Groenverkleuring van tafelaardappelen: schaal 0-5 (0=blank; 5=groen)						
Conditie: 16 uur licht/24h en 20°C/65% rv						
Verpakking	Agria		Ditta		Bintje	
	na 10 dgn	na 10 + 4 dgn.	na 10 dgn	na 10 + 4 dgn.	na 10 dgn	na 10 + 4 dgn.
Standaard	3	5	4.5	5	3	4
Draagtas	2.5	4	2.5	5	1.8	4
Hytirespiro	1.8	3.5	2.8	4	0	2.3
p-plus	1	4.3	0	3	0	0

*LSD=0.6 en 1.1 resp. op dag 10 en op dag 10+4. (P<0.05)

Na 10 dagen te zijn bewaard in licht en bij 20°C is het afhankelijk van de toegepaste verpakking of de aardappelen zijn groenverkleurd. P-plus folie is de beste bescherming tegen groenverkleuring, gevolgd door de hytirespiro-folie. Ook de papieren draagtas geeft enige bescherming tegen groenverkleuring als het venster wordt afgeschermd tegen licht. Er zijn duidelijke rasverschillen. De volgorde in aflopende gevoeligheid is: Ditta-Agria-Bintje. Uit de tabel volgt dat uitstallen van de aardappelen leidt tot verdere groenverkleuring, maar de effecten van de verpakking blijven behouden. Het is dus niet zo, dat een MA-verpakking na opening een versnelde groenverkleuring van de aardappelen laat zien. De grenswaarde voor groenverkleuring in verband met verkoopbaarheid ligt bij 2, althans naar de mening van ATO-experts.

Conclusie groenverkleuring

- *P-plus folieverpakking beschermt bewaarde aardappelen gedurende 10 dagen effectief tegen groenverkleuring terwijl ze aan licht worden blootgesteld.*
- *Hytirespirofolie beschermt Bintje en Agria wel, maar Ditta onvoldoende tegen groenverkleuring.*
- *Bintje is in deze test het minst gevoelige ras ten aanzien van groenverkleuring.*

4.2.2 Spruitvorming

In tabel 3 wordt het resultaat weergegeven met betrekking tot spruitvorming in de diverse verpakkingen.

Tabel 3: Spruitvorming van tafelaardappelen: schaal 0-5 (0=zonder;5=ernstig)						
Conditie: 16uur licht/24h en 20°C/65% rv						
	Agria		Ditta		Bintje	
	Na 10 d	na 10+4d uitstal	na 10 d	na 10+4d uitstal	na 10 d	na 10+4d uitstal
Standaard	4	5	3	5	0.5	1.5
Draagtas	4	5	2.5	5	1.3	1.5
Hytirespiro	4	5	2.3	3.3	1	3
p-plus	2	3.5	1	2	0.3	1.3

*LSD= 0.88 resp. 0.8. op dag 10 en dag 10+4. (P<0.05).

Agria en Ditta vertonen vrij veel spruitvorming. Bintje niet. Een mogelijke verklaring kan zijn, dat Bintje tijdens bewaring behandeld is met een ander anti-spruitmiddel dan "Talent" dat wellicht tijdens distributie langer effectief is. De p-plus folie remt de kieming het beste. De rangorde met afnemende gevoeligheid voor spruitvorming is: Agria-Ditta-Bintje. Het effect van de verschillende verpakkingen is niet consistent voor alle geteste rassen. Daarom geldt dat alleen p-plus een duidelijk remmend effect geeft bij alle geteste rassen. Dit geldt ook nog na 4 dagen nabewaring met geopende verpakkingen.

Conclusie spruitvorming

- Alleen P-plus folie remt bij alle 3 geteste rassen de spruitvorming
- Agria bevat teveel spruiten om na 10 dagen nog "verkoopbaar" genoemd te kunnen worden

4.2.3 Verkoopbaarheid

In tabel 4 wordt het percentage voor verkoop afgekeurde verpakkingen naar het oordeel van ATO-experts weergegeven. In dit oordeel worden alle zichtbare kwaliteitskenmerken meegewogen. Een combinatie van twee énen voor zowel spruitvorming als groenverkleuring wordt nog net als "verkoopbaar" gekwalificeerd. Ook een score van een twee voor één van beide aspecten is nog net toelaatbaar. Rot is ontoelaatbaar.

Tabel 4: Percentage afgekeurde tafelaardappelverpakkingen

	Agria		Ditta		Bintje	
	na 10 dgn	na 10+4d	Na 10dgn	na 10+4d	Na 10dgn	na 10+4d
Standaard	100	100	100	100	100	100
Draagtas	100	100	100	100	50	100
Hytirespiro	100	100	67	100	0	75
p-plus	50	100	0	67	0	0

LSD= 40% resp. 30% na 10d en 10 + 4d (P<0.05).

De spreiding is groot. P-plus folie levert duidelijk winst op ten opzichte van de andere verpakkingsvarianten. Als aardappelen gedurende langere periode aan deze ongunstige omgevingscondities worden blootgesteld is de verkoopbaarheid van product in p-plus folie verpakt het beste. Uit tabel 3 blijkt dat Bintje het best houdbare ras cq de beste partij is van de drie onderzochte rassen.

Conclusie verkoopbaarheid

- Bewaarde aardappelen die gedurende 10 dagen worden blootgesteld aan ongunstige klimaatcondities zijn niet meer verkoopbaar, behalve als p-plus folie wordt toegepast.
- Agria in combinatie met deze verpakking is dan ook niet meer verkoopbaar.
- Bintje verpakt in Hytirespiro is ook na 10 dagen nog verkoopbaar.

4.2.4 Gasconcentraties

Op twee momenten in de bewaarperiode (dag 3 en dag 9) zijn gasconcentraties bepaald in de MA-verpakkingen. De gemiddelde meetwaarde van beide dagen staat in tabel 5 weergegeven.

Tabel 5: Gasconcentraties (%-vol.) in MA-verpakkingen voor tafelaardappelen.

	P-plus		Hytirespiro	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
Agria	5.9	10.0	13.0	4.5
Ditta	4.6	10.5	8.5	3.7
Bintje	5.3	11.4	9.3	3.7

LSD O₂= 2%. LSD CO₂=0.8% als P<0.05

Alleen in hytirespiro en p-plus komen MA-gascondities voor. In beide andere verpakkingen is sprake van normale luchtcondities vanwege de aanwezigheid van gaten.

P-plus heeft een grotere weerstand tegen gasuitwisseling dan hytirespiro, resulterend in meer rigide MA-condities: de zuurstofconcentratie is lager en de kooldioxideconcentratie is hoger. De spreiding was vrij groot, daarom kan er geen eenduidige betekenis worden toegekend aan de gemeten verschillen tussen de rassen. Met name Agria in hytirespiro-folie verpakt laat bij de tweede meting (data hier weggelaten) een verhoogde zuurstofconcentratie zien. Mogelijk

zijn enkele verpakkingen lek geraakt.

Door de verstrengeling van effecten van beide gassen is het niet mogelijk het beschermende effect van een verpakking exact te verklaren. De indruk bestaat dat vooral kooldioxide een belangrijke werking heeft bij het voorkomen van groenverkleuring.

Conclusie gasmetingen

- *MA-condities in kleinverpakkingen hangen af van het toegepaste verpakkingsmateriaal*

4.2.5 Rotaantastingen

In geen enkele verpakking werd rot aangetroffen. Door de zeer lage rv in de hytirospiro verpakking en als gevolg daarvan droge aardappelen is dit logisch. Echter in de p-plus verpakking is duidelijk, gedurende de gehele afzetsimulatie, sprake van condens en permanent vochtige aardappelen. Ondanks de hoge omgevingstemperatuur leidde dit niet tot rotaantastingen.

Conclusie rotaantastingen

- *Ondanks condens in de p-plus verpakking is in geen enkele verpakking rot aangetroffen.*

4.2.6 Gewichtsverliezen

In tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de gewichtsverliezen.

Tabel 6: Gewichtsverliezen (%) van kleinverpakte tafelaardappelen			
	Agria	Ditta	Bintje
Standaard	1.0	0.9	2.1
Draagtas	1.0	0.9	2.2
Hytirospiro	1.7	1.2	2.4
p-plus	0.05	0.05	0.05

LSD= 0.2 als $p < 0.05$

In de p-plus folie is er nauwelijks sprake van gewichtsverlies; terwijl de andere verpakkingen wel een duidelijk gewichtsverlies laten zien. De bijzondere eigenschappen van hytirospiro folie komen hier sterk naar voren. Ondanks een min of meer gasdichte folieverpakking verliest het product in hytirospiro nog meer vocht als in de papieren draagtas die bovendien voorzien is van een groot open venster. Er zijn opnieuw rasverschillen waarbij vooral de verliezen van Bintje opvallend hoger zijn ten opzichte van de verliezen van beide andere rassen.

Conclusie gewichtsverliezen

- *Bintje verliest dubbel zo veel gewicht als de beide andere rassen*
- *In P-plus folie verpakte aardappelen verliezen vrijwel geen gewicht*

4.2.7 Inwendige gebreken

In een van de 4 p-plus verpakkingen met Agria aardappelen werden aan het eind van de uitstalperiode bij het doorsnijden geconstateerd dat alle aardappels in die verpakking zwarte harten hadden. In de drie andere verpakkingen kwam dit niet voor. Bintje en Ditta hebben geen inwendige gebreken, ook niet in de p-plus verpakking. Bij gasuitwisselingsmetingen (zie hoofdstuk 4.2.8) is gebleken dat zwarte harten het gevolg is van een te lage O₂-concentratie in de verpakking. Agria is dus meer dan de andere rassen gevoelig voor fermentatie. De aanwezige gasconcentratie (ca. 5% O₂ en 10% CO₂; zie tabel 4) in de p-plus verpakking is voor 6 maanden bewaarde Agria niet toelaatbaar.

Conclusie inwendige gebreken

- *De gascondities, die optreden in de p-plus folie van het type PA60, zijn op de rand van het toelaatbare. Bij 1 ras, in één verpakking, werd schade aangetroffen door gebrek aan zuurstof.*

4.2.8 Gasuitwisseling

De zuurstofopname en kooldioxideproductie werden pas bij lage zuurstofconcentraties duidelijk geremd. In figuur 1(bijlage 1) zijn weergegeven de resultaten van dag 3 en dag 14 van Agria in donker. De hoge kooldioxideproductie bij 0 kPa zuurstof op dag 14 is het gevolg van fermentatie. Gebrek aan zuurstof leidde hier tot het optreden van zwarte harten.

De met het model berekende Km_{O₂}-waarde=2.1 kPa op dag 3 en Km_{O₂}=3.0 kPa op dag 14 geven aan dat pas bij deze lage zuurstofconcentraties de maximaal mogelijke zuurstofopname wordt gehalveerd. De invloed van verhoogd kooldioxide op de gasuitwisseling was eveneens gering. Ook de metingen op dag 6 en dag 10 en bij aardappelen in licht wezen erop dat pas bij laag zuurstof de gasuitwisseling sterk werd beïnvloed en dat de invloed van verhoogd kooldioxide gering was.

Licht had een duidelijk effect op de gasuitwisseling (fig. 2: zie bijlagen). Op dag 3 en dag 6 was de gasuitwisseling in licht (12 uren licht/12 uren donker) hoger dan in donker. De met het model berekende maximale zuurstofopname op dag 3 en dag 6 was in licht respectievelijk 46% en 37% hoger dan in donker. Op dag 10 was er nauwelijks verschil meer en op dag 14 was de gasuitwisseling in licht lager dan in donker. De gasuitwisseling in donker nam geleidelijk toe van dag 3 tot dag 14. De gasuitwisseling in licht nam geleidelijk toe van dag 3 tot dag 10. De hogere activiteit van aardappelen in licht ten opzichte van donker tijdens de eerste dagen van het experiment kan in verband staan met groenverkleuring. De tegenovergestelde resultaten op dag 14 kunnen het gevolg zijn van de activiteit van spruiten. Op dag 10 waren zowel in licht als in donker bij de hoge zuurstofconcentraties kleine spuitjes zichtbaar (maximaal enkele mm's). Op dag 14 werd de spuitlengte bepaald. Deze bleek in donker meer te zijn dan in licht (tabel 1). Tevens bleek verhoogd kooldioxide de spuitgroei te hebben gestimuleerd bij de hoge zuurstofconcentraties. Deze waarnemingen staan in tabel 7 weergegeven

**Tabel 7 : Spruitvorming van Agria bij 18 °C,
(gemiddelde lengte in mm per aardappel op dag 14)**

Zuurstofconc. (kPa)	Donker zonder Kooldioxide	licht zonder kooldioxide	donker met kooldioxide	licht met kooldioxide
0	0	0	0	0
1	12	2	8	7
3	92	92	119	74
8	189	80	279	204
21	73	52	213	132

De gasuitwisseling van Agria was hoger dan van Ditta (fig. 3). Temperatuur had een grote invloed. De activiteit van de aardappelen verdubbelde bij 20 °C ten opzichte van 10 °C. Er is in dit tweede experiment geen spruitvorming opgetreden.

Conclusies gasuitwisseling

- *De invloed van zuurstof en kooldioxide op de gasuitwisseling is vergeleken met andere landbouwgewassen relatief gering.*
- *Bij toenemende temperatuur neemt de gasuitwisseling sterk toe.*
- *Agria is actiever dan Ditta*
- *Licht beïnvloedt de gasuitwisseling. Licht stimuleerde duidelijk de gasuitwisseling gedurende de eerste periode in de afzetsimulatie (tot aan spruitvorming). Later was de gasuitwisseling in licht lager dan in donker.*

5. Conclusies

5.1 Verpakkingen

- P-plus folieverpakking beschermt bewaarde aardappelen gedurende 10 dagen effectief tegen groenverkleuring terwijl ze 16 uur per dag aan licht worden blootgesteld.
- Hytirespirofolie beschermt Bintje en Agria wel, maar Ditta onvoldoende tegen groenverkleuring.
- Bintje is in deze test het minst gevoelige ras ten aanzien van groenverkleuring
- Alleen P-plus folie remt bij alle 3 geteste rassen de spruitvorming
- Agria bevat teveel spruiten om na 10 dagen nog “verkoopbaar” genoemd te kunnen worden
- Bewaarde aardappelen die gedurende 10 dagen worden blootgesteld aan ongunstige klimaatcondities zijn niet meer verkoopbaar, behalve als p-plus folie wordt toegepast.
- Agria in combinatie met deze verpakking is dan ook niet meer verkoopbaar.
- In Hytirespiro folie verpakte Bintjes zijn na 10 dagen ook nog verkoopbaar.
- MA-condities in kleinverpakkingen hangen af van het toegepaste verpakkingsmateriaal
- De gascondities, die optreden in de p-plus folie bij het type PA60, zijn op de rand van het toelaatbare. Bij 1 ras, in één verpakking, werd schade aangetroffen door gebrek aan zuurstof.
- Ondanks condens in de P-plus verpakking is in geen enkele verpakking rot aangetroffen.
- Bintje verliest verpakt en onverpakt dubbel zo veel gewicht als de beide andere rassen
- In P-plus folie verpakte aardappelen verliezen vrijwel geen gewicht

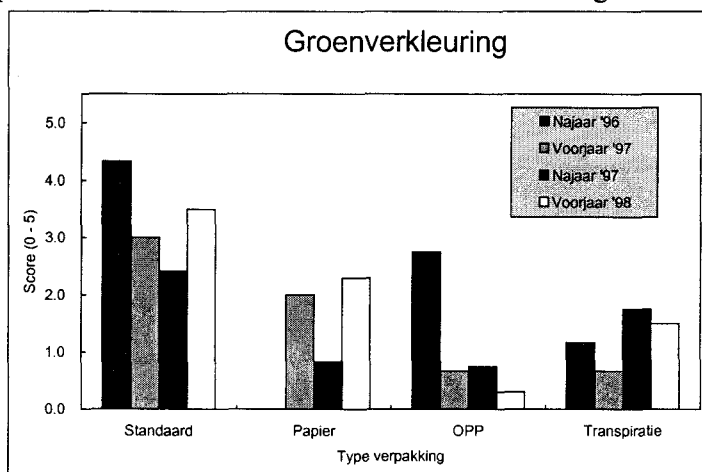
5.2 Gasuitwisseling

- De invloed van zuurstof en kooldioxide op de gasuitwisseling is vergeleken met andere landbouwgewassen relatief gering.
- Bij toenemende temperatuur neemt de gasuitwisseling sterk toe.
- Agria is actiever dan Ditta
- Licht beïnvloedt de gasuitwisseling. Licht stimuleerde duidelijk de gasuitwisseling gedurende de eerste periode in de afzetsimulatie (tot aan spruitvorming). Later was de gasuitwisseling in licht lager dan in donker.

6. Vergelijking met eerdere proeven

In figuur 1 en 2 is een overzicht weergegeven van alle verpakkingsproeven tot nu toe. De vermelde score is een gemiddelde van alle onderzochte partijen.

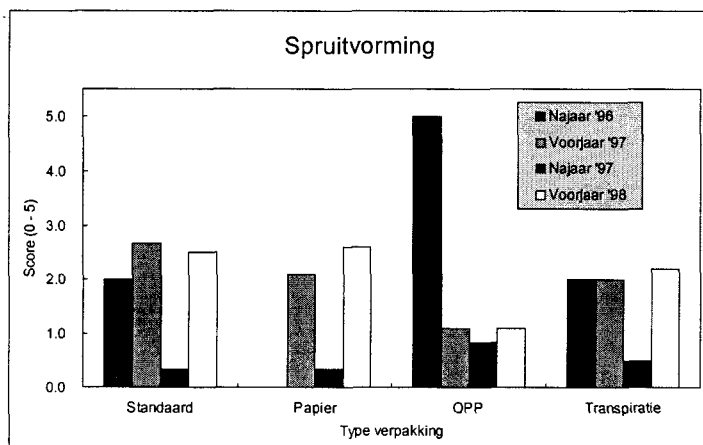
Figuur 1 laat zien dat met name de p-plus folie het beste groenverkleuring tegengaat. De reden dat in de eerste proef deze remming niet werd bereikt was het gevolg van het testen van een p-plus folietype, dat achteraf gezien een te hoge gasdoorlaatbaarheid had. Na aanpassing van het type is het effect van de folie steeds hetzelfde ongeacht ras- en seizoensvariaties.



Figuur 1: Vergelijking van alle verpakkingsproeven met tafelaardappelen.

De papieren zak was in '96 nog niet beschikbaar. Bij papier en standaard is wel een seizoenseffect aanwezig. Bewaarde aardappelen verkleuren sneller dan jonge aardappelen. De transpiratiefolie (Hytirespiro genoemd in dit rapport) remt wel enigszins de groenverkleuring, maar minder effectief dan de p-plus folie.

Het MA-effect (p-plus en hytirespiro) is beter na bewaring dan bij jonge aardappelen.



Figuur 2: Vergelijking van alle verpakkingsproeven met tafelaardappelen

In figuur 2 wordt een samenvatting gegeven van alle resultaten ten aanzien van spruitvorming. P-plus folie is ook het meest effectief ten aanzien van remming van de spruitvorming. Door na '96 een beter folietype te kiezen werd vervolgens steeds een goed

resultaat behaald. De test in het najaar van '97 laat zien dat de aardappelen toen nog ongevoelig waren voor spruitvorming. Een vochtige verpakking (p-plus is vochtig; de andere niet) scoort dan zelfs wat slechter. De andere verpakkingen laten na bewaring een veel grotere spruitlustigheid zien. In P-plus folie is sprake van remming.

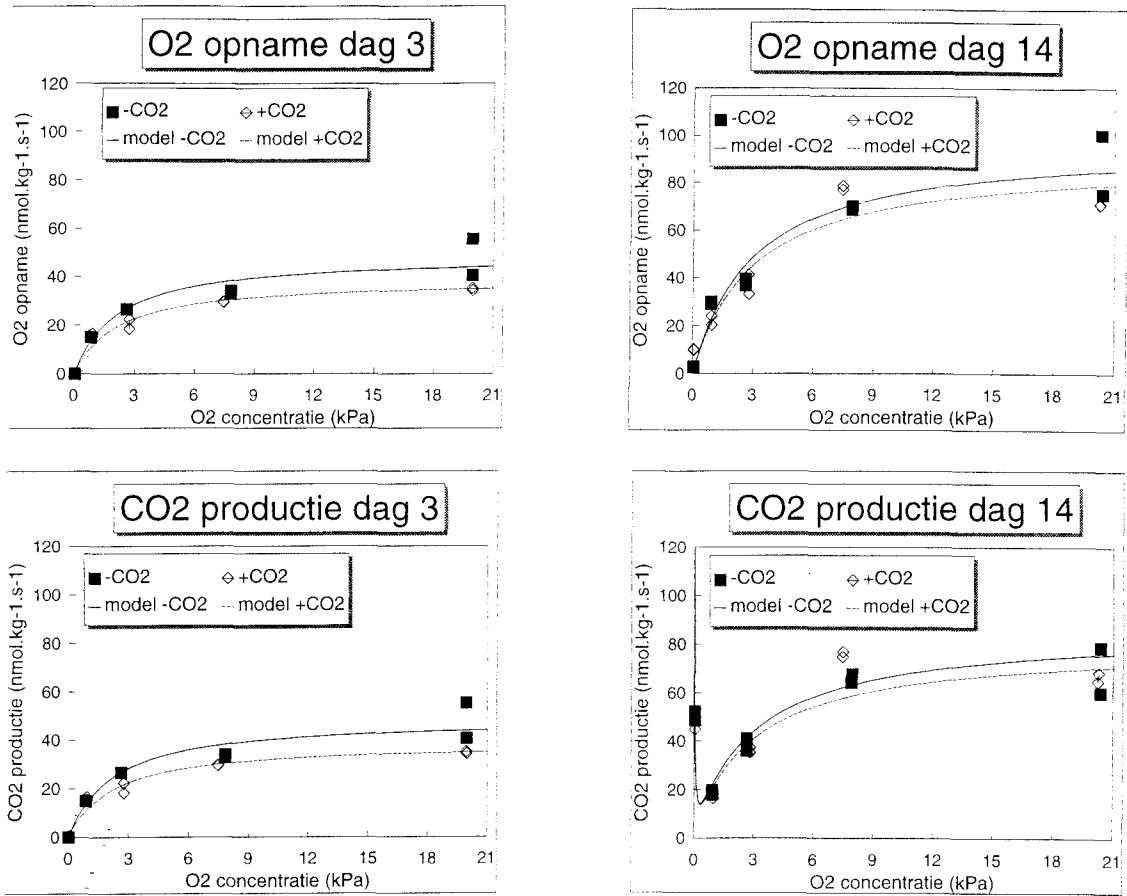
7. Advies voor het verpakken van tafelaardappelen

Gegeven het geheel van deze resultaten blijkt dat tafelaardappelen het beste in P-plus folie verpakt kunnen worden. Deze verpakking geeft een effectieve bescherming tegen groenverkleuring en doorgaans ook tegen spruitvorming. Bij beide kwaliteitsaspecten is er wel sprake van ras- en bewaareffecten, maar deze zijn niet van invloed op de algemene geldigheid van dit advies. De p-plus folie heeft bovendien het voordeel van een volkomen nieuwe presentatie. Het heldere en knisperige materiaal heeft bepaald een "vers"-imago.

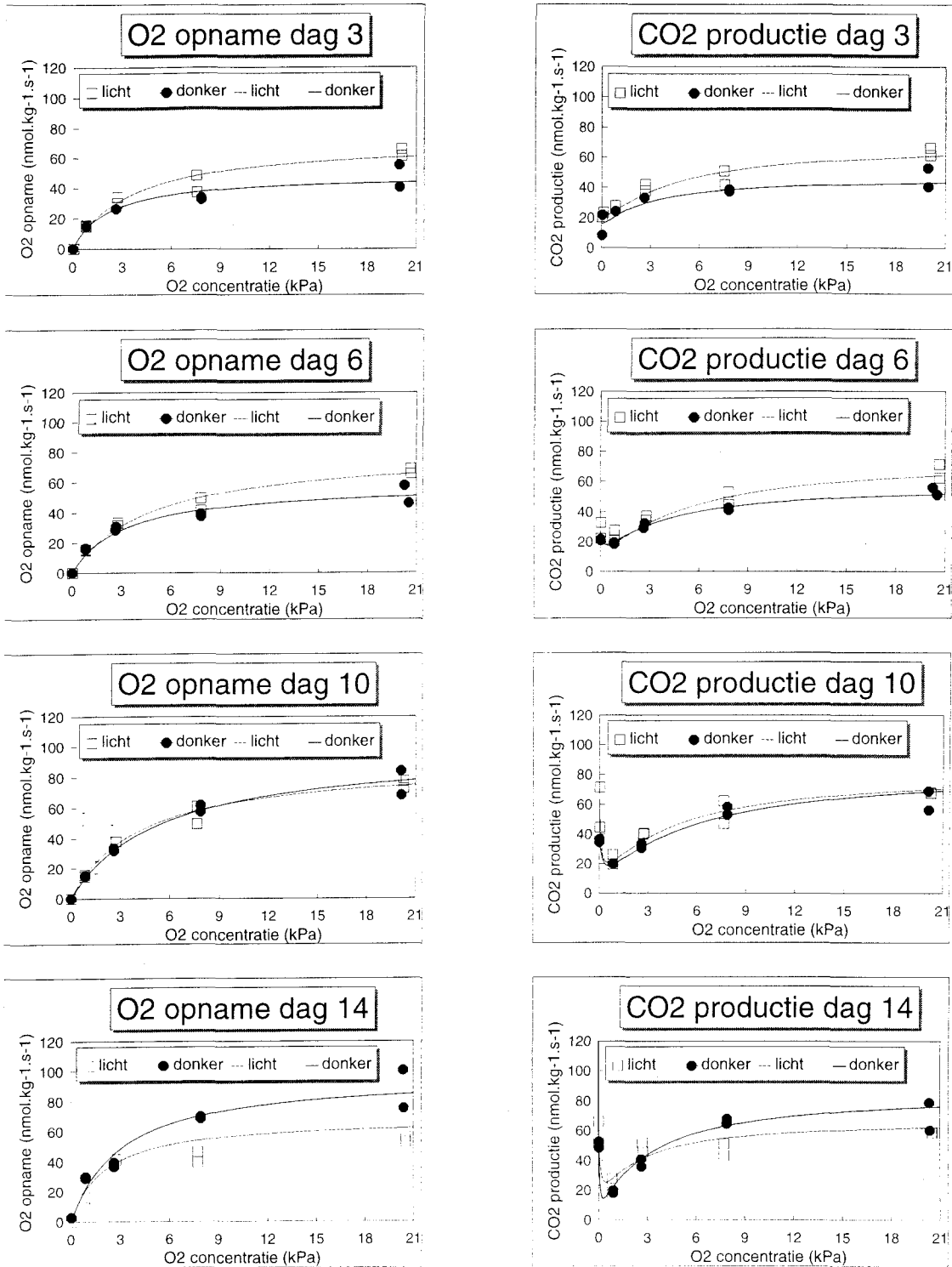
8. Literatuur

- 1 Tafelaardappelketen; Ketendifferentiatie fase 1. AKK-project 95-023
Piet Hak, Henry Boerrigter, Gérard van den Boogaard, Koos Oosterhaven
ATO-DLO rapport B245/januari 1997.
- 2 Tafelaardappelen; Verpakkingsexperiment fase 1.
Tweede verpakkingsexperiment april 1997
Gérard van den Boogaard, Henry Boerrigter, Koos Oosterhaven
ATO-DLO rapport, mei 1997.
- 3 Tafelaardappelverpakking met toegevoegde waarde. Voortgangsverslag 1.
H.A.M. Boerrigter, G.J.P.M. van den Boogaard, H.W. Peppelenbos
ATO-DLO rapport, december 1997.

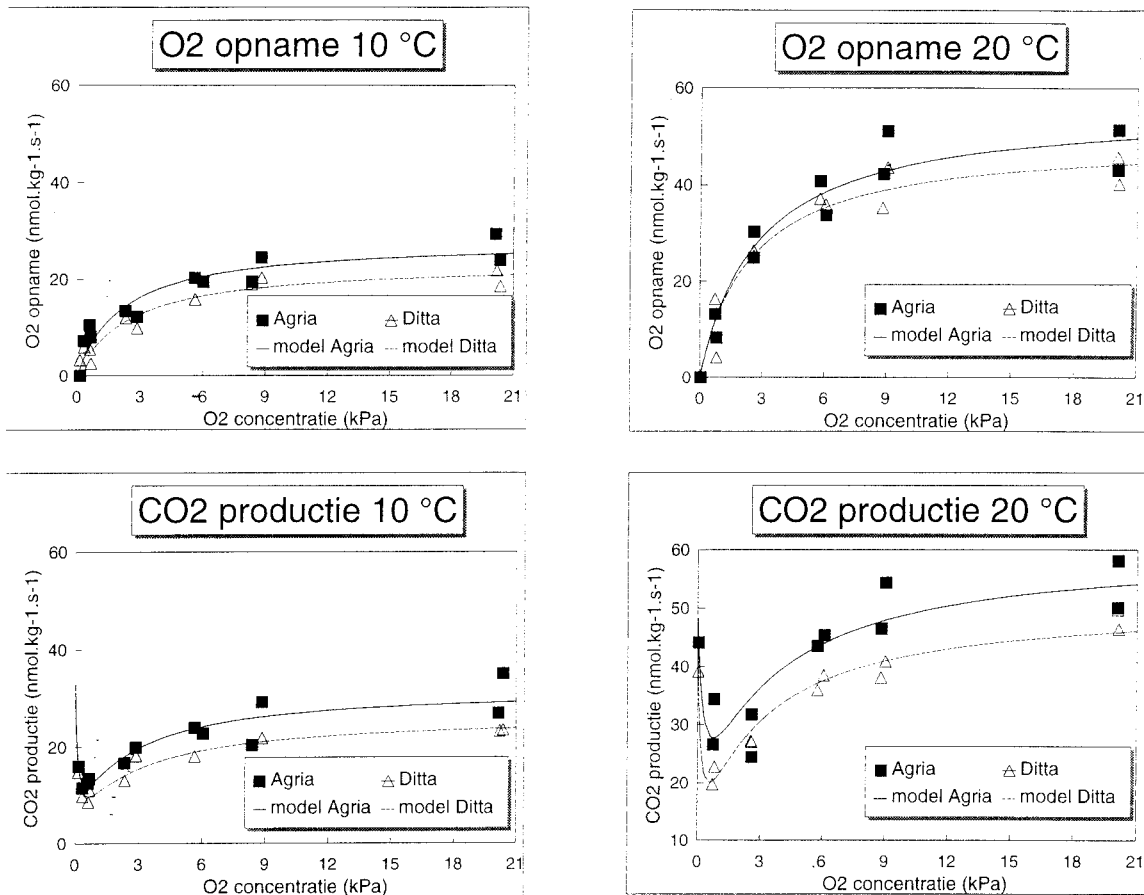
Bijlage gasuitwisseling



Figuur 1. Vergelijking gasuitwisseling tussen aardappelen zonder en met verhoogd CO₂ (Agria, 18 °C, donker)



Figuur 2. Vergelijking gasuitwisseling tussen 12 uur licht/12 uur donker en continu donker na verschillende bewaarduren (Agria, 18 °C, 0 CO₂).



Figuur 3. Vergelijking van gasuitwisseling tussen de rassen Agria en Ditta en tussen 10 °C en 20 °C.