

A 170

Onderzoeksvoorstel voor de  
verbetering van de kwaliteit en  
houdbaarheid van verse  
champignons.

Drs. Ing. J. Oosterhaven  
Dr. R.G. Evelo  
Ir. H.W. Peppelenbos

ato-dlo





ATO-DLO

**Onderzoeksvoorstel voor de verbetering van de kwaliteit  
en houdbaarheid van verse champignons.**

**VERTROUWELIJK**

Drs. Ing. J. Oosterhaven  
Dr. R.G. Evelo  
Ir. H.W. Peppelenbos

**Agrotechnologisch  
Onderzoek Instituut  
(ATO-DLO)**  
Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
tel. 08370 - 75000  
fax. 08370 - 12260

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

2251705

---

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>Pagina</b>
1. Samenvatting	3
2. Inleiding	4
3. Doelstelling en perspectieven	6
4. Projectbeschrijving	7
4.1 Toepassing CA voor verlenging houdbaarheid	7
4.2 MA-verpakking van gesneden en ongesneden champignons	7
4.3 Optimalisatie kwaliteitsverloop	9
5. Fasering	10
6. Tijdsduur en omvang	10
7. Verdeling van de rechten c.q. gebruik en exploitatie van resultaten	11
8. Expertise van het ATO	11
9. Literatuur	11

## 1. Samenvatting

Naar aanleiding van specifieke vragen van Hooza Verkoop b.v. heeft ATO-DLO een onderzoeksvoorstel geformuleerd om de kwaliteit en houdbaarheid van zowel gesneden als ongesneden champignons te verbeteren. Er zijn sterke aanwijzingen dat met specifieke Controlled Atmosphere-condities dit te realiseren is. Op basis van dit gegeven stelt ATO-DLO onderzoek voor dat het volgende omvat:

1. een studie naar de mogelijkheden van **Controlled Atmosphere-bewaring** voor de kortdurende opslag van verse champignons;
2. ontwikkeling van optimale **verpakkingen** voor verse champignons;
3. karakterisering van verschillende partijen champignons op **houdbaarheid**.

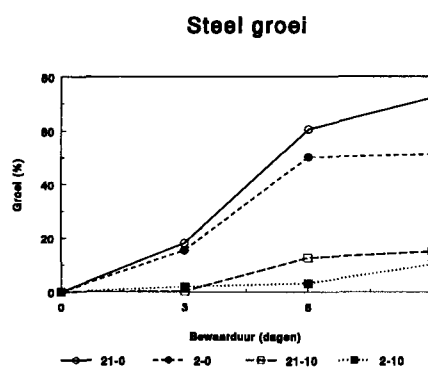
De verwachte resultaten zijn:

- kwantificering van de CA invloed op de houdbaarheid bij 2 en 4°C;
- een CA/MA verpakkingsmethode om champignons in open verpakkingen gedurende korte tijd te bewaren;
- een verbeterde MA verpakking voor ongesneden champignons;
- een betrouwbare MA verpakking voor gesneden champignons;
- kwantificering van het verschil in houdbaarheid van partijen champignons met een verschillende herkomst (teler, teelttemperatuur).

## 2. Inleiding

De afzet van verse champignons neemt nog steeds toe. Dit betreft zowel de binnenlandse afzet als de export naar o.a. Engeland, Duitsland, Scandinavië, België en Italië. De houdbaarheid van verse champignons is echter beperkt; champignons verouderen zeer snel waardoor kwaliteitskenmerken als kleur, stevigheid en hoedopening al na enkele dagen onacceptabel zijn. Deze beperkte houdbaarheid levert op verschillende momenten na de oogst problemen op; als champignons tijdelijk bewaard moeten worden (bijvoorbeeld tijdens een weekend) en bij lange afzetketens (transport buitenland). Op het ogenblik is er een stijgende interesse voor convenience food: gesneden champignons. Deze gesneden champignons zijn veel gevoeliger voor bederf dan de hele champignon. Het is daarom noodzakelijk om extra maatregelen te nemen om uiteindelijk een goede kwaliteit aan de consument te leveren.

Uit ATO-DLO onderzoek is gebleken dat specifieke gascondities de houdbaarheid van champignons kunnen verlengen (zie fig. 1). Met name hoge CO<sub>2</sub>-concentraties in de bewaaratmosfeer, in combinatie met lage zuurstofconcentraties, hebben een positief effect op de houdbaarheid en de kwaliteit (zie tabel 1). De groei van hoed en steel en de ontwikkeling van de lamellen wordt geremd door dergelijke bewaarcondities (Peppelenbos et al, 1993). Deze resultaten komen overeen met buitenlands onderzoek (Turner, 1977; Lopez-Briónes et al, 1992). Dit gegeven is een uitstekende ingang voor onderzoek naar verbetering van de kwaliteit van de champignons op verschillende momenten in de keten.



Figuur 1.: De steelgroei bij verschillende gassenstellingen

### Opslag

Voor de Nederlandse afzet wordt de geringe houdbaarheid van champignons gecompenseerd door de zeer snelle omlooptijd van het produkt. De keten is er op ingericht om in zeer korte tijd de champignons van producent naar consument te vervoeren. Toch ontstaan er problemen indien de champignons gedurende korte tijd moeten worden opgeslagen. Dit komt met name voor in de weekeinden maar ook op momenten als de productie groter is dan de vraag. Momenteel worden champignons van de "weekendpluk" in koelcellen opgeslagen bij 2-4 °C en een r.v. van 90%. Gekoelde bewaring blijkt echter niet voldoende te zijn om de kwaliteit op het gewenste hoge niveau te handhaven. Vanwege de invloed van de gassenstelling op de kwaliteit bij hogere temperaturen (8 en 18 °C) is het interessant om deze invloed bij lagere temperaturen te onderzoeken. Een goede (bulk)bewaarmethode voor champignons van enkele dagen kan tot een aanzienlijk flexibeler bedrijfsvoering

leiden met alle consequenties van dien.

**Tabel 1: De invloed van laag zuurstof op de kwaliteit**

Kwaliteitskenmerk	Laag O <sub>2</sub> (tot 2%)	Hoog CO <sub>2</sub> (tot 10%)
Kleur hoed	+	-
Groei vlekken	+	0
Groei hoed	0	+
Groei steel	0	+
Groei lamellen	+	0
Kleur lamellen	+	+
Kleur binnenkant	+	0
Stevigheid hoed	0	+
Stevigheid steel	+	+

Resultaten gecombineerd uit Czapski en Bakowski (1966), Murr en Morris (1975), Turner (1977), Burton *et al* (1987), Lopez-Briones *et al* (1992) en Peppelenbos *et al* (1993).

effect:    - = negatief kwaliteitseffect  
               0 = geen kwaliteitseffect  
               + = positief kwaliteitseffect

### Verpakkingen

In het handelskanaal worden de champignons vaak ongekoeld getransporteerd en/of opgeslagen. Ook bij de detailhandel ontbreekt in veel gevallen koeling. Er is dringende behoefte om de kwaliteitsachteruitgang die hierbij optreedt, te reduceren. Een gewijzigde gassamenstelling kan ook in dergelijke situaties worden gerealiseerd door middel van verpakkingen met speciale folies. Voor o.a. appels en broccoli heeft ATO-DLO onderzoek uitgewezen dat specifieke verpakkingen de gascondities rond het produkt wijzigen en daarmee de houdbaarheid en het uitstalleven positief beïnvloeden. Centraal hierbij staat dat de verbeterde verpakking als concept in het logistieke systeem wordt geïntegreerd. Ook voor champignons kan een MA-verpakking gunstig uitwerken op de houdbaarheid en de kwaliteit en kan een huidige verpakking worden verbeterd, mits deze goed wordt geïntegreerd in de logistieke afzetketen.

De verpakking van gesneden champignons vormt een apart probleem. Gesneden champignons hebben een hoge ademhalingssnelheid en tonen zeer spoedig bruinverkleuring. Voor gesneden champignons gelden daarom waarschijnlijk andere optimale gascondities dan voor ongesneden champignons. Daarom is voor het ontwikkelen van een verpakking voor gesneden champignons apart onderzoek noodzakelijk.

### Houdbaarheid

Uit de praktijk is bekend dat de beginkwaliteit, dus bij de oogst, van invloed is op het verdere verloop van de kwaliteit in het afzetkanaal. De verwachting is dat de omstandigheden tijdens de teelt, zoals de teelttemperatuur, de beginkwaliteit beïnvloedt. Een lagere teelttemperatuur heeft een langere teelt tot gevolg waardoor de opbrengst in kg/(m<sup>2</sup>.week) afneemt. Er is echter een vermoeden dat een lagere teelttemperatuur champignons geeft met een intrinsiek hogere houdbaarheid. Deze winst in kwaliteit gaat ten koste van de opbrengst in kilo's. Maar deze hogere

houdbaarheid kan in een tijd waarin een steeds hogere eindkwaliteit door de consument wordt geëist tot een economisch voordeel leiden. Daarom moet de houdbaarheid van verschillende partijen worden onderzocht.

### 3. Doelstellingen en perspectieven

De doelstelling van het gepresenteerde onderzoek is driedig:

1. een studie naar de mogelijkheden van **Controlled Atmosphere-bewaring** voor de kortdurende opslag van verse champignons;
2. ontwikkeling van optimale **verpakkingen** voor verse champignons;
3. karakterisering van verschillende partijen champignons op **houdbaarheid**.

De verwachte resultaten zijn:

- kwantificering van de CA invloed op de houdbaarheid bij 2 en 4°C;
- een CA/MA verpakkingsmethode om champignons in open verpakkingen gedurende korte tijd te bewaren;
- een verbeterde MA verpakking voor ongesneden champignons;
- een betrouwbare MA verpakking voor gesneden champignons;
- kwantificering van het verschil in houdbaarheid van partijen champignons met een verschillende herkomst (teler, teelttemperatuur).

## 4. Projectbeschrijving

Op basis van de verschillende resultaten die uit dit onderzoek moeten komen is het project in drie onderdelen te splitsen. Als eerste is er het onderzoek naar de voordelen van CA-bewaring bij lage temperaturen. Als tweede is er het verpakkingsonderzoek waarin één verpakkingsconcept op bulk-schaal en één op kleinverpakkingschaal zal worden ontwikkeld. In het derde en laatste onderdeel wordt het verband tussen het ingangsmateriaal en de kwaliteit onderzocht.

### 4.1 Toepassing CA voor kortdurende opslag

Op het ATO-DLO wordt o.a. veel onderzoek aan champignons uitgevoerd. In het verleden is de invloed van zuurstof en kooldioxide op het kwaliteitsverloop van champignons bij 8 en 18 °C vastgesteld (Peppelenbos *et al*, 1993). Uit deze experimenten bleek een duidelijk voordeel van laag zuurstof en hoog kooldioxide op de kwaliteit. Het is ook bekend dat de temperatuur meestal een grotere invloed heeft op de kwaliteit van produkten dan de gassamenstelling. Onduidelijk is of bij lage temperaturen (2-4°C) een gewijzigde gassamenstelling veel kwaliteitsvoordelen biedt. Daarom zullen een aantal experimenten worden uitgevoerd, waarbij champignons gedurende 3 dagen aan verschillende combinaties van zuurstof en kooldioxide worden blootgesteld bij lage temperaturen. Dit is een simulatie van de weekend opslag bij Hooza Verkoop b.v. Na deze periode worden de champignons in gewone lucht bij 8 °C, rv=90% bewaard en wordt de kwaliteit dagelijks gemeten. Eventuele verschillen als gevolg van de behandelingen met verschillende luchtsamenstellingen worden bij dergelijke omstandigheden het snelst duidelijk.

Als blijkt dat een gewijzigde gassamenstelling voordelen biedt, is het noodzakelijk om een praktische toepassing te realiseren. Gezien de bedrijfsvoering van de champignonhandel zijn grote CA-cellen waarschijnlijk niet bruikbaar. Het alternatief is het gebruik van grote plastic 'zakken', ter grootte van ongeveer 8 kratten tot een pallet. Dit zal in het verpakkingsonderzoek (4.2) worden uitgewerkt.

### 4.2 Verpakking van verse champignons

Een verpakkingsconcept waarmee de kwaliteit wordt verhoogd, en de houdbaarheid wordt vergroot wordt slechts een commercieel succes als deze goed wordt geïntegreerd in het logistieke afzetkanaal. Het onderzoek naar een goede verpakking voor champignons kent in dit project twee lijnen met elk zijn eigen logistieke randvoorwaarden:

- MA verpakkingen op semi-palletechaal.  
Het betreft hier open (om)verpakkingen van 3 kilo, die op een pallet zijn gestapeld en bewaard bij 2-4°C. De bewaarduur onder deze omstandigheden is maximaal 3 dagen. Daarna gaan de champignons, eventueel alsnog MA kleinverpakt het distributiekanaal door.
- MA consumenten verpakking voor ongesneden champignons.  
Dit zijn kleinverpakkingen van 250 of 500 gr.
- MA consumenten verpakking voor gesneden champignons.  
Dit zijn kleinverpakkingen van 150 gr.



- *MA verpakkingen op semi-palletschaal.*

Bij een gunstige invloed van CA op kortdurende opslag van champignons wordt dit deelproject geïnitieerd. Een MA verpakking op een pallet bestaat uit een stapeling van 3 kilo (om)verpakkingen. De hoogte van deze stapeling is een resultaat van het onderzoek. Om de stapeling is een kunststof semi gasdoorlatende kunststof zak aangebracht. De ademhaling van het produkt in combinatie met de gasdoorlatende eigenschappen van het verpakkingsmateriaal zorgen voor het creëren en instandhouden van de gewenste gassamenstelling.

Het is bekend dat bij lage temperaturen, in tegenstelling tot hoge, de instelling van de gewenste gassamenstelling zeer lang kan duren. Dit betekent dat het voordeel voor de kwaliteit van de champignons ook pas langzaam op gang komt. Metingen moeten uitwijzen of het actief begassen van de MA bulkverpakking noodzakelijk is om tot de gewenste kwaliteitsverbetering te komen. Als de pallet eenmaal op de gewenste gassamenstelling is gebracht dan is het de verwachting dat de ademhaling van de champignons de samenstelling van de lucht in de pallet op het gewenste niveau houdt.

Samenvattend moet in dit deel onderzoek de volgende aspecten worden uitgezocht:

- Materiaalkeuze en dikte van de zak.
- Hoogte van de pallet onder de zak
- Receptuur voor het begassen van de pallet om de gewenste gassamenstelling snel te bereiken.

- *MA consumenten verpakking.*

Voor de huidige kleinverpakking zijn momenteel twee variatie's in omloop:

- a) de dekselverpakking
- b) de rek-wikkel folie verpakking.

De dekselverpakking heeft als voordeel zijn stapelbaarheid. Het nadeel is dat er geen MA conditie in de verpakking ontstaat. Dit gebeurt wel in de folieverpakking waardoor de houdbaarheid t.o.v de dekselverpakking beter kan zijn. Bij de korte doorlooptijd in de Nederlandse afzetketen komt dit kwaliteitsverschil niet altijd tot uiting maar voor de export bij langere niet gecontroleerde afzetketens verdient de folieverpakking uit kwaliteitsoverwegingen waarschijnlijk de voorkeur. Het nadeel van de folieverpakking is dat als folie nog steeds meestal pvc wordt gebruikt.

Het onderzoek naar een beter MA kleinverpakking richt zich dan ook op de folieverpakking. Door het verpakkingsconcept te modificeren en met name het additionele condensprobleem te verminderen wordt er gezocht naar een verbetering van de MA verpakking waarbij het pvc vervangen kan worden door het milieuvriendelijke pe.

Het onderzoek zal bestaan uit het testen van de (model)verpakkingen op laboratoriumschaal en in de praktijk. Op laboratoriumschaal worden de omstandigheden van een aantal afzetketens gesimuleerd. Het verloop van de gassamenstelling in de verpakking en het verloop van de kwaliteit van de champignons zal worden

gevolgd. Omdat zekerheid moet worden verkregen over het functioneren van verpakkingen met champignons van verschillende herkomsten zal het experiment worden herhaald met champignons uit verschillende seizoenen en van verschillende telers.

Dit deelonderzoek zal als resultaat een verpakkingsconcept opleveren waarvan de verwachte voordelen t.a.v. de dekselverpakking en de pvc rek-wikkelfolie zijn gekwantificeerd.

- *Consumentenverpakking voor gesneden champignons*

Van gesneden champignons is bekend dat ze nog sneller in kwaliteit achteruit gaan dan het hele produkt. Daarnaast is bij een gesneden produkt de kans groter op microbiëel bederf. Een verpakking voor gesneden champignons zal dus een duidelijk gunstige invloed moeten hebben op zowel de kwaliteit als de microbiologie.

Om dit te onderzoeken zullen gesneden champignons worden bewaard bij verschillende zuurstof en kooldioxideconcentraties. Bekend is dat hoge kooldioxideconcentraties de groei van micro-organismen remt. Daarnaast verkleurt als gevolg van deze kooldioxideconcentraties de buitenkant sneller, maar de binnenkant van de champignon juist niet. Het kwaliteitsverloop (kleur, stevigheid, microbiëel bederf) en de ademhaling zal via CA onderzoek worden vastgesteld. Het onderzoek wordt uitgevoerd bij 8 °C.

Voor een praktische toepassing van gesneden champignons is het belangrijk dat de gewenste gassamenstelling snel wordt bereikt. Hiervoor zal de noodzaak van gasverpakken worden onderzocht. Op basis van de beslissing voor actief gasverpakken of passief MA verpakken zal er een geschikte verpakkingsfolie worden geselecteerd.

#### 4.3 Karakterisering houdbaarheid

Ervaringen uit de praktijk leren dat champignons van verschillende telers een heel ander kwaliteitsverloop kennen. Een verband wordt ondermeer verwacht met de teelttemperatuur en met het moment van oogsten. Waarschijnlijk is geoptimaliseerd naar een hoge opbrengst in korte tijd in plaats van een goede kwaliteit na oogst. Omdat dit weer tot verliezen kan leiden is het interessant om het kwaliteitsverloop van verschillend geteelde champignons te volgen. Het is mogelijk dat de economische voordelen van dergelijk geteelde champignons opwegen tegen de wat lagere opbrengst in gewicht.

Om dit te kunnen onderzoeken zullen champignons van verschillende herkomsten worden bewaard in gewone lucht. Eventuele verschillen zijn dan het snelst waarneembaar. Om echter experimenten met verschillende telers en in verschillende seizoenen met elkaar te kunnen vergelijken zal de kwaliteit objectief worden vastgelegd. Het ATO heeft meetmethoden voor ondermeer kleur (computer beeldanalyse) en stevigheid (Instron) ontwikkeld die voor dit doel worden ingezet. Na afloop zal een duidelijke uitspraak over verschillen in houdbaarheid kunnen worden gedaan.

## 5. Fasering

De fasering is als volgt:

Deelproject	13w	26w	39w	52w
1. toetsen CA-condities bij 2 en 4°C bepaling respiratie en kwaliteit	*	*		
2. ontwikkelen bulk MA-methode			*	*
MA verpakking ongesneden champignons	*	*	*	
MA verpakking gesneden champignons	*	*	*	*
3. Karakterisering houdbaarheid champignons van verschillende herkomst		*		*
Rapportage				*

## 6. Tijdsduur en omvang

Voor de verschillende onderzoeken is een aparte begroting opgesteld. De onderzoeken kunnen onafhankelijk van elkaar worden uitgevoerd. Het te onderzoeken produkt, de champignons, worden geleverd door Heveco b.v.

	Inzet (manjaar)
1. CA bewaring	0.2
2. MA bulkverpakking	0.3
MA verpakking hele champignons	0.3
3. MA verpakking gesneden champignons	0.6
4. Karakterisering houdbaarheid	0.2
	---
Totaal	1.6

Vanwege herhalingen van experimenten in verschillende seizoenen, en benutting van hetzelfde bewaarsysteem voor verschillende experimenten, is de totale looptijd van alle experimenten samen begroot op 1 jaar.

## 7. Verdeling van de rechten c.q. gebruik en exploitatie van resultaten

Voor aanvang van het project wordt in overleg met directie van ATO-DLO, een onderzoeksovereenkomst opgesteld waarin de rechten en plichten van zowel de opdrachtgever als van ATO-DLO vastgelegd zijn.

## 8. Expertise van het ATO

ATO-DLO heeft ruime ervaring in onderzoek naar kwaliteit en houdbaarheid van champignons. Er zijn CA-bewaarfaciliteiten aanwezig waarmee snel en doeltreffend de effecten van CA-condities op de kwaliteit en houdbaarheid van champignons getoetst kunnen worden. Met behulp van een speciaal hiervoor gebouwde opstelling met een snelle Gas Chromatograaf kan de ademhalingsnelheid bij allerlei verschillende lichtsamenstellingen zeer nauwkeurig worden gemeten. Naast het bewaaronderzoek zelf heeft ATO-DLO nieuwe objectieve onderzoeksmethoden ontwikkeld waarmee snel en betrouwbaar de kwaliteit is te meten. Het zijn meetmethoden voor de kleur, groei van de hoed en de steel en vlekken op de hoed (Computer Beeld Analyse) en de stevigheid van hoed en steel (Instron).

## 9. Literatuur

- Burton K.S., Frost C.E., Nichols R., 1987. A combination plastic permeable film system for controlling post-harvest mushroom quality. *Biot.Lett.*, 9, pp 529-534.
- Czapski J., Bakowski J., 1966. effect of storage conditions on the quality of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.). *Acta Agrobot.*, 39, pp 221-234.
- Lopez-Briones G., Varoquaux P., Chambroy Y., Brouquant J., Bureau G., Pascat B., 1992. Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *Int.J. Food Sci.Technol.*, 27, pp 493-505.
- Marecek J., Peppelenbos H.W., Belohlavek T., 1992. Comparing two different methods for measuring the firmness of champignons. *Proc.Trends Agr.Eng.*, 2, Univ.Agric. Prague, pp 336-341.
- Murr D.P., Morris L.L., 1975. Effect of storage atmosphere on post-harvest growth of mushrooms. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*, 100, pp 298-301.
- Peppelenbos H.W., J. van 't Leven, B.H. van Zwol, L.M.M. Tijskens, 1993. The influence of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> on the quality of fresh mushrooms. *Proc.6th.Contr.-Atm.Res.Conf.*, 14-16 june 1993, Ithaca, New York. pp 746-758
- Peppelenbos H.W., 1994. Gassamenstelling beïnvloedt de kwaliteit van geoogste champignons. *De Champignoncultuur*, 38, pp 363-366
- Turner E.M., 1977. Development of excised sporocarps of *Agaricus bisporus* and its control by CO<sub>2</sub>. *Trans.Br.Mycol.Soc.*, 69, pp 183-186.