



Praktijktoepassingen voor calciumchloride (CaCl₂) in de champignonteelt.

P.C.C. van Loon

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Sector Paddestoelen
PPO projectnummer: 620159
PT projectnummer: 11344
Mei 2004

Publicatienummer 2004-10

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



*Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Productschap Tuinbouw,
Louis Pasteurlaan 6, 2719 EE, Zoetermeer. Tel. 079-3470707.*

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Paddestoelen

Adres : Peelheideweg 1, 5966 PJ America
: Postbus 6042, 5960 AA Horst
Tel. : 077 – 464 75 75
Fax : 077 – 464 15 67
E-mail : infopaddestoelen@ppo.wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
2 PROEFOPZET EN UITVOERING	6
2.1 Selectie van praktijkbedrijven.....	6
2.2 Uitvoering van praktijkproeven	6
3 RESULTATEN	8
3.1 Champignonproductie en sorteringen bij handoogst bedrijven	8
3.2 Champignonproductie en sorteringen bij snijbedrijven.....	9
3.3 Kwaliteit.....	10
3.4 Oogsttijdstip.....	14
3.5 Kwaliteitsverschillen tussen en binnen teelten.....	14
3.6 Richtlijnen handoogst bedrijven	16
3.7 Richtlijnen snijbedrijven voor diepvries industrie.....	16
3.8 Richtlijnen snijbedrijven voor conserven industrie.....	16
4 DISCUSSIE	17
5 CONCLUSIES.....	18
6 SUGGESTIES VOOR VERDER ONDERZOEK.....	18
7 LITERATUUR.....	19
BIJLAGE	20

Samenvatting

Een van de mogelijkheden voor de Nederlandse champignonsector om zich te onderscheiden is het produceren van een goede kwaliteit champignons. Het is om die reden dat de Nederlandse champignonteler in toenemende mate wordt geconfronteerd met kwaliteitseisen van afnemers van de champignons. Er is in de praktijk dan ook behoefte aan praktische teeltmaatregelen of -handelingen die de kwaliteit verbeteren. Uit eerder onderzoek was al gebleken dat door het gebruik van calciumchloride (CaCl_2) de kwaliteit verbeterd kon worden. Het was echter nog onvoldoende bekend of dit ook in de praktijk voldoende gerealiseerd zou kunnen worden.

In dit project is onderzocht of het mogelijk is om in de praktijk door toediening van CaCl_2 de kwaliteit van champignons te verbeteren met behoud van de financiële opbrengst. Daartoe is in negen praktijkproeven onderzocht wat het effect is van CaCl_2 toediening via sproeiwater op de opbrengst en diverse kwaliteitskenmerken.

De resultaten van dit project laten zien dat het toedienen van CaCl_2 via het sproeiwater in de meeste gevallen leidde tot een verlaging van de kilogram opbrengst (kg/m^2). Deze verlaging ontstond door een vermindering van het aantal stuks, onvoldoende compensatie door een hoger stuksgewicht en vertraging van de teelt. Doordat de kilogram opbrengst onvoldoende gecompenseerd werd door een verhoogde prijs per kilogram champignons resulteerde dit in een verlaging van de financiële opbrengst ($\text{€}/\text{m}^2$).

Het gebruik van CaCl_2 gaf bij verse champignons nauwelijks een kleurverbetering te zien. De enige duidelijke verbetering kwam naar voren bij het meten van de kneusgevoeligheid (percentage verkleurd oppervlak) bij handgeoogste champignons na bewaring. Hoge CaCl_2 doseringen (>150 gram per teelt) leidden tot duidelijk meer opbrengstderving maar niet tot een sterkere verbetering van de kwaliteit.

Het gebruik van CaCl_2 verminderde de hoeveelheid intern vocht en verbeterde het verwerkingsrendement. Het gebruik van CaCl_2 leidde tevens tot een lichte vermindering van het ontdooverlies maar verlaagde niet de hoeveelheid aanwezige bacteriën. Teelthandelingen zoals het geven van extra water kunnen het positieve effect van CaCl_2 ongedaan maken.

De kwaliteit van champignons is van vele factoren afhankelijk. Het gebruik van CaCl_2 kan hieraan een positieve bijdrage leveren. Uit dit project is echter gebleken dat de verschillen tussen en binnen teelten veel groter kunnen zijn dan de verschillen veroorzaakt door gebruik van CaCl_2 . Daarnaast gaf het gebruik van CaCl_2 een reductie van de opbrengst. Het gebruik van CaCl_2 verdient alleen aanbeveling als er ook duidelijk teelttechnische voordelen behaald kunnen worden zoals het reguleren van de knopvorming en het oogsttijdstip. Mogelijk is CaCl_2 gebruik van belang voor het verminderen van de kneusgevoeligheid bij het mechanisch oogsten van champignons voor de versmarkt.

1 Inleiding

De kwaliteit en bewaarbaarheid van de Nederlandse champignon is vaak onderwerp van discussie. Door de toenemende concurrentie van producenten buiten Nederland is de noodzaak tot het produceren van een goede kwaliteit champignons toegenomen. Teeltbedrijven hebben dan ook behoefte aan (teelt)maatregelen die het risico van een matige kwaliteit verminderen zonder dat dit ten koste gaat van de financiële opbrengst. Bekend is dat het toedienen van zouten, in het bijzonder calciumchloride (CaCl_2), aan dekaarde of sproeiwater de kwaliteit van de champignons kan verbeteren (Van Loon, 2002^a en 2002^c).

In de verwerkende industrie is het belangrijk dat de aangeleverde champignons van goede kwaliteit zijn en een constant en hoog verwerkingsrendement halen. Speciaal voor diepgevroren champignons is het van belang dat het ontdooiverlies en kiemgetal laag zijn in verband met de strenge eisen die de afnemers stellen.

Het onderzoek in 2002 uitgevoerd door PPO (Van Loon, 2002^c) liet zien dat de toediening van CaCl_2 aan sproeiwater een eenvoudig en effectief middel kan zijn om de kwaliteit van champignon te verbeteren. Toediening van CaCl_2 leidde tot een verhoging van de plukprestatie door grotere en zwaardere champignons, een hoger aandeel kwaliteit I, verbetering van de houdbaarheid en een verhoging van het verwerkingsrendement.

De toediening van CaCl_2 behoefde echter nog verdere optimalisatie in de praktijk om een brede toepassing mogelijk te maken.

De doelstellingen van dit project waren

- Optimaliseren van het gebruik van CaCl_2 in de praktijk.
- Analyseren van het effect van CaCl_2 gebruik op de versopbrengst, oogstprestatie, kwaliteit, houdbaarheid, verwerkingsrendement en ontdooiverlies van champignons geteeld op snij- en handoogstbedrijven.
- Vaststellen van richtlijnen voor het gebruik van CaCl_2 om te komen tot een kwaliteitsverbetering, verhoging van plukprestatie en verwerkingsrendement en een lager kiemgetal en ontdooiverlies.

Het uitgevoerde onderzoek werd gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT).

De begeleidingscommissie van het onderzoek bestond uit dhr. J. Buth (C point), dhr. R. van Geijn (F&F Europe B.V.), dhr. J. Hilken (AdVisie), en dhr. K. Timmermans (Lutèce B.V.).

2 Proefopzet en uitvoering

Door PPO-Paddestoelen zijn in de periode van juni 2003 tot en met maart 2004, uitgebreide waarnemingen gedaan bij diverse telers bij in totaal negen teelten met in totaal elf behandelingen. In deze teelten zijn de champignonproductie (kg/m²), de oogstprestatie (kg/uur) en de financiële opbrengst (€/m²) geregistreerd. Daarnaast is de kwaliteit gemeten in de vorm van sorteringen, kleur, houdbaarheid, intern vocht, verwerkingsrendement, ontdooiverlies en het aantal bacteriën.

2.1 Selectie van praktijkbedrijven

In samenspraak met de verwerkende industrie (Lutèce BV en F&F Europe BV) en de adviesbureaus AdVisie en C point zijn een aantal praktijkbedrijven (machinale- en handoogstbedrijven) benaderd voor medewerking aan praktijkproeven. Hierbij is een keuze gemaakt uit diverse bedrijfstypen die vanuit een verschillende invalshoek (kwaliteit en/of rendement) CaCl₂ zouden willen toepassen. Ter bescherming van de privacy worden de namen van de bedrijven in dit rapport niet bekend gemaakt. Bij de proeven voor de handoogst is tevens gebruik gemaakt van teeltbegeleiding door C point en AdVisie.

2.2 Uitvoering van praktijkproeven

In onderling overleg zijn door PPO-Paddestoelen, de adviesbureaus, de verwerkende industrie en de deelnemende praktijkbedrijven de behandelingen per teelt vastgesteld. Zo is in per proef een keuze gemaakt hoeveel en op welke momenten CaCl₂ toegediend zou worden. In tabel 1 wordt aangegeven welke CaCl₂ doseringen in deze proeven hebben plaatsgevonden.

Tabel 1. CaCl₂ doseringen in negen praktijkproeven. Elke proef bevat een controle zonder CaCl₂.

proef	teelt	CaCl ₂ doseringen ¹ (gram per m ²)				totaal
		na opruwen	knop vorming	na 1 ^e vlucht	na 2 ^e vlucht	
1	handoogst	15	0	40	15	70
2 ^a	"	40	0	25	15	80
2 ^b	"	60	0	60	40	160
3	"	15	0	40	15	70
4 ^a	"	80	0	25	15	120
4 ^b	"	120	0	60	40	220
5	diepvries	41	41	24	-	106
6	"	41	41	24	-	106
7	"	41	41	24	-	106
8	conserven	49	0	24	-	73
9	"	40	0	20	-	60

¹ In de praktijk wordt gebruik gemaakt van twee verschillende CaCl₂ vormen met gehalten van 79 en 97% CaCl₂). In deze tabel is de dosering steeds omgerekend naar een gebruik van het 97% CaCl₂ zout.

In de proeven 1 en 3 zijn zowel de controle als de behandeling met CaCl₂ samen uitgevoerd in dezelfde cel. In de proeven 2 en 4 zijn de controles in aparte cellen uitgevoerd. De twee verschillende CaCl₂ behandelingen in proef 2 en 4 (a en b) zijn hierbij in een zelfde cel uitgevoerd. Bij de proeven 5 t/m 9 is steeds gebruik gemaakt van aparte cellen voor de controle en de CaCl₂ behandeling.

In de proeven 1 t/m 4 (handoogst) en 8 +9 (conserven) zijn de champignons door PPO geanalyseerd op kwaliteit en houdbaarheid. Daarnaast is bij champignons in proef 5 het ontdooiverlies en in de proeven 5, 6 en 7 het kiemgetal bepaald. In de proeven 8 en 9 is het verwerkingsrendement van de champignons gemeten.

In de praktijkbedrijven is een zo optimaal mogelijke teelt nagestreefd met en zonder gebruik van CaCl_2 . Bij alle proeven zijn de opbrengsten en de verdelingen van de sorteringen vastgelegd.

Analyses verwerkingsrendement, ontdooiverlies en microbiel verontreiniging.

Door de firma Lutèce B.V. is het verwerkingsrendement gemeten. Daarbij is tevens het evacuatie- en blancheerrendement en het sterilisatieverlies bepaald.

Door de firma F&F Europe BV is het ontdooiverlies gemeten. Daarnaast hebben zij ook het kiemgetal en het aantal coliforme en entero bacteriën bepaald.

Bepalingen op teeltbedrijven:

- 1 Champignonproductie / sortering / dag / m^2 in kg/m^2
- 2 Plukprestatie (handoogstbedrijven) in kg/uur
- 3 Opmerkingen over bijzonderheden in de teelt.

Door PPO uitgevoerde analyses:

1. Stuksgewicht. Stuksgewicht word teruggerekend naar champignons met een diameter van 50mm.
2. Diameter hoed.
3. Kleur hoed.
De kleur kan in 3 kleurkenmerken verdeeld worden:
Helderheid: (L-waarde) een maat voor de reflectie van wit licht. 0..100 (weinig -> veel)
Witheidindex: een maat voor de reflectie van wit licht en roodverkleuring. 0..100 (bruin -> wit)
Verkleuringspercentage (kneusgevoeligheid): Percentage oppervlak van de hoed dat een bepaalde drempelwaarde overstijgt. 0..100 (weinig -> veel)
4. Ontwikkelingsstadium: 1..3 = gesloten, 4..5 = gevlied, 6..7 = open (Van Loon, 1996)
5. Lamelkleur: 0...100 (donker -> licht)
6. Intern vocht, vochtplekken in hele champignon. 0..10 (weinig -> veel)
7. Waterstelen, vochtophoping in de steel. 0..10 (weinig -> veel)
8. Houdbaarheid: De houdbaarheid werd getest door de kleur te meten na bewaring bij 4°C en 90% relatieve luchtvochtigheid. Handgeogste champignons werden gemeten direct na de oogst en na zeven dagen bewaring. Champignons voor de conservenindustrie werden gemeten direct na de oogst en na twee dagen bewaring.

Statistische analyses:

De praktijkproeven voldoen (om praktische redenen) niet aan de voorwaarden om een statistische variantie analyse uit te voeren. Zo worden de behandelingen meestal in enkelvoud uitgevoerd. Om de resultaten onderling beter vergelijkbaar te maken is gebruik gemaakt van een beoordeling van de waargenomen behandelingseffecten.

3 Resultaten

3.1 Champignonproductie en sorteringen bij handoogst bedrijven

In het algemeen leidde het geven van matige CaCl_2 doseringen (60-120 g $\text{CaCl}_2/\text{m}^2/\text{teelt}$) tot een oogstreductie van maximaal acht procent (Tabel 2). Bij de hoogste dosering (proef 4b: 220 g $\text{CaCl}_2/\text{m}^2/\text{teelt}$) nam de oogstreductie nog sterker toe tot circa 35%. Een gedeelte van de oogstreductie was te verklaren door het achterlopen van de teelt na toediening van CaCl_2 . De champignons werden dan vaak kleiner geoogst om de behandelde teelten parallel te laten lopen met andere teelten. In het enkele geval waarbij de productie wel toenam was een proef met alleen gegevens uit een eerste vlucht. De tweede vlucht werd niet geregistreerd. Bij deze proef was het mycelium bij de controle behandeling verder doorgegroeid met als gevolg minder stuks. In de tweede vlucht trad er compensatie op door meer stuks bij de controle. Dit kwam niet tot uiting in de eindopbrengst omdat de registratie van de tweede vlucht ontbrak.

Tabel 2. Champignonproductie en plukprestatie in negen praktijkproeven met elf behandelingen.

proef	teelt	aantal vluchten	Opbrengst (kg/m^2)				Plukprestatie (kg/uur)			
			controle	beh.	verschil	beoord.*	controle	beh.	verschil	beoord.
1	handoogst	3	33.2	32.3	-0.9	-	21.1	22.3	1.2	++
2a	"	3	29.5	27.4	-2.1	--	26.8	26.2	-0.6	-
2b	"	3	29.5	27.0	-2.5	--	26.8	27.6	0.8	+
3	"	1	14.6	17.7	3.1	+++	41.2	42.6	1.4	++
4a	"	2	26.2	26.4	0.2	0	36.3	33.4	-2.9	--
4b	"	2	26.2	16.8	-9.4	---	36.3	31.3	-5.0	---
5	diepvries	2	24.2	25.5	1.3	++				
6	"	1	18.3	21.2	2.9	++				
7	"	2	26.5	27.2	0.7	+				
8	conserven	2	23.6	22.6	-1.0	-				
9	"	2	25.0	28.8	3.9	+++				

* beoordeling gebaseerd op verschil < 0.5: 0, <1: +of-, <3: ++ of --, >3: +++ of ---

De plukprestatie verschilde sterk van proef tot proef. In proef 1 zijn de resultaten sterk beïnvloed door de inzet van vakantiemedewerkers. In het algemeen waren de champignons bij de met CaCl_2 behandelende teelten zwaarder (Figuur 1). Dit zou ten goede kunnen komen aan de plukprestatie. Dit was niet altijd zichtbaar. Mogelijk leidde het verminderde aantal stuks per m^2 tot een verlaging van de plukprestatie door verlies van efficiëntie zoals het relatief meer tijd besteden aan verplaatsing.

Bij het berekenen van de financiële opbrengst ($\text{€}/\text{m}^2$) per teelt is niet uitgegaan van de te berekenen plukkosten per teelt omdat deze aanzienlijk beïnvloed waren door het plukpersoneel (vakantiemedewerkers) en de wijze waarop de urenregistratie plaatsvond (Tabel 3). Er is daarom uitgegaan van een gemiddelde van $\text{€} 0.50$ per kg champignons.

Het gebruik van CaCl_2 (60-120 g $\text{CaCl}_2/\text{m}^2/\text{teelt}$) bij handoogst bedrijven resulteerde in bijna alle gevallen tot een verlaging van de financiële opbrengst van enkele euro's per m^2 bij. Dit verschil was nog groter bij hogere doseringen. De achteruitgang van de opbrengst in kg/m^2 werd niet voldoende gecompenseerd door lagere plukkosten een hogere prijs per kg champignons (hogere aandeel kwaliteit I).

3.2 Champignonproductie en sorteringen bij snijbedrijven

In de snijteelten hebben de met CaCl₂ behandelde cellen tot 15% meer (= teelt 9) kg champignons per m² opgeleverd (Tabel 2). Dit is in tegenstelling tot de handgeogste teelten. Dit werd voornamelijk veroorzaakt doordat de met CaCl₂ behandelde teelten in een later ontwikkelingsstadium zijn gesneden. Zoals ook bleek in de sorteringen (Tabel 4). De met CaCl₂ behandelde teelten hadden gemiddeld een grovere sortering. Door de verschillende oogsttijdstippen van de teelten en door de vertragende werking van CaCl₂ was het vrijwel onmogelijk om de controle en behandeling in het zelfde stadium te snijden. Hierdoor was het effect van CaCl₂ op de opbrengst moeilijk te bepalen. Het geringere aantal stuks per m² nodigde ook uit om de champignons verder door te laten groeien. Het financiële resultaat verslechterde bij de diepvries snijbedrijven licht door de toediening van CaCl₂. Bij de conserven snijbedrijven was het negatieve resultaat nog iets groter. Bij de conservenbedrijven kwam dit vooral door het grote aandeel open champignons.

Tabel 3. Financiële opbrengst in negen praktijkproeven.

proef	teelt	Opbrengst (€ / m ²)		netto (excl plukkosten)**		netto verschil beoord.*	
		controle	beh.	controle	beh.		
1	handoogst	45.98	44.57	29.38	28.42	-0.96	-
2a	"	47.38	43.53	32.65	29.83	-2.82	--
2b	"	47.38	41.91	32.65	28.43	-4.22	---
3**	"	-	-	-	-	-	
4a	"	36.05	36.28	22.96	23.09	0.13	0
4b	"	36.05	23.12	22.96	14.74	-8.22	---
5	diepvries	20.24	20.77			0.53	+
6**	"	-	-				
7	"	22.89	22.33			-0.56	-
8	conserven	15.40	14.34			-1.06	--
9	"	23.34	21.07			-2.27	--

* beoordeling gebaseerd op verschil < 0.5: 0, <1: +of-, <3: ++ of --, >3: +++ of ---

** alleen eerste vlucht

*** uitgangspunten berekening netto opbrengst zie bijlage 1

Tabel 4. Sorteringen in negen praktijkproeven.

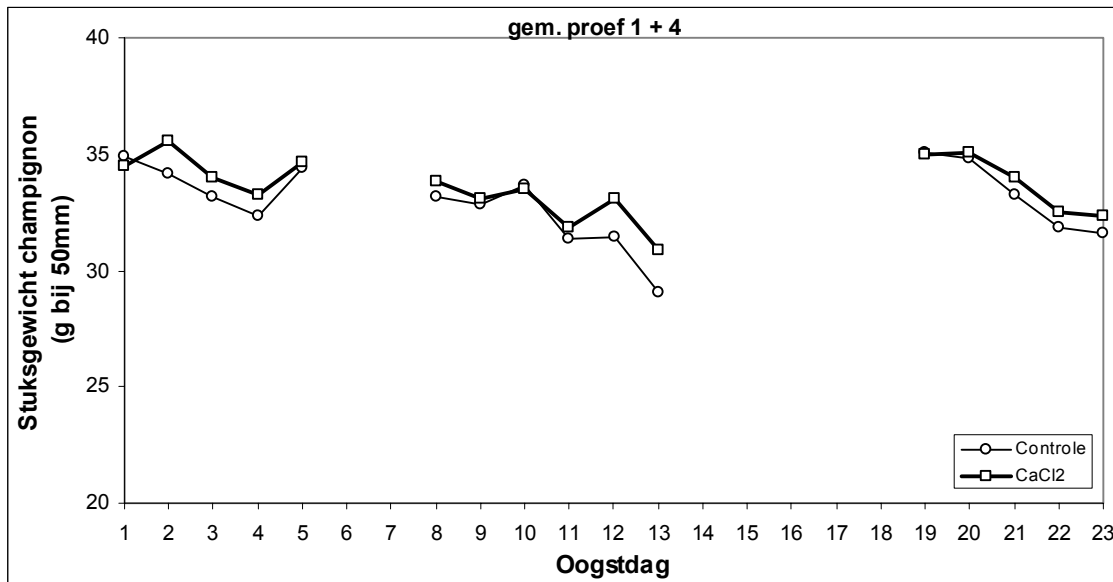
proef	sortering (%) teelt	fijn		middel		reus		III					
		contr.	beh.	contr.	beh.	contr.	beh.	contr.	beh.	contr.	beh.	contr.	
1	handoogst	17	15	50	49	25	28	7	8				
2a	"	30	16	49	53	13	24	8	7				
2b	"	30	20	49	50	13	23	8	8				
3*	"	3	5	37	40	52	48	8	8				
4a	"	19	24	65	56	7	10	9	10				
4b	"	19	25	65	54	7	12	9	9				
	gem.	20	18	52	50	20	24	8	8				
	sortering (%):	II-2-35/40		II-2-45/50		II-3-40/50		II-3-80/100		III-3-45/50		III-3-150	
5	diepvries	20	22	5	9	42	31	24	37	8	2	0	0
6*	"	7	4	0	0	66	17	17	72	10	7	0	0
7	"	22	24	5	7	42	30	16	38	14	1	1	0
	gem.	16	17	3	5	50	26	19	49	11	3	0	0
	sortering (%):	II-2-45		II-2-60		II-3-55		II-3-60/65		II-3-80		II-3-100	
8	conserven					8	2	33	27	55	67		
9	"	41	5	27	11	6	10	15	44	7	24	1	4
	gem.	21	3	14	6	7	6	24	36	31	45	1	2

* alleen vlucht 1

3.3 Kwaliteit

Stuksgewicht:

Handgeogste en met CaCl_2 behandelde champignons waren gemiddeld iets zwaarder dan onbehandelde champignons van eenzelfde diameter (Figuur 1). Dit komt waarschijnlijk doordat de champignons bij eenzelfde diameter iets minder rijp zijn. De gewichtstoename van gemiddeld 0,4 gram bij behandelde champignons van 50mm was echter te klein om van enig belang te zijn.



Figuur 1. Het stuksgewicht (g) van handgeogste champignons bij een hoed diameter van 50mm. Het gemiddelde werd berekend uit twee proeven gedurende drie vluchten.

Kleur bij champignons (Helderheid, Witheidindex en % Verkleurd):

De helderheid was bij handgeogste en met CaCl_2 behandelde champignons licht verbeterd (Tabel 5). Dit verschil was bij verse champignons gering. Bij bewaarde champignons was dit verschil iets groter. Bij champignons voor de conservenindustrie leek er een kleine verbetering te zijn bij verse met CaCl_2 behandelde champignons. Na bewaring waren ze echter slechter van kleur.

Er waren gemiddeld geen effecten van CaCl_2 op de Witheidindex van champignons (Tabel 6).

Bij de handgeogste champignons was er een duidelijke vermindering van het percentage verkleurd oppervlak (kneusgevoeligheid) bij met CaCl_2 behandelde champignons (Tabel 7). Vooral na bewaring was dit verschil aanwezig. Bij champignons afkomstig van snijbedrijven was er alleen een verbetering bij verse champignons. Hoge CaCl_2 doseringen (>150 gram per teelt) leidde in deze praktijkproeven niet tot wittere champignons dan lage CaCl_2 doseringen.

De verschillen tussen de champignons met of zonder CaCl_2 waren klein. De verschillen tussen de proeven waren aanzienlijk groter (Tabellen 5, 6 en 7). Bij de handoogst bedrijven waren deze verschillen nog relatief klein. Bij de twee verschillende conserven teelten was het verschil erg groot. Dit kwam vooral tot uiting in het percentage verkleurd oppervlak (Tabel 7), 41% bij proef negen tegenover 76% bij proef acht. Dit kwam waarschijnlijk doordat in proef acht de champignons open waren terwijl in proef negen de champignons zich nog grotendeels in het gevlesde stadium bevonden (Tabel 8).

Conservenchampignons.

Tijdens de twee proeven met conserven champignons zijn enkele extra kwaliteitsparameters gemeten. Er waren gemiddeld genomen geen duidelijke stadiumverschillen aanwezig tussen de controle en de behandeling (Tabel 8). Wel was er een groot verschil tussen de teelten. Ook was er gemiddeld geen effect op de lamelkleur. Door de sterke correlatie tussen stadium en lamelkleur was

er ook hier een groot verschil in lamelkleur tussen de twee proeven. Het positieve effect van CaCl_2 op de vermindering van intern vocht was vooral in proef acht zichtbaar (Tabel 8). In proef negen was er geen verschil. Dit kwam doordat de teler anticiperend op dit positieve effect bij de met CaCl_2 behandelde champignons, de behandeling met CaCl_2 ook meer water gaf. In de eerste vlucht werd vijf liter per m^2 en in de tweede vlucht vier liter per m^2 extra gegeven. Het gevolg was dat het positieve effect van CaCl_2 op vermindering van het intern vocht verdween. Het effect op de hoeveelheid waterstelen was minder goed waarneembaar. Alleen in proef acht was er een duidelijke verbetering van het verwerkingsrendement (Tabel 8). In proef negen was er een klein negatief effect. Waarschijnlijk kwam dit door de extra watergift die plaats vond bij de met CaCl_2 behandelde teelt (zie hierboven)

Diepvries champignons.

Door de moeilijkheid om het ontdooiverlies van een individuele partij champignons te bepalen is er slechts in één proef het ontdooiverlies bepaald. CaCl_2 gebruik had een licht positief effect doordat het ontdooiverlies met enkele procenten werd verlaagd.

Gemiddeld genomen was er geen effect van CaCl_2 op de aanwezigheid van de diverse gemeten bacteriën. Het voorkomen van *Listeria* was in alle gevallen negatief. Het kleine effect op het aantal entero's kan als niet significant worden beschouwd door de sterk wisselende aantallen bacteriën die van proef tot proef voorkwamen.

Tabel 5. De helderheid (L) van champignonhoeden.

proef	teelt	vers		bewaard		verschil		beoordeling*	
		contr.	beh.	contr.	beh.	vers	bewaard	vers	bewaard
1	handoogst	91.7	91.8	91.3	91.6	0.06	0.31	0	+
2a	"	91.8	92.0	91.2	91.4	0.23	0.23	+	+
2b	"	91.8	92.1	91.2	91.7	0.35	0.57	++	++
3	"	91.3	91.5	91.0	91.0	0.20	0.00	+	0
4a	"	91.8	91.8	91.5	91.6	-0.08	0.10	0	0
4b	"	91.8	91.6	91.5	91.5	-0.21	0.03	-	0
	gem.	91.7	91.8	91.3	91.5	0.09	0.21	0	+
5	diepvries	x	x	x	x	x	x	x	x
6	"	x	x	x	x	x	x	x	x
7	"	x	x	x	x	x	x	x	x
8	conserven	85.1	85.1	84.3	83.5	0.06	-0.85	0	---
9	"	88.5	89.1	87.9	88.2	0.60	0.35	++	+
	gem.	86.8	87.1	86.1	85.8	0.33	-0.25	+	-

* beoordeling gebaseerd op verschil < 0.2: 0, <0.4: +of-, <0.8: ++ of --, >0.8: +++ of ---

Tabel 6. De witheid index van champignonhoeden.

proef	teelt	vers		bewaard		verschil		beoordeling*	
		contr.	beh.	contr.	beh.	vers	bewaard	vers	bewaard
1	handoogst	68.8	68.9	65.3	65.8	0.12	0.54	0	+
2a	"	69.6	70.5	65.8	66.6	0.92	0.80	++	++
2b	"	69.6	70.4	65.8	66.9	0.75	1.10	+	++
3	"	67.4	67.4	62.6	62.6	-0.05	0.04	0	0
4a	"	69.4	68.7	66.5	66.1	-0.70	-0.40	--	-
4b	"	69.4	67.7	66.5	65.1	-1.77	-1.42	---	--
	gem.	69.0	68.9	65.4	65.5	-0.12	0.11	0	0
5	diepvries	x	x	x	x	x	x	x	x
6	"	x	x	x	x	x	x	x	x
7	"	x	x	x	x	x	x	x	x
8	conserven	47.9	46.9	43.8	40.7	-0.99	-3.06	--	---
9	"	59.3	60.0	54.9	55.2	0.63	0.28	+	0
	gem.	53.6	53.4	49.4	48.0	-0.18	-1.39	0	-

* beoordeling gebaseerd op verschil < 0.4: 0, <0.8: +of-, <1.6: ++ of --, >1.6: +++ of ---

Tabel 7. Het percentage verkleurd oppervlak (kneusgevoeligheid) van champignonhoeden.

proef	teelt	vers		bewaard		verschil		beoordeling*	
		contr.	beh.	contr.	beh.	vers	bewaard	vers	bewaard
1	handoogst	5.5	5.1	12.8	11.0	-0.41	-1.78	0	+
2a	"	6.8	4.2	18.4	11.8	-2.56	-6.64	++	+++
2b	"	6.8	5.5	18.4	12.7	-1.29	-5.75	+	+++
3	"	7.2	7.0	18.9	17.5	-0.24	-1.41	0	+
4a	"	8.9	9.5	18.1	17.8	0.61	-0.28	0	0
4b	"	8.9	9.4	18.1	17.9	0.45	-0.18	0	0
	gem.	7.3	6.8	17.4	14.8	-0.57	-2.67	0	++
5	diepvries	x	x	x	x	x	x	x	x
6	"	x	x	x	x	x	x	x	x
7	"	x	x	x	x	x	x	x	x
8	conserven	78.1	74.3	82.8	83.8	-3.80	1.02	++	-
9	"	41.4	40.9	55.6	55.5	-0.52	-0.17	0	+++
	gem.	59.7	57.6	69.2	69.6	-2.16	0.43	+	0

* beoordeling gebaseerd op verschil < 1: 0, <2: +of-, <4: ++ of --, >4: +++ of ---

Tabel 8. Het stadium, de lamelkleur, intern vocht, watersteel en verwerkingsrendement van champignons in proeven voor de conservenindustrie.

proef	Stadium teelt	vers		bewaard		verschil		beoordeling*	
		contr.	beh.	contr.	beh.	vers	bewaard	vers	bewaard
8	conserven	6.3	5.9	6.4	6.1	-0.4	-0.3	+	+
9	"	4.1	4.4	3.9	4.4	0.3	0.5	-	--
	gem.	5.2	5.2	5.2	5.2	0.0	0.1	0	0
	Lamelkleur								beoordeling**
8	conserven	48.9	50.8	47.1	47.6	2.0	0.5	+	0
9	"	63.1	59.5	58.7	60.7	-3.6	2.1	-	+
	gem.	56.0	55.2	52.9	54.2	-0.8	1.3	0	-
	Intern vocht								beoordeling***
8	conserven	7.1	5.3	8.0	6.4	-1.8	-1.7	++	++
9	"	4.4	4.5	5.0	5.0	0.1	-0.1	0	0
	gem.	5.7	4.9	6.5	5.7	-0.8	-0.9	+	+
	Watersteel								beoordeling****
8	conserven	2.1	1.9	2.2	2.1	-0.3	-0.1	+	0
9	"	1.5	1.6	2.2	1.8	0.1	-0.4	0	+
	gem.	1.8	1.7	2.2	1.9	-0.1	-0.2	0	+
	Rendement								beoordeling***
8	conserven	72.9	74.4			1.5		++	
9	"	78.6	78.1			-0.6		-	
	gem.	75.8	76.2			0.5		+	
* beoordeling gebaseerd op verschil < 0.3: 0, <0.6: +of-, <1.2: ++ of --, >1.2: +++ of --- ** beoordeling gebaseerd op verschil < 1: 0, <2: +of-, <4: ++ of --, >4: +++ of --- *** beoordeling gebaseerd op verschil < 0.5: 0, <1: +of-, <2: ++ of --, >2: +++ of --- **** beoordeling gebaseerd op verschil < 0.2: 0, <0.4: +of-, <0.8: ++ of --, >0.8: +++ of ---									

Tabel 9. Het ontdooiverlies en het aantal bacteriën in proeven voor de diepvriesindustrie.

	Ontdooiverlies	contr.	beh.		beoordeling*
5	diepvries	41.4	38.3	-3.1	+
6	"	x	x	x	
7	"	x	x	x	
	gem.	41.4	38.3	-3.1	+
proef	Kiemgetal teelt	x1.000.000		factor verschil	beoordeling**
5	diepvries	1.1	1.1	1.0x	0
6	"	8.9	9.8	-1.1x	0
7	"	2.3	2.2	1.0x	0
	gem.	2.8	2.8	1.0 x	0
proef	Coliformen teelt	x100		factor verschil	beoordeling**
5	diepvries	6.6	11.5	-1.8x	-
6	"	1.0	0.5	2.3x	+
7	"	0.4	1.1	-2.6x	--
	gem.	1.4	1.8	0.4	0
proef	Entero's teelt	x1.000		factor verschil	beoordeling**
5	diepvries	9.4	54.1	-5.8x	---
6	"	53.9	9.0	6.0x	+++
7	"	22.4	4.8	4.7x	++
	gem.	22.5	13.2	1.7x	+

* beoordeling gebaseerd op verschil < 2: 0, <4: +of-, <8: ++ of --, >8: +++ of ---

** beoordeling gebaseerd op verschil < 1.5x: 0, <2.5x: +of-, <5.0x: ++ of --, >5.0x: +++

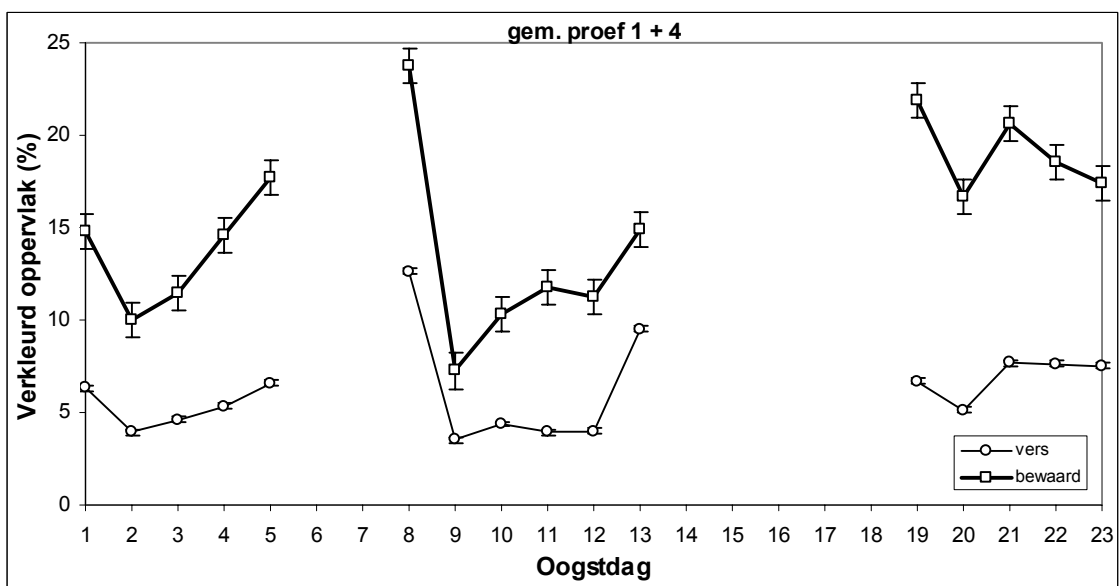
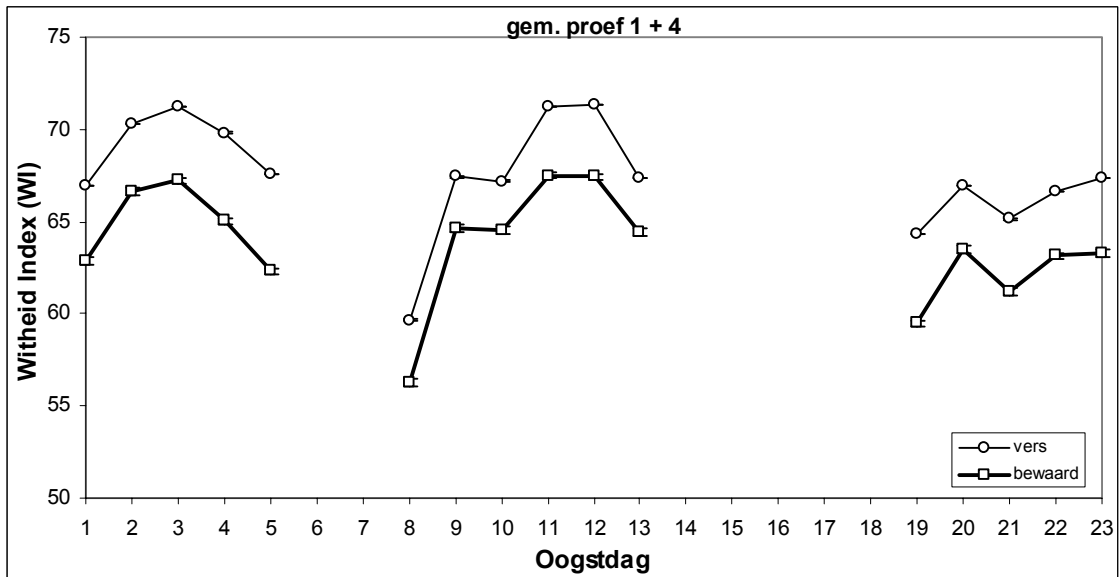
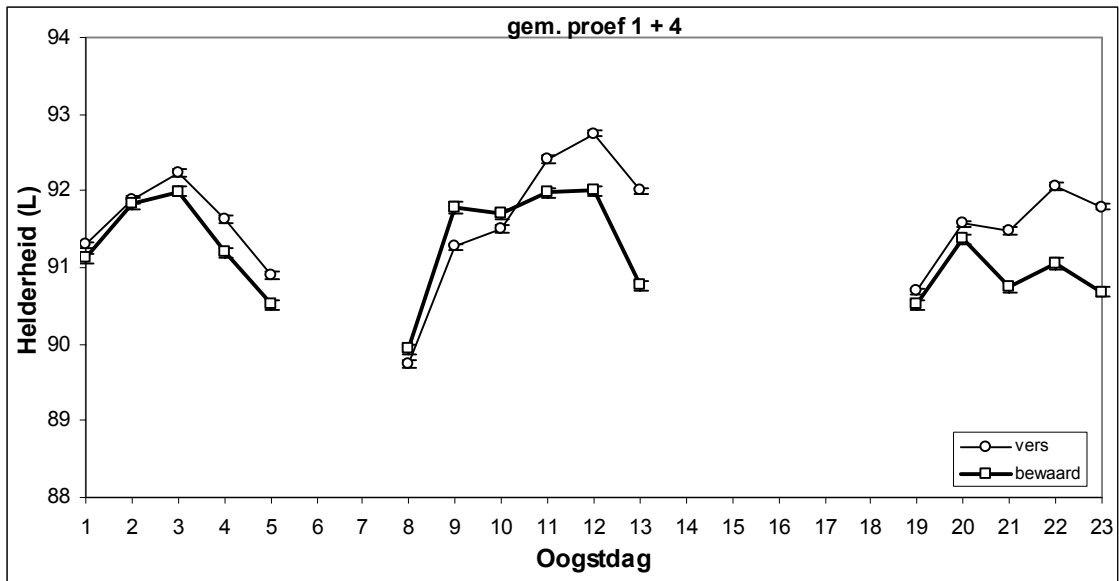
3.4 Oogsttijdstip

Het toedienen van CaCl_2 leidde in veel gevallen tot een vertraging van de teelt. Naarmate meer CaCl_2 werd toegediend, was de vertraging groter. Gemiddeld genomen was de vertraging één dag. Deze vertraging is voornamelijk ontstaan door de CaCl_2 toediening tijdens de laatste sproeibeurt voor het afventileren. Volgens een eerder onderzoek was al bekend dat deze toediening een sterk vertragend effect had (Van Loon, 2002^c). Een latere toediening tijdens de knopuitgroei van de champignons zou de knopuitgroei minder vertraagd hebben. Deze dosering werd door de meeste telers als niet wenselijk beschouwd omdat deze de knopuitgroei zou kunnen verstoren. Bij één teler was de vertraging nauwelijks zichtbaar. Door teeltmaatregelen was de vertraging blijkbaar te minimaliseren. In snijbedrijven voor de conservenindustrie liep de vertraging in de tweede vlucht op tot twee dagen. Dit creëerde soms een probleem. In één teelt moest hierdoor het snijden van de tweede vlucht naar maandag uitgesteld worden door tevens de luchttemperatuur te verlagen. Door de CaCl_2 dosering wordt de myceliumgroei geremd waardoor de dekaarde er vaak minder wit uitziet. Door sommige telers wordt CaCl_2 gebruikt om te voorkomen dat de myceliumgroei te ver doorgaat. Bij veel snijbedrijven werd waargenomen dat door het gebruik van CaCl_2 de knopuitgroei onregelmatiger werd. Vroege knoppen leken minder in de uitgroei geremd te worden dan late knoppen. Het is duidelijk dat naarmate meer CaCl_2 wordt gedoseerd dat het aantal champignons afneemt. Soms wordt na het gebruik van CaCl_2 een wat betere spreiding waargenomen en wat vastere champignons. Soms lijken de champignons ook witter te zijn.

3.5 Kwaliteitsverschillen tussen en binnen teelten

Uit het project kwam duidelijk naar voren dat er soms grote kwaliteitsverschillen bestaan tussen de proeven onderling. Vooral tussen de twee conserven proeven bleken er erg grote verschillen te bestaan (Tabel 5, 6 en 7). Vooral bij de conservenchampignons waren de teeltverschillen veel groter dan de verschillen die door het gebruik van CaCl_2 werden veroorzaakt. Dit betekent dat er nog een groot potentieel bestaat voor het verbeteren van de kwaliteit. Uit deze proeven kon niet afgeleid worden welke factoren hier voor verantwoordelijk waren. Hiervoor waren de verschillen tussen de afzonderlijke teelten te groot.

Binnen de teelt bleken er ook grote verschillen te bestaan. Dit kwam vooral duidelijk naar voren in twee proeven met handgeogoste champignons waarbij op elke oogstdag de kwaliteit werd gemeten (Figuur 2). Hieruit bleek dat er een duidelijk patroon aanwezig was binnen elke vlucht. De kwaliteit aan het begin en eind van de vlucht is slechter dan in het midden van de vlucht. Door de adviesbureaus werd aangeduid dat de groeiomstandigheden voor champignons die in het midden van de vlucht geogost worden het meest optimaal zijn geweest. De eerste champignons hebben het lastiger gehad doordat deze tijdens hun ontwikkeling langer een hoge RV hebben gehad. De RV verlaging begint namelijk pas tijdens de knopuitgroei. De eerste champignons zijn ook iets vochtiger en hierdoor bevattelijker voor verkleuring. De eerste champignons hebben hierdoor ook meer problemen in de afzet. Op de laatste oogstdag wordt de compost warmer, er wordt hierdoor meer CO_2 geproduceerd waardoor er weer meer ventilatie plaatsvindt. Dit is nadelig voor de kwaliteit.



Figuur 2. Kleurverloop van champignonhoeden tijdens de teelt voor en na 7 dagen bewaring. De grafieken geven het gemiddelde weer van behandelingen met en zonder CaCl_2 .

3.6 Richtlijnen handoogst bedrijven

CaCl₂ kan gebruikt worden om het aantal champignons te verminderen, het doorgroeien van het mycelium in de dekaarde tegen te gaan en de uitgroei te vertragen. Het advies is om hierbij niet verder te gaan dan circa 50-60 gram CaCl₂ per m² gedurende de teelt. Het gebruik van meer CaCl₂ leidt al snel tot verlaging van de champignonproductie. Dit wordt onvoldoende gecompenseerd door een verhoogde kg-prijs, waardoor de financiële opbrengst daalt. De financiële opbrengst zal na introductie van CaCl₂ op een bedrijf waarschijnlijk wat toenemen doordat de bedrijfsvoering na verloop van tijd optimaal afgestemd zal worden op het gebruik van CaCl₂. Vooral de dosering van CaCl₂ voor het afventileren zal de knopuitgroei vertragen.

3.7 Richtlijnen snijbedrijven voor diepvries industrie

Er zijn onvoldoende aanwijzingen dat het gebruik van CaCl₂ het ontdooiverlies voldoende verlaagt om interessant te zijn voor de toepassing bij champignons voor de diepvriesindustrie. Daarnaast is het risico van opbrengstderving te groot om het gebruik van CaCl₂ aan te bevelen.

3.8 Richtlijnen snijbedrijven voor conserven industrie

CaCl₂ gebruik verhoogt het verwerkingsrendement maar verlaagt de financiële opbrengst voor de teler. Daarnaast kan het verwerkingsrendement te makkelijk door andere teeltfactoren beïnvloed worden waardoor CaCl₂ gebruik geen garantie is voor een hoog rendement. Daarom is ook CaCl₂ gebruik voor de toepassing bij champignons voor de conservenindustrie niet aan te bevelen.

4 Discussie

Uit dit onderzoek komt naar voren dat de toepassing van CaCl_2 in het sproeiwater meestal geen financieel voordeel biedt. Bij CaCl_2 doseringen waarbij de kwaliteit werkelijk toeneemt, tredt al heel snel een derving op van de champignonproductie. Deze verlaging wordt hierbij niet gecompenseerd door een hogere prijs per kg champignon. Bij de snijbedrijven is het voordeel nog kleiner dan bij handoogst bedrijven omdat hier het voordeel van een hoger eindrendement en lager ontdooiverlies helemaal niet tot uiting komt in de kg-prijs.

Bij de teelten voor de versmarkt werd de opbrengstderving veroorzaakt door een vermindering van het aantal stuks en een vertraging in de ontwikkeling van de champignons. Door de vertraging in de afrijping en de wens om de teelten gelijk te laten lopen, werden champignons soms jonger geplukt dan gewenst. Hierdoor kon de vermindering van de hoeveelheid stuks niet gecompenseerd worden door champignons van een groter formaat te oogsten. Uit het onderzoek kwam verder naar voren dat het gebruik van CaCl_2 de plukprestatie niet verhoogde ondanks de licht toegenomen stuksgewicht bij gelijkblijvende diameter. In de teelten met machinaal gesneden champignons werd het verminderde aantal stuks gecompenseerd door de champignons langer door te laten groeien. Dit resulteerde vaak in een hogere champignonproductie maar hierdoor ook in een slechtere kwaliteit. Het totale financiële resultaat kwam hierdoor vaak slechter uit bij het gebruik van CaCl_2 . Daarnaast wordt de knopvorming onregelmatiger waardoor het snijden van eenzelfde kwaliteit lastiger wordt. De vertraging van de vlucht is in dit project een probleem gebleken omdat hierdoor de ontwikkeling van de met CaCl_2 behandelde teelt niet altijd optimaal kan zijn. In de praktijk is het lastig om verschillend reagerende teelten naast elkaar te hebben. Het financiële rendement van CaCl_2 gebruik zal in de praktijk wat hoger zijn dan in dit project zichtbaar was. Een bedrijf leert namelijk omgaan met het gebruik van CaCl_2 en alle teelten zullen dan gelijk verlopen waardoor de bedrijfsvoering hier beter op kan worden afgestemd.

In de proeven is gebruik gemaakt van diverse rassen (Sylvan: 737, A15 en Amycel: Delta en A2200). Het is mogelijk dat de resultaten van de diverse proeven beïnvloed worden door de raskeuze en dat sommige rassen meer geschikt zijn voor CaCl_2 gebruik dan andere. Door de gekozen proefopzet zijn de rasseneffecten niet te onderscheiden.

In proef acht was er een duidelijke verbetering van het verwerkingsrendement door gebruik van CaCl_2 . In de praktijk zal het waarschijnlijk moeilijk zijn om dit voordeel te behouden doordat telers anticiperend op een gelijktijdige vermindering van de hoeveelheid intern vocht, meer water gaan geven.

Het ontdooiverlies kon slechts in een proef gemeten worden. Het is gebleken dat het erg moeilijk is om in praktijksituaties het ontdooiverlies van individuele partijen te bepalen. Het is dan ook nog onzeker hoe groot het werkelijke effect van CaCl_2 gebruik op het ontdooiverlies is. Het positieve effect dat in deze ene proef werd gemeten gaf geen aanleiding om te verwachten dat het effect dermate groot zal zijn dat deze toepassing interessant genoeg zal zijn voor toepassing bij champignons voor de diepvries industrie.

CaCl_2 gebruik kan alleen geadviseerd worden voor bedrijven waarbij kwaliteit een belangrijke rol speelt. Tevens kan CaCl_2 gebruikt worden om de knopvorming en of myceliumingroei te reguleren. Slechts bij niet al te hoge doseringen zal CaCl_2 gebruik kunnen leiden tot een vergelijkbaar financieel resultaat. Het grootste kwaliteitseffect van CaCl_2 , het verminderen van de kneusgevoeligheid kan van belang zijn voor toekomstige ontwikkelen van het snijden van champignons voor de versmarkt.

Gedurende de teelt blijken er grote kwaliteitsverschillen te zijn binnen een vlucht en tussen telers en teelten. Dit betekent dat er nog voldoende mogelijkheden zijn om de kwaliteit te verbeteren door het optimaliseren van de teelt. Het is onduidelijk wat precies de bepalende factoren zijn en of het kwaliteitsverloop gedurende een vlucht onontkoombaar is.

5 Conclusies

Uit dit onderzoek kwam het volgende naar voren:

- CaCl_2 lijkt alleen geschikt te zijn voor toepassing bij handoogstbedrijven in lage concentraties tot circa 50 gram/m²/teelt. CaCl_2 kan dan gebruikt worden voor het reguleren van de knopvorming en een lichte mate van kwaliteitsverbetering. Deze kwaliteitsverbetering is bij deze dosering dermate gering dat het effect niet altijd zichtbaar zal zijn.
- Het toedienen van CaCl_2 in concentraties van meer dan circa 50 gram / m² / teelt geeft nauwelijks een verbetering van de kleur van verse champignons en een kleine verbetering van de houdbaarheid. De verbetering van de kwaliteit van champignons weegt niet of nauwelijks op tegen de opbrengstderving die ontstaat bij het gebruik van CaCl_2 in de teelt van champignons.
- Een toekomstige toepassing van CaCl_2 zou kunnen zijn in oogstmethoden waarbij de kneusgevoeligheid een grote rol speelt zoals het mechanisch oogsten voor de versmarkt. Met name de kneusgevoeligheid neemt af bij toepassing van CaCl_2 .
- Grote kwaliteitsverschillen binnen vluchten en tussen teelten en telers toont aan dat er nog een potentieel bestaat voor een kwaliteitsverbetering. Deze kwaliteitsverbetering lijkt groter te zijn dan redelijkerwijs met CaCl_2 mogelijk zou zijn. Mogelijk zijn het deze verschillen die de kwaliteit in de verdere keten zo onvoorspelbaar maken.
- Het positieve effect van CaCl_2 op verhoging van het verwerkingsrendement en de gelijktijdige vermindering van de hoeveelheid intern vocht nodigt telers uit om meer water te geven. Hierdoor wordt het positieve effect weer teniet gedaan. Het positieve effect van CaCl_2 op vermindering van het ontdooverlies is waarschijnlijk onvoldoende om voor de diepvriesindustrie van belang te zijn.

6 Suggesties voor verder onderzoek

Het onderzoek heeft aangetoond dat er onvoldoende perspectieven zijn voor het algemene gebruik van CaCl_2 ter verbetering van de kwaliteit van de champignon. Dit project heeft echter wel laten zien dat er grote kwaliteitsverschillen zijn binnen en tussen teelten. Mogelijk zijn het deze verschillen die de kwaliteit in de verdere keten zo onvoorspelbaar maken. Over het waarom van deze verschillen kan dit onderzoek geen antwoord geven. Om hier antwoord op te krijgen zullen een aantal vragen verder onderzocht moeten worden.

Waarom worden kwaliteitsverschillen binnen een vlucht veroorzaakt?

Zijn deze verschillen onlosmakelijk met het verloop van een vlucht verbonden of zijn er factoren aanwezig die door factoren zoals teeltsturing of oogstregime gestuurd kunnen worden?

Kan CaCl_2 gebruik een wezenlijke kwaliteitsverbetering vormen bij het machinaal oogsten van champignons voor de versmarkt?

Indien champignons machinaal voor de versmarkt geoogst kunnen worden dan levert een drastische verlaging van de oogstkosten op. Indien CaCl_2 gebruik door het verlagen van de kneusgevoeligheid deze ontwikkeling mogelijk zou kunnen maken dan zal dit al heel snel een financieel voordeel opleveren. De kleine verlaging van de champignonproductie speelt dan nog nauwelijks een rol.

7 Literatuur

- Loon, P.C.C. van (1996). Het bepalen van het ontwikkelingsstadium bij de champignon met computer beeldanalyse. *De Champignoncultuur* 40(9). 347-352.
- Loon, P.C.C. van (2002^a) Effect van CaCl₂ op kwaliteit en productie van champignons. Publicatienummer 2002-3 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Loon, P.C.C. van (2002^b) Waterverlies bij champignons. Publicatienummer 2002-17 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Loon, P.C.C. van (2002^c) Verbetering van de champignonkwaliteit door toediening van CaCl₂. Publicatienummer 2002-23 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Bijlage

*** uitgangspunten berekening netto opbrengst (inclusief teelt, teeltarbeid, en vaste kosten):												
prijzen handoogst (€ 0.50 oogstkosten / kg):												
fijn	middel	reus	III									
€ 1.50	€ 1.45	€ 1.40	€ 0.59									
prijzen diepvries:												
II-2-35	II-2-40	II-2-45	II-2-50	II-3-40	II-3-45	II-3-50	II-3-80	II-3-100	III-3-45	III-3-50	III-3-100	III-3-150
€ 1.19	€ 1.10	€ 1.04	€ 0.85	€ 0.90	€ 0.85	€ 0.74	€ 0.61	€ 0.54	€ 0.66	€ 0.65	€ 0.44	€ 0.21
prijzen conserven:												
II-2-45	II-2-60	II-3-55	II-3-60	II-3-65	II-3-80	II-3-100	III-3-100					
€ 1.11	€ 0.97	€ 0.81	€ 0.71	€ 0.69	€ 0.62	€ 0.55	€ 0.43					