

# Effectiviteit van koudeverneveling bij de toepassing van kiemremming in de aardappelbewaring

I

H.G. Spits en R. Wustman

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 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 DLO. Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, AGV

Dit project is gefinancierd door het Productschap Akkerbouw en Certis Europe B.V.



Projectnummer: 3250159100

## Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR Business Unit AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 - 29 11 11  
Fax : 0320 - 23 04 79  
E-mail : [infoagv.ppo@wur.nl](mailto:infoagv.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

## Inhoud

1	INLEIDING .....	5
2	MATERIAAL EN METHODE .....	7
2.1	Proeflocatie.....	7
2.2	Proefopzet .....	7
2.3	Behandelingen.....	7
2.4	Beoordelingen .....	11
2.4.1	Kiemgewicht.....	11
2.4.2	Bewaarverlies .....	11
2.4.3	Interne kieming .....	11
2.4.4	Schilbrand.....	11
2.4.5	Bakkwaliteit .....	12
2.4.6	Onderwater gewicht.....	12
2.4.7	Rotte knollen .....	12
2.5	Bepaling residu.....	12
3	RESULTATEN .....	13
3.1	Kiemgewichten .....	13
3.2	Bewaarverlies.....	14
3.3	Interne kieming .....	15
3.4	Schilbrand.....	16
3.5	Bakkwaliteit.....	17
3.6	Onderwatergewicht.....	17
3.7	Rotte knollen .....	20
4	DISCUSSIE EN CONCLUSIES .....	23



# 1 Inleiding

Bij de (lange) bewaring van consumptieaardappelen is het gebruikelijk dat die kieming van de aardappelen wordt geremd door het gebruik van kiemremmers. Afhankelijk van de lengte van de bewaring, ras en afzetmarkt wordt een strategie gekozen. De meest gebruikte kiemremmers in de praktijk zijn middelen op basis van chloorproflam (CIPC).

In de praktijk worden deze middelen op verschillende wijze worden toegepast. Een veel voorkomende toepassingstechniek is de vernevelingstechniek tijdens bewaring. Hierin kan men onderscheid maken tussen warmte en koude vernevelingstechnieken ook wel bekend "hotfog" en "coldfog". Naast het vernevelen tijdens de bewaring kan het kiemremmersmiddel ook tijdens het inschuren worden toegepast.

Bij de vernevelingstechnieken zijn er verschillende (merken) apparaten op de markt. Bij koude verneveling zijn dat o.a. Cyclomatic, Potatofogger en de Pieperdoes coldfog. Bij de warmte verneveling is de bekendste de Swingfog. Iedere vernevelingstechniek heeft zijn voor- en nadelen.

In dit onderzoek zijn gedurende twee bewaarperiodes drie koude vernevelingstechnieken vergeleken met één warmte vernevelingstechniek. Het onderzoek was met name gericht op de effectiviteit van kiemremming door de verschillende vernevelingstechnieken.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Hoofdproductieschap akkerbouw (PA) door Praktijkonderzoek Plant en Omgeving in samenwerking met Certis Europe B.V.



## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Proeflocatie

De experimenten in het seizoen 2009-2010 en 2010-2011 zijn uitgevoerd op de proeflocatie "De Eest" van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving te Nagele. Op deze proeflocatie staat een bewaarschuur met 32 aparte cellen. Iedere cel heeft een opslagcapaciteit van ongeveer 13 ton los gestort product (3\*2\*3,5m). Voor een optimale circulatie van lucht (geforceerde luchtkoeling) door de aardappelen zijn de cellen voorzien van een betonnen vloer met sleuven. De cellen worden afzonderlijk aangestuurd door een besturingsprogramma van Tolsma Techniek B.V. (Emmeloord, Nederland).

### 2.2 Proefopzet

In beide jaren zijn de bewaarcellen gevuld met aardappelen (Agria). Tijdens het vullen van de cellen zijn op verschillende plekken en niveaus in de cellen 12 monsterzakjes (+/- 7 kg) met aardappelen per ras geplaatst (figuur 1). Per jaar werden twee rassen in het onderzoek opgenomen (Tabel 1). Per cel zijn dus 24 monsterzakjes geplaatst. Lady Clair werd zowel in het bewaar seizoen 2009-2010 als in 2010-2011 opgenomen.

Na het inschuren van de aardappelen werden deze gedroogd. Na de wondheling werden de aardappel gekoeld naar de bewaar temperatuur van 9 °C. De bewaar temperatuur is iets hoger dan de gangbare praktijk. Dit is gedaan om de mogelijke effecten van de technieken goed te kunnen demonstreren.

Tabel 1. **Gebruikte rassen in het onderzoek.**

ras	jaar	teeltdoel	kiemrust <sup>1</sup>	productie
Lady Claire	2009-2011	chips	gemiddeld	Flevoland
Saturna	2009-2010	chips	sterk	Flevoland
Innovator	2010-2011	frites	zwak	Flevoland

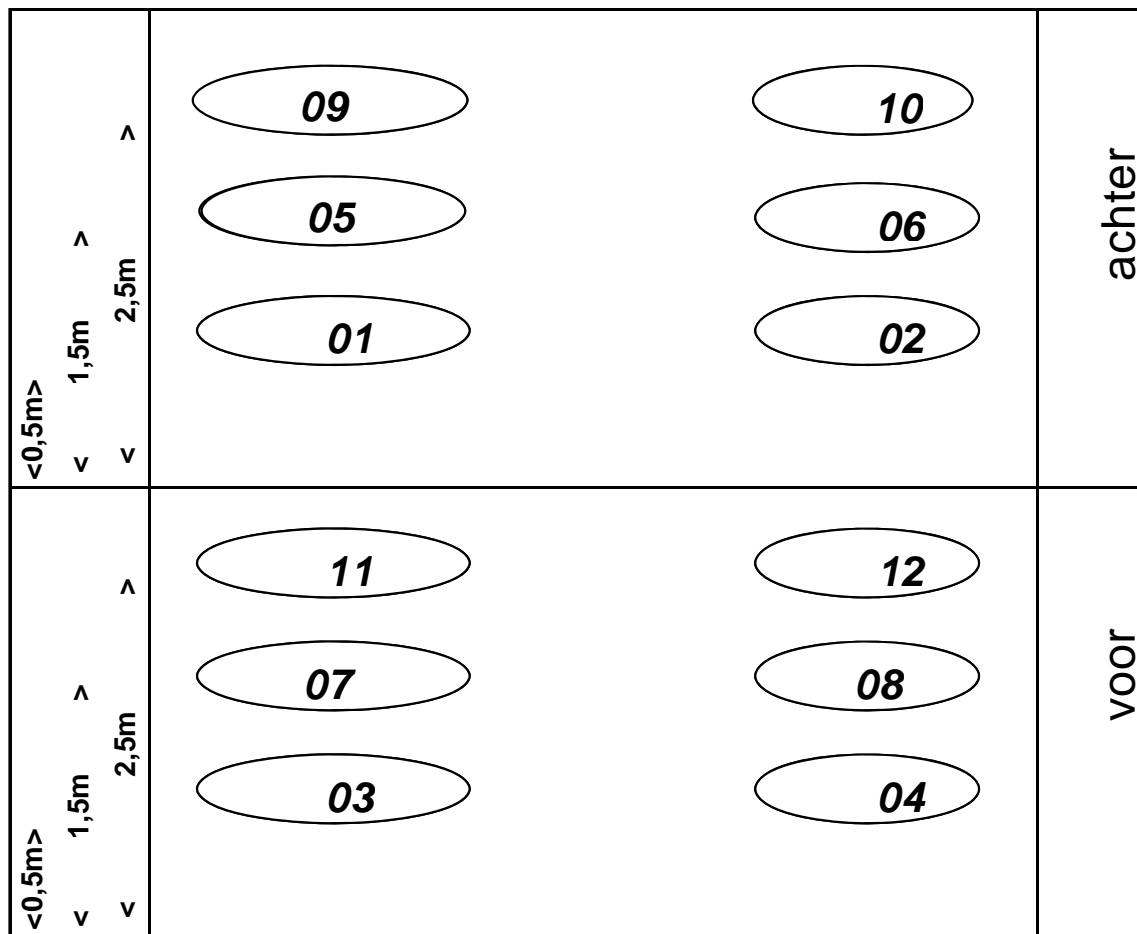
<sup>1</sup>) DLV rassenboekje 2010-2011

### 2.3 Behandelingen

Onderstaand staat een korte beschrijving van de verschillende verneveltechnieken.

Bij warme vernevelingsapparaten (Swingfog) wordt een benzine-lucht-mengsel in een verbrandingskamer ontstoken en laat een gaskolom in de resonatorpijp tussen de 80 en 110 keer per seconde trillen (afhankelijk van het apparaattype). Aan het einde van de resonator komt de werkstof (kiemremmingmiddel) in een sterke luchtstroom terecht en wordt tot zeer fijne aerosoldruppels uit elkaar geslagen en vormt dan een licht zwevende nevel.

Voor het koude vernevelen zijn verschillende apparaten ontwikkeld, zoals de Cyclomatic, Pieperdoes-coldfog en Potatofogger. Deze toepassing verwarmt het product niet. De druppels zijn minder fijn dan bij warme verneveling.



Figuur 1. Verdeling van de monsterszakjes in de bewaarcel.

In onderstaande tabel staan de meest kenmerkende verschillen tussen deze apparaten weergegeven.

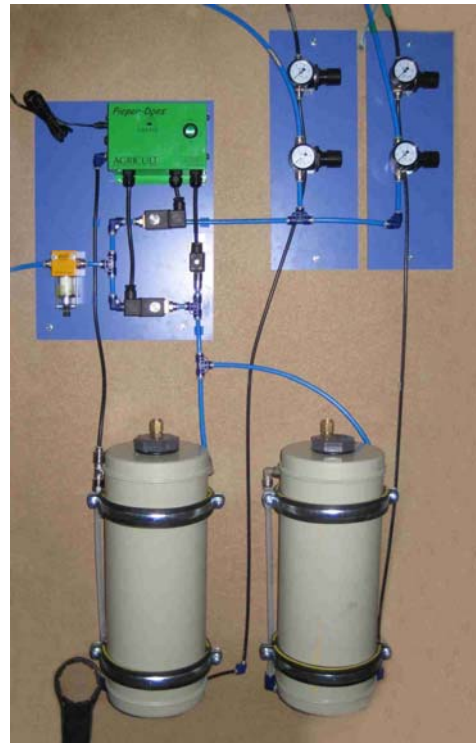
Tabel 2. **Overzicht van de gebruikte koude vernevelingstechnieken.**

	Cyclomatic	Potatofog	Pieperdoes coldfog
Producent	Sosef	Frans Veugen	Agricult
Druppelgrootte	Fijn	Zeer fijn	Zeer fijn
Luchtondersteuning	Ingebouwd	Extern	Extern
Afgifte	Statisch afhankelijk van diameter pompslang	Traploos regelbaar	Traploos regelbaar

In het onderzoek zijn alle koude vernevelingsapparaten boven de partij aardappelen geplaatst. Bij de Pieperdoes Coldfog hangt eigenlijk alleen de vernevelingsunit in de cel. Het doseringsapparaat en het voorraadtankje met middel hing buiten de cel. Voor specifieke montage voorschriften en mogelijkheden wordt verzocht contact op te nemen met de producent.

Bij de warmte vernevelingstechniek (Swingfog) is het uiteinde van de resonator in het ventilatiekanaal geplaatst.





*Figuur 2. Potatofog (links) en Pieperdoes coldfog (rechts).*



*Figuur 3. Cyclomatic.*

Het toepassingsinterval en het gebruikte product per vernevelingstechniek is weergegeven in Tabel 3. Het gedetailleerde toepassings overzicht is weergegeven in bijlage 2.

Tabel 3. **Overzicht van de gebruikte koude vernevelingstechnieken en de bijbehorende strategie.**

<b>techniek</b>	<b>toepassing</b>	<b>product</b>	<b>Active stof seizoen</b>
Swinfog	maandelijks	Gro-Sto Fog (chloorprofam 300g/l)	30.0 gram
Cyclomatic	wekelijks	Gro-Stop Innovator (chloorprofam (300g/l)	29.7 gram
Potatofogger	wekelijks	Gro-Stop Innovator (chloorprofam (300g/l)	29.7 gram
Pieperdoes coldfog	wekelijks	Gro-Stop Innovator (chloorprofam (300g/l)	29.7 gram

## 2.4 Beoordelingen

### 2.4.1 Kiemgewicht

Het kiemgewicht is bepaald door de kiemen per monsters te wegen.  
Kiemgewicht is berekend per kilo aardappelen:

$$\text{Kiemgewicht (g)} = (\text{kiemgewicht monsters} / \text{gewicht monsters na uitschuren}) * 1000$$

Om een indruk te geven van het aantal grammen kiemen per kilo aardappelen zijn in bijlage 2 enkele foto's opgenomen.

### 2.4.2 Bewaarverlies

Percentage bewaarverlies is berekend door:

$$\text{Bewaarverlies (\%)} = ((\text{gewicht inschuren} - \text{gewicht uitschuren (excl. kiemen)}) / \text{gewicht inschuren}) * 100$$

### 2.4.3 Interne kieming

Alle knollen van het monster zijn visueel beoordeeld op de aanwezigheid van interne kiem. Het percentage interne kieming is bepaald op basis van gewicht.

$$\text{Interne kieming (\%)} = (\text{gewicht knollen met interne kiem} / \text{gewicht monsters na uitschuren}) * 100$$

### 2.4.4 Schilbrand

Schilbrand is beoordeeld op een mengmonster van de monsterzakjes per laag en ras. Knollen met schilbrand zijn verdeeld in 6 klasse

1. 0 % van oppervlak bedekt met schilbrand
2. 0.1 – 5 %
3. 5 – 12.5 %
4. 12.5 – 33.0 %
5. 33 - 66 %
6. 66 - 100%

Schilbrand percentage is berekend door:

$$\text{schilbrand (\%)} = (0 * n_1 + 2.5 * n_2 + 8.75 * n_3 + 22.75 * n_4 + 49.5 * n_5 + 83 * n_6) / n_{\text{total}}$$



Figuur 4 . Voorbeeld van schilbrand.

### 2.4.5 Bakkwaliteit

De bakkwaliteit van de aardappelen is in duplo bepaald aan een mengmonsters per ras van de onderste en bovenste laag monsterzakjes.

Bakkwaliteit friet is bepaald van het ras Innovator. Voor het bakken zijn de aardappelen gewassen en geschraapt.

Uit twintig knollen zijn in totaal twintig frietjes gemaakt en gebakken. De kleur of de afzonderlijke frietjes is ingeschat met behulp van een kleurenkaart met zeven categorieën (000-4 (licht –bruin) De kleur index is bepaald aan de hand van onderstaande formule:

$$\text{Kleurindex} = (0 \cdot n_{000} + 1 \cdot n_{00} + 2 \cdot n_0 + 3 \cdot n_1 + 4 \cdot n_2 + 5 \cdot n_3 + 6 \cdot n_4) / n_{\text{total}} \quad (n = \text{aantal frieten per index})$$

De bakkwaliteit van chips is bepaald van de rassen Saturna en Lady Claire. De knollen zijn gewassen en geschraapt voordat de bakkwaliteit werd bepaald. 40 knollen per monsters zijn gebruikt om ongeveer 170 gram schijfjes (1,25 mm) te verkrijgen. Alle schijfjes zijn gebakken in hete olie. An het bakken zijn de kleur van de chips geacht met behulp van een kleurenkaart met negen categorieën (9-1 licht-bruin)

### 2.4.6 Onderwater gewicht

Na uitschuren is het onderwatergewicht van de aardappelen bepaald van een mengmonster (+/- 5 kg) per laag en per ras

### 2.4.7 Rotte knollen

Na het uitschuren zijn de knollen van de monsters ook beoordeeld op de aanwezigheid van rotte knollen.

## 2.5 Bepaling residu

Uit ieder cel is na uitschuren van een ras Lady Claire een mengmonster gemaakt per laag. Van dit monster is de hoeveelheid aanwezige CIPC bepaald (residu).

## 3 Resultaten

### 3.1 Kiemgewichten

De kiemgewichten per kilo aardappelen is weergegeven in Tabel 4. De kiemgewichten bij de verschillende vernevelingstechnieken zijn duidelijk lager als bij onbehandeld. De middelen hebben een duidelijke kiemremming. Er zijn ook duidelijke jaar effecten zichtbaar. De aardappelen in het seizoen 2010-2011 waren kiemlustiger dan in het seizoen 2009-2011, wat resulteerde in hogere kiemgewichten.

Verschillen in kiemgewichten tussen de verschillende vernevelingstechnieken is zeer klein.

Verschil in kiemgewichten tussen de monsters op de verschillende hoogtes in de cel is duidelijker aanwezig.

De monsters onder in de cel hebben het laagste kiemgewicht en de monsters boven in de cel het hoogste.

Deze tendens komt overeen met de gevonden residucijfers (Bijlage 3).

In het seizoen 2010-2011, waarin de aardappel kiemlustig waren zijn bij de monsters op de middelste laag ook relatief hoge kiemgewichten aangetroffen. Het verschil in kiemgewichten van de monsters op de middelste laag en de bovenste laag was in dit seizoen (2010-2011) kleiner dan in jaren wanneer de aardappelen minder kiemlustig zijn (seizoen 20-09-2010).

In het jaar 2010-2011 is er een tendens dat de koude vernevelings technieken Cyclomatic en Pieperdoes iets minder kieming laten zien dan de Swingfog en Potatofog.

Tabel 4. Kiemgewicht (g/kg.) per vernevelingstechniek, ras en hoogte in de cel en bewaarperiodes.

techniek	seizoen		2009-2010		2010-2011		Gemiddeld hoogte
	ras	Hoogte in cel	Lady Claire	Saturna	Innovator	Lady Claire	
<b>onbehandeld</b>			<b>7.3</b>	<b>21.6</b>	<b>57.9</b>	<b>87.6</b>	<b>43.6</b>
<b>Swingfog</b>	0.5		1.8	0.6	5.6	8.1	4.0
	1.5		5.3	4.0	16.3	29.6	13.8
	2.5		8.1	7.3	34.0	34.2	20.9
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>5.1</b>	<b>4.0</b>	<b>18.6</b>	<b>24.0</b>	<b>12.9</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5		1.2	0.9	9.4	6.6	4.5
	1.5		3.8	6.7	23.3	29.8	15.9
	2.5		8.0	10.4	16.4	26.1	17.9
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>4.3</b>	<b>5.6</b>	<b>16.4</b>	<b>20.9</b>	<b>12.8</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5		2.1	1.8	8.2	14.1	6.6
	1.5		2.8	5.1	22.0	23.0	13.2
	2.5		5.6	6.4	17.5	27.2	14.2
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>3.5</b>	<b>4.4</b>	<b>15.9</b>	<b>21.5</b>	<b>11.3</b>
<b>Potatofog</b>	0.5		1.7	1.3	14.9	16.2	8.5
	1.5		2.4	3.9	21.8	24.6	13.2
	2.5		5.4	6.3	27.2	28.5	16.8
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>3.2</b>	<b>3.8</b>	<b>21.3</b>	<b>23.1</b>	<b>12.9</b>

## 3.2 Bewaarverlies

De bewaarverliezen (%) zijn weergegeven in Tabel 5. Het bewaarverlies bij de verschillende vernevelingstechnieken is duidelijk lager als bij onbehandeld. Dit komt doordat de kiemen als bewaarverlies wordt meegerekend.

Er zijn ook duidelijke jaar effecten zichtbaar. De aardappelen in het seizoen 2010-2011 waren kiemlustiger dan in het seizoen 2009-2011, wat resulteerde in hogere kiemgewichten en dus bewaarverliezen.

Verschillen in bewaarverliezen tussen de verschillende vernevelingstechnieken zijn klein en niet constant tussen de jaren.

Tabel 5. **Bewaarverliezen (%) per vernevelingstechniek, ras en hoogte in de cel en bewaar seizoenen.**

techniek	seizoen		2009-2010		2010-2011		Gemiddeld hoogte
	ras	Hoogte in cel	Lady Claire	Saturna	Innovator	Lady Claire	
<b>onbehandeld</b>			<b>5.5</b>	<b>7.7</b>	<b>10.2</b>	<b>13.0</b>	<b>9.1</b>
<b>Swingfog</b>	0.5		5.1	5.7	7.1	7.4	6.3
	1.5		5.2	5.9	7.7	6.6	6.4
	2.5		5.6	5.6	6.1	4.9	5.5
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>5.3</b>	<b>5.8</b>	<b>7.0</b>	<b>6.3</b>	<b>6.1</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5		5.0	5.4	4.9	7.5	5.7
	1.5		5.2	5.7	6.2	5.9	5.7
	2.5		5.2	7.0	5.1	6.4	5.9
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>5.1</b>	<b>6.0</b>	<b>5.4</b>	<b>6.6</b>	<b>5.8</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5		4.6	5.1	7.2	8.9	6.4
	1.5		4.3	4.9	7.7	7.3	6.0
	2.5		3.9	4.2	7.0	5.9	5.3
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>4.3</b>	<b>4.7</b>	<b>7.3</b>	<b>7.4</b>	<b>5.9</b>
<b>Potatofog</b>	0.5		5.4	5.9	6.7	6.9	6.2
	1.5		4.6	5.6	7.6	7.4	6.3
	2.5		4.5	5.5	6.9	6.4	5.8
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>4.8</b>	<b>5.7</b>	<b>7.1</b>	<b>6.9</b>	<b>6.1</b>

### 3.3 Interne kieming

Het percentage interne kieming is weergegeven in Tabel 6. De mate van interne kieming is ras afhankelijk. In het seizoen 2009-2010 was de interne kieming erg laag en voornamelijk te zien bij het ras Saturna. In het seizoen 2010-2011, met kiemlustige aardappelen, werd er veel interne kiem waargenomen. Vooral bij het ras Innovator. Een verklaring voor het hoge percentage interne kieming in 2010-2011 zou kunnen zijn dat de aardappelen kiemlustiger waren dan in ander jaren en dat daardoor de kleine kiemen (witte puntjes) eerder en langer in aanraking zijn gekomen met CIPC.

Verschillen in het percentage interne kieming bij de verschillende vernevelingstechnieken zijn duidelijk zichtbaar. Warmte verneveling (Swingfog) resulteerde in het laagste percentage interne kiem. Alle koude vernevelingstechnieken resulteerden in een duidelijk hoger percentage interne kieming in vergelijking met de warmte verneveling. Van de koude vernevelingstechnieken resulteerden de Cyclomatic in een lager percentage interne kiem dan de Potatofog en de Pieperdoes coldfog.

Tabel 6. Interne kieming (%) per vernevelingstechniek, ras en hoogte in de cel en bewaarperiodes.

techniek	seizoen		2009-2010		2010-2011		Gemiddeld hoogte
	ras	Hoogte in cel	Lady Claire	Saturna	Innovator	Lady Claire	
<b>onbehandeld</b>			<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Swingfog</b>	0.5		0.0	0.0	9.5	1.5	2.7
	1.5		0.0	0.0	12.4	1.2	3.4
	2.5		0.0	0.6	2.9	0.3	1.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>8.3</b>	<b>1.0</b>	<b>2.4</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5		0.4	0.9	16.6	1.5	4.9
	1.5		0.0	1.8	15.7	1.5	4.7
	2.5		0.0	2.6	11.0	1.9	3.9
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.1</b>	<b>1.8</b>	<b>14.4</b>	<b>1.6</b>	<b>4.5</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5		0.6	5.6	27.2	4.8	9.5
	1.5		0.0	8.8	33.2	4.8	11.7
	2.5		1.3	5.1	23.6	3.4	8.3
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.6</b>	<b>6.5</b>	<b>28.0</b>	<b>4.3</b>	<b>9.9</b>
<b>Potatofog</b>	0.5		0.0	0.8	36.5	4.0	10.3
	1.5		0.0	0.5	33.2	4.2	9.5
	2.5		0.0	5.8	21.3	1.2	7.1
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>2.4</b>	<b>30.3</b>	<b>3.1</b>	<b>9.0</b>

### 3.4 Schilbrand

Het percentage schilbrand is weergegeven in Tabel 7. Er is in beide jaren geen schilbrand gevonden op de knollen.

Tabel 7. Percentage schilbrand per vernevelingstechniek, ras en hoogte in de cel en bewaarperiodes.

techniek	seizoen		2009-2010		2010-2011		Gemiddeld hoogte
	ras	Hoogte in cel	Lady Claire	Saturna	Innovator	Lady Claire	
<b>onbehandeld</b>			<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Swingfog</b>	0.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Potatofog</b>	0.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>



## 3.5 Bakkwaliteit

Het indexcijfers voor de bakkwaliteit van de aardappelen is weergegeven in Tabel 8. De verschillen tussen de verschillende vernevelingstechnieken zijn klein en niet altijd even consistent over de beide jaren.

Gemiddeld over de jaren en rassen heen lijken de chips die gebakken zijn van aardappelen die behandeld zijn met de Cyclomatic en Pieperdoes iets lichter van kleur te zijn in vergelijking met de ander vernevelingstechnieken.

Verschillen in bakkwaliteit (kleur) van friet tussen de verschillende vernevelingstechnieken zijn uiterst klein

Tabel 8. **Bakkwaliteit per vernevelingstechniek, ras en hoogte in de cel en bewaar seizoenen.**

techniek	seizoen		2009-2010		2010-2011	Gemiddelde chips	2010-2011 Innovator friet
	ras	Hoogte in cel	Lady Claire chips	Saturna chips	Lady Claire chips		
<b>onbehandeld</b>			<b>7.5</b>	<b>7.6</b>	<b>6.5</b>	<b>7.2</b>	<b>3.1</b>
<b>Swingfog</b>	0.5		7.0	6.5	7.5	7.0	3.1
	2.5		7.0	6.5	7.5	7.0	3.1
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>7.0</b>	<b>6.5</b>	<b>7.5</b>	<b>7.0</b>	<b>3.1</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5		7.5	7.5	7.3	7.4	2.8
	2.5		7.5	7.5	7.5	7.5	3.0
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>7.5</b>	<b>7.5</b>	<b>7.4</b>	<b>7.5</b>	<b>2.9</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5		7.3	6.5	9.0	7.6	2.9
	2.5		7.0	6.8	8.5	7.4	2.7
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>7.1</b>	<b>6.6</b>	<b>8.8</b>	<b>7.5</b>	<b>2.9</b>
<b>Potatofog</b>	0.5		6.5	6.3	8.3	7.0	3.0
	2.5		7.0	6.5	8.0	7.2	2.9
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>6.8</b>	<b>6.4</b>	<b>8.1</b>	<b>7.1</b>	<b>3.0</b>

## 3.6 Onderwatergewicht

Het onderwater gewicht van de aardappelen is weergegeven in

Tabel 9. De verschillen tussen de verschillende vernevelingstechnieken zijn uiterst klein. Rasverschillen zijn wel duidelijk zichtbaar. Het onderwater gewicht van onbehandeld is gemiddeld hoger dan bij de vernevelingstechnieken. Dit is een normaal verschijnsel. Bij onbehandeld is het bewaarverlies het hoogst en de lange kiemen verdampen veel water en dit verhoogt het onderwatergewicht.

Tabel 9. **Onderwater gewicht (gram) per vernevelingstechniek, ras en hoogte in de cel en bewaarseizoen.**

techniek	seizoen		2009-2010		2010-2011		Gemiddeld hoogte
	ras	Hoogte in cel	Lady Claire	Saturna	Innovator	Lady Claire	
<b>onbehandeld</b>			<b>450</b>	<b>508</b>	<b>399</b>	<b>456</b>	<b>453</b>
<b>Swingfog</b>	0.5 1.5 2.5		443	479	370	454	436
			442	492	383	439	439
			439	487	385	438	437
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>441</b>	<b>486</b>	<b>379</b>	<b>444</b>	<b>438</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5 1.5 2.5		. <sup>1</sup>		389	441	415
					394	434	414
					378	427	403
		<b>Gemiddeld ras</b>			<b>387</b>	<b>434</b>	<b>411</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5 1.5 2.5		443	504	384	451	445
			441	492	385	434	438
			432	494	372	427	431
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>438</b>	<b>496</b>	<b>380</b>	<b>437</b>	<b>438</b>
<b>Potatofog</b>	0.5 1.5 2.5		449	508	384	457	450
			440	499	394	446	445
			447	492	382	436	439
		<b>Gemiddeld ras</b>	<b>445</b>	<b>500</b>	<b>387</b>	<b>446</b>	<b>444</b>

1) Niet bepaald.

## 3.7 Rotte knollen

Het percentage rotte knollen is weergegeven in Tabel 10

Tabel 9. Zo af en toe werd er in een monster een rotte knol gevonden. De hoeveelheid rotte knollen is met grootte waarschijnlijkheid niet toe te schrijven aan de vernevelingstechniek. Een grotere invloed op de mate van rotte knollen is de partij zelf en de kwaliteit van de bulk aardappelen. In dit onderzoek is als bulk (vulling van de cellen) het ras Agria gebruikt. In beide jaren zat in deze partij wel eens een rotte knol. Deze rotte kan, als deze boven het monster terecht kwam, het monster besmet hebben.

Tabel 10. **Percentage rotte knollen per vernevelingstechniek, ras en hoogte in de cel en bewaarseizoenen.**

techniek	seizoen		2009-2010		2010-2011		Gemiddeld hoogte
	ras	Hoogte in cel	Lady Claire	Saturna	Innovator	Lady Claire	
<b>onbehandeld</b>			<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>
<b>Swingfog</b>	0.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5		0.0	0.0	0.2	0.5	0.2
	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5		0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5		0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
	1.5		0.0	0.8	0.1	0.1	0.3
	2.5		0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>
<b>Potatofog</b>	0.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.5		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>



## 4 Discussie en conclusies

Gedurende twee bewaarperiodes zijn experimenten uitgevoerd met verschillende vernevelingstechnieken van kiemremmers. Zo is de veelgebruikte warmte verneveling met de Swingfog vergeleken met drie koude vernevelingstechnieken; Cyclomatic, Potaofog en de Pieperdoes coldfog. Het onderzoek is uitgevoerd in bulkbewaring waarin verschillende monsterzakjes zijn geplaatst. Iedere vernevelingstechniek werd toegepast in één bewaarcel van ongeveer 13 ton. Het onderzoek is niet in herhalingen uitgevoerd, maar in twee periodes. De omstandigheden (groeioverstandigheden tijdens de teelt van de gebruikte aardappelen) tijdens de onderzoeksperiodes waren verschillend. De aardappelen waren in het seizoen 2010-2011 veel kiemlustiger dan in het seizoen 2009-2011 wat resulteerde in hogere kiemgewichten (meer kieming). In dit seizoen werd ook veel interne kiem gevonden bij het ras Innovator. De kiemlustigheid in combinatie met de hogere bewaar temperatuur zou hier een verklaring voor kunnen zijn.

In dit onderzoek kijkt het bewaarregime af van de praktijk. De aardappelen gebruikt zijn voor het vullen van de cellen van het ras Agria. Voor dit ras is gekozen omdat dit ras een lange kiemrust heeft. Kieming van deze aardappelen zal dan laat in het seizoen pas spelen en de mogelijke kieming, bij een eventuele minder effectiviteit van de gebruikte vernevelings techniek (kiemremming) nog worden afgezet. Als gevolg van het gebruik van Agria (rot gevoelig; Erwinia) werden de aardappelen goed gedroogd en was de ventilatie (extern/intern) wellicht hoger dan in de praktijk gangbaar is. Daarnaast is de bewaar temperatuur van 9 °C enkele graden hoger als in de praktijk. Deze temperatuur is gekozen om de effectiviteit van de middelen goed te kunnen testen. Bij een lagere bewaar temperatuur is de kieming van de aardappelen in een normaal jaar lager en kunnen verschillen tussen vernevelingstechnieken moeilijker worden aangetoond. Er moet gezegd worden dat de verhoogde bewaar temperatuur in het seizoen 2010-2011 niet echt nodig was om de aardappelen te laten kiemen. Maar om de twee onderzoekperiodes goed te kunnen vergelijken is de bewaar temperatuur gelijk gehouden. Het relatieve hoge niveau (absolute zin) van kieming in het seizoen 2010-2011 zal in de praktijk als de bewaar temperatuur richting de praktijkwaarden zal gaan (7 °C) minder zijn geweest.

Bij dit onderzoek zijn de toepassingsintervallen bij de verschillende vernevelingstechnieken vastgesteld op basis van de beschikbare kennis en praktijkervaringen. Bij de warmte verneveling werd een maandelijks interval gehanteerd en bij de drie koude vernevelingstechnieken een wekelijks interval. Het aantal toepassingen is zo afgestemd dat de hoeveelheid actieve stof per techniek nagenoeg gelijk was. Alle cellen werden gelijktijdig uitgeschuurd. Als gevolg hiervan werd bij de warmte verneveling 1 week na het verlopen van het toepassingsinterval uitgeschuurd, terwijl bij de koude vernevelingstechnieken direct na het verlopen van het toepassingsinterval werd uitgeschuurd. De inschatting is dat het effect hiervan minimaal zal zijn.

Het experiment bestond uit vier toedieningstechnieken; een maandelijks toediening met warm vernevelingstechniek (Swingfog) en drie wekelijkse toedieningen met koud verneveling apparatuur (Cyclomatic, Pieperdoes en Potatofog). De wekelijkse CIPC toediening was lager dan de maandelijks toediening. De nagestreefde bewaar temperatuur was 9 °C; dit is hoger dan de in de praktijk gangbare bewaar temperatuur voor friet en chip aardappelen (respectievelijk 6-8 en 7-9 °C). De gemiddelde temperatuur in groeiseizoen 2010 was hoger dan in 2009; dit kan hebben geleid tot kortere kiemrustperiodes in 2010. CIPC toepassingen met lagere giften in korte intervallen, zoals gebruikt bij de koudvernevelingstechnieken, hebben in dit onderzoek geleid tot meer inwendige kieming. Hogere giften in een ruimer interval, zoals gebruikt bij de heetvernevelingstechniek, liet in dit onderzoek minder inwendig kiem zien. De proefopzet laat niet toe de hogere inwendige kiemingsniveaus toe te schrijven aan een techniek van toediening en het gebruikte product!

### **Conclusies na 2 jaar onderzoek.**

- Alle geteste vernevelingstechnieken resulteerden in een goede kiemremming.
- De effectiviteit van kiemremming warmte verneveling en koude verneveling was in dit onderzoek nagenoeg gelijk.
- De effectiviteit van kiemremming van de verschillende koude vernevelingstechnieken was in dit onderzoek gelijk.
- Strategieën met een wekelijkste toediening (koude vernevelingstechnieken) leidde tot meer inwendige kieming van de aardappelen in vergelijking met de strategie met maandelijkse toediening (warmte vernevelingstechniek). De Cyclomatic duidelijk minder interne kieming liet zien in vergelijking met de Pieperdoes coldfog en Potatofog.
- Er lijkt een tendens zichtbaar dat het gebruik van Pieperdoes Coldfog en potato fog leidt tot iets lichter gekleurde chips in vergelijking met het gebruik van de Swingfog en de Cylomatic.
- Verschil in bakkleur van frites tussen de verschillende vernevelingstechnieken is niet aangetoond in dit onderzoek.
- Bij geen van de gebruikte vernevelingstechnieken werd schilbrand aangetoond.
- In dit onderzoek hadden de verschillende vernevelingstechnieken geen invloed op bewaarverlies, onderwatergewicht en percentage rotte knollen.



## Bijlage 1 Kiemgewicht



*Figuur 5. Monster met een kiem gewicht van ongeveer 2 gram kiem per kilo aardappelen.*



*Figuur 6. Monster met een kiem gewicht van ongeveer 6 gram kiem per kilo aardappelen.*



*Figuur 7. Monster met een kiem gewicht van ongeveer 19 gram kiem per kilo aardappelen.*



*Figuur 8. Monster met een kiem gewicht van ongeveer 43 gram kiem per kilo aardappelen.*

## Bijlage 2 Toepassingoverzicht

Tabel 11. Toepassingschema per vernevelingstechniek en jaar in (ml/ton).

weeknr	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>2009-2010</b>																																				
Swingfog			25.0				12.5				12.5			12.5				12.5				12.5					12.5									
Potaofog			6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Cyclomatic			6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
Pierdeos Coldfog			6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		
<b>2010-2011</b>																																				
Swingfog				25.0				12.5				12.5					12.5				12.5					12.5					12.5					
Potaofog				6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Cyclomatic				6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Pierdeos Coldfog				6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Inschuren: 2009-2010: week 40; 2010/2011 week 41  
 Uitschuren: 2009-2010: week 18; 2010-2011 week 20



## Bijlage 3 Residucijfers

Tabel 12. Residu (mg/kg) aardappelen per vernevelingstechniek , monster laag en jaar.

techniek	seizoen ras		2009-2010	2010-2011
	Hoogte in cel		Lady Claire	Lady Claire
<b>onbehandeld</b>			<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Swingfog</b>	0.5		0.41	0.63
	1.5		0.16	0.10
	2.5		0.13	0.07
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.23</b>	<b>0.27</b>
<b>Cyclomatic</b>	0.5		0.39	0.81
	1.5		0.30	0.06
	2.5		0.07	0.03
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.25</b>	<b>0.30</b>
<b>Pieperdoes</b>	0.5		0.27	0.62
	1.5		0.03	0.08
	2.5		0.04	0.05
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.11</b>	<b>0.25</b>
<b>Potatofog</b>	0.5		0.29	0.40
	1.5		0.11	0.07
	2.5		0.06	0.05
	<b>Gemiddeld ras</b>		<b>0.15</b>	<b>0.17</b>