

Fungicide werking van karvon en combinaties van karvon en een synthetische fungicide formulering tegen een viertal bewaarpathogenen van aardappelen

Resultaten van een bewaarexperiment uitgevoerd op ATO-DLO proefboerderij "De Eest" (NOP), in bewaar seizoen 1995/1996

[Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van LUXAN BV, Elst (Gld)]

Ing. P.S. Hak
Ing. A.A. van Doorn
W. van Kleef
J. Sinke
K. Groenewoud

VERTROUWELIJK

ato-dlo





ato-dlo

Fungicide werking van karvon en combinaties van karvon en een synthetische fungicide formulering tegen een viertal bewaarpathogenen van aardappelen

Resultaten van een bewaarexperiment uitgevoerd op ATO-DLO proefboerderij "De Eest" (NOP), in bewaarperiode 1995/1996

VERTROUWELIJK

(Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van LUXAN BV, Elst (Gld))

ATO-DLO Rapport B202 (juni 1996)

Ing. P.S. Hak
Ing. A.A. van Doorn
W. van Kleef
J. Sinke
K. Groenewoud

Eigendom van LUXAN BV. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van LUXAN BV..

Aan dit onderzoek werd verder medewerking verleend door:

Mevrouw S. Hertog - chemische analyses

Voor LUXAN BV werd het onderzoek gecoördineerd door:

De heer J. Lenssen

INHOUDSOPGAVE	Pag.
* SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	3
2. DOEL	3
3. MATERIAAL EN METHODEN	4
3.1 Materiaal	4
3.1.1 <i>Aardappelen</i>	4
3.1.2 <i>Fungiciden</i>	4
3.2 Methoden	4
3.2.1 <i>Bewaarduur en omstandigheden</i>	4
3.2.2 <i>Kunstmatige beschadiging en infectie</i>	5
3.2.3 <i>Behandeling met fungiciden</i>	7
3.2.4 <i>Behandelingen met Talent (karvon)</i>	7
3.3 Waarnemingen	8
3.3.1 <i>Fungicide werking tegen zilverschurft</i>	8
3.3.2 <i>Fungicide werking tegen Phoma exigua</i>	9
3.3.3 <i>Fungicide werking tegen Fusarium solani</i>	9
3.3.4 <i>Fungicide werking tegen Fusarium sulphureum</i>	9
3.4 Statistische verwerking gegevens	9
4. RESULTATEN	10
4.1 Bewaring	10
4.1.1 <i>Ventilatie, temperatuur en luchtvochtigheid</i>	10
4.1.2 <i>Karvongehalte in de bewaaratmosfeer</i>	10
4.2 Fungicide werking	10
4.2.1 <i>Zilverschurft aantasting</i>	10
4.2.2 <i>Fusarium solani aantasting</i>	13
4.2.3 <i>Fusarium sulphureum+ aantasting</i>	14
4.2.4 <i>Fusarium sulphureum- aantasting</i>	16
4.2.5 <i>Phoma exigua aantasting</i>	17
5. REFERENTIES	19
* Bijlage I	20

SAMENVATTING

In bewaarseizoen 1995/1996 werd op semi-praktijkschaal de werkzaamheid getoetst van:

- Talent (werkzame stof, karvon);
- Een synthetische fungicide, Luxan Fungaflor EC (werkzame stof, imazalil), in twee doseringen;
- Luxan Fungaflor EC, in combinatie met twee doseringen van Talent;
- Een verspuitbare EC formulering, D4112 EC (werkzame stof, karvon), in twee doseringen, in combinatie met Talent tijdens de bewaring;
- Een combinatie van formulering D4112 EC (werkzame stof, karvon) en Luxan Fungaflor EC, gevolgd door Talent tijdens de bewaring;
- Twee verspuitbare EC formuleringen, D4108 EC en D4109 EC (werkzame stof karvon en imazalil), gevolgd door Talent tijdens de bewaring.

tegen de volgende bewaarpathogenen van aardappelen:

Helminthosporium solani (zilverschurft)
Fusarium solani var. *coeruleum*
Fusarium sulphureum+ (resistent tegen thiabendazool)
Fusarium sulphureum- (niet resistent tegen thiabendazool)
Phoma exigua var. *foveata*

Het onderzoek werd uitgevoerd in de periode van 30 oktober 1995 tot 24 april 1996.

Om de schimmelaantastingen te bevorderen werden de aardappelen, m.u.v. van die voor de zilverschurft varianten bestemd waren, kunstmatig beschadigd en geïnfecteerd met schimmelsporen. Tevens werden de aardappelen van alle varianten bij relatief vrij hoge temperaturen bewaard. Uit het onderzoek kwam het volgende naar voren:

- * Tegen *Helminthosporium solani* (zilverschurft) vertoonden alle beproefde middelen en combinaties van middelen een betrouwbaar bestrijdingseffect. Het beste bestrijdingseffect werd verkregen met combinaties van een synthetische fungicide (op basis van imazalil) met karvon en met toepassing van een anderhalf maal hogere dosering van een synthetische fungicide (op basis van imazalil). De effectiviteit van genoemde combinaties/dosering was betrouwbaar beter dan van behandelingen met karvon en een synthetische fungicide, in normale dosering, afzonderlijk. Van de bij dit onderzoek beproefde nieuwe, verspuitbare formuleringen kwamen D4109 EC 95-1 en de hogere dosering van D4108 EC 95-1 het beste naar voren. Beide formuleringen bevatten karvon en imazalil.
- * Tegen *Fusarium solani* var. *coeruleum* vertoonden alleen de synthetische fungicide op basis van imazalil, in beide toegepaste doseringen, geen significant bestrij-

op basis van imazalil, in beide toegepaste doseringen, geen significant bestrijdingseffect. Alle overige beproefde middelen en combinaties hadden wel een betrouwbaar bestrijdingseffect. Van deze behandelingen waren de combinaties van een synthetische fungicide (imazalil) met karvon het meest effectief en de toepassing van alleen Talent (karvon) het minst effectief.

Van de bij dit onderzoek beproefde nieuwe, verspuitbare formuleringen kwamen de beide doseringen van D4108 EC 95-1 (karvon + imazalil) het best naar voren.

- * Tegen *Fusarium sulphureum*+ vertoonden alle middelen en combinaties een betrouwbaar bestrijdingseffect.
De beste bestrijding werd verkregen met combinaties van een synthetische fungicide (imazalil) met hogere doseringen van karvon. Toepassing van alleen karvon of alleen imazalil, in normale dosering, leidde tot een minder effectieve werkzaamheid. Van de nieuwe, verspuitbare formuleringen kwamen D4109 EC 95-1 en de beide doseringen van D4108 EC 95-1 (karvon + imazalil) het beste naar voren.
- * Tegen *Fusarium sulphureum*- vertoonden ook alle middelen en combinaties van middelen een betrouwbaar bestrijdingseffect. De beste werkzaamheid werd ook hier verkregen met combinaties van imazalil en hogere doseringen van karvon. Het minst effectief was het gebruik van alleen karvon.
Van de nieuwe, verspuitbare formuleringen waren D4109 EC 95-1 en de hogere dosering van D4108 EC 95-1 (bevatten beide karvon + imazalil) het effectiefst.
- * Tegen *Phoma exigua var. foveata* vertoonden alle beproefde middelen/combinaties eveneens een betrouwbaar bestrijdingseffect.
De beste bestrijding werd verkregen met de combinatie van imazalil en Talent (karvon). De combinaties van imazalil met karvon waren betrouwbaar beter werkzaam dan toepassing van alleen karvon en/of alleen imazalil. Van de nieuwe, verspuitbare formuleringen kwam D4108 EC 95-1, in beide doseringen, als beste naar voren. Deze formulering bevat naast karvon ook imazalil.
- * Gemiddeld over alle vier bij het onderzoek betrokken bewaarpathogenen was de werkzaamheid van Luxan Fungaflor EC (imazalil) in combinatie met dubbele doseringen van Talent (karvon) het grootst. Gebleken is echter dat toepassing van dubbele doseringen van Talent op beschadigde knollen tot afwijkingen op de knollen kan leiden (ingezonken plekjes bij beschadigingen als gevolg van brandschade van karvon).
Ook een goede werkzaamheid tegen alle vier bewaarpathogenen werd verkregen met de nieuwe, verspuitbare formuleringen D4108 EC 95-1 en D4109 EC 95-1 in combinatie met Talentbehandelingen vanaf ca. 6 weken na aanleg. Beide genoemde formuleringen bevatten naast karvon ook imazalil.
De werkzaamheid van de verspuitbare formulering D4112 EC 95-1 (alleen karvon) viel tegen. Alleen tegen *Fusarium solani* scoorde deze formulering redelijk.

1. INLEIDING

Onderzoek van LUXAN BV heeft in juli 1994 geleid tot toelating van "Talent" als kiemremmingsmiddel voor consumptie-aardappelen. De werkzame stof in Talent is karvon. Karvon is een natuurprodukt en de belangrijkste component van de etherische olie van karwijzaad.

In verband met andere toepassingsmogelijkheden is het onderzoekprogramma rond karvon voortgezet. Van dit programma worden een aantal deelprojecten door ATO-DLO uitgevoerd. Op laboratoriumschaal is karvon inmiddels getoetst op anti-microbiële werking. Hierbij zijn aanwijzingen verkregen dat dit middel een aantal bewaarpathogenen van aardappelen onderdrukt tijdens de bewaring.

Dit was aanleiding voor toepassingsgericht onderzoek (semi-praktijkschaal) in de bewaar-seizoenen 1992/1993, 1993/1994 en 1994/1995 (Hak et al., 1993, 1994 en 1995). In bewaar-seizoen 1995/1996 is dit onderzoek voortgezet. De nadruk lag op het nagaan van de werkzaamheid van karvon tegen de ontwikkeling van de schimmelziekten *Helminthosporium solani*, *Fusarium solani* var. *coeruleum*, *Fusarium sulphureum* en *Phoma exigua* var. *foveata*. Tevens was een punt van onderzoek om na te gaan of combinaties van karvon en een synthetische fungicide, binnen één formulering of apart toegediend, tot een versterkte werkzaamheid leidden.

2. DOEL

Het doel van dit onderzoek was het toetsen van:

- Twee doseringen van een synthetische fungicide (werkzame stof, imazalil);
- Talent (werkzame stof, karvon);
- Een synthetische fungicide (imazalil) in combinatie met 2 doseringen van Talent;
- Een verspuitbare EC formulering van een karvonbevattend middel, in twee doseringen, in combinatie met Talent;
- Een verspuitbare EC formulering (werkzame stof, karvon) samen met een synthetische fungicide (imazalil), in combinatie met Talent;
- Twee verspuitbare EC formuleringen, die zowel karvon als imazalil bevatten, in combinatie met Talent.

op hun werkzaamheid tegen de ontwikkeling van:

- De droogrot veroorzakende schimmels *Fusarium solani* var. *coeruleum* en *Fusarium sulphureum*+ en -*;
- De zilverschurft veroorzakende schimmel *Helminthosporium solani*;
- De gangreen veroorzakende schimmel *Phoma exigua* var. *foveata*.
 - * *Fusarium sulphureum*+ is resistent tegen thiabendazool
 - Fusarium sulphureum*- is niet resistent tegen thiabendazool

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Materiaal

3.1.1 Aardappelen

Voor dit bewaarziekten-onderzoek werd uitgegaan van een partij consumptie-aardappelen van het ras Bintje. Deze aardappelen waren op het ATO proefbedrijf "De Eest" geteeld. Het voor dit onderzoek bestemde materiaal werd op 26 september 1995 gerooid en ingeschuurd. Tot 5 oktober 1995 werd dit materiaal bewaard bij ca. 12°C. Op 6 oktober werd gesorteerd waarbij ca. 400 kg in de maat 40 - 60 mm, per behandeling/middel/combinatie, werd gereserveerd. Het deel van dit materiaal dat bestemd was voor de zilver-schurft varianten werd in kisten bewaard bij ca. 10°C tot de aanleg ervan op 30 oktober 1995. Het deel van het materiaal dat bestemd was voor de *Fusaria*-varianten werd tot de aanleg, op 18 december 1995, bewaard bij ca. 6°C. Ook het deel dat bestemd was voor de *Phoma*-varianten werd tot de aanleg, op 22 februari 1996, bewaard bij ca. 6°C. De gescheiden aanleg tegen de verschillende bewaarpathogenen vond plaats om proeftechnische redenen. De aardappelen werden zonder gebruik van kiemremmingsmiddelen bewaard.

3.1.2 Fungiciden

Bij het onderzoek waren de volgende fungicide middelen betrokken:

- * Talent, bevat 95% karvon ;
- * Luxan fungaflor EC, bevat 200 gram imazalil per liter;
- * D4112 EC 95-1, deze formulering bevat 500 g D karvon per liter;
- * D4108 EC 95-1, deze formulering bevat respectievelijk 500 g D karvon + 150 g imazalil per liter;
- * D4109 EC 95-1, deze formulering bevat respectievelijk 500 g D karvon + 100 g imazalil per liter.

3.2 Methoden

3.2.1 Bewaaruur en bewaaromstandigheden

De aardappelen van de verschillende middelen/combinatie van middelen en ziekten werden in acht afzonderlijke cellen bewaard op proefboerderij "De Eest". Per middel/combinatie van middelen en ziekte werden vier herhalingen aangelegd. Iedere herhaling omvatte 22 - 24 kg aardappelen en werd opgeslagen in een kist. De kisten werden volgens een

verlotingsschema in de verschillende cellen opgeslagen. In deze kon 14 á 15 ton aardappelen in bulk worden opgeslagen. Voor dit onderzoek waren de cellen voor ca. 5 - 10% gevuld met kisten aardappelen.

Om de schimmelaantastingen tijdens de bewaring te bevorderen werd voor zilverschurft, *Fusarium solani* var. *coeruleum* en *Fusarium sulphureum* een bewaartemperatuur van ca. 12°C nagestreefd en voor *Phoma exigua* var. *foveata* ca. 8°C. Daarnaast werd voor de zilverschurft en *Fusarium solani* var. *coeruleum* een RV van ca. 95% nagestreefd en voor de overige schimmels een RV van ca. 90%.

3.2.2 Kunstmatige beschadiging en infectie met schimmelsporen

Alvorens de verschillende soorten *Fusarium* schimmels en de *Phoma* schimmel te kunnen bestrijden werden de aardappels eerst besmet met sporen van deze schimmels. Van *Fusarium sulphureum* waren twee soorten schimmels beschikbaar nl. *Fusarium sulphureum*+ (resistent tegen thiabendazool) en *Fusarium sulphureum*- (niet resistent tegen thiabendazool). De benodigde sporen werden gekweekt op dode tarwekorrels door ATO-DLO na overleg met het IPO-DLO te Wageningen.

Om de sporen over de aardappelen te kunnen verdelen werden de tarwekorrels eerst gedurende een half uur in water geweekt. Na zeven bevatten de suspensies van de beide *Fusarium*soorten ca. 50.000 sporen per ml en van de *Phoma* ca. 10.000 sporen per ml vloeistof.

De besmetting met *Fusarium solani* var. *coeruleum*, en *Fusarium sulphureum* sporen werd uitgevoerd op 18 december 1995 en de besmetting met sporen van *Phoma exigua* var. *foveata* op 22 februari 1996 op proefboerderij "De Eest". De sporensuspensies werden via een boven een rollenband bevestigde schijvenvernevelaar (type: Mafex 87A), bij een doseerstand van 39 voor de *Fusaria* en 40 voor de *Phoma*, als een fijne nevel over de aardappelen verdeeld naar 1 liter sporenvloeistof per 1000 kg te behandelen aardappelen.

Direct voorafgaand aan de kunstmatige infectie (in dezelfde werkgang) werden de te infecteren knollen rondom beschadigd. Hiervoor was aan het eind van het opvoerbandje naar de rollenband een in toerental variërende, draaiende as met pennetjes van ca. 15 cm lengte aangebracht. Vanaf het opvoerbandje vielen de aardappelen op deze roterende as met pennetjes en kwamen daarna op de rollenband terecht waar de kunstmatige infectie werd uitgevoerd.

Voor het opwekken van zilverschurft werd het niet nodig geacht een voorafgaande kunstmatige beschadiging en besmetting uit te voeren. Deze aantasting ontwikkelt zich spontaan tijdens warme en vochtige bewaring.

Bij het onderzoek waren de volgende behandelingen/middelen/combinaties van middelen betrokken:

1. Beschadigd, besmet en geen beschermend middel;
2. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen;
3. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 112.5 ml/ton aardappelen;
4. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4112 EC, dosering 100 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28 i.v.m. verschillende pathogenen en aanlegtijdstippen);
5. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4112 EC, dosering 300 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
6. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4112 EC, dosering 100 ml/ton en met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
7. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4108 EC, dosering 100 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
8. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4108 EC, dosering 150 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
9. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4109 EC, dosering 150 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
10. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen, gevolgd door 3x Talent, nl. binnen 1 week na aanleg en na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
11. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen, gevolgd door 3x een dubbele dosering van Talent, nl. binnen 1 week na aanleg en na 6 en 12 weken bewaren (cel 13 en 21);
12. Beschadigd, besmet en behandeld met Talent binnen 1 week na aanleg en na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28).

3.2.3 Behandeling met fungiciden

De behandeling met de te beproeven fungicide formuleringen werden op 31 oktober '95 uitgevoerd tegen de uitbreiding van zilverschurft. Tegen het optreden van *Fusarium solani* en *Fusarium sulphureum* op 19 december '95 en tegen het optreden van *Phoma* op 23 februari '96. De behandelingen tegen *Fusaria* en *Phoma* werden steeds één dag na de uitvoering van de kunstmatige beschadiging en besmetting uitgevoerd.

Bij de behandelingen werden de toe te dienen middelen via een boven een rollenband bevestigde schijvenvernevelaar (type: Mafex 87A) over de aardappelen verdeeld naar 1 liter spuitvloeistof per 1000 kg aardappelen.

Bij de behandelingen met de verschillende formuleringen en doseringen varieerde de doseerstand van de Mafex van 29.5 tot 35.

Tijdens de behandelingen traden geen problemen op met de produkt aan- en afvoer op de rollenband, was er steeds een mooi aaneengesloten aardappelbed van één knol dik op de rollenband en is de gewenste dosering prachtig verdeeld op de knollen gekomen.

3.2.4 Behandelingen met Talent (karvon)

Tegen de uitbreiding van zilverschurft zijn behandelingen met Talent uitgevoerd op:

- 3 november 1995 in cel 21 (350 ml) obj. 10 en 12 en in cel 13 (700 ml) obj. 11;
- 18 december 1995 in cel 21 (350 ml) obj. 4 t/m 10 en 12 en in cel 13 (700 ml) obj. 11;
- 29 januari 1996 in cel 28 (350 ml) obj. 4 t/m 10 en 12 en in cel 13 (700 ml) obj. 11.

Ter bestrijding van *Fusarium solani* var. *coeruleum* en *Fusarium sulphureum* zijn behandelingen met Talent uitgevoerd op:

- 18 december 1995 in cel 21 (350 ml) obj. 10 en 12 en in cel 13 (700 ml) obj. 11;
- 29 januari 1996 in cel 18 en 28 (350 ml) obj. 4 t/m 10 en 12 en in cel 21 (700 ml) voor obj. 11.

De geplande behandeling van 11 maart '96 (resp. 2e beh. voor objecten 4 t/m 9 en 3e beh. voor de objecten 10 t/m 12) is achterwege gelaten wegens voldoende verschillen in aantasting.

Ter bestrijding van *Phoma exigua* var. *foveata* zijn behandelingen met Talent uitgevoerd op:

- 23 februari 1996 in cel 17 (350 ml) obj. 10 en 12 en in cel 13 (700 ml) obj. 11;
- 1 april 1996 in cel 17 (350 ml) obj. 4 t/m 10 en 12 en in cel 13 (700 ml) obj. 11.

De geplande behandeling van 13 mei '96 (resp. 2e beh. voor objecten 4 t/m 9 en 3e beh. voor de objecten 10 t/m 12) is achterwege gelaten wegens voldoende verschillen in aantasting.

* Doseringen zijn steeds in ml/cellbehandeling aangegeven.

Opmerking

De verschillende tijdstippen van aanleg tegen de verschillende bewaarpathogenen, de toepassing van twee doseringen van Talent en het verschil in eerste behandelingstijdstip met Talent tussen de objecten 4 t/m 9 en 10 t/m 12 vergden veel celruimte. Voor realisatie hiervan in de voor het onderzoek beschikbare celruimten zijn tussentijds kisten van enige objecten verplaatst naar andere cellen. Om de nauwkeurigheid van het onderzoek niet nadelig te beïnvloeden zijn noodzakelijke verplaatsingen uitgevoerd juist voordat herbehandelingen met Talent werden uitgevoerd.

Het karvongehalte in de bewaaratmosfeer werd bepaald door middel van adsorptie van karvon aan het adsorbens Tenax, gevolgd door thermodesorptie koudeval injectie op de GC (gaschromatograaf).

Gedurende het bewaar seizoen werden wekelijks luchtmonsters in de bewaarcellen genomen. Afhankelijk van de te verwachten karvon concentratie werd gedurende 15 tot 60 seconden 1 ml. lucht/sec. aangezogen door glazen buisjes gevuld met 100 mg. Tenax TA (20-35 mesh). De luchtmonsters werden boven in de bewaarcellen genomen. Op de behandelingsdata werd zowel vóór als \pm 1 uur na doseren een monster genomen. De bemonstering werd in enkelvoud uitgevoerd.

Voor de beladen Tenax buisjes werden geanalyseerd werd, als interne standaard, 0.3 μ l van een 1-methylnaphtaleen oplossing in hexaan toegevoegd (1-methylnaphtaleen conc. 0.3 mg/l). De gevolgde analyse procedure werd uitgevoerd zoals beschreven door Hartmans en Buitelaar 1993.

3.3 Waarnemingen**3.3.1 Fungicide werking tegen zilverschurft**

Voor het vaststellen van de begin aantasting van zilverschurft werden bij de start van het onderzoek (30 oktober '95) twaalf monsters à 25 knollen verzameld en beoordeeld.

Voor een tussentijdse beoordeling zijn op 29 januari 1996 per behandeling/middel/combinatie van middelen en herhaling ad random 25 knollen verzameld. Op 30 januari zijn deze monsters gewassen en zijn de knollen aan één zijde beoordeeld op het voorkomen van zilverschurft. De eindbemonstering vond plaats op 10 maart 1996. Afhankelijk van het met zilverschurft bedekte knoloppervlak werden de knollen in klassen ingedeeld. De volgende klassen worden onderscheiden:

Klasse	I			0	% knolopp. aangetast - gem.	0	%
Klasse	II	0	-	5	% knolopp. aangetast - gem.	2.50	%
Klasse	III	5	-	12.5	% knolopp. aangetast - gem.	8.75	%
Klasse	IV	12.5	-	25	% knolopp. aangetast - gem.	18.75	%
Klasse	V	25	-	50	% knolopp. aangetast - gem.	37.50	%
Klasse	VI	50	-	75	% knolopp. aangetast - gem.	62.50	%
Klasse	VII	75	-	100	% knolopp. aangetast - gem.	87.50	%

Door het aantal knollen in de verschillende klassen te vermenigvuldigen met het gemiddelde percentage aangetast knoloppervlak van de betreffende klasse, deze produkten te sommeren en het totaal te delen door het aantal beoordeelde knollen (25), wordt per monster een gemiddeld percentage zilverschurftaantasting verkregen.

3.3.2 Fungicide werking tegen *Fusarium solani* var. *coeruleum*

De beoordeling op *Fusarium solani* var. *coeruleum* werd uitgevoerd op 5 en 6 maart 1996. Ook hierbij werden voor de betreffende varianten en herhalingen het totaal aantal knollen en het aantal door genoemde schimmel aangetaste knollen bepaald.

3.3.3 Fungicide werking tegen *Fusarium sulphureum*+ en -

De beoordeling op deze aantastingen werd uitgevoerd op 7 en 8 maart 1996. Ook hierbij werden voor de betreffende varianten en herhalingen het totaal aantal knollen en het aantal door *Fusarium sulphureum* aangetaste knollen bepaald.

3.3.4 Fungicide werking tegen *Phoma exigua* var. *foveata*

De beoordeling op aantasting van *Phoma* vond plaats op 23 april 1996. Hierbij werden voor de betreffende varianten en herhalingen het totaal aantal knollen en het aantal door *Phoma* aangetaste knollen vastgesteld.

3.4 Statistische verwerking gegevens

Om te kunnen nagaan of de middelen/combinaties betrouwbaar van elkaar en van de niet behandelde aardappelen verschilden t.a.v. de aantasting met verschillende schimmelziekten werd een variantie-analyse uitgevoerd die een l.s.d. waarde (least significant difference) oplevert. De gemiddelden van de middelen/formuleringen verschillen per ziekte significant, bij een betrouwbaarheid van 95%, als hun verschil groter is dan de l.s.d. waarde.

4. RESULTATEN

4.1 Bewaring

4.1.1 Ventilatie, temperatuur en luchtvochtigheid

De acht voor het onderzoek gebruikte bewaarcellen waren uitgerust met buitenluchtkoeling. Deze cellen waren ook voorzien van elektrische verwarmingselementen. Via verwarming en hoofdzakelijk interne ventilatie kon in alle cellen de gewenste temperatuur worden gehandhaafd tijdens de bewaring. Om een eventuele verhoging van de CO₂ concentratie in de cellen te voorkomen werd regelmatig wat buitenlucht bijgemengd.

De temperatuurregeling verliep via thermostaten op de elektrische verwarmingselementen. De temperatuurcontrole vond plaats via geijkte elektronische uitleesapparatuur. Tijdens de bewaring konden de nagestreefde temperaturen goed worden gehandhaafd. De luchtvochtigheid in de cellen varieerde van 85 - 95%, nl. in de zilverschurft cellen van 90 - 95% en in de overige cellen van 85 - 90%.

4.1.2 Karvongehalte in de bewaaratmosfeer

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in bijlage 1. Bij alle vijf cellen trad na het doseren met Talent (karvon) een snelle daling in karvongehalte op. Gemiddeld over het bewaarseizoen waren de karvongehalten vrij laag. Waar een dubbele dosering werd toegepast bleef de concentratie gemiddeld wel hoger dan bij de normale dosering.

4.2 Fungicide werking

4.2.1 Zilverschurft aantasting

In tabel 1 zijn de resultaten van de tussentijdse metingen op zilverschurft samengevat.

Tabel 1: Aantasting door zilverschurft op 30 januari 1996

Gem. % door zilverschurft bedekt knoloppervlak	Object nr.													
		11	9	10	8	3	6	7	2	12	5	4	1	
2.9591	11													
3.8870	9	*												
4.8375	10	*	*											
5.0500	8	*	*											
5.1750	3	*	*											
5.8125	6	*	*	*	*									
6.0577	7	*	*	*	*	*								
9.0188	2	*	*	*	*	*	*	*						
9.2625	12	*	*	*	*	*	*	*						
10.7904	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
14.0745	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
21.8515	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

LSD = 0.6498

* geven significante verschillen aan

De begin-aantasting met zilverschurft, bij aanleg op 30 oktober '95, bedroeg 3.975 ± 1.0941

Uit tabel 1 kan worden afgeleid dat na ca. 13 weken bewaren (juist vóór de 2e Talent behandeling van de objecten 4 t/m 9 en de 3e behandeling van de objecten 10 t/m 12) alle middelen/combinaties een significant bestrijdingseffect tegen zilverschurft vertonen.

Onderlinge vergelijking laat zien dat object 11 (Luxan Fungaflor EC en 2x een dubbele dosering van Talent) het beste bestrijdingseffect vertoont, direct gevolgd door object 9 (D4109 EC met 1x Talent).

Ook object 10 (Luxan Fungaflor EC met 2x Talent), object 8 (hogere dosering D4108 EC met 1x Talent), object 3 (1.5x hogere dosering met Luxan fungaflor EC), object 6 (D4112 EC + Luxan Fungaflor EC en 1x Talent) en object 7 (lagere dosering van D4108 EC en 1x Talent) vertonen een goed bestrijdingseffect.

Eigendom van LUXAN BV. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van LUXAN BV..

Ten opzichte van de reeds genoemde objecten blijft het bestrijdingseffect van object 2 (normale dosering van Luxan Fungaflor EC), object 12 (2x Talent) en object 5 (hogere dosering van D4112 EC en 1x Talent) wat achter. De werking van object 4 (lagere dosering van D4112 EC met 1x Talent) blijkt het minst effectief te zijn.

De resultaten van de eindbeoordeling op zilverschurft zijn samengevat in tabel 2.

Tabel 2: Aantasting door zilverschurft op 12 maart 1996 (eindbeoordeling)

Gem. % door zilverschurft bedekt knoloppervlak	Object nr.	11	9	10	8	3	7	6	2	5	12	4	1
3.7750	11												
4.8894	9	*											
5.9250	10	*	*										
5.9875	8	*	*										
6.5875	3	*	*	*	*								
7.0750	7	*	*	*	*								
7.1625	6	*	*	*	*	*							
10.0750	2	*	*	*	*	*	*	*					
10.9125	5	*	*	*	*	*	*	*	*				
11.1000	12	*	*	*	*	*	*	*	*				
16.3125	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
50.4530	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

LSD = 0.5171

* geven significante verschillen aan

Ook bij de eindbeoordeling blijken alle middelen/combinaties een significant bestrijdingseffect tegen zilverschurft te vertonen.

Uit onderlinge vergelijking van effecten van de verschillende behandelingen/combinaties blijkt dat object 11 (Luxan Fungaflor EC en 3x een dubbele dosering van Talent) het beste bestrijdingseffect geeft. Qua effectiviteit wordt dit object direct gevolgd door object 9 (D4109 EC gevolgd door 2 Talentbehandelingen).

Het bestrijdingseffect van object 10 (normale dosering van Luxan Fungaflor EC gevolgd door 3x Talent) en object 8 (hogere dosering van D4108 EC, gevolgd door 2x Talent) is vergelijkbaar en goed.

Ook het bestrijdingseffect van object 3 (1.5x hogere dosering van Luxan Fungaflor EC) en object 7 (lager dosering van D4108 EC, gevolgd door 2x Talent) is vergelijkbaar en kan goed worden genoemd.

Daarnaast kan ook het bestrijdingseffect van object 6 (D4112 EC + Luxan Fungaflor EC, gevolgd door 2x Talent) en object 7 als vergelijkbaar en goed worden aangemerkt.

Verder blijkt het bestrijdingseffect van object 2 (normale dosering van Luxan Fungaflor EC) betrouwbaar beter te zijn dan van object 5 (hogere dosering van D4112 EC, gevolgd door 2x Talent) en object 12 (3x Talent).

Het minst effectief van alle middelen/combinaties is tenslotte object 4 (lagere dosering van D4112 EC, gevolgd door 2x Talent).

4.2.2 *Fusarium solani* var. *coeruleum* aantasting

In tabel 3 zijn de resultaten van de metingen op aantasting met *Fusarium solani* var. *coeruleum* samengevat (zie pagina 14).

Uit tabel 3 blijkt dat m.u.v. object 2 en 3 (2 doseringen van Luxan Fungaflor EC) alle overige middelen/combinaties een significante werkzaamheid tegen *Fusarium solani* var. *coeruleum* vertonen.

Bij onderlinge vergelijking van de werkzaamheid van de middelen/combinaties blijkt object 11 (Luxan Fungaflor EC, gevolgd door 2x een dubbele dosering van Talent) verreweg het beste bestrijdingseffect te geven.

Van de overige objecten is het bestrijdingseffect duidelijk minder. De beste resultaten worden hier gescoord door object 6 (D4112 EC + Luxan Fungaflor EC en 1x Talent). De objecten 8 en 7 (2 doseringen van D4108 EC en 1x Talent) volgen qua resultaat hierop. Vervolgens blijken de twee doseringen van D4112 EC, gevolgd door 1x Talent (obj. 5 en 4) een betere werkzaamheid te vertonen dan D4109 EC, gevolgd door 1x Talent (obj. 9). Luxan fungaflor EC, gevolgd door 2x Talent (object 10) en alleen 2x Talent (object 12) vertonen de geringste werkzaamheid.

Opmerking:

Vrijwel alle knollen van object 11 vertoonden rond de beschadigingen, die voor de besmetting bij aanleg werden aangebracht, ingezonken plekjes. Dit kan worden aangemerkt als brandschade veroorzaakt door de hoge dosering met karvon.

Tabel 3: Aantasting door *Fusarium solani* var. *coeruleum* op 5/6 maart 1996.

Gem. % door <i>Fusarium</i> <i>solani</i> aange- taste knollen	Object nr.													
		11	6	8	7	5	4	9	10	12	3	2	1	
0.4577	11													
33.2551	6	*												
36.8685	8	*	*											
38.9499	7	*	*	*										
40.6612	5	*	*	*	*									
41.2594	4	*	*	*	*									
43.3129	9	*	*	*	*	*	*							
46.1805	10	*	*	*	*	*	*	*						
49.9334	12	*	*	*	*	*	*	*	*					
78.1109	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
78.6097	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
78.6422	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			

LSD = 1.2952

* geven significante verschillen aan

4.2.3 *Fusarium sulphureum*+ aantasting (resistent tegen thiabendazool)

In tabel 4 zijn de resultaten van de metingen op aantasting met *Fusarium sulphureum*+ samengevat (zie pagina 15).

Uit tabel 4 blijkt dat alle middelen/combinaties een significante werkzaamheid tegen *Fusarium sulphureum*+ vertonen.

Bij onderlinge vergelijking van de werkzaamheid van de middelen/combinaties blijkt het bestrijdingseffect van object 11 (Luxan Fungaflor EC en 2x een dubbele dosering van Talent) verreweg het grootst te zijn.

Als meest effectief daarna kunnen object 9 (D4109 EC en 1x Talent) en object 8 (hogere dosering van D4108 EC en 1x Talent) worden aangemerkt. Daarna kunnen de objecten 7

(lagere dosering van D4108 EC en 1x Talent) en 10 (Luxan Fungaflor EC en 2x Talent) nog als vrij goed werkzaam worden genoemd.

Duidelijk als minst werkzaam kunnen object 5 (hogere dosering van D4112 EC en 1x Talent), object 12 (2x Talent) en met name object 4 (lagere dosering van D4112 EC en 1x Talent) worden aangeduid.

Opmerking: Vrijwel alle knollen van object 11 vertoonden rond de beschadigingen, die voor de besmetting bij aanleg werden aangebracht, ingezonken plekjes. Dit kan worden aangemerkt als brandschade veroorzaakt door de hoge dosering met karvon.

Tabel 4: Aantasting door *Fusarium sulphureum*+ op 7/8 maart 1996

Gem. % door <i>Fusarium sulphureum</i> + aangetast kn.	Object nr.												
		11	9	8	7	10	3	6	2	5	12	4	1
2.4951	11												
9.4974	9	*											
10.1217	8	*											
14.1231	7	*	*	*									
16.1122	10	*	*	*	*								
21.8768	3	*	*	*	*	*							
26.2313	6	*	*	*	*	*	*						
26.8985	2	*	*	*	*	*	*						
45.8276	5	*	*	*	*	*	*	*	*				
46.7307	12	*	*	*	*	*	*	*	*				
59.7406	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
69.7572	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

LSD = 0.9457

* geven significante verschillen aan

4.2.4 *Fusarium sulphureum*- aantasting (niet resistent tegen thiabendazool)

In tabel 5 zijn de resultaten van de metingen op aantasting met *Fusarium sulphureum*-samengevat.

Tabel 5: Aantasting door *Fusarium sulphureum*- op 7/8 maart 1996.

Gem. % door <i>Fusarium sulphureum</i> -aangetaste kn.	Object nr.	9	8	11	7	6	3	2	10	12	5	4	1
1.7570	9												
1.8738	8												
2.2962	11												
4.8217	7	*	*	*									
14.2680	6	*	*	*	*								
16.4422	3	*	*	*	*	*							
19.5182	2	*	*	*	*	*	*						
22.0268	10	*	*	*	*	*	*	*					
25.8261	12	*	*	*	*	*	*	*	*				
36.4681	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
56.4031	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
72.1372	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

LSD = 0.7864

* geven significante verschillen aan

Uit tabel 5 blijkt dat alle middelen/combinaties ook een significante werkzaamheid tegen *Fusarium sulphureum*- hebben.

Onderlinge vergelijking van de werkzaamheid van de middelen/combinaties laat zien dat object 9 (D4109 EC en 1x Talent), object 8 (hogere dosering D4108 EC en 1x Talent) en object 11 (Luxan Fungaflor EC en 2x dubbele dosering van Talent) het beste bestrijdings-effect geven. Ook object 7 (lagere dosering D4108 EC en 1x Talent) vertoont een zeer goede werkzaamheid.

Het bestrijdingseffect van alleen Luxan Fungaflor EC (object 2 en 3) is beter dan van de

combinatie van Luxan Fungaflor EC en 1x Talent (object 10). Tenslotte kan nog worden aangegeven dat de behandelingen met middelen die alleen karvon bevatten (objecten 4, 5 en 12) een minder effectief bestrijdingsresultaat laten zien.

Opmerking:

Vrijwel alle knollen van object 11 vertoonden rond de beschadigingen, die voor de besmetting bij aanleg werden aangebracht, ingezonken plekjes. Dit kan worden aange-merkt als brandschade veroorzaakt door de hoge dosering met karvon.

4.2.5 Aantasting door *Phoma exigua* var. *foveata*

In tabel 6 zijn de resultaten van de metingen op *Phoma exigua* var. *foveata* samengevat.

Tabel 6: Aantasting door *Phoma exigua* var. *foveata* op 23 april 1996.

Gem. % door <i>Phoma</i> aan- getaste knol- len	Object nr.	10	8	7	6	9	11	12	3	5	2	4	1
15.7021	10												
28.5433	8	*											
30.3914	7	*	*										
35.5336	6	*	*	*									
38.4544	9	*	*	*	*								
41.0350	11	*	*	*	*	*							
54.9223	12	*	*	*	*	*	*						
64.0668	3	*	*	*	*	*	*	*					
71.1260	5	*	*	*	*	*	*	*	*				
75.6513	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
79.9465	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
95.4509	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

LSD = 1.3279

* geven significante verschillen aan

Uit tabel 6 blijkt dat alle middelen/combinaties een significante werkzaamheid tegen *Phoma exigua* var. *foveata* hebben.

Bij onderlinge vergelijking van de werkzaamheid van de verschillende middelen/combinaties komt object 10 (Luxan Fungaflor EC en 2x Talent) als meest effectief naar voren. Daarna scoort de formulering D4108 EC met 1x Talent (object 8 en 7) het beste.

Qua bestrijdingseffect volgen daarna object 6 (D4112 EC + Luxan Fungaflor EC en 1x Talent), object 9 (D4109 EC en 1x Talent) en object 11 (Luxan Fungaflor EC en 2x een dubbele dosering van Talent).

De werkzaamheid van behandelingen met alleen karvon (object 4, 5 en 12) en alleen imazalil (object 2 en 3) was duidelijk minder effectief.

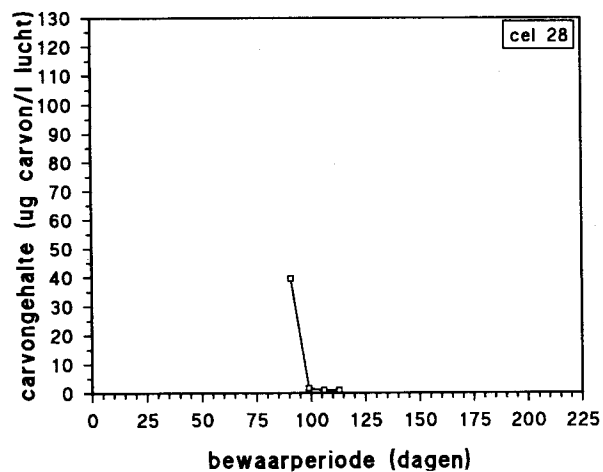
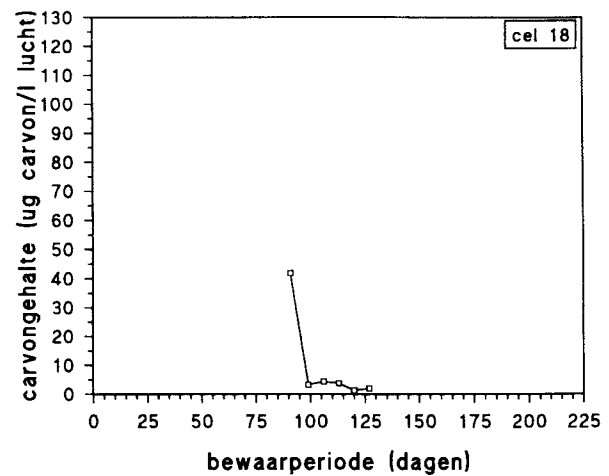
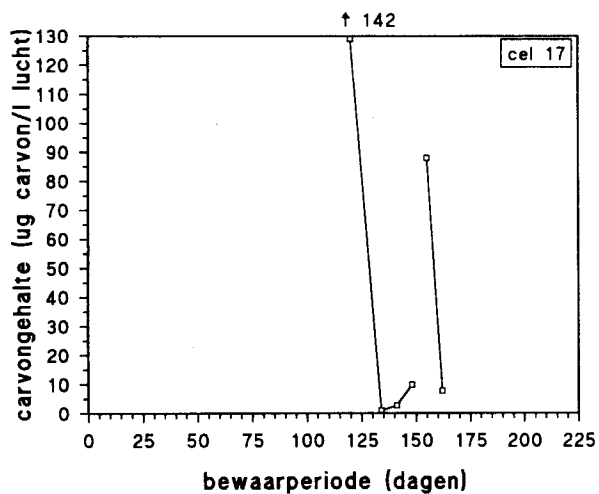
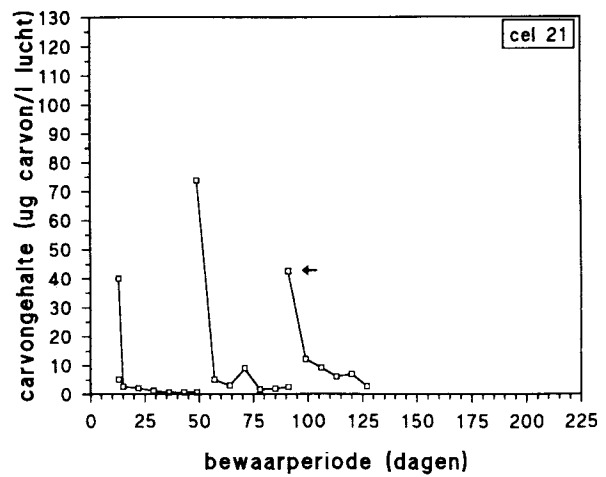
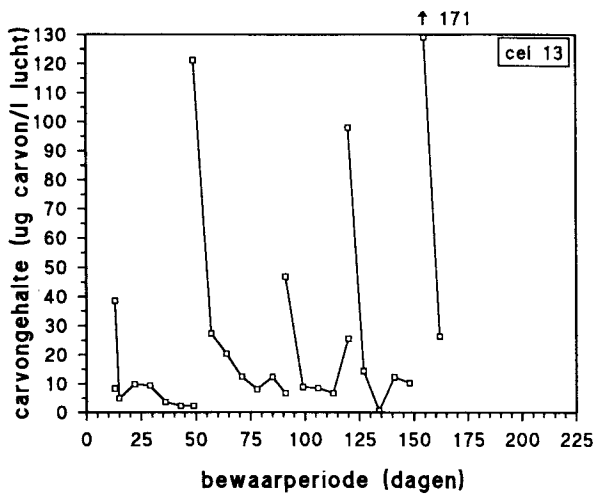
Opmerking:

Vrijwel alle knollen van object 11 vertoonden rond de beschadigingen, die voor de besmetting bij aanleg werden aangebracht, ingezonken plekjes. Dit kan worden aange-merkt als brandschade veroorzaakt door de hoge dosering met karvon.

5. REFERENTIES

- * Hak, P.S. en G.J. Kristiaan, 1993
De werkzaamheid van karvon tegen enige bewaarziekten bij aardappelen.
(Verslag van het onderzoek voor LUXAN BV in bewaar seizoenen 1992/1993).
- * Hartmans, K.J. en N. Buitelaar, 1993
Sprout suppression of ware potatoes by means of carvone.
(Results of storage experiments on semi-practical scale - 15 tons stores - conducted on the ATO-DLO experimental farm "De Eest" (NOP) in the storage season 1991/1992).
- * Hak, P.S., G.J. Kristiaan, J. Sinke en K. Groenewoud, 1994
Fungicide werking van het karvonhoudende middel D 4024 tegen een tweetal bewaarpathogenen van aardappelen.
(Resultaten van een bewaarexperiment uitgevoerd voor LUXAN BV op ATO-DLO proefboerderij "De Eest" (NOP) in bewaar seizoenen 1993/1994).
- * Hak, P.S., G.J. Kristiaan, J. Sinke en K. Groenewoud, 1995
Fungicide werking van karvon en combinaties van karvon en enige synthetische fungicide formuleringen tegen een viertal bewaarpathogenen van aardappelen.
(Resultaten van een bewaarexperiment uitgevoerd voor LUXAN BV op ATO-DLO proefboerderij "De Eest" (NOP), in bewaar seizoenen 1994/1995).

BIJLAGE I: Invloed van Talent doseringen op de karvon concentratie van de bewaaratmosfeer gedurende de bewaring (cellen proefboerderij "De Eest" in 1995/1996)



cel 13: 700 ml/cel/dosering
 cel 21: 350 ml/cel/dosering
 ← 700ml/cel/dosering
 cel 17: 350 ml/cel/dosering
 cel 18: 350 ml/cel/dosering
 cel 28: 350 ml/cel/dosering

Te raadplegen lijst van middelen/combinaties bij tabel 1 t/m 6

1. Beschadigd, besmet en geen beschermend middel;
2. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen;
3. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 112.5 ml/ton aardappelen;
4. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4112 EC, dosering 100 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28 i.v.m. verschillende pathogenen en aanlegtijdstippen);
5. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4112 EC, dosering 300 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
6. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4112 EC, dosering 100 ml/ton en met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
7. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4108 EC, dosering 100 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
8. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4108 EC, dosering 150 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
9. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met formulering D4109 EC, dosering 150 ml/ton aardappelen, gevolgd door 2x Talent, nl. na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
10. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen, gevolgd door 3x Talent, nl. binnen 1 week na aanleg en na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28);
11. Beschadigd, besmet en behandeld bij aanleg met Luxan Fungaflor EC, dosering 75 ml/ton aardappelen, gevolgd door 3x een dubbele dosering van Talent, nl. binnen 1 week na aanleg en na 6 en 12 weken bewaren (cel 13 en 21);
12. Beschadigd, besmet en behandeld met Talent binnen 1 week na aanleg en na 6 en 12 weken bewaren (cel 17, 18, 21 en 28).