CATT onderzoek aardappelpootgoed en *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* in 2018 en 2019

Auteurs | E. P. Brinkman, J. Hoek, P. Boutkan, J. A. Verschoor & L. P. G. Molendijk

CATT onderzoek aardappelpootgoed en *Meloidogyne chitwoodi* en *M. fallax* in 2018 en 2019

Onderzoek naar de invloed van een CATT behandeling op de vitaliteit van knollen van diverse aardappelrassen en de mate van bestrijding van *M. chitwoodi* (het maiswortelknobbelaaltje) en van *M. fallax* (bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje) in een besmette partij aardappelknollen.

Auteurs: E. P. Brinkman ¹, J. Hoek ¹, P. Boutkan ², J. A. Verschoor ¹, L. P. G. Molendijk ¹

¹ Wageningen University & Research

² Agrico Research

Dit onderzoek is in opdracht van Branche Organisatie Akkerbouw (BO-A) uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), Open Teelten

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, 11 december 2019

Rapport WPR-820

E. P. Brinkman, J. Hoek, P. Boutkan, J. A. Verschoor, L. P. G. Molendijk, 2019. *CATT onderzoek aardappelpootgoed en Meloidogyne chitwoodi en M. fallax in 2018 en 2019; Onderzoek naar de invloed van een CATT behandeling op de vitaliteit van knollen van diverse aardappelrassen en de mate van bestrijding van M. chitwoodi (het maiswortelknobbelaaltje) en van M. fallax (bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje) in een besmette partij aardappelknollen*. Wageningen Research, Rapport WPR-820.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/510357>

Trefwoorden: aardappel, bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje, bestrijding, CATT, Columbia root-knot nematode, false Columbia root-knot nematode, *Meloidogyne chitwoodi*, *Meloidogyne fallax*, maiswortelknobbelaaltje, potato, temperature treatment, temperatuurbehandeling

© 2019 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/openteelten

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. 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 Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-820

Inhoud

Inhoud	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	8
2 Materiaal en methoden	9
2.1 Proefopzet en -uitvoering in 2018	9
2.2 Proefopzet en -uitvoering in 2019	11
3 Resultaten	13
3.1 Resultaten WUR-OT proef, Lelystad, 2018	13
3.2 Resultaten Agrico proef, Slootdorp, 2018	17
3.3 Resultaten bestrijding <i>M. chitwoodi</i> , Lelystad 2018	18
3.4 Resultaten inwendige knolverkleuring, Lelystad 2019	18
3.5 Resultaten bestrijding <i>M. fallax</i> , Lelystad 2019	24
4 Discussie en conclusies	26
4.1 Onderzoek 2018	26
4.2 Onderzoek 2019	26
Bijlage 1 Opkomst planten Lelystad 2018	31
Bijlage 2 Knolopbrengst en sortering Lelystad 2018	35
Bijlage 3 Leverbare en niet-leverbare knolopbrengst Lelystad 2018	39
Bijlage 4 Opkomst planten Slootdorp 2018	43
Bijlage 5 Onderwatergewicht, knolopbrengst en sortering Slootdorp 2018	45
Bijlage 6 Knolbesmetting met <i>Meloidogyne chitwoodi</i> 2018	47
Bijlage 7 Inwendige knolverkleuring 2019	49
Bijlage 8 Telling knolbesmetting met <i>Meloidogyne fallax</i> 2019	53
Bijlage 9 Berekening knolbesmetting met <i>Meloidogyne fallax</i> 2019	55

Samenvatting

Binnen de EU zijn de aaltjes *Meloidogyne chitwoodi* (maiswortelknobbelaaltje) en *M. fallax* (bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje) aangewezen als quarantaine organismen. Daarom mogen *M. chitwoodi* en *M. fallax* niet aanwezig zijn in vermeerderingsmateriaal zoals aardappelpootgoed. Het is dan ook wenselijk om een manier te hebben om pootgoed volledig vrij te maken van deze nematoden zonder de vitaliteit van de knollen aan te tasten, maar die is er momenteel niet.

CATT (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) is een methode waarbij gebruik wordt gemaakt van een combinatie van verhoogde temperatuur en eventueel aangepaste luchtomstandigheden gedurende een bepaalde tijd. Met behulp van een voor aardbeiplanten geoptimaliseerde CATT behandeling worden naast aardbeimijten ook *Meloidogyne hapla* (Noordelijk wortelknobbelaaltje) voor vrijwel 100% bestreden, zonder verlies van plantkwaliteit.

De vraag van dit onderzoek was of een behandeling van besmet (aardappel) uitgangsmateriaal met CATT *M. chitwoodi* en *M. fallax* volledig kan bestrijden, zonder de vitaliteit van de aardappelknollen noemenswaardig te beïnvloeden.

Hiertoe werd in 2018 bij twintig aardappelrassen één CATT behandeling toegepast bij 40°C en ongewijzigde luchtsamenstelling gedurende 48 uur. De aardappelrassen werden in het veld gepoot om de vitaliteit van de knollen te toetsen. Daarnaast werden aardappelen van het ras Hansa die met *M. chitwoodi* besmet waren aan dezelfde behandeling onderworpen. Van deze aardappelen werd het aantal overlevende *M. chitwoodi* bepaald. Deze behandeling gaf weliswaar een goede bestrijding (99.9%) van *M. chitwoodi*, maar tastte de knollen van de meeste aardappelrassen dusdanig aan dat deze niet meer opkwamen in het veld. De ene gekozen CATT behandeling bleek achteraf dus te zwaar geweest te zijn.

In 2019 werden daarom meerdere CATT behandelingen uitgevoerd op drie aardappelrassen. De vitaliteit van deze aardappelen werd visueel beoordeeld met knolverkleuring als criterium. Eén ras (Hansa) dat was besmet met *M. fallax* onderging dezelfde behandelingen, waarna de overleving van *M. fallax* werd bepaald.

De CATT behandelingen die *M. fallax* goed bestreden (99.8%), lieten alleen de vitaliteit van het aardappelras Fontane ongemoeid. Dit waren de behandelingen bij 38°C en aangepaste atmosfeer gedurende 48 uur en bij 40°C en lucht gedurende 48 uur. Een behandelduur van 48 uur gaf een significant hogere bestrijding van *M. fallax* dan een behandelduur van 24 uur bij 35°C en 38°C en aangepaste atmosfeer, en bij 40°C en lucht.

In dit beperkte onderzoek is geen CATT behandeling gevonden die zowel 100% bestrijding geeft van *M. chitwoodi* en *M. fallax* als de vitaliteit van alle rassen volledig behoudt.

Het is echter wel bijzonder perspectiefrijk dat afdoding van ruim 99% bereikt is, terwijl bij Fontane in 2019 de vitaliteit prima bleef. Daarbij kan de CATT behandeling verder geoptimaliseerd worden richting betere afdoding en minder fytotoxiciteit. In deze beperkte onderzoeken was geen ruimte om brede screening van CATT condities (temperatuur, behandelduur, % O₂, % CO₂) te doen, iets wat bij de ontwikkeling van de CATT methode voor aardbeiplanten de succesfactor bleek. De fytotoxiciteit als gevolg van deze CATT behandeling uit zich duidelijk als "zwart hart". Zwarte harten worden geassocieerd met inwendig zuurstofgebrek. Verhogen van het zuurstofgehalte of O₂/CO₂ ratio tijdens de behandeling zou het risico op zwarte harten dan ook waarschijnlijk sterk kunnen verminderen. Ook is het geven van voorwarmte - zoals gebruikelijk in de bollenwereld om gevoeligheid voor schade door warmwaterbehandeling te verminderen - nog niet onderzocht.

Kortom, er lijken nog goede perspectieven voor optimalisatie van de CATT behandeling. Het is een behandeling zonder chemie, direct toepasbaar in de praktijk zonder duur en langdurig

registratieonderzoek. Daarbij is er geen zicht op alternatieve behandelingen of het verdwijnen van de aaltjesproblematiek.

Een interessante vervolgvraag is ook in hoeverre de overlevende *Meloidogyne* juvenielen uit behandelde knollen nog in staat zijn om nieuwe wortels te infecteren.

1 Inleiding

Binnen de EU zijn de aaltjes *Meloidogyne chitwoodi* (maiswortelknobbelaaltje) en *M. fallax* (bedrieglijk maiswortelknobbelaaltje) aangewezen als quarantaine organismen. Daarom mogen *M. chitwoodi* en *M. fallax* niet aanwezig zijn in vermeerderingsmateriaal zoals aardappelpootgoed. Als *M. chitwoodi* of *M. fallax* in een partij pootgoed bij keuring door de NAK wordt aangetroffen, dan volgt afkeuring en kan de besmette partij hooguit als consumptie aardappel worden afgezet. Soms is de partij ook niet geschikt voor menselijke consumptie en wordt het veevoer.

De onderzoeksvraag is of besmet uitgangsmateriaal door een knolbehandeling met CATT (Controlled Atmosphere Temperature Treatment) volledig vrijgemaakt kan worden van deze nematoden, zonder dat de vitaliteit van de knollen (teveel) terugloopt. Als dat het geval is, kan het uitgangsmateriaal toch gebruikt worden voor vermeerdering.

WUR-AGV heeft in het recente verleden onderzoek gedaan naar de bestrijding van het aaltje *Meloidogyne hapla* (Noordelijk wortelknobbelaaltje) in aardbeiplanten. Als *M. hapla* in aardbeiplanten bij de keuring wordt gevonden, dan wordt dit (EE en E) plantmateriaal afgekeurd. Deze situatie is dus in grote lijnen vergelijkbaar met die van *M. chitwoodi* en *M. fallax* in aardappel. Met behulp van een CATT behandeling wordt *M. hapla* in aardbeiplanten voor vrijwel 100% bestreden, zonder verlies van plantkwaliteit. Bij een CATT behandeling wordt plantmateriaal gedurende een bepaalde tijdsduur (bijvoorbeeld 24, 40 of 48 uur) blootgesteld aan een verhoogde temperatuur (bijvoorbeeld 35, 40 of 45°C). Eventueel wordt daarnaast het zuurstofgehalte van de lucht verlaagd en/of het koolzuurgasgehalte verhoogd. Er moet dus gezocht worden naar zodanige CATT condities wat betreft behandelduur, -temperatuur, zuurstofgehalte en koolzuurgasgehalte van de lucht, dat het plaagorganisme (vrijwel) volledig wordt gedood en de plantvitaliteit (bij aardappel: de vitaliteit van de knollen) goed blijft.

Eerder uitgevoerd CATT onderzoek door WUR-OT Lelystad.

Om na te gaan of *M. chitwoodi* bestreden kan worden in aardappelknollen is er door WUR-OT eind 2011, tijdens het toen nog lopende CATT onderzoek in aardbeiplanten, een kleine, oriënterende pilotproef gedaan met aardappelknollen van het ras Asterix die besmet waren met *M. chitwoodi*. Daarbij is toen dezelfde CATT behandeling als in het onderzoek met aardbeiplanten uitgevoerd. Hierbij werd *M. chitwoodi* voor 98% gedood. De vitaliteit van de knollen is toen echter bij gebrek aan voldoende budget niet bepaald.

Door WUR-OT is in 2013 een kleine, oriënterende kasproef gedaan met aardappelknollen die besmet waren met *M. chitwoodi*. Uit dit onderzoek, dat ook is uitgevoerd met het ras Asterix, kwamen enkele behandelingen die weinig of geen schade bij de knollen veroorzaakten (goede opkomst en goede weggroei in de kas) en *M. chitwoodi* (vrijwel) volledig bestreden.

In 2014 is door Agrico en WUR-OT veldonderzoek gedaan met diverse CATT behandelingen met tien aardappelrassen die niet besmet waren met *M. chitwoodi* en twee rassen waarvan, gezien het perceel waarvan ze afkomstig waren, werd aangenomen dat ze besmet zouden zijn met dit aaltje. In dit onderzoek bleek dat temperaturen van 40°C of hoger veel schade aan de knollen veroorzaken. In dit onderzoek kon echter niet worden vastgesteld wat het effect van de CATT behandelingen op *M. chitwoodi* was. De knollen van de twee rassen waarvan werd verondersteld dat ze besmet zouden zijn, bleken in werkelijkheid namelijk niet besmet te zijn met dit aaltje.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet en -uitvoering in 2018

In maart 2018 is vanuit de Branche Organisatie Akkerbouw (BO-A) aangegeven dat het CATT onderzoek bij *M. chitwoodi* en aardappel in 2018 gestart kon worden. Daarbij werd door BO-A bepaald dat er één CATT toepassing onderzocht diende te worden bij een groot aantal aardappelrassen en dat na de behandeling de knolvitaliteit bepaald moest worden in het veld. Dit betekent dat dit onderzoek met 2 objecten is uitgevoerd:

- CATT behandeling: gezien de resultaten uit het verleden heeft WUR-OT gekozen voor een behandeling gedurende 48 uur bij 40°C, met 'normale' lucht (geen aanpassing van het zuurstof- of koolzuurgasgehalte). In de pilotproef van WUR-OT in 2013 was de doding van *M. chitwoodi* bij dit object 100% en was de gewasstand in de kas bijna even goed als van de onbehandelde controle.
- onbehandelde controle: normale bewaring van pootgoed bij 4°C.

Er waren bij WUR-OT een groot aantal knollen beschikbaar van het ras Hansa, die begin april flink besmet bleken te zijn met *M. chitwoodi* (test in het WUR lab bij enkele knollen). De knollen van deze partij zijn gebruikt om de effectiviteit van de CATT behandeling tegen *M. chitwoodi* na te gaan. In het laboratorium van WUR-OT is de besmetting van de aardappelknollen bepaald door gemiddeld 125 gram knolmateriaal per monster gedurende 6 weken in de mistkast te incuberen. Daarna is het aantal aaltjes geteld en per monster zijn 15 tot 20 aaltjes gedetermineerd op soort.

De firma Agrico heeft in samenwerking met HZPC en ZAP in maart en april bij veredelingsbedrijven knollen verzameld van de 20 meest geteelde pootgoedrasen van 2017 (Tabel 1). Deze knollen waren niet besmet met *M. chitwoodi*.

Tabel 1. Rasnamen en rascodes in CATT onderzoek 2018.

code	rasnaam	code	rasnaam
A	Spunta	O	Markies
B	Fontane	R	Hermes
C	Innovator	S	Colomba
D	Agria	T	Kuroda
E	Fabula	U	Monalisa
H	Challenger	V	Hansa
I	Agata	X	Lady Rosetta
K	Bintje	Y	Lady Claire
L	Desiree	Z	Sifra
M	Arizona	AA	Sinora

Van deze rassen zijn bij WUR-OT per ras 4 partijen gemaakt:

- Partij 1: object: onbehandeld, voor veldproef Agrico
- Partij 2: object: onbehandeld, voor veldproef WUR
- Partij 3: object: CATT behandeling, voor veldproef Agrico
- Partij 4: object: CATT behandeling, voor veldproef WUR

De partijen 3 en 4 zijn op 23 april naar de firma RUVOMA in Montfoort gebracht voor de gekozen CATT behandeling en zijn daar (na afkoeling) weer opgehaald op 26 april en daarna koel bewaard tot het moment van poten. De partijen 1 en 2 zijn tot het moment van poten koel bewaard. Van de besmette knollen van het ras Hansa zijn 10 partijen van elk 5 knollen gemaakt en in netzakjes gedaan. Hiervan zijn 5 netzakjes meegegaan in de CATT behandeling van 48 uur, de overige 5 netzakjes (onbehandeld) zijn gedurende deze periode koel bewaard bij 4°C.

Gegevens veldproef WUR-OT CATT onderzoek aardappel en *M. chitwoodi*, 2018.

- Proefcode: AGV 7522
- Locatie: Lelystad (proefveld van WUR-OT).
- Grondsoort: klei
- Voorvrucht in 2017: zaaiuien
- Rijafstand: 75 cm, afstand in de rij: 0.25 cm.
- Veldjesgrootte: bruto : 3 × 3.5 meter, netto: 1.5 × 2 meter (2 × 8 = 16 planten).
- Aantal herhalingen: 2-3 (2 voor de onbehandelde controle, 3 voor de CATT behandeling).
- Pootdatum: 7 mei 2018.
- Berekening: op 26 juni met 20 mm, op 17 juli met 20 mm, op 28 juli met 25 mm.
- De proef is doodgespoten op 7 augustus 2018.
- Oogstdatum (netto veldjes): 28 augustus 2018.
- Sorteren en opbrengstbepaling: 3 en 4 september.

De bemesting en gewasbescherming (bestrijding onkruid, ziekten en plagen) was overeenkomstig de praktijk voor pootgoed.

Gegevens veldproef Agrico CATT onderzoek aardappel en *M. chitwoodi*, 2018.

- Proefcode: onbekend
- Locatie: Slootdorp
- Grondsoort: zand
- Voorvrucht in 2017: wintertarwe
- Rijafstand: 75 cm, afstand in de rij: 0.25 cm.
- Veldjesgrootte: bruto : 3 × 3.5 meter, netto: 9.4 m² (50 planten).
- Aantal herhalingen: 2-3 (2 voor de onbehandelde controle, 3 voor de CATT behandeling; een uitzondering was het ras Hermes met 2 herhalingen voor de CATT behandeling door tekort aan pootgoed).
- Pootdatum: tussen 20 en 30 april.
- Berekening: geen
- De proef is doodgespoten op ca. 1 augustus 2018.
- Oogstdatum (netto veldjes): tussen 10 en 15 augustus 2018.
- Sorteren en opbrengstbepaling: 5 november 2018.

De bemesting en gewasbescherming (bestrijding onkruid, ziekten en plagen) was overeenkomstig de praktijk voor pootgoed.

Gedurende het verloop van de proef bleek dat veel rassen na de gekozen CATT behandeling traag en onvolledig opkwamen. Er werd besloten om niet alle rassen te oogsten, maar alleen de opbrengst te bepalen van de rassen met het hoogste opkomstpercentage. Als globale richtlijn is in Lelystad aangehouden dat voor een zinvolle opbrengstbepaling de opkomst na de CATT behandeling 80% of meer van de onbehandelde controle moest zijn. In Lelystad zijn de rassen Bintje, Innovator, Lady Claire, Lady Rosetta, Monalisa en Sinora geoogst. In Slootdorp was het opkomstpercentage lager dan in Lelystad, maar werden dezelfde rassen met uitzondering van het ras Monalisa geoogst. Na de bruto opbrengstbepaling werden de aardappelen gesorteerd en is een netto opbrengst bepaald (sortering van knoldiameter 28 mm of hoger).

Statistische verwerking

De opzet van de veldproef was een split-plot proef met CATT-behandeling toegekend aan de 'whole-plot' en aardappelras aan de 'split-plot'. De resultaten van de aardappelopkomst, knolopbrengst en aantallen *Meloidogyne* zijn statistisch verwerkt met ANOVA in het programma Genstat (19^e editie). De nematodenaantallen zijn ¹⁰log-getransformeerd voor ze werden geanalyseerd om te voldoen aan de eisen van een ANOVA. Hierna zijn LSD-waardes berekend om aan te geven welke gemiddelden met 95% betrouwbaarheid van elkaar verschillen. De gemiddelden zijn met elkaar vergeleken met een paarsgewijze Student t-toets.

2.2 Proefopzet en -uitvoering in 2019

Met het resterende budget van 2018 is het onderzoek in 2019 voortgezet. Gezien de knolschade die in 2018 bij de meeste rassen was ontstaan en die zich uitte in een lage opkomst, is gekozen voor CATT behandelingen met temperaturen lager dan 40°C. Dit is uitgevoerd door kleine partijen te laten behandelen bij WUR-Food & Biobased Research (WUR-FBR). Na deze behandelingen is zowel de effectiviteit tegen *Meloidogyne* als de mate van selectiviteit op aardappelen vastgesteld. De mate van selectiviteit kan het beste bepaald worden door knollen uit te planten in het veld, maar gezien het beperkte budget was dit een te dure optie. Uitplanten in (5 liter) potten in de kas was ook een mogelijkheid, maar ook dit zou een te groot beslag op de financiële middelen hebben gelegd. Een goedkopere methode om snel de mate van selectiviteit na te gaan, is door knollen enige tijd na de CATT behandeling door te snijden en te beoordelen op aanwezigheid van inwendige zwartverkleuring. Dit symptoom geeft aan dat de knolvitaliteit is teruggelopen en is daarom een goede indicatie voor een mindere opkomst en slechte groei van de aardappelplant.

Gezien de ervaringen in het onderzoek van 2018 is gekozen om het onderzoek in 2019 uit te voeren met drie aardappelrassen. Van de weinig gevoelige rassen is gekozen voor Innovator (ook gezien het omvangrijke areaal van dit ras), van de gevoelige rassen is Fontane gekozen en van de zeer gevoelige rassen het ras Agata.

Voor bepaling van de effectiviteit moeten knollen flink besmet zijn met *Meloidogyne*. Bij WUR-OT was eind 2018 een partij van het ras Hansa beschikbaar gekomen die zwaar besmet was met *Meloidogyne*. De mate van effectiviteit tegen *Meloidogyne* is bepaald door in het laboratorium van WUR-OT de mate van de resterende besmetting van behandelde knollen te vergelijken met die van de onbehandelde knollen (referentie). Bij determinatie van de nematoden na afloop van de proef bleken de knollen niet met *M. chitwoodi*, maar met *M. fallax* te besmet te zijn.

Tabel 2: CATT behandelingen in 2019.

object nr.	temperatuur (°C)	behandelduur (uren)	temperatuursom (graaduren) ¹	CA ² of (normale) lucht	opmerkingen
1	4	-	0	lucht	onbehandelde controle (in koelcel Lelystad)
2	35	24	120	lucht	
3	35	24	120	CA	
4	35	48	240	lucht	
5	35	48	240	CA	
6	38	24	192	lucht	
7	38	24	192	CA	
8	38	48	384	lucht	
9	38	48	384	CA	
10	40	24	240	lucht	
11	40	24	240	CA	
12	40	48	480	lucht	behandeling in 2018, gaf zeer veel schade in de meeste aardappelrassen

¹ Temperatuur boven 30°C vermenigvuldigd met aantal behandeluren (dit is (T-30)*t).

² CA is 50% CO₂ en 10,5% O₂.

Van de rassen Innovator, Fontane en Agata is door de firma Agrico in samenwerking met HZPC pootgoed verzameld. Dit is op 2 mei opgehaald bij een firma in Wieringerwerf en daarna in Lelystad bewaard bij 4°C.

Met 12 objecten in 3 herhalingen, zijn er per ras 36 experimentele eenheden. Van de niet-besmette rassen Innovator, Fontane en Agata zijn per eenheid 30 knollen in netzakjes gedaan. Van het besmette ras Hansa waren veel minder knollen beschikbaar, daarom zijn hiervan 4 of 5 knollen in netzakjes gedaan.

Alle eenheden (zakjes) van de objecten 2 t/m 12 zijn op 11 juni vervoerd naar WUR-FBR in Wageningen, waar tussen 11 en 13 juni de CATT behandelingen zijn uitgevoerd (Tabel 2). De

temperatuursom is een andere manier van weergeven van de zwaarte van de CATT behandelingen, die beter inzicht geeft in het traject waarin nematoden worden bestreden of beschadiging van de knollen optreedt. Na de behandelingen zijn de knollen bij WUR-FBR gekoeld tot 4°C en op 14 juni teruggehaald naar WUR-OT.

De knollen van de niet-besmette rassen Innovator, Fontane en Agata zijn in Lelystad bewaard bij 13°C tot 28 juni, toen alle knollen zijn beoordeeld op de mate van inwendige zwartverkleuring. Deze korte bewaring gedurende 2 weken is gekozen om de symptomen (inwendige verkleuring) beter tot uiting te laten komen. Bij de beoordeling op 28 juni zijn alle 30 knollen per eenheid overlangs doorgesneden en beoordeeld op de mate van inwendige verkleuring, waarbij de volgende klassen zijn gebruikt:

- niet verkleurd: geen verwacht effect op de opkomst.
- licht verkleurd: gering verwacht effect op de opkomst.
- matig verkleurd: verwachting dat opkomst verlaagd is (risicovol).
- zwaar verkleurd: verwachting geen of zeer slechte opkomst.

Per ras en per object is het percentage knollen in elke klasse berekend. Vervolgens is de mate van verkleuring weergegeven door als volgt een index van knolaantasting te berekenen (aantal = aantal knollen):

$$\{ (aantal\ niet\ verkleurd \times 0) + (aantal\ licht\ verkleurd \times 1) + (aantal\ matig\ verkleurd \times 2) + (aantal\ sterk\ verkleurd \times 3) \} / (totaal\ aantal\ knollen \times 3) \times 100$$

Deze index loopt van 0 (geen van de knollen aangetast) tot 100 (alle knollen sterk aangetast).

Bepalen restbesmetting met *Meloidogyne fallax*

De met *M. fallax* besmette Hansa knollen zijn bewaard bij 4°C vanaf 14 juni tot 18 juli, toen de knollen door het laboratorium zijn verwerkt om de mate van *M. fallax* besmetting te bepalen. Per object en herhaling werden de knollen volledig geschild en de hoeveelheid schil gewogen (ca. 125 g per object). De schillen werden in stukjes van 0.5 cm gesneden, in een zeefje gedaan en in een bakje gezet. Tussen het verwerken van de verschillende monsters zijn het mes en de handen ontsmet met ethanol (95%) om kruisbesmetting te voorkomen. De bakjes werden gedurende zes weken in een mistkast bij 20°C geïncubeerd. Dit gaf de nematoden de gelegenheid om uit de schil te kruipen, waarna ze met de watermist in het bakje werden opgevangen. De nematodensuspensies werden wekelijks afgetapt en bij 4°C bewaard. Daarna werden de nematoden geteld. De suspensies waren vrij troebel, waardoor het niet mogelijk was om de volledige suspensie te tellen. Daarom werd een monster van 5 ml uit de suspensie van ca. 230 ml geteld. Bij lage aantallen van minder dan 25 nematoden per 5 ml werden twee monsters van 5 ml geteld; bij zeer lage aantallen van 1-2 nematoden per 5 ml werden vijf tellingen van 5 ml gedaan.

Statistische verwerking

De resultaten van de knolverkleuring en aantallen *Meloidogyne* zijn statistisch verwerkt met ANOVA in het programma Genstat (19^e editie). De nematodenaantallen zijn ¹⁰log-getransformeerd voor ze werden geanalyseerd om te voldoen aan de eisen van een ANOVA. Hierna zijn de gemiddelden met elkaar vergeleken met een paarsgewijze Student t-toets.

3 Resultaten

3.1 Resultaten WUR-OT proef, Lelystad, 2018

De opkomst van de aardappelrassen in de proef in Lelystad werd op drie tijdstippen bepaald en was op alle drie momenten voor de meeste rassen lager na de toegepaste CATT behandeling dan van de onbehandelde knollen (Tabellen 3-5). Het effect van de CATT behandeling op het opkomstpercentage verschilde per ras, wat tot uitdrukking komt in een significant interactie-effect van ras × behandeling. De opkomst op 28 mei van de rassen Innovator, Bintje, Lady Rosetta en Sinora na CATT behandeling verschilde niet significant van de onbehandelde controle (Tabel 3). Op 14 juni hadden ook Monalisa en Lady Claire een opkomstpercentage boven de 80% (Tabel 5). Niet alle onbehandelde knollen kwamen op, maar uitdrukken van de opkomst na CATT behandeling als percentage van de opkomst van onbehandelde knollen gaf geen ander beeld (Fig. 1). De relatieve opkomst na CATT behandeling van Innovator en Lady Rosetta was 100%, van Bintje meer dan 90% en Lady Claire, Monalisa en Sinora meer dan 80% (Fig. 1).

De totale en leverbare knolopbrengsten van de genoemde rassen na CATT behandeling verschilden niet significant van die van de controle (Tabellen 6 en 7).

Tabel 3. Opkomstpercentage per aardappelras op 28 mei, al dan niet na een CATT behandeling, AGV 7522, Lelystad 2018 (CATT behandeling n=3, onbehandeld n=2).

ras code	rasnaam	object (behandeling)			
		CATT		onbehandeld	
A	Spunta	9.7	abc	81.3	fgh
B	Fontane	23.6	cd	100.0	h
C	Innovator	90.3	gh	100.0	h
D	Agria	9.7	abc	20.8	bcd
E	Fabula	40.3	e	75.0	fg
H	Challenger	2.8	a	37.5	de
I	Agata	6.9	ab	85.4	fgh
K	Bintje	91.7	gh	97.9	h
L	Desiree	52.8	e	95.8	h
M	Arizona	4.2	ab	41.7	e
O	Markies	1.4	a	39.6	de
R	Hermes	42.4	e	93.8	gh
S	Colomba	2.8	a	45.8	e
T	Kuroda	1.4	a	89.6	gh
U	Monalisa	5.6	ab	6.3	ab
V	Hansa	51.4	e	100.0	h
X	Lady Rosetta	93.1	gh	97.9	h
Y	Lady Claire	81.9	fgh	93.8	gh
Z	Sifra	12.5	abc	83.3	fgh
AA	Sinora	72.2	f	97.9	h
	gemiddeld	34.8	A	74.2	B

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 4.2; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 11.9; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% vergelijking onbehandeld-onbehandeld = 18.8; vergelijking CATT-onbehandeld = 16.9; vergelijking CATT-CATT = 15.3.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 4. Opkomstpercentage per aardappelras op 6 juni, al dan niet na een CATT behandeling, AGV 7522, Lelystad 2018 (CATT behandeling n=3, onbehandeld n=2).

ras code	rasnaam	object (behandeling)			
		CATT		onbehandeld	
A	Spunta	61.1	c	100.0	g
B	Fontane	68.1	cd	100.0	g
C	Innovator	100.0	g	100.0	g
D	Agria	63.9	c	100.0	g
E	Fabula	55.6	c	100.0	g
H	Challenger	19.4	b	97.9	g
I	Agata	6.9	ab	91.7	efg
K	Bintje	94.4	fg	100.0	g
L	Desiree	61.1	c	97.9	g
M	Arizona	16.7	b	91.7	efg
O	Markies	13.9	ab	85.4	efg
R	Hermes	55.4	c	100.0	g
S	Colomba	11.1	ab	93.8	efg
T	Kuroda	2.8	a	100.0	g
U	Monalisa	80.6	de	100.0	g
V	Hansa	62.5	c	100.0	g
X	Lady Rosetta	100.0	g	100.0	g
Y	Lady Claire	80.6	de	100.0	g
Z	Sifra	18.1	b	100.0	g
AA	Sinora	83.3	ef	97.9	g
	gemiddeld	52.8	A	97.8	B

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 4.7; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 9.9; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% vergelijking onbehandeld-onbehandeld = 15.6; vergelijking CATT-onbehandeld = 14.2; vergelijking CATT-CATT = 12.8.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 5. Opkomstpercentage per aardappelras op 14 juni, al dan niet na een CATT behandeling, AGV 7522, Lelystad 2018 (CATT behandeling n=3, onbehandeld n=2).

ras code	rasnaam	object (behandeling)			
		CATT		onbehandeld	
A	Spunta	61.1	c	100.0	e
B	Fontane	68.1	c	100.0	e
C	Innovator	100.0	e	100.0	e
D	Agria	65.3	c	100.0	e
E	Fabula	55.6	c	100.0	e
H	Challenger	18.1	b	97.9	e
I	Agata	6.9	ab	91.7	de
K	Bintje	94.4	de	100.0	e
L	Desiree	61.1	c	100.0	e
M	Arizona	16.7	b	93.7	de
O	Markies	13.9	ab	87.5	de
R	Hermes	59.4	c	100.0	e
S	Colomba	11.1	ab	91.7	de
T	Kuroda	2.8	a	100.0	e
U	Monalisa	83.3	d	100.0	e
V	Hansa	62.5	c	100.0	e
X	Lady Rosetta	100.0	e	100.0	e
Y	Lady Claire	81.9	d	100.0	e
Z	Sifra	18.1	b	100.0	e
AA	Sinora	87.5	de	100.0	e
	gemiddeld	53.4	A	98.1	B

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 4.5; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 9.7; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% vergelijking onbehandeld-onbehandeld = 15.4; vergelijking CATT-onbehandeld = 13.9; vergelijking CATT-CATT = 12.5.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Figuur 1. Relatief aantal opgekomen planten per aardappelras op 14 juni na de CATT behandeling, als percentage van de opgekomen onbehandelde planten, AGV 7522, Lelystad 2018 (n=3).

Tabel 6. Totale knolopbrengst in ton per ha van de zes aardappelrassen waarbij het opkomstpercentage na CATT behandeling tenminste 80% van de onbehandelde planten was, na of zonder een CATT behandeling, AGV 7522, Lelystad 2018 (CATT behandeling n=3, onbehandeld n=2).

ras	behandeling	
	CATT	onbehandeld
Bintje	40.9 ab	57.4 de
Innovator	55.0 cde	61.8 e
Lady Claire	35.6 a	42.3 abc
Lady Rosetta	53.8 cde	52.0 bcde
Monalisa	34.0 a	47.6 abcd
Sinora	37.6 a	44.4 abcd
gemiddeld	42.8 A	50.9 A

Behandeling: F prob. = 0.15, LSD 5% = 13.8; ras: F prob. = 0.001, LSD 5% = 8.4; ras × behandeling: F prob. = 0.32, LSD 5% vergelijking onbehandeld-onbehandeld = 13.3; vergelijking CATT-onbehandeld = 14.5; vergelijking CATT-CATT = 10.9.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 7. Leverbare knolopbrengst (sortering 28 mm en op) in ton per ha van de zes aardappelrassen waarbij het opkomstpercentage na CATT behandeling tenminste 80% van de onbehandelde planten was, na of zonder een CATT behandeling, AGV 752, Lelystad, 2018 (CATT behandeling n=3, onbehandeld n=2).

ras	behandeling	
	CATT	onbehandeld
Bintje	36.1 ab	51.4 cd
Innovator	51.6 cd	54.0 d
Lady Claire	33.2 a	36.8 ab
Lady Rosetta	49.2 cd	48.0 bcd
Monalisa	32.4 a	43.6 abcd
Sinora	35.5 a	41.3 abc
gemiddeld	39.7 A	45.9 A

Behandeling: F prob. = 0.18, LSD 5% = 7.5; ras: F prob. = 0.001, LSD 5% = 11.5; ras × behandeling: F prob. = 0.26, LSD 5% vergelijking onbehandeld-onbehandeld = 11.8; vergelijking CATT-onbehandeld = 12.5; vergelijking CATT-CATT = 9.6.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

3.2 Resultaten Agrico proef, Slootdorp, 2018

Het relatief aantal opgekomen planten in Slootdorp na de toegepaste CATT behandeling was bij Lady Rosetta hoger dan 90% en bij Bintje, Innovator en Lady Claire hoger dan 60% van de onbehandelde controle (Fig. 2). Van alle andere rassen was het relatief aantal opgekomen planten lager. De knolopbrengst van de vijf rassen met de hoogste relatieve opkomst na de CATT behandeling verschilde meestal niet significant van de onbehandelde controle. Alleen de knolopbrengst van Sinora was significant lager na de toegepaste CATT behandeling dan in de onbehandelde controle (Tabellen 8 en 9).

Figuur 2. Relatief aantal opgekomen planten per ras na de CATT behandeling, als percentage van opgekomen onbehandelde planten op 1 juni, Agrico, Slootdorp 2018 (n=3, uitgezonderd ras Hermes n=2).

Tabel 8. Totale knolopbrengst in ton per ha van vijf aardappelrassen, al dan niet na een CATT behandeling, proef Agrico, Slootdorp, 2018 (CATT behandeling n=3, onbehandeld n=2).

ras	behandeling			
	CATT		onbehandeld	
Bintje	25.0	ab	31.7	b
Innovator	26.1	ab	27.8	ab
Lady Claire	17.6	a	23.6	ab
Lady Rosetta	23.0	ab	27.1	ab
Sinora	17.5	a	28.8	b
gemiddeld	21.8	A	27.8	A

Behandeling: F prob. = 0.23, LSD 5% = 12.4; ras: F prob. = 0.009, LSD 5% = 4.2; ras × behandeling: F prob. = 0.22, LSD 5% vergelijking onbehandeld-onbehandeld = 6.6; vergelijking CATT-onbehandeld = 11.5; vergelijking CATT-CATT = 5.4.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 9. Leverbare knolopbrengst (sortering 28 mm en op) van de vijf aardappelrassen, al dan niet na een CATT behandeling, proef Agrico, Slootdorp, 2018 (CATT behandeling n=3, onbehandeld n=2).

ras	behandeling			
	CATT		onbehandeld	
Bintje	24.2	ab	30.4	b
Innovator	25.5	ab	27.4	ab
Lady Claire	17.1	a	22.4	ab
Lady Rosetta	21.4	ab	25.4	ab
Sinora	17.2	a	28.3	b
gemiddeld	21.0	A	26.8	A

Behandeling: F prob. = 0.25, LSD 5% = 12.8; ras: F prob. = 0.01, LSD 5% = 4.3; ras × behandeling: F prob. = 0.28, LSD 5% vergelijking onbehandeld-onbehandeld = 6.8; vergelijking CATT-onbehandeld = 11.9; vergelijking CATT-CATT = 5.6.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

3.3 Resultaten bestrijding *M. chitwoodi*, Lelystad 2018

Het bestrijdingspercentage van de toegepaste CATT behandeling uitgedrukt per gram schilmateriaal was 99.9%. Bij determinatie van de soort in het knolmateriaal werd alleen *M. chitwoodi* gevonden.

Tabel 10. Besmetting van *Meloidogyne chitwoodi* in aardappelknollen van het ras Hansa, al dan niet na een CATT behandeling, Lelystad 2018 (n=5).

behandeling	aantal <i>M. chitwoodi</i>			
	totaal in suspensie		per gram schil	
onbehandeld	17015	b	110.6	b
CATT	5	a	0.1	a

Totaal in suspensie F. prob. = 0.016, LSD 5% = 11852; per g schil F prob. = 0.007, LSD 5% = 61.4.

Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

3.4 Resultaten inwendige knolverkleuring, Lelystad 2019

De aardappelrassen Agata, Fontane en Innovator reageerden in verschillende mate op de CATT behandelingen (Figuren 3-5). Agata was gevoeliger dan de andere rassen. Bij de objecten 2, 3, 4, 5, 6 en 7 was het percentage matig of sterk inwendig verkleurde knollen zeer laag. De objecten 8, 9 en 12 veroorzaakten zeer veel schade. Bij object 10 was het percentage knollen met matige of sterke inwendige verkleuring bijna 9% en ruim 43% van de knollen had een lichte verkleuring (beginnende schade). Object 11 vertoonde ruim 3% matig tot sterk verkleurde knollen en 10% licht verkleurde knollen (Tabellen 11-14). Fontane was in dit onderzoek het minst gevoelige ras. Bij de meeste CATT behandelingen kwamen geen matig of sterk inwendig verkleurde knollen voor, bij object 9 was dit ruim 4% en bij object 12 ruim 2% (Tabellen 11-14). Innovator was in dit onderzoek wat meer gevoelig dan Fontane. Bij de meeste objecten kwamen geen of zeer weinig knollen voor met een matige of sterke inwendige verkleuring, met uitzondering van de objecten 9 en 12, die teveel schade veroorzaken bij Innovator. De objecten 5 en 8 vertoonden daarnaast meer dan 10% licht verkleurde knollen, wat duidt op beginnende schade (Tabellen 11-14).

Weergegeven van de zwaarte van de CATT behandeling als temperatuursom laat zien dat de index van knolaantasting tot 192 graaduren laag is, maar daarboven toeneemt (Fig. 6). De rassen lijken ook wat verschillend te reageren op de combinatie van temperatuur en aangepaste atmosfeer. Bij Agata en Fontane is de mate van knolaantasting hoger bij aangepaste atmosfeer, maar bij Innovator is dit minder eenduidig.

Tabel 11. Percentage knollen met lichte inwendige verkleuring na verschillende CATT behandelingen voor drie aardappelrassen, Lelystad 2019 (n=3). Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

object nummer	ras		
	Agata	Fontane	Innovator
1	0.0 a	0.0 a	0.0 a
2	4.4 ab	0.0 a	0.0 a
3	1.1 ab	0.0 a	1.1 ab
4	16.7 cd	0.0 a	5.6 abc
5	10.0 abc	0.0 a	11.1 abc
6	25.6 de	0.0 a	2.2 ab
7	2.2 ab	0.0 a	3.3 ab
8	32.2 ef	1.1 ab	12.2 bc
9	30.0 e	5.6 abc	16.7 cd
10	43.3 f	0.0 a	7.8 abc
11	10.0 abc	0.0 a	8.9 abc
12	26.7 de	10.0 abc	12.2 bc
gemiddeld	16.9 C	1.4 A	6.8 B

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 6.9; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 3.5; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 12.0. Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 12. Percentage knollen met matige inwendige verkleuring na verschillende CATT behandelingen voor drie aardappelrassen, Lelystad 2019 (n=3). Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

object nummer	ras		
	Agata	Fontane	Innovator
1	0.0 a	0.0 a	0.0 a
2	0.0 a	0.0 a	0.0 a
3	0.0 a	0.0 a	0.0 a
4	1.1 a	1.1 a	0.0 a
5	0.0 a	0.0 a	1.1 a
6	0.0 a	0.0 a	0.0 a
7	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8	15.6 e	0.0 a	1.1 a
9	10.0 d	4.4 abc	8.9 cd
10	6.7 bcd	0.0 a	0.0 a
11	2.2 ab	0.0 a	1.1 a
12	17.8 e	1.1 a	8.9 cd
gemiddeld	4.4 B	0.5 A	1.8 A

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 3.2; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 1.6; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 5.5. Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 13. Percentage knollen met sterke inwendige verkleuring na verschillende CATT behandelingen voor drie aardappelrassen, Lelystad 2019 (n=3). Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

object nummer	ras		
	Agata	Fontane	Innovator
1	0.0 a	0.0 a	0.0 a
2	0.0 a	0.0 a	0.0 a
3	1.1 a	0.0 a	0.0 a
4	0.0 a	0.0 a	0.0 a
5	0.0 a	0.0 a	0.0 a
6	0.0 a	0.0 a	0.0 a
7	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8	1.1 a	0.0 a	0.0 a
9	12.2 b	0.0 a	2.2 a
10	2.2 a	0.0 a	0.0 a
11	1.1 a	0.0 a	1.1 a
12	36.7 c	1.1 a	0.0 a
gemiddeld	4.5 B	0.1 A	0.3 A

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 2.1; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 1.0; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 3.6. Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 14. Percentage knollen met matige of sterke inwendige verkleuring na verschillende CATT behandelingen voor drie aardappelrassen, Lelystad 2019 (n=3). Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

object nummer	ras		
	Agata	Fontane	Innovator
1	0.0 a	0.0 a	0.0 a
2	0.0 a	0.0 a	0.0 a
3	1.1 a	0.0 a	0.0 a
4	1.1 a	0.0 a	0.0 a
5	0.0 a	0.0 a	1.1 a
6	0.0 a	0.0 a	0.0 a
7	0.0 a	0.0 a	0.0 a
8	16.7 de	0.0 a	1.1 a
9	22.2 e	4.4 ab	11.1 cd
10	8.9 bc	0.0 a	0.0 a
11	3.3 ab	0.0 a	2.2 a
12	54.4 f	2.2 a	8.9 bc
gemiddeld	9.0 B	0.6 A	2.0 A

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 3.6; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 1.8; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 6.3. Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Tabel 15. Index van knolaantasting (de mate van inwendige verkleuring) na verschillende CATT behandelingen voor drie aardappelrassen, Lelystad 2019 (n=3). Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

object nummer	ras		
	Agata	Fontane	Innovator
1	0.0 a	0.0 a	0.0 a
2	1.5 abc	0.0 a	0.0 a
3	1.5 abc	0.0 a	0.4 ab
4	6.3 cde	0.0 a	1.9 abc
5	3.3 abcd	0.0 a	4.4 abcde
6	8.5 def	0.0 a	0.7 abc
7	0.7 abc	0.0 a	1.1 abc
8	22.2 g	0.4 ab	4.8 abcde
9	28.9 h	4.8 abcde	13.7 f
10	21.1 g	0.0 a	2.6 abc
11	5.9 bcde	0.0 a	4.8 abcde
12	57.4 i	5.2 abcde	10.0 ef
gemiddeld	13.1 C	0.9 A	3.7 B

Behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 3.3; ras: F prob. < 0.001, LSD 5% = 1.6; ras × behandeling: F prob. < 0.001, LSD 5% = 5.7. Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Figuur 3. Knolverkleuring van het ras Agata na CATT behandeling nummer 12.

Figuur 4. Knolverkleuring van het ras Innovator na CATT behandeling nummer 12.

Figuur 5. Knolverkleuring van het ras Fontane na CATT behandeling nummer 12.

Fig. 6. Index van knolaantasting (de mate van inwendige verkleuring) na verschillende CATT behandelingen voor drie aardappelrassen (boven: Agata, midden: Fontane, onder: Innovator), Lelystad 2019 (n=3). De zwaarte van de behandeling is uitgedrukt in graaduren $((T-30) \cdot t)$, een optelsom van het aantal uren boven een bepaalde drempelwaarde, met als aanname dat alleen temperaturen boven 30°C afdodend werken. De behandelingen met een temperatuursom van 0 en 480 graaduren zijn niet uitgevoerd bij CA (aangepaste atmosfeer). De behandeling met temperatuursom 240 graaduren is uitgevoerd bij 35°C gedurende 48 uur; 240* is uitgevoerd bij 38°C gedurende 24 uur. Let op het verschil in schaalgebruik op de y-as.

3.5 Resultaten bestrijding *M. fallax*, Lelystad 2019

Alle CATT behandelingen verlaagden de besmetting met *M. fallax* per gram schil significant vergeleken met de onbehandelde controle (Tabel 16). Er leken grote verschillen in de mate van bestrijding te zijn, al waren de meeste verschillen tussen de behandelingen niet significant. De hoogste mate van bestrijding werd gevonden met de objecten 5, 9 en 12. Bij object 5 was de bestrijding van *M. fallax* door de CATT behandeling 97.4%. Bij de objecten 9 en 12 was de bestrijding 99.87% en was de restbesmetting minder dan één juveniel per g schil, ofwel maximaal 20 juvenielen per knol. Object 2 gaf de laagste bestrijding (70%; Figuur 7) ten opzichte van de onbehandelde controle, maar verschilde niet significant van de objecten 3, 4, 6, 8, 10 en 11. Een behandelduur van 48 uur gaf een significant hogere bestrijding van *M. fallax* dan een behandelduur van 24 uur bij 35°C en 38°C en aangepaste atmosfeer, en bij 40°C en lucht. De variatie binnen een object in het aantal *M. fallax* per gram schil was groot bij de CATT behandelingen 2, 3, 6, 7, 10 en 11.

Het effect van de CATT behandeling uitgedrukt als temperatuursom op *M. fallax* laat zien, dat in het traject tussen 120 en 192 graduren de bestrijding tot boven de 98% steeg. Vanaf 384 graduren steeg de bestrijding tot boven 99.8% (Figuur 8).

Tabel 16. Besmetting met *Meloidogyne fallax* (mediaan van het aantal per g schil en per knol) van het ras Hansa na verschillende CATT behandelingen, Lelystad 2019 (n=3). Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

objectnummer	aantal <i>Meloidogyne fallax</i>			
	per gram schil		per knol	
1	466.3	e	17771	f
2	140.2	de	4372	ef
3	74.1	cde	2613	def
4	28.9	bcd	874	cde
5	4.9	ab	118	abc
6	30.4	bcd	1040	cde
7	7.6	bc	236	bcd
8	35.1	bcd	1136	cde
9	0.5	a	16	a
10	34.5	bcd	923	cde
11	13.3	bcd	548	cde
12	0.6	a	20	ab

Per g schil F prob. < 0.001; per knol F prob. < 0.001. Percentages gevolgd door dezelfde letter verschillen niet significant van elkaar.

Figuur 7. Bestrijding van *Meloidogyne fallax* ten opzichte van onbehandelde controle bij het ras Hansa na verschillende CATT behandelingen, Lelystad 2019 (n=3). Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

Fig. 8. Percentage overleving van *M. fallax* in aardappelknollen van het ras Hansa na CATT-behandeling van verschillende intensiteit. De intensiteit van de behandeling is uitgedrukt in graaduren $((T-30) \cdot t)$, een optelsom van het aantal uren boven een bepaalde drempelwaarde, met als aanname dat alleen temperaturen boven 30°C afdodend werken. De behandelingen met een temperatuursom van 0 en 480 graaduren zijn niet uitgevoerd bij CA (aangepaste atmosfeer). De behandeling met temperatuursom 240 graaduren is uitgevoerd bij 35°C gedurende 48 uur; 240* is uitgevoerd bij 38°C gedurende 24 uur.

4 Discussie en conclusies

4.1 Onderzoek 2018

De in 2018 gekozen CATT behandeling is zeer effectief tegen *M. chitwoodi*, want in de zwaar besmette knollen van het ras Hansa was het bestrijdingspercentage 99.9 (uitgedrukt per gram schilmateriaal). De gekozen CATT behandeling veroorzaakte echter teveel schade aan de aardappelknollen, want het opkomstpercentage was over het geheel genomen zeer laag. Slechts bij enkele rassen was het opkomstpercentage acceptabel. Ook bij de rassen waarvan het opkomstpercentage na de CATT behandeling nog redelijk tot normaal was, bleek de (leverbare) opbrengst na CATT vaak toch behoorlijk achter te blijven. Alleen bij het ras Lady Rosetta en in wat mindere mate bij het ras Innovator was de opbrengst na CATT gelijkwaardig aan die van onbehandeld. De opkomstcijfers geven aan dat er een groot verschil is tussen aardappelrassen in gevoeligheid voor de gekozen CATT behandeling.

Duidelijk is ook dat gemiddelde opkomst na CATT in de proef op zandgrond lager was dan die op kleigrond, namelijk gemiddeld respectievelijk 30 (zandgrond) om 53% (kleigrond) van onbehandeld.

Rasverschillen in gevoeligheid voor CATT

Gezien de opkomst percentages in beide veldproeven, kan een onderverdeling in gevoeligheid voor CATT worden gemaakt:

- Groep 1, weinig gevoelige rassen: Lady Rosetta, Innovator en Bintje. Wat betreft de resultaten in Lelystad horen Lady Claire en Sinora hier ook nog bij. (gemiddeld opkomstpercentage na CATT in deze groep: 68 – 96%, zonder Lady Claire en Sinora: 80 – 96%). Bij Lady Rosetta en Innovator was de leverbare opbrengst na CATT gelijk aan of slechts enkele procenten lager dan bij onbehandeld.
- Groep 2, gevoelige rassen: Spunta, Fontane, Agria, Fabula, Desiree, Hermes, Monalisa, Hansa, Sinora (gemiddeld opkomstpercentage over beide proeven in 2018: 34 – 57% van onbehandeld).
- Groep 3, zeer gevoelige rassen: Challenger, Agata, Arizona, Markies, Colomba, Kuroda, Sifra (gemiddeld opkomstpercentage over beide proeven in 2018: 1 – 13% van onbehandeld).

4.2 Onderzoek 2019

Effect van de CATT behandeling op de vitaliteit van aardappelknollen

Er waren zoals verwacht (gezien de resultaten van 2018) aanzienlijke verschillen tussen de rassen in gevoeligheid voor CATT (gebaseerd op het percentage inwendige verkleuring c.q. de index van knolaantasting).

Agata was het meest gevoelige ras, maar Fontane (b)leek wat minder gevoelig te zijn dan Innovator (gebaseerd op de index van knolaantasting was het verschil tussen Fontane en Innovator significant). Dit is tegengesteld aan de resultaten van 2018. Fontane was in 2019 (veel) minder gevoelig dan op basis van de resultaten van 2018 was verondersteld. Blijkbaar is er een onbekende factor die invloed heeft op de gevoeligheid van een ras voor CATT behandelingen. Een hoger onderwatergewicht, wat een indicatie is voor een hoger zetmeelgehalte, zou kunnen leiden tot een lagere gevoeligheid voor behandeling met CATT (Peter Boutkan, pers. comm.).

Gezien de mate van inwendige knolverkleuring kan het volgende geconcludeerd worden:

- Fontane was in dit onderzoek het minst gevoelige ras. Bij de meeste CATT behandelingen komen geen matig of sterk inwendig verkleurde knollen voor, bij object 9 is dit ruim 4% en bij object 12 ruim 2%. Bij dit ras zijn alle CATT behandelingen toepasbaar, al zijn er wel risico's bij de objecten 9 en 12 (Tabel 17).
- Innovator was in dit onderzoek wat meer gevoelig dan Fontane, maar was in 2018 na Lady Rosetta het minst gevoelige ras. Bij de meeste objecten kwam geen of zeer weinig knollen voor met een matige of sterke inwendige verkleuring, met uitzondering van de objecten 9 en 12, die teveel schade veroorzaken bij Innovator. De objecten 5 en 8 vertoonden daarnaast meer dan 10% licht verkleurde knollen, wat duidt op beginnende schade. De objecten 5 en 8 kunnen een risico vormen bij Innovator (Tabel 17).
- Agata was in dit onderzoek het meest gevoelige ras en behoorde in 2018 ook tot de groep van de meest gevoelige rassen. Bij de objecten 2, 3, 4, 5, 6 en 7 was het percentage matig of sterk inwendig verkleurde knollen zeer laag, dus deze objecten zijn ook in dit zeer gevoelige ras toepasbaar. De objecten 8, 9 en 12 veroorzaken zeer veel schade en zijn niet toepasbaar. Bij object 10 was het percentage knollen met matige of sterke inwendige verkleuring bijna 9% en ruim 43% van de knollen had een lichte verkleuring (beginnende schade). Dit object lijkt niet (goed) toepasbaar bij Agata. Object 11 lijkt echter wel toepasbaar met slechts ruim 3% matig tot sterk verkleurde knollen en 10% licht verkleurde knollen (Tabel 17).

Effect van CATT behandeling op *M. chitwoodi* en *M. fallax*

De in 2018 toegepaste CATT behandeling gaf een goede bestrijding van *M. chitwoodi* in knollen van het aardappelras Hansa. In 2019 is een reeks aan verschillende CATT behandelingen toegepast op besmette knollen van het ras Hansa, waarvan een deel een goede, een deel een variabele en een deel een matige bestrijding van *M. fallax* gaven. Behandeling bij 38°C en aangepaste atmosfeer gedurende 48 uur en behandeling bij 40°C en lucht gedurende 48 uur gaven een goede bestrijding, maar verschilden alleen significant van de controle en de behandeling bij 35°C en aangepaste atmosfeer gedurende 24 uur. Het gebrek aan onderscheidend vermogen tussen behandelingen is waarschijnlijk terug te voeren op de grote variatie binnen een behandeling. Een deel van de variatie in teruggevonden *Meloidogyne* kan worden verklaard door mogelijke variatie in besmettingsniveau van het uitgangsmateriaal. Ondanks dat de knollen zijn geselecteerd op zware symptomen, geeft dit geen garantie op gelijke aantallen nematoden in de knollen. CATT behandeling gedurende 48 uur had een sterker effect op het aantal *M. fallax* dan behandeling gedurende 24 uur bij 35°C en 38°C en aangepaste atmosfeer, en bij 40°C en lucht.

Advies voor vervolgonderzoek

In dit onderzoek is geen CATT behandeling gevonden die zowel 100% bestrijding geeft van *M. chitwoodi* en *M. fallax* als de vitaliteit van alle rassen volledig behoudt.

Bij een temperatuursom van 192 graaduren bleef de vitaliteit van de knollen in het algemeen behouden en was de bestrijding van *M. fallax* meer dan 98%. Bij een temperatuursom van 384 graaduren was de bestrijding van *M. fallax* meer dan 99.8%. Deze hoge mate van bestrijding is nodig om een behandeling tegen *M. chitwoodi* of *M. fallax* als succesvol te bestempelen.

Het is bijzonder perspectiefrijk dat afdoding van ruim 99% bereikt is, terwijl bij Fontane de vitaliteit prima bleef. Daarbij kan de CATT behandeling verder geoptimaliseerd worden richting betere afdoding en minder fytotoxiciteit. In deze beperkte onderzoeken was geen ruimte om brede screening van CATT condities (temperatuur, behandelduur, % O₂, % CO₂) te doen, iets wat bij de ontwikkeling van de CATT methode voor aardbeiplanten de succesfactor bleek. De fytotoxiciteit als gevolg van deze CATT behandeling uit zich duidelijk als "zwart hart". Zwarte harten worden geassocieerd met inwendig zuurstofgebrek. Verhogen van het zuurstofgehalte of O₂/CO₂ ratio tijdens behandeling zou het risico op zwarte harten dan ook waarschijnlijk sterk kunnen verminderen.

Een andere mogelijkheid om de gevoeligheid van aardappelen voor de CATT-behandeling te verminderen, is een voorbehandeling gedurende bepaalde tijd bij verhoogde temperatuur. Deze

methode wordt toegepast bij het zogenoemde 'cultuurkoken' van bloembollen ter bestrijding van diverse soorten nematoden.

Kortom, er lijken nog goede perspectieven voor optimalisatie van de CATT behandeling. Het is een behandeling zonder chemie, direct toepasbaar in de praktijk zonder duur en langdurig registratieonderzoek. Daarbij is er geen zicht op alternatieve behandelingen of het verdwijnen van de aaltjesproblematiek.

Een interessante vervolgvraag is ook in hoeverre de overlevende *Meloidogyne* uit behandelde knollen nog in staat zijn om nieuwe wortels te infecteren. Als dat niet het geval blijkt, zou een iets lager bestrijdingspercentage nog zinvol kunnen zijn. In vervolgonderzoek lijkt het verstandig een groter aantal besmette knollen per behandeling te toetsen, om de spreiding in nematodenaantallen te verkleinen en zo een meer accurate bepaling te kunnen doen.

Tabel 17. Toepasbaar in vervolg onderzoek 2020 gezien knolvitaliteit in 2019.

object nummer	tempera- tuur (°C)	behandel- duur (uren)	samen- stelling ¹	ras			opmerkingen
				Agata	Fontane	Innovator	
1	4	-	lucht	ja	ja	ja	onbehandeld
2	35	24	lucht	ja	ja	ja	
3	35	24	CA	ja	ja	ja	
4	35	48	lucht	ja	ja	ja	
5	35	48	CA	ja	ja	ja	
6	38	24	lucht	ja	ja	ja	
7	38	24	CA	ja	ja	ja	
8	38	48	lucht	nee	ja	ja	
9	38	48	CA	nee	ja	nee	
10	40	24	lucht	wellicht	ja	ja	
11	40	24	CA	ja	ja	ja	
12	40	48	lucht	nee	ja	nee	

¹ CA = 50% koolzuurgas en 10.5% zuurstof.

Tabel 18. Toepasbaar in vervolg onderzoek 2020 gezien de bestrijding van *M. fallax* in 2019.

object nummer	tempera- tuur (°C)	behandel- duur (uren)	samen- stelling ¹	ras	
				Hansa	opmerkingen
1	4	-	lucht	nee	onbehandeld
2	35	24	lucht	nee	
3	35	24	CA	nee	
4	35	48	lucht	nee	
5	35	48	CA	wellicht	
6	38	24	lucht	nee	
7	38	24	CA	nee	
8	38	48	lucht	nee	
9	38	48	CA	ja	
10	40	24	lucht	nee	
11	40	24	CA	nee	
12	40	48	lucht	ja	

¹ CA = 50% koolzuurgas en 10.5% zuurstof.

Tabel 19. Toepasbaar in vervolg onderzoek 2020 gezien de combinatie van knolvitaliteit en bestrijding van *M. fallax* in 2019.

object nummer	tempera- tuur (°C)	behandel- duur (uren)	samen- stelling ¹	ras			opmerkingen
				Agata	Fontane	Innovator	
1	4	-	lucht	nee	nee	nee	onbehandeld
2	35	24	lucht	nee	nee	nee	
3	35	24	CA	nee	nee	nee	
4	35	48	lucht	nee	nee	nee	
5	35	48	CA	wellicht	wellicht	wellicht	
6	38	24	lucht	nee	nee	nee	
7	38	24	CA	nee	nee	nee	
8	38	48	lucht	nee	nee	nee	
9	38	48	CA	nee	ja	nee	
10	40	24	lucht	nee	nee	nee	
11	40	24	CA	nee	nee	nee	
12	40	48	lucht	nee	ja	nee	

¹ CA = 50% koolzuurgas en 10.5% zuurstof.

Bijlage 1 Opkomst planten Lelystad 2018

Aantal opgekomen planten per aardappelras per veldje (twee rijen van 3 m met elk 12 knollen) op 28 mei, 6 juni en 14 juni, al dan niet na een CATT behandeling, AGV 7522, Lelystad 2018.

						Telling 1 op 28 mei 2018			Telling 2 op 6 juni 2018			Telling 3 op 14 juni 2018		
veld	herh	plot	ras	rasnaam	treat	rij2	rij3	pl1	rij2	rij3	pl2	rij2	rij3	pl3
1	1	1	X	Lady_rosetta	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
2	1	2	V	Hansa	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
3	1	3	T	Kuroda	onbeh	12	8	20	12	12	24	12	12	24
4	1	4	D	Agria	onbeh	1	4	5	12	12	24	12	12	24
5	1	5	U	Monalisa	onbeh	1	2	3	12	12	24	12	12	24
6	1	6	M	Arizona	onbeh	6	5	11	10	11	21	11	11	22
7	1	7	C	Innovator	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
8	1	8	K	Bintje	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
9	1	9	L	Desiree	onbeh	12	11	23	12	11	23	12	12	24
10	1	10	I	Agata	onbeh	12	11	23	12	11	23	12	11	23
11	1	11	B	Fontane	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
12	1	12	S	Colomba	onbeh	7	5	12	12	10	22	12	11	23
13	1	13	O	Markies	onbeh	2	4	6	9	11	20	9	11	20
14	1	14	E	Fabula	onbeh	9	8	17	12	12	24	12	12	24
15	1	15	Y	Lady_claire	onbeh	11	11	22	12	12	24	12	12	24
16	1	16	A	Spunta	onbeh	9	7	16	12	12	24	12	12	24
17	1	17	H	Challenger	onbeh	8	4	12	12	12	24	12	12	24
18	1	18	R	Hermes	onbeh	11	11	22	12	12	24	12	12	24
19	1	19	AA	Sinora	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
20	1	20	Z	Sifra	onbeh	8	11	19	12	12	24	12	12	24
21	2	1	O	Markies	CATT	0	0	0	0	2	2	0	2	2

22	2	2	Y	Lady_claire	CATT	7	11	18	6	11	17	7	11	18
23	2	3	C	Innovator	CATT	12	12	24	12	12	24	12	12	24
24	2	4	L	Desiree	CATT	8	7	15	10	7	17	10	7	17
25	2	5	B	Fontane	CATT	2	1	3	11	8	19	11	8	19
26	2	6	Z	Sifra	CATT	4	1	5	4	1	5	4	1	5
27	2	7	S	Colomba	CATT	0	1	1	1	1	2	1	1	2
28	2	8	X	Lady_rosetta	CATT	12	12	24	12	12	24	12	12	24
29	2	9	A	Spunta	CATT	0	1	1	7	7	14	7	7	14
30	2	10	E	Fabula	CATT	8	3	11	8	9	17	8	9	17
31	2	11	R	Hermes	CATT	7	4	11	8	6	14	8	7	15
32	2	12	T	Kuroda	CATT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	2	13	I	Agata	CATT	1	0	1	1	0	1	1	0	1
34	2	14	D	Agria	CATT	1	3	4	10	6	16	10	6	16
35	2	15	AA	Sinora	CATT	10	7	17	10	9	19	10	10	20
36	2	16	H	Challenger	CATT	1	0	1	2	1	3	2	1	3
37	2	17	M	Arizona	CATT	0	0	0	1	0	1	1	0	1
38	2	18	U	Monalisa	CATT	2	0	2	11	9	20	11	9	20
39	2	19	V	Hansa	CATT	4	5	9	4	7	11	4	7	11
40	2	20	K	Bintje	CATT	12	10	22	12	10	22	12	10	22
41	3	1	I	Agata	CATT	3	0	3	3	0	3	3	0	3
42	3	2	H	Challenger	CATT	0	1	1	4	2	6	4	2	6
43	3	3	Y	Lady_claire	CATT	10	9	19	10	9	19	10	9	19
44	3	4	Z	Sifra	CATT	1	1	2	3	3	6	3	3	6
45	3	5	B	Fontane	CATT	7	4	11	10	7	17	10	7	17
46	3	6	C	Innovator	CATT	8	9	17	12	12	24	12	12	24
47	3	7	M	Arizona	CATT	0	2	2	2	4	6	2	4	6
48	3	8	X	Lady_rosetta	CATT	10	11	21	12	12	24	12	12	24
49	3	9	S	Colomba	CATT	0	0	0	1	2	3	1	2	3
50	3	10	L	Desiree	CATT	3	7	10	4	8	12	4	8	12
51	3	11	R	Hermes	CATT	4	5	9	6	6	12	7	6	13

52	3	12	D	Agria	CATT	0	2	2	6	8	14	6	9	15
53	3	13	AA	Sinora	CATT	7	7	14	8	10	18	9	10	19
54	3	14	U	Monalisa	CATT	1	0	1	9	11	20	10	11	21
55	3	15	O	Markies	CATT	0	1	1	0	1	1	0	1	1
56	3	16	T	Kuroda	CATT	0	0	0	0	1	1	0	1	1
57	3	17	A	Spunta	CATT	1	3	4	6	9	15	6	9	15
58	3	18	V	Hansa	CATT	7	4	11	9	4	13	9	4	13
59	3	19	K	Bintje	CATT	11	10	21	11	11	22	11	11	22
60	3	20	E	Fabula	CATT	5	4	9	5	6	11	5	6	11
61	4	1	A	Spunta	onbeh	12	11	23	12	12	24	12	12	24
62	4	2	U	Monalisa	onbeh	0	0	0	12	12	24	12	12	24
63	4	3	L	Desiree	onbeh	11	12	23	12	12	24	12	12	24
64	4	4	D	Agria	onbeh	2	3	5	12	12	24	12	12	24
65	4	5	M	Arizona	onbeh	5	4	9	11	12	23	11	12	23
66	4	6	B	Fontane	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
67	4	7	I	Agata	onbeh	11	7	18	10	11	21	10	11	21
68	4	8	R	Hermes	onbeh	12	11	23	12	12	24	12	12	24
69	4	9	X	Lady_rosetta	onbeh	11	12	23	12	12	24	12	12	24
70	4	10	K	Bintje	onbeh	11	12	23	12	12	24	12	12	24
71	4	11	E	Fabula	onbeh	9	10	19	12	12	24	12	12	24
72	4	12	H	Challenger	onbeh	1	5	6	11	11	22	11	12	23
73	4	13	C	Innovator	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
74	4	14	AA	Sinora	onbeh	11	12	23	11	12	23	12	12	24
75	4	15	S	Colomba	onbeh	6	4	10	11	10	21	11	10	21
76	4	16	Y	Lady_claire	onbeh	12	11	23	12	12	24	12	12	24
77	4	17	V	Hansa	onbeh	12	12	24	12	12	24	12	12	24
78	4	18	O	Markies	onbeh	6	7	13	10	11	21	11	11	22
79	4	19	Z	Sifra	onbeh	12	9	21	12	12	24	12	12	24
80	4	20	T	Kuroda	onbeh	12	11	23	12	12	24	12	12	24
81	5	1	O	Markies	CATT	0	0	0	3	4	7	3	4	7

82	5	2	V	Hansa	CATT	9	8	17	10	11	21	10	11	21
83	5	3	E	Fabula	CATT	5	4	9	6	6	12	6	6	12
84	5	4	H	Challenger	CATT	0	0	0	3	1	4	3	1	4
85	5	5	T	Kuroda	CATT	1	0	1	1	0	1	1	0	1
86	5	6	Z	Sifra	CATT	0	2	2	0	2	2	0	2	2
87	5	7	U	Monalisa	CATT	1	0	1	11	7	18	11	8	19
88	5	8	A	Spunta	CATT	1	1	2	6	9	15	6	9	15
89	5	9	C	Innovator	CATT	12	12	24	12	12	24	12	12	24
90	5	10	K	Bintje	CATT	12	11	23	12	12	24	12	12	24
91	5	11	D	Agria	CATT	1	0	1	9	7	16	9	7	16
92	5	12	Y	Lady_claire	CATT	11	11	22	11	11	22	11	11	22
93	5	13	R	Hermes	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*
94	5	14	M	Arizona	CATT	0	1	1	1	4	5	1	4	5
95	5	15	B	Fontane	CATT	2	1	3	8	5	13	8	5	13
96	5	16	X	Lady_rosetta	CATT	10	12	22	12	12	24	12	12	24
97	5	17	AA	Sinora	CATT	12	9	21	12	11	23	12	12	24
98	5	18	I	Agata	CATT	1	0	1	1	0	1	1	0	1
99	5	19	S	Colomba	CATT	1	0	1	2	1	3	2	1	3
100	5	20	L	Desiree	CATT	9	4	13	10	5	15	10	5	15

* Niet gepoot vanwege te weinig pootgoed.

Bijlage 2 Knolopbrengst en sortering Lelystad 2018

Bruto knolopbrengst (kg per veldje) en sortering (kg per veldje en aantal knollen) per aardappelras, na of zonder een CATT behandeling, AGV 7522, Lelystad 2018. Er werden 2×8=16 planten per nettoveldje van 3 m² geoogst.

						bruto	sort 0-28 mm		sort 28-35 mm		sort 35-45 mm		sort 45-50 mm		sort 50-55 mm		sort 55-60 mmk		sort > 60 mm	
veld	herh	plot	ras	rasnaam	treat	gew	gew	aan	gew	aan	gew	aan	gew	aan	gew	aan	gew	aan	gew	aan
1	1	1	X	Lady_rosetta	onbeh	15.5	0.2	24	0.48	18	1.66	38	2.4	34	3.02	31	4.54	36	2.8	17
2	1	2	V	Hansa	onbeh	18.0	0.44	44	1.06	41	4.68	90	5.02	60	3.58	30	0.96	6	1.02	5
3	1	3	T	Kuroda	onbeh	15.8	0.18	16	0.2	4	1.02	19	1.18	14	3.6	31	4.28	21	4.28	21
4	1	4	D	Agria	onbeh	18.4	0.12	7	0.2	6	0.56	12	1.08	12	3.58	32	4.68	29	7.16	34
5	1	5	U	Monalisa	onbeh	17.7	0.2	21	0.42	14	1.32	24	2.56	29	3.9	32	4.46	28	3.68	18
6	1	6	M	Arizona	onbeh	21.5	0.16	19	0.36	12	1.44	27	1.62	19	3.38	29	3.18	21	10.44	47
7	1	7	C	Innovator	onbeh	19.9	0.26	38	0.2	5	1.04	19	2.3	23	4.2	29	4.4	24	4.48	19
8	1	8	K	Bintje	onbeh	20.4	0.56	71	0.7	27	3.44	65	5.72	67	4.72	40	2.5	17	0.98	5
9	1	9	L	Desiree	onbeh	19.5	0.26	28	0.62	26	2	40	3.38	41	4.72	43	3.44	24	3.16	17
10	1	10	I	Agata	onbeh	15.0	0.3	30	0.72	27	3.74	74	2.88	34	3.18	29	1.62	10	1.6	8
11	1	11	B	Fontane	onbeh	17.4	0.12	27	0.38	17	1.5	32	2.28	27	5.2	49	5.1	37	1.66	8
12	1	12	S	Colomba	onbeh	13.6	0.14	10	0.26	11	1.62	35	1.1	14	2.28	22	2.64	20	4.64	23
13	1	13	O	Markies	onbeh	14.6	0.36	40	0.7	26	2.34	48	2.22	29	3.36	31	2.24	14	1.96	9
14	1	14	E	Fabula	onbeh	21.4	0.26	42	0.34	15	1.1	23	0.46	6	2.4	22	3.62	25	11.9	56
15	1	15	Y	Lady_claire	onbeh	13.5	0.48	46	1.06	45	3.68	74	3.2	38	2.2	21	1.2	8	0.42	2
16	1	16	A	Spunta	onbeh	18.1	0.18	17	0.48	11	1	16	2.22	21	3.82	28	4.64	26	4.52	19
17	1	17	H	Challenger	onbeh	17.3	0.26	26	1.06	38	4.62	82	3.9	47	3.48	28	1.84	11	1.26	6
18	1	18	R	Hermes	onbeh	16.8	0.24	28	0.4	17	0.88	22	1.04	14	2.72	28	4.04	31	6.18	35
19	1	19	AA	Sinora	onbeh	14.8	0.22	34	0.36	13	2.4	47	2.96	36	3.84	35	1.92	14	2	11

20	1	20	Z	Sifra	onbeh	19.4	0.12	23	0.28	12	1.24	27	1.24	16	3.56	37	4.94	36	6.6	34
21	2	1	O	Markies	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22	2	2	Y	Lady_claire	CATT	10.7	0.12	8	0.44	16	2.42	48	3.02	38	2.72	24	0.96	6	0.52	2
23	2	3	C	Innovator	CATT	17.3	0.18	18	0.16	4	1	16	1.5	15	4.58	33	6.04	31	2.64	11
24	2	4	L	Desiree	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	2	5	B	Fontane	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	2	6	Z	Sifra	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27	2	7	S	Colomba	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
28	2	8	X	Lady_rosetta	CATT	15.1	0.28	31	0.52	23	1.96	45	2.22	32	4.1	43	2.92	23	1.94	12
29	2	9	A	Spunta	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	2	10	E	Fabula	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
31	2	11	R	Hermes	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
32	2	12	T	Kuroda	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
33	2	13	I	Agata	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
34	2	14	D	Agria	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
35	2	15	AA	Sinora	CATT	10.8	0.12	17	0.2	7	1	19	1.8	23	3.66	34	1.46	10	2.3	13
36	2	16	H	Challenger	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
37	2	17	M	Arizona	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
38	2	18	U	Monalisa	CATT	10.0	0.14	11	0.22	6	1.48	25	2.38	25	2.96	24	1.58	9	0.74	4
39	2	19	V	Hansa	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
40	2	20	K	Bintje	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
41	3	1	I	Agata	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
42	3	2	H	Challenger	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
43	3	3	Y	Lady_claire	CATT	8.8	0.26	25	0.9	31	2.96	55	2.28	30	1.46	13	0.36	2	0.32	1
44	3	4	Z	Sifra	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
45	3	5	B	Fontane	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
46	3	6	C	Innovator	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
47	3	7	M	Arizona	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
48	3	8	X	Lady_rosetta	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
49	3	9	S	Colomba	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

50	3	10	L	Desiree	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
51	3	11	R	Hermes	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
52	3	12	D	Agria	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
53	3	13	AA	Sinora	CATT	10.2	0.06	9	0.42	15	1.38	27	1.58	19	2.08	19	1.1	8	3.22	17
54	3	14	U	Monalisa	CATT	11.7	0.22	15	0.38	9	1.3	20	2.28	22	3.2	24	2.24	13	1.78	8
55	3	15	O	Markies	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
56	3	16	T	Kuroda	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
57	3	17	A	Spunta	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
58	3	18	V	Hansa	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
59	3	19	K	Bintje	CATT	13.7	0.32	34	1.04	37	4.68	83	4.38	48	1.92	15	0.34	2	0	0
60	3	20	E	Fabula	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
61	4	1	A	Spunta	onbeh	15.9	0.24	36	0.3	7	1.22	18	2.64	26	3.86	27	2.72	16	2.98	13
62	4	2	U	Monalisa	onbeh	10.9	0.22	14	0.5	14	2.4	40	2.72	28	2.16	18	1.12	7	0.94	4
63	4	3	L	Desiree	onbeh	14.5	0.3	27	0.86	33	2.4	50	3.56	42	3.7	32	1.7	12	0.76	4
64	4	4	D	Agria	onbeh	17.7	0.14	10	0.32	9	1.26	21	1.96	23	3.52	29	4.48	28	4.76	21
65	4	5	M	Arizona	onbeh	18.5	0.16	14	0.4	13	0.9	17	1.5	18	2.22	20	3.42	23	9.36	40
66	4	6	B	Fontane	onbeh	14.8	0.22	30	0.54	20	2.88	56	3.82	47	3	27	1.68	11	1.5	8
67	4	7	I	Agata	onbeh	11.5	0.28	35	0.64	24	3.52	80	3.26	41	1.78	17	0.52	4	0.82	4
68	4	8	R	Hermes	onbeh	17.4	0.18	13	0.28	8	1.26	27	1.28	16	2.56	26	3.24	25	6.86	35
69	4	9	X	Lady_rosetta	onbeh	15.7	0.26	21	0.5	19	1.68	37	1.68	22	3.24	33	2.96	24	3.84	23
70	4	10	K	Bintje	onbeh	14.0	0.38	58	1.06	39	5.76	99	4.24	48	1.5	12	0.22	1	0	0
71	4	11	E	Fabula	onbeh	17.3	0.22	24	0.42	14	0.82	17	0.92	11	2.16	18	4.46	29	7.44	36
72	4	12	H	Challenger	onbeh	15.4	0.28	32	0.82	30	3.72	68	3.62	39	2.06	17	2.42	15	0.86	4
73	4	13	C	Innovator	onbeh	17.1	0.14	21	0.1	3	0.96	16	2.24	20	4.1	29	3.9	21	4.5	19
74	4	14	AA	Sinora	onbeh	11.9	0.2	22	0.62	22	1.94	38	2.98	35	3.16	27	1.34	8	1.26	6
75	4	15	S	Colomba	onbeh	11.3	0.12	16	0.36	12	1.76	36	1.78	25	3.2	31	1.98	14	1.72	8
76	4	16	Y	Lady_claire	onbeh	11.9	0.42	54	0.88	32	3.64	70	3.48	43	1.76	16	0.56	3	0	0
77	4	17	V	Hansa	onbeh	12.8	0.48	46	1.22	45	5.42	103	2.84	34	1.3	11	0.2	1	0	0
78	4	18	O	Markies	onbeh	13.4	0.28	29	0.7	26	2.58	54	3.58	43	3.42	32	1.76	12	0	0
79	4	19	Z	Sifra	onbeh	18.7	0.24	27	0.36	15	1.2	29	2.34	31	2.8	29	4.58	35	5.52	33

80	4	20	T	Kuroda	onbeh	12.1	0.28	26	0.3	8	1.4	25	1.6	19	2.94	26	2.1	14	3	16
81	5	1	O	Markies	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
82	5	2	V	Hansa	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
83	5	3	E	Fabula	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
84	5	4	H	Challenger	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
85	5	5	T	Kuroda	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
86	5	6	Z	Sifra	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
87	5	7	U	Monalisa	CATT	9.0	0.2	16	0.34	9	1.84	28	2.16	23	3.08	24	0.74	4	0.48	2
88	5	8	A	Spunta	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
89	5	9	C	Innovator	CATT	15.8	0.12	15	0.2	5	0.88	13	2.14	20	4.42	32	5.6	31	1.66	8
90	5	10	K	Bintje	CATT	11.0	0.46	55	1.78	62	5.5	100	1.76	19	0.46	3	0	0	0	0
91	5	11	D	Agria	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
92	5	12	Y	Lady_claire	CATT	12.6	0.2	20	0.78	30	3.24	67	3.4	44	2.06	19	1.8	12	0.2	1
93	5	13	R	Hermes	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
94	5	14	M	Arizona	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
95	5	15	B	Fontane	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
96	5	16	X	Lady_rosetta	CATT	17.2	0.18	25	0.42	14	2.04	45	2.58	36	3.7	38	3.88	31	3.1	18
97	5	17	AA	Sinora	CATT	12.8	0.24	26	0.5	17	1.66	34	3.3	42	3	27	2.1	14	1.22	6
98	5	18	I	Agata	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
99	5	19	S	Colomba	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
100	5	20	L	Desiree	CATT	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* Niet bepaald.

Bijlage 3 Leverbare en niet-leverbare knolopbrengst Lelystad 2018

Misvormde, rotte, afwijkende en door schurft aangetaste knollen (kg per veldje en aantal knollen) en berekende bruto, leverbare en niet-leverbare knolopbrengst (ton per ha) per aardappelras, na of zonder een CATT behandeling, AGV 7522, Lelystad 2018. Er werden 2×8=16 planten per nettoveldje van 3 m² geoogst.

veld	herh	plot	ras	rasnaam	treat	misvormd		rot		afwijkend		schurft	opmerking	bruto	leverbaar					niet leverbaar totaal (ton/ha)
						gew	#	gew	#	gew	#				sorteer 28 op	sorteer 28-60	sorteer 28-55	sorteer 35-55	sorteer 45-55	
1	1	1	X	Lady_rosetta	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		51.7	49.7	40.3	25.2	23.6	18.1	0.0
2	1	2	V	Hansa	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		60.1	54.4	51.0	47.8	44.3	28.7	0.0
3	1	3	T	Kuroda	onbeh	0.52	2	0	0	0	0	1		52.5	48.5	34.3	20.0	19.3	15.9	1.7
4	1	4	D	Agria	onbeh	0	0	0	0	0.06	1	0		61.3	57.5	33.7	18.1	17.4	15.5	0.2
5	1	5	U	Monalisa	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		58.9	54.5	42.2	27.3	25.9	21.5	0.0
6	1	6	M	Arizona	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		71.8	68.1	33.3	22.7	21.5	16.7	0.0
7	1	7	C	Innovator	onbeh	0	0	0	0	2	7	0		66.5	55.4	40.5	25.8	25.1	21.7	6.7
8	1	8	K	Bintje	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		68.0	60.2	56.9	48.6	46.3	34.8	0.0
9	1	9	L	Desiree	onbeh	0.44	5	0	0	0	0	2		65.0	57.7	47.2	35.7	33.7	27.0	1.5
10	1	10	I	Agata	onbeh	0.22	1	0	0	0.16	1	1		50.1	45.8	40.5	35.1	32.7	20.2	1.3
11	1	11	B	Fontane	onbeh	0	0	0	0	0.18	1	0		57.9	53.7	48.2	31.2	29.9	24.9	0.6
12	1	12	S	Colomba	onbeh	0.44	2	0	0	0	0	0		45.3	41.8	26.3	17.5	16.7	11.3	1.5
13	1	13	O	Markies	onbeh	0.28	4	0	0	0	0	1		48.8	42.7	36.2	28.7	26.4	18.6	0.9
14	1	14	E	Fabula	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		71.4	66.1	26.4	14.3	13.2	9.5	0.0
15	1	15	Y	Lady_claire	onbeh	0.36	1	0	0	0	0	0		44.9	39.2	37.8	33.8	30.3	18.0	1.2
16	1	16	A	Spunta	onbeh	0.1	1	0	0	0	0	0		60.2	55.6	40.5	25.1	23.5	20.1	0.3

17	1	17	H	Challenger	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		57.5	53.9	49.7	43.5	40.0	24.6	0.0
18	1	18	R	Hermes	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		56.1	50.9	30.3	16.8	15.5	12.5	0.0
19	1	19	AA	Sinora	onbeh	0.18	2	0	0	0	0	1		49.2	44.9	38.3	31.9	30.7	22.7	0.6
20	1	20	Z	Sifra	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		64.7	59.5	37.5	21.1	20.1	16.0	0.0
21	2	1	O	Markies	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
22	2	2	Y	Lady_claire	CATT	0	0	0	0	0	0	1		35.5	33.6	31.9	28.7	27.2	19.1	0.0
23	2	3	C	Innovator	CATT	0	0	0	0	0.38	1	0		57.5	53.1	44.3	24.1	23.6	20.3	1.3
24	2	4	L	Desiree	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
25	2	5	B	Fontane	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
26	2	6	Z	Sifra	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
27	2	7	S	Colomba	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
28	2	8	X	Lady_rosetta	CATT	0	0	0	0	0	0	0		50.3	45.5	39.1	29.3	27.6	21.1	0.0
29	2	9	A	Spunta	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
30	2	10	E	Fabula	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
31	2	11	R	Hermes	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
32	2	12	T	Kuroda	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
33	2	13	I	Agata	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
34	2	14	D	Agria	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
35	2	15	AA	Sinora	CATT	0	0	0	0	0	0	0		36.1	34.7	27.1	22.2	21.5	18.2	0.0
36	2	16	H	Challenger	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
37	2	17	M	Arizona	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
38	2	18	U	Monalisa	CATT	0	0	0	0	0	0	1		33.3	31.2	28.7	23.5	22.7	17.8	0.0
39	2	19	V	Hansa	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
40	2	20	K	Bintje	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
41	3	1	I	Agata	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
42	3	2	H	Challenger	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
43	3	3	Y	Lady_claire	CATT	0	0	0	0	0	0	0		29.2	27.6	26.5	25.3	22.3	12.5	0.0
44	3	4	Z	Sifra	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
45	3	5	B	Fontane	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
46	3	6	C	Innovator	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*

47	3	7	M	Arizona	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
48	3	8	X	Lady_rosetta	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
49	3	9	S	Colomba	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
50	3	10	L	Desiree	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
51	3	11	R	Hermes	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
52	3	12	D	Agria	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
53	3	13	AA	Sinora	CATT	0	0	0	0	0	0	1		33.9	32.6	21.9	18.2	16.8	12.2	0.0
54	3	14	U	Monalisa	CATT	0	0	0	0	0	0	1		38.9	37.3	31.3	23.9	22.6	18.3	0.0
55	3	15	O	Markies	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
56	3	16	T	Kuroda	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
57	3	17	A	Spunta	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
58	3	18	V	Hansa	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
59	3	19	K	Bintje	CATT	0.1	1	0	0	0	0	1		45.8	41.2	41.2	40.1	36.6	21.0	0.3
60	3	20	E	Fabula	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
61	4	1	A	Spunta	onbeh	1.02	8	0	0	0	0	1		53.0	45.7	35.8	26.7	25.7	21.7	3.4
62	4	2	U	Monalisa	onbeh	0.1	1	0	0	0	0	0		36.2	32.8	29.7	25.9	24.3	16.3	0.3
63	4	3	L	Desiree	onbeh	0.28	3	0	0	0	0	2	doorwas	48.3	43.3	40.7	35.1	32.2	24.2	0.9
64	4	4	D	Agria	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		58.9	54.3	38.5	23.5	22.5	18.3	0.0
65	4	5	M	Arizona	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		61.7	59.3	28.1	16.7	15.4	12.4	0.0
66	4	6	B	Fontane	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		49.3	44.7	39.7	34.1	32.3	22.7	0.0
67	4	7	I	Agata	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		38.3	35.1	32.4	30.7	28.5	16.8	0.0
68	4	8	R	Hermes	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		58.0	51.6	28.7	17.9	17.0	12.8	0.0
69	4	9	X	Lady_rosetta	onbeh	0.18	1	0	0	0	0	1		52.3	46.3	33.5	23.7	22.0	16.4	0.6
70	4	10	K	Bintje	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		46.7	42.6	42.6	41.9	38.3	19.1	0.0
71	4	11	E	Fabula	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		57.6	54.1	29.3	14.4	13.0	10.3	0.0
72	4	12	H	Challenger	onbeh	0.16	1	0	0	0	0	0		51.5	45.0	42.1	34.1	31.3	18.9	0.5
73	4	13	C	Innovator	onbeh	0.16	1	0	0	0	0	0		57.1	52.7	37.7	24.7	24.3	21.1	0.5
74	4	14	AA	Sinora	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		39.7	37.7	33.5	29.0	26.9	20.5	0.0
75	4	15	S	Colomba	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		37.7	36.0	30.3	23.7	22.5	16.6	0.0
76	4	16	Y	Lady_claire	onbeh	0.08	1	0	0	0	0	1		39.6	34.4	34.4	32.5	29.6	17.5	0.3

77	4	17	V	Hansa	onbeh	0	0	0	0	0.14	1	0		42.8	36.6	36.6	35.9	31.9	13.8	0.5
78	4	18	O	Markies	onbeh	0.1	1	0	0	0	0	1		44.5	40.1	40.1	34.3	31.9	23.3	0.3
79	4	19	Z	Sifra	onbeh	0	0	0	0	0	0	0		62.4	56.0	37.6	22.3	21.1	17.1	0.0
80	4	20	T	Kuroda	onbeh	0	0	0	0	0	0	1		40.3	37.8	27.8	20.8	19.8	15.1	0.0
81	5	1	O	Markies	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
82	5	2	V	Hansa	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
83	5	3	E	Fabula	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
84	5	4	H	Challenger	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
85	5	5	T	Kuroda	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
86	5	6	Z	Sifra	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
87	5	7	U	Monalisa	CATT	0	0	0	0	0	0	1		29.9	28.8	27.2	24.7	23.6	17.5	0.0
88	5	8	A	Spunta	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
89	5	9	C	Innovator	CATT	0	0	0	0	0	0	0		52.6	49.7	44.1	25.5	24.8	21.9	0.0
90	5	10	K	Bintje	CATT	0.28	3	0	0	0	0	1		36.5	31.7	31.7	31.7	25.7	7.4	0.9
91	5	11	D	Agria	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
92	5	12	Y	Lady_claire	CATT	0	0	0	0	0	0	0		41.9	38.3	37.6	31.6	29.0	18.2	0.0
93	5	13	R	Hermes	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
94	5	14	M	Arizona	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
95	5	15	B	Fontane	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
96	5	16	X	Lady_rosetta	CATT	0.24	2	0	0	0	0	0		57.3	52.4	42.1	29.1	27.7	20.9	0.8
97	5	17	AA	Sinora	CATT	0.42	2	0	0	0	0	1		42.7	39.3	35.2	28.2	26.5	21.0	1.4
98	5	18	I	Agata	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
99	5	19	S	Colomba	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*
100	5	20	L	Desiree	CATT	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*

* Niet bepaald.

Bijlage 4 Opkomst planten Slootdorp 2018

Som van aantal opgekomen planten per aardappelras per veldje op 13 juni, al dan niet na een CATT behandeling, Agrico, Slootdorp 2018. Per veldje van 9,375 m² waren 50 knollen gepoot.

Aardappelras	Kolomlabels ¹					Eindtotaal
	1	2	3	4	5	
Agata	4	48	8	43	2	105
Agria	8	50	11	49	13	131
Arizona	2	31	1	49	3	86
Bintje	38	48	32	48	29	195
Challenger	2	46	7	48	3	106
Colomba	1	44	2	48	1	96
Desiree	19	48	17	46	16	146
Fabula	4	49	7	49	8	117
Fontane	15	48	14	47	21	145
Hansa	33	48	24	48	17	170
Hermes	7	49	0	49	8	113
Innovator	40	50	41	50	38	219
Kuroda	0	49	0	48	0	97
Lady Claire	28	50	38	48	30	194
Lady Rosetta	46	50	48	50	45	239
Markies	2	33	2	33	6	76
Monalisa	18	48	8	45	13	132
Sifra	2	47	4	48	1	102
Sinora	30	48	23	48	20	169
Spunta	22	49	19	48	23	161
Eindtotaal	321	933	306	942	297	2799

¹ Kolomlabels 1, 3 en 5 CATT behandeling, kolomlabels 2 en 4 geen CATT behandeling.

Bijlage 5 Onderwatergewicht, knolopbrengst en sortering Sloodorp 2018

Onderwatergewicht en knolopbrengst per sorteringsklasse in kg per veldje van 9,375 m² van vijf aardappelrassen, al dan niet na een CATT behandeling, proef Agrico, Sloodorp, 2018.

monsternr van Agrico	rasnaam	behan- deling	herha lingnr	onderwater gewicht	sorteringen							
					kl28	t28_35	t35_50	t50_55	t55_60	gr60	totaal	totgr28
5433	Bintje	onbeh	1	435	1.16	3.57	26.5	3.21	0.26	0.14	34.84	33.68
5428	Bintje	onbeh	2	440	1.23	6.1	16.96	0.21	0	0	24.5	23.27
5429	Bintje	CATT	3	401	0.95	4.21	16.42	1.12	0.14	0	22.84	21.89
5431	Bintje	CATT	4	435	0.67	3.22	20.65	1.3	0.11	0	25.95	25.28
5432	Bintje	CATT	5	460	0.75	3.37	15.5	1.62	0.29	0	21.53	20.78
5426	Innovator	onbeh	1	*	0.18	1.27	23.34	5.92	0.54	0.85	32.1	31.92
5436	Innovator	onbeh	2	431	0.59	2.35	15.95	0.94	0.17	0	20	19.41
5434	Innovator	CATT	3	465	0.69	4.32	15.36	0.73	0	0	21.1	20.41
5435	Innovator	CATT	4	463	0.74	2.97	19.74	0.71	0	0	24.16	23.42
5427	Innovator	CATT	5	427	0.3	1.98	22.95	1.86	0.87	0.21	28.17	27.87
5438	Sinora	onbeh	1	440	0.53	1.37	21.25	5.24	0.52	0.87	29.78	29.25
5447	Sinora	onbeh	2	440	0.37	1.35	19.29	2.24	0.9	0	24.15	23.78
5445	Sinora	CATT	3	456	0.28	1.76	11.64	2.37	0.81	0.65	17.51	17.23
5437	Sinora	CATT	4	468	0.33	1.09	12.31	3.74	0.85	0.55	18.87	18.54
5441	Sinora	CATT	5	429	0.24	0.68	6.73	2.4	1.72	0.95	12.72	12.48
5442	Lady_claire	onbeh	1	469	1.17	3.97	19.22	0.92	0.17	0	25.45	24.28
5448	Lady_claire	onbeh	2	483	1.13	5.45	12.22	0	0	0	18.8	17.67
5449	Lady_claire	CATT	3	470	0.31	1.16	6.89	1.95	0.94	0	11.25	10.94
5446	Lady_claire	CATT	4	501	0.54	2.51	13.64	2.71	0	0	19.4	18.86
5444	Lady_claire	CATT	5	523	0.78	2.75	14.31	0.95	0.14	0	18.93	18.15
5443	Lady_rosetta	onbeh	1	526	1.13	3.78	21.48	2.89	0	0	29.28	28.15
5439	Lady_rosetta	onbeh	2	552	2.02	5.72	13.64	0.1	0	0	21.48	19.46
5440	Lady_rosetta	CATT	3	537	2.23	6.31	7.59	0	0	0	16.13	13.9
5430	Lady_rosetta	CATT	4	509	1.16	4.74	16.6	1.47	0.41	0	24.38	23.22
5425	Lady_rosetta	CATT	5	515	1.29	4.27	17.87	0.78	0	0	24.21	22.92

Bijlage 6 Knolbesmetting met *Meloidogyne chitwoodi* 2018

Besmetting van *Meloidogyne chitwoodi* in aardappelknollen van het ras Hansa, al dan niet na een CATT behandeling, Lelystad 2018 (n=5).

monster	herh	object	schilgew	melo_tot	melo_gram
1	1	onbeh	163.8	18200	111
2	1	CATT	97.4	25	0.26
3	2	onbeh	114.8	5550	48
4	2	CATT	96	0	0
5	3	onbeh	170.5	31100	182
6	3	CATT	149.8	0	0
7	4	onbeh	132.3	11500	87
8	4	CATT	90.5	0	0
9	5	onbeh	149.2	18725	125
10	5	CATT	95.3	0	0

Bijlage 7 Inwendige knolverkleuring 2019

Aantal knollen zonder en met lichte, matige of zware inwendige verkleuring na verschillende CATT behandelingen voor drie aardappelrassen, Lelystad 2019. Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

zak	ras	object	herh	plot	# niet	# licht	# matig	# zwaar	# tot
1	FONTANE	6	1	1	30	0	0	0	30
2	AGATA	5	1	2	25	5	0	0	30
3	AGATA	10	1	3	9	18	3	0	30
4	INNOVATOR	4	1	4	28	2	0	0	30
5	INNOVATOR	3	1	5	30	0	0	0	30
6	INNOVATOR	5	1	6	20	9	1	0	30
7	FONTANE	3	1	7	30	0	0	0	30
8	FONTANE	8	1	8	30	0	0	0	30
9	AGATA	8	1	9	15	11	4	0	30
10	AGATA	9	1	10	13	8	2	7	30
11	INNOVATOR	12	1	11	25	4	1	0	30
12	AGATA	4	1	12	21	8	1	0	30
13	FONTANE	2	1	13	30	0	0	0	30
14	INNOVATOR	6	1	14	30	0	0	0	30
15	INNOVATOR	8	1	15	28	2	0	0	30
16	FONTANE	1	1	16	30	0	0	0	30
17	FONTANE	11	1	17	30	0	0	0	30
18	AGATA	3	1	18	30	0	0	0	30
19	AGATA	1	1	19	30	0	0	0	30
20	FONTANE	4	1	20	30	0	0	0	30
21	AGATA	2	1	21	30	0	0	0	30
22	INNOVATOR	11	1	22	29	1	0	0	30
23	FONTANE	5	1	23	30	0	0	0	30
24	AGATA	11	1	24	27	0	2	1	30
25	FONTANE	7	1	25	30	0	0	0	30
26	FONTANE	10	1	26	30	0	0	0	30
27	FONTANE	9	1	27	25	3	2	0	30
28	INNOVATOR	1	1	28	30	0	0	0	30
29	INNOVATOR	7	1	29	28	2	0	0	30
30	AGATA	12	1	30	7	4	9	10	30
31	INNOVATOR	9	1	31	26	3	1	0	30
32	INNOVATOR	2	1	32	30	0	0	0	30
33	AGATA	7	1	33	29	1	0	0	30
34	FONTANE	12	1	34	19	9	1	1	30
35	INNOVATOR	10	1	35	29	1	0	0	30
36	AGATA	6	1	36	21	9	0	0	30
37	FONTANE	4	2	1	30	0	0	0	30
38	INNOVATOR	4	2	2	28	2	0	0	30
39	FONTANE	3	2	3	30	0	0	0	30
40	AGATA	4	2	4	29	1	0	0	30

41	INNOVATOR	8	2	5	28	2	0	0	30
42	INNOVATOR	9	2	6	19	4	5	2	30
43	AGATA	9	2	7	16	9	4	1	30
44	FONTANE	8	2	8	30	0	0	0	30
45	AGATA	8	2	9	16	9	4	1	30
46	INNOVATOR	6	2	10	30	0	0	0	30
47	AGATA	12	2	11	7	6	4	13	30
48	AGATA	10	2	12	17	10	2	1	30
49	AGATA	1	2	13	30	0	0	0	30
50	FONTANE	7	2	14	30	0	0	0	30
51	FONTANE	5	2	15	30	0	0	0	30
52	INNOVATOR	10	2	16	27	3	0	0	30
53	AGATA	5	2	17	28	2	0	0	30
54	AGATA	7	2	18	30	0	0	0	30
55	FONTANE	10	2	19	30	0	0	0	30
56	INNOVATOR	2	2	20	30	0	0	0	30
57	AGATA	6	2	21	23	7	0	0	30
58	FONTANE	1	2	22	30	0	0	0	30
59	FONTANE	12	2	23	30	0	0	0	30
60	INNOVATOR	1	2	24	30	0	0	0	30
61	AGATA	3	2	25	29	0	0	1	30
62	AGATA	2	2	26	29	1	0	0	30
63	INNOVATOR	11	2	27	29	0	1	0	30
64	INNOVATOR	7	2	28	29	1	0	0	30
65	INNOVATOR	12	2	29	25	5	0	0	30
66	FONTANE	2	2	30	30	0	0	0	30
67	AGATA	11	2	31	22	8	0	0	30
68	INNOVATOR	5	2	32	30	0	0	0	30
69	FONTANE	6	2	33	30	0	0	0	30
70	FONTANE	9	2	34	28	0	2	0	30
71	FONTANE	11	2	35	30	0	0	0	30
72	INNOVATOR	3	2	36	30	0	0	0	30
73	INNOVATOR	12	3	1	21	2	7	0	30
74	AGATA	5	3	2	28	2	0	0	30
75	INNOVATOR	9	3	3	20	8	2	0	30
76	FONTANE	3	3	4	30	0	0	0	30
77	AGATA	11	3	5	29	1	0	0	30
78	FONTANE	11	3	6	30	0	0	0	30
79	FONTANE	5	3	7	30	0	0	0	30
80	INNOVATOR	6	3	8	28	2	0	0	30
81	AGATA	8	3	9	15	9	6	0	30
82	INNOVATOR	8	3	10	22	7	1	0	30
83	FONTANE	7	3	11	30	0	0	0	30
84	FONTANE	9	3	12	28	2	0	0	30
85	FONTANE	12	3	13	30	0	0	0	30
86	AGATA	3	3	14	29	1	0	0	30
87	FONTANE	8	3	15	29	1	0	0	30
88	FONTANE	10	3	16	30	0	0	0	30
89	AGATA	4	3	17	24	6	0	0	30
90	INNOVATOR	1	3	18	30	0	0	0	30

91	AGATA	10	3	19	17	11	1	1	30
92	INNOVATOR	10	3	20	27	3	0	0	30
93	FONTANE	6	3	21	30	0	0	0	30
94	AGATA	6	3	22	23	7	0	0	30
95	FONTANE	2	3	23	30	0	0	0	30
96	INNOVATOR	7	3	24	30	0	0	0	30
97	AGATA	12	3	25	3	14	3	10	30
98	INNOVATOR	2	3	26	30	0	0	0	30
99	AGATA	9	3	27	14	10	3	3	30
100	INNOVATOR	11	3	28	22	7	0	1	30
101	INNOVATOR	5	3	29	29	1	0	0	30
102	AGATA	7	3	30	29	1	0	0	30
103	FONTANE	4	3	31	30	0	0	0	30
104	AGATA	2	3	32	27	3	0	0	30
105	INNOVATOR	3	3	33	29	1	0	0	30
106	FONTANE	1	3	34	30	0	0	0	30
107	AGATA	1	3	35	30	0	0	0	30
108	INNOVATOR	4	3	36	29	1	0	0	30

Bijlage 8 Telling knolbesmetting met *Meloidogyne fallax* 2019

Hoeveelheid schil (g) voor extractie, aantal knollen, volume (ml) suspensie geteld, totaal volume suspensie en besmetting met *Meloidogyne fallax* in aardappels van het ras Hansa na verschillende CATT behandelingen, Lelystad 2019. Bij lage aantallen nematoden per monster werden meerdere submonsters geteld. Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

zaknr.	herh	volgnr mistkast	objectnr	schilgew	aantal knollen	aantal ml geteld	volume suspensie	aantal melo geteld	aantal melo geteld	aantal melo geteld	aantal melo geteld	aantal melo geteld
201	1	1	4	118.00	4	5	234.5	177				
202	1	2	12	151.90	4	5	230.7	1	3			
203	1	3	1	132.90	4	1	228.3	243				
204	1	4	10	75.70	4	5	233.3	182				
205	1	5	5	100.16	4	5	229.3	4	4			
206	1	6	11	109.10	4	5	232.5	950				
207	1	7	3	137.30	4	5	231.7	424				
208	1	8	8	120.11	4	5	232.5	63				
209	1	9	7	153.50	4	5	233.3	248				
210	1	10	6	123.30	4	5	235.3	425				
211	1	11	2	160.60	4	5	234.9	135				
212	1	12	9	142.70	4	5	231.6	0	0	2	0	4
213	2	13	5	103.70	4	5	235	73				
214	2	14	8	178.65	5	5	232.3	114				
215	2	15	11	100.50	4	5	239.1	2	2			
216	2	16	12	136.80	4	5	235.9	0	2	2	1	2
217	2	17	4	146.20	5	5	237	54				
218	2	18	2	102.60	5	5	234.6	590				
219	2	19	1	191.80	5	1	230.8	401				
220	2	20	3	190.50	5	5	229.2	612				
221	2	21	6	168.30	5	5	231.8	96				

222	2	22	9	124.10	4	5	229.1	1	0	1	0	1
223	2	23	7	118.60	4	5	232	5	7			
224	2	24	10	122.10	4	5	230.6	19	14			
225	3	25	12	109.69	5	5	230.6	2	0	1	3	2
226	3	26	3	167.60	5	5	228	71				
227	3	27	7	131.40	5	5	232.8	7	7			
228	3	28	1	217.10	5	1	237.1	461				
229	3	29	6	192.10	5	5	234	27				
230	3	30	11	192.90	5	5	233.4	25				
231	3	31	4	160.90	5	5	227.8	69				
232	3	32	5	94.10	5	5	230.6	4	4			
233	3	33	2	128.90	5	5	227.3	733				
234	3	34	9	126.30	5	5	228.5	4	3			
235	3	35	10	166.20	5	5	229.8	212				
236	3	36	8	126.50	4	5	233.6	162				

Bijlage 9 Berekening knolbesmetting met *Meloidogyne fallax* 2019

Totaal aantal getelde *Meloidogyne fallax* (juvenielen en mannetjes), aantal mannetjes, totaal geteld volume (ml), berekend totaal aantal *M. fallax*, berekend aantal *M. fallax* per g schil, aantal rotte aardappels en conditie van de nematoden (gestrekt, levend of dood) van aardappels van het ras Hansa na verschillende CATT behandelingen, Lelystad 2019. Zie tabel 2 voor een overzicht van de CATT behandelingen (objectnummers 1-12).

zaknr.	herh	volgnr mistkast	objectnr	som melo's	aantal mannetjes	in geteld volume	totaal aantal melo	per gram schil	opmerkingen	gestrekt/ml	levend/ml	dood/ml
201	1	1	4	177		5	8301.3	70.4				
202	1	2	12	4	1	10	92.28	0.6	1 rot niet meegenomen			
203	1	3	1	243		1	55476.9	417.4		167	15	21
204	1	4	10	182		5	8492.12	112.2				
205	1	5	5	8	4	10	183.44	1.8				
206	1	6	11	950		5	44175	404.9	2.5 rot niet meegenomen			
207	1	7	3	424		5	19648.16	143.1				
208	1	8	8	63		5	2929.5	24.4				
209	1	9	7	248		5	11571.68	75.4				
210	1	10	6	425	1	5	20000.5	162.2				
211	1	11	2	135		5	6342.3	39.5				
212	1	12	9	6		25	55.584	0.4				
213	2	13	5	73		5	3431	33.1	0.5 rot niet meegenomen			
214	2	14	8	114		5	5296.44	29.6				
215	2	15	11	4	2	10	95.64	1.0				
216	2	16	12	7		25	66.052	0.5				
217	2	17	4	54		5	2559.6	17.5				
218	2	18	2	590		5	27682.8	269.8				
219	2	19	1	401		1	92550.8	482.5		165	19	158
220	2	20	3	612	1	5	28054.08	147.3				

221	2	21	6	96	3	5	4450.56	26.4				
222	2	22	9	3		25	27.492	0.2				
223	2	23	7	12	2	10	278.4	2.3				
224	2	24	10	33	3	10	760.98	6.2				
225	3	25	12	8		25	73.792	0.7				
226	3	26	3	71		5	3237.6	19.3				
227	3	27	7	14	4	10	325.92	2.5				
228	3	28	1	461		1	109303.1	503.5				
229	3	29	6	27	1	5	1263.6	6.6				
230	3	30	11	25		5	1167	6.0				
231	3	31	4	69		5	3143.64	19.5				
232	3	32	5	8		10	184.48	2.0				
233	3	33	2	733	4	5	33322.18	%	1.5 rot, niet meegenomen			
234	3	34	9	7		10	159.95	1.3	1 rot niet meegenomen			
235	3	35	10	212	7	5	9743.52	58.6				
236	3	36	8	162	10	5	7568.64	59.8				

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Rapport WPR-820

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein.

De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.