



**Het geel bietencysteeltje (*Heterodera betae*):
resistentie en tolerantie van suikerbietrassen met
verschillende genetische achtergronden**





**Het geel bietencysteaaltje (*Heterodera betae*):
resistentie en tolerantie van suikerbietrassen met
verschillende genetische achtergronden**

Elma Raaijmakers

Stichting IRS
Postbus 32
4600 AA Bergen op Zoom
Telefoon: +31 (0)164 - 27 44 00
Fax: +31 (0)164 - 25 09 62
E-mail: irs@irs.nl
Internet: <http://www.irs.nl>

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Het IRS stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruikmaking van de gegevens uit deze uitgave.

INHOUD

SAMENVATTING	3
SUMMARY.....	4
1. INLEIDING	5
2. WERKWIJZE.....	6
2.1 VERSPREIDING GEEL BIETENCYSTEAAALTJE	6
2.2 KLIMAATKAMERTOETSEN	6
2.2.1 <i>Onderzochte rassen</i>	6
2.2.2 <i>Proefopzet klimaatkamertoets</i>	6
2.3 VELDPROEVEN	7
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	9
3.1 VERSPREIDING GEEL BIETENCYSTEAAALTJE	9
3.2 KLIMAATKAMERTOETS.....	9
3.3 VELDPROEVEN	11
3.3.1 <i>Beginbesmettingen</i>	11
3.3.2 <i>Opbrengst</i>	12
3.3.3 <i>Aaltjesvermeerdering</i>	15
3.4 VERMEERDERING	17
4. CONCLUSIES.....	19
5. LITERATUUR.....	20
BIJLAGE I. VINDPLAATSEN GEEL BIETENCYSTEAAALTJE.....	22
BIJLAGE II. PROEFVELDGEGEVENS EESERVEEN 2010	23
BIJLAGE III. PROEFVELDGEGEVENS ODOONERVEEN 2011.....	26
BIJLAGE IV. PROEFVELDGEGEVENS EESERVEEN 2011	29
BIJLAGE V. PROEFVELDGEGEVENS ERICA 2012.....	32
BIJLAGE VI. PROEFVELDGEGEVENS EESERVEEN 2012	35

Samenvatting

Het geel bietencysteeltje (*Heterodera betae*) komt vooral voor op de zandgronden in het oosten en zuidoosten van Nederland. Uit eerder onderzoek is al gebleken dat resistente kruisbloemige groenbemesters helpen om de populatie van het geel bietencysteeltje te beperken. De vraag is echter of suikerbietrassen die resistent of partieel resistent zijn tegen het wit bietencysteeltje, dit ook zijn tegen het geel bietencysteeltje. Doel van dit onderzoek was om de resistentie en tolerantie van enkele suikerbietrassen met verschillende genetische achtergronden te bepalen.

In de periode 2009 tot en met 2012 werden klimaatkamer- en veldproeven uitgevoerd met rassen met resistentiegenen afkomstig uit *Beta procumbens* en *B. maritima*.

Uit deze proeven bleek dat partieel resistente rassen (resistentiegenen afkomstig uit *B. maritima*) een bepaalde mate van resistentie en tolerantie hebben tegen gele bietencysteeltjes. Ook bleek dat deze rassen vanaf een zeer lichte besmetting met gele bietencysteeltjes (75 eieren en larven/100 ml grond) een hogere financiële opbrengst hebben dan vatbare rassen. Dit is dan ook de schadedrempel die wordt gehanteerd, om deze rassen te adviseren. De volledig resistente rassen (resistent tegen *H. schachtii*; resistentiegenen afkomstig uit *B. procumbens*) bleken partieel resistent tegen *H. betae*. Echter, de opbrengst van deze rassen bleef achter bij die van de vatbare rassen. Resistente rassen, en ook partieel resistente rassen, beperken de vermeerdering van gele bietencysteeltjes ten opzichte van vatbare rassen. De gemodelleerde maximum populatiedichtheid van (partieel) resistente rassen en vatbare rassen bleek respectievelijk 2.000 en 10.000 eieren en larven per 100 ml grond te zijn. De conclusie van het onderzoek is dat met name partieel resistente rassen voor telers geschikt zijn om het geel bietencysteeltje te beheersen en tevens schade erdoor te beperken.

Summary

The yellow beet cyst nematode (*Heterodera betae*) mainly occurs on the sandy soils in the eastern and south eastern part of the Netherlands. A recent study showed that growers can use resistant oilseed radish and resistant white mustard to control this nematode. Until now, it was unknown whether sugar beet varieties, resistant or partial resistant to the white beet cyst nematode *H. schachtii*, do have any tolerance or resistance to the yellow beet cyst nematode. Therefore, research has been conducted to answer this question.

Climate room and field trials were conducted in the period 2009-2012, with sugar beet varieties having resistance genes originating from *Beta procumbens* or *B. maritima*.

From these experiments it was concluded that partial resistant varieties (resistance genes originating from *B. maritima*) showed higher resistance and tolerance to the yellow beet cyst nematode in comparison with susceptible varieties. Above 75 eggs and larvae per 100 ml soil, these partial resistant varieties had a higher yield than the susceptible varieties. So, this will be the new threshold damage level. Both partial resistant varieties and resistant varieties (resistance genes originating from *B. procumbens*) reduce the yellow beet cyst nematode significantly in comparison with susceptible varieties. Maximum population densities of (partial) resistant and susceptible varieties were 2,000 and 10,000 eggs and larvae per 100 ml soil, respectively.

It is concluded that especially partial resistant varieties are suitable to control the yellow beet cyst nematode and its damage to sugar beet by growers.

1. Inleiding

In 1975 werden hoge dichtheden cysteaaaltjes aangetroffen op bieten op de zandgronden in het zuidoosten van Nederland [11]. Het bleek hier echter niet te gaan om het bekende bietencysteaaaltje *Heterodera schachtii*. Deze aaltjes leken zeer veel op het klavercysteaaaltje *Heterodera trifolii*, dat zich niet op biet vermeerderd. Al snel bleek dat ze zich wel goed konden vermeerderen op suikerbieten en ook schade veroorzaakten aan de bieten. De jonge cysten verkleurden niet van wit naar bruin, zoals bij *Heterodera schachtii*, maar van wit via geel naar bruin [8]. Daarop werd besloten om dit aaltje het geel bietencysteaaaltje te noemen en *H. schachtii* het wit bietencysteaaaltje. Later kreeg het geel bietencysteaaaltje de naam *Heterodera trifolii* f.sp. *beta* [9]. Uit verder onderzoek bleek het niet te gaan om een forma specialis van *H. trifolii*, maar kreeg het geel bietencysteaaaltje de naam *Heterodera betae* [6,17]. Naast het verschil in ontwikkeling, is er ook een verschil in waardplanten tussen het geel en het wit bietencysteaaaltje. Beide aaltjes vermeerderen zich goed op ganzevoetachtigen, kruisbloemigen, veelknopigen en muurachtigen. Het geel bietencysteaaaltje vermeerderd zich ook nog op vlinderbloemigen, zoals erwt, boon en klaver [10].

In eerste instantie werd gedacht dat het geel bietencysteaaaltje vooral voorkwam op de zand- en leemgronden in het zuidoosten van Nederland [10]. Recent hebben er nieuwe onderzoeken plaatsgevonden, waarbij het aaltje ook is aangetoond op de zandgronden in het oosten van Nederland [7,14]. In het oostelijk zandgebied (Gelderland) werd in 5,2% en in zuidoost Nederland in 18% van de monsters het geel bietencysteaaaltje [7]. Uit het onderzoek van Blgg en IRS in 2005 en 2006 bleek dat 1,5% van de grondmonsters in Nederland besmet was met het geel bietencysteaaaltje [14].

Het geel bietencysteaaaltje is schadelijker dan het wit bietencysteaaaltje [10]. Bovendien kunnen kiemplanten afsterven bij een zware besmetting [4]. Afgelopen jaren zijn er bij de afdeling Diagnostiek verscheidene monsters binnengekomen met problemen met het geel bietencysteaaaltje. Deze resultaten zijn weergegeven in paragraaf 3.1. Daarom is het nodig voor telers om maatregelen te treffen om de populatie zo veel mogelijk te onderdrukken en zo schade te beperken. Uit eerder onderzoek [1,3,12,13] is reeds gebleken dat resistente kruisbloemige groenbemesters helpen om de populatie van het geel bietencysteaaaltje te beperken. De vraag was echter of suikerbietrassen die resistent of partieel resistent zijn tegen het wit bietencysteaaaltje, dit ook zijn tegen het geel bietencysteaaaltje.

Doel van dit onderzoek was om de resistentie en tolerantie tegen het geel bietencysteaaaltje (*Heterodera betae*) van enkele suikerbietrassen met verschillende genetische achtergronden te bepalen.

2. Werkwijze

2.1 Verspreiding geel bietencysteaaltje

In 2005 en 2006 zijn in samenwerking met Blgg in totaal 475 grondmonsters onderzocht op een besmetting met bietencysteaaltjes. Deze percelen zijn willekeurig geselecteerd uit het bemestingsbestand van Blgg. Per IRS-gebied zijn ongeveer 40 monsters geanalyseerd. Daarnaast zijn van 2007 tot en met 2012 de binnengekomen monsters van IRS-diagnostiek genoteerd, waarin gele bietencysteaaltjes zijn aangetroffen.

2.2 Klimaatkamertoetsen

2.2.1 Onderzochte rassen

De onderzochte rassen zijn weergegeven in tabel 1. In 2009 zijn willekeurig enkele partieel resistente en vatbare rassen gekozen. Op basis van deze resultaten zijn veredelingsbedrijven benaderd om rassen of lijnen met verschillende resistentieachtergronden aan te leveren, zodat die in 2010 konden worden getest. In 2011 is dit onderzoek met dezelfde rassen herhaald. Daarnaast zijn in 2011 nog de rassen Bever en Constantina KWS eraan toegevoegd, omdat ze toen opgenomen zijn in de Aanbevelende Rassenlijst in het segment van partieel resistente rassen voor het wit bietencysteaaltje.

Tabel 1. Onderzochte rassen in klimaatkamerproeven.

rasnaam	eigenschappen	veredelingsbedrijf	onderzocht in:		
			2009	2010	2011
Coyote	vatbaar	SESvanderHave	x	x	x
Emilia KWS	vatbaar	SESvanderHave	x		
Fernanda KWS	vatbaar	KWS		x	x
SY Nematue	<i>Beta procumbens</i> -resistentie	Syngenta		x	x
Paulina	<i>Beta procumbens</i> -resistentie	KWS		x	x
Belladonna KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS	x		
Bever	<i>Beta maritima</i> -resistentie	SESvanderHave	x		x
Constantina KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS	x		x
HI 0948	<i>Beta maritima</i> -resistentie	Syngenta		x	x
Margitta	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS	x		
SN 362	<i>Beta maritima</i> -resistentie	SESvanderHave		x	x
Bantam	<i>Beta maritima</i> -resistentie	SESvanderHave		x	x
Theresa KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS	x	x	x

2.2.2 Proefopzet klimaatkamertoets

Rode plastic potjes (Ovito 5.5) van 80 ml zijn gevuld met een mengsel van kwartszand (S90 Sibelco), Dolokal en Osmocote-korrels in een verhouding van 1 kg kwartszand, 3,6 gram Dolokal en 2,4 gram Osmocote. De potjes zijn in een klimaatkamer op petrischalen (55 mm doorsnede) op karren gezet. Tien potjes achter elkaar. Elk ras is diagonaal weggezet om rand-effecten zoveel mogelijk te beperken (Latijns vierkant). Per potje zijn twee zaadjes van het te onderzoeken ras gezaaid. Na twee weken zijn het aantal plantjes per potje teruggebracht naar één. Per ras zijn 25 herhalingen voor de toets ingezet. De temperatuur in de klimaatkamer is 23°C overdag en 16°C 's nachts. De luchtvochtigheid is ingesteld op 85%. Twee weken na het zaaien is 1 ml larvensuspensie (circa 300 larven) van het geel bietencysteaaltje per potje toege-

voegd.

24 dagen na het infecteren zijn de bovengrondse delen van de planten afgeknipt en twee weken later zijn de potjes in de koelkast gezet, zodat de levenscyclus stil kwam te staan. Ieder potje (wortels + kwartszand + cysten) werd over twee zeven gespoeld. De bovenste zeef heeft een maaswijdte van 1 mm en de onderste zeef van 0,25 mm. De cysten en het overgebleven zand werden hiermee op de onderste zeef opgevangen. Ze werden overgebracht op een telraam en onder de microscoop werden per plant het aantal cysten geteld.

Het geel bietencysteaaltje is afkomstig van een perceel in Groesbeek (08-10-04.01). Van dit perceel is grond meegenomen. Deze grond is opgespoeld, waarna een deel van de cysten en eieren en larven is gedetermineerd met behulp van gegevens uit wetenschappelijke artikelen [10,17]. De rest van de cysten zijn afgegoten op een zeef met melkfilter. Deze zeef is vier dagen op water gelegd, waardoor de larven opgevangen konden worden. Om er zeker van te zijn dat er geen besmetting met het wit bietencysteaaltje in de grond zat, zijn de larven toegevoegd aan een bak met Perzische klaver. Na drie maanden zijn de cysten uit deze grond opgespoeld en opnieuw op een melkfilter te lokken gelegd. Daarna zijn de larven toegevoegd aan koolzaad en na drie maanden was er voldoende infectieus materiaal. De larven uit deze cysten zijn, zoals boven omschreven, aan de klimaatkamertoets toegevoegd.

2.3 Veldproeven

In 2010, 2011 en 2012 zijn veldproeven uitgevoerd. De onderzochte rassen staan vermeld in tabel 2. Daartoe zijn percelen op basis van de aanwezigheid van het geel bietencysteaaltje vooraf bemonsterd en geselecteerd. De determinatie van het geel bietencysteaaltje is gebeurd volgens met behulp van gegevens uit wetenschappelijke artikelen [10,17]. In 2010 zijn in Eeserveen twee proefvelden aangelegd op twee bietenpercelen. In 2011 zijn in Eeserveen en in Odoornerveen twee proefvelden aangelegd op een perceel en in 2012 in Erica en Eeserveen. Eén van de twee proefvelden in 2010 is niet geoogst, vanwege veronkruiding als gevolg van een zeer sterk in ontwikkeling achterblijvend gewas door de zware besmetting met het geel bietencysteaaltje. Dit proefveld is daardoor ook niet meegenomen in het onderzoek van deze publicatie. De exacte ligging van de geslaagde proefvelden, gedetailleerde perceelsgegevens en proefveldschema's zijn te vinden in bijlagen II tot en met VI.

Tabel 2. Onderzochte rassen in veldproeven.

rasnaam	eigenschappen	veredelingsbedrijf	onderzocht in:		
			2010	2011	2012
Coyote	vatbaar	SESvanderHave	x	x	
Fernanda KWS	vatbaar	KWS	x	x	
Rhino	vatbaar	SESvanderHave			x
Sandra KWS	vatbaar	KWS			x
SY Nematue	<i>Beta procumbens</i> -resistentie	Syngenta	x	x	
Paulina	<i>Beta procumbens</i> -resistentie	KWS	x	x	
2K285	<i>Beta maritima</i> -resistentie*	KWS			x
2K292 (Lieselotta KWS)	<i>Beta maritima</i> -resistentie*	KWS			x
Alexina KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS			x
Amalia KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS			x
Bever	<i>Beta maritima</i> -resistentie	SESvanderHave		x	x
Constantina KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS		x	x
Finola KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS			x
Gandhi	<i>Beta maritima</i> -resistentie	Strube			x
HI 0948	<i>Beta maritima</i> -resistentie	Syngenta	x	x	
SN 362	<i>Beta maritima</i> -resistentie	SESvanderHave	x	x	
Bantam	<i>Beta maritima</i> -resistentie	SESvanderHave	x	x	x
ST 15233	<i>Beta maritima</i> -resistentie*	Strube			x
Theresa KWS	<i>Beta maritima</i> -resistentie	KWS	x	x	x

*2K285, 2K292 (Lieselotta KWS) en ST 15233 hebben eveneens resistentie tegen rhizoctonia.

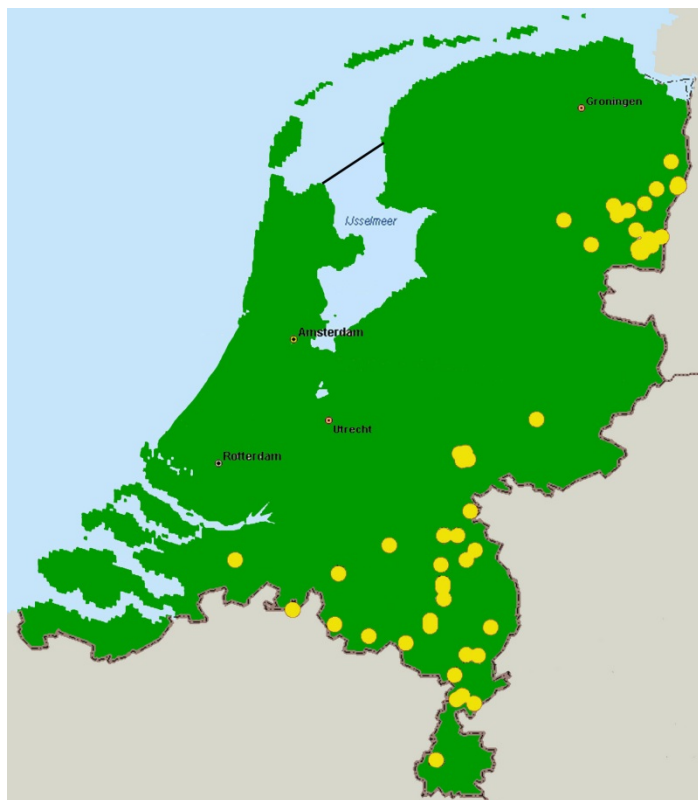
De proefvelden zijn gezaaid met een mechanische precisiezaaimachine, aangepast voor het zaaien van proefvelden van het IRS. Ieder ras is in vier (2012) of vijf (2010 en 2011) herhalingen op het proefveld in een gewarde blokkenproef aangelegd. Ieder veldje was netto 14,5 meter lang en 3 meter breed. Bruto waren de veldjes 21,5 meter lang en 3 meter breed. Van ieder veldje is tijdens het zaaien en direct na het rooien een grondmonster genomen per veldje. Daarvoor zijn 30 steken per veldje gepakt. Het grondmonster dat tijdens het zaaien is genomen, is direct daarna gedurende een nacht bij 40°C gedroogd. Het grondmonster dat direct na het rooien is genomen, heeft eerst een maand bij kamertemperatuur gestaan, voordat het gedroogd werd. Hierdoor kon de ontwikkeling van de eieren in de al bevruchte vrouwtjes worden voltooid, zodat er bij de analyse geen onderschatting van het aantal eieren en larven zou ontstaan. De grondmonsters zijn fijngemalen en per monster is 2 × 100 ml grond geanalyseerd volgens de centrifugemethode [2].

Van ieder veldje is tijdens de oogst het brutogewicht gemeten. Vervolgens zijn er drie submonsters meegenomen en in het tarreerlokaal voor interne kwaliteit geanalyseerd. De berekeningen van de financiële opbrengst zijn uitgevoerd, zoals beschreven in IRS Jaarverslagen 2010, 2011 en 2012: 35 euro per ton suikerbieten met een verrekening voor suikergehalte en kwaliteit. De teler heeft het proefveld gedurende het seizoen gespoten tegen onkruiden en bladschimmels op dezelfde manier als de rest van het perceel.

3. Resultaten en discussie

3.1 Verspreiding geel bietencysteaaltje

In het onderzoek met Blgg zijn in tien van de 475 monsters cysten van het geel bietencysteaaltje aangetroffen. In zeven van de tien monsters werden ook daadwerkelijk eieren en larven in de cysten aangetoond. Deze monsters zijn samen met die vanuit het SUSY-project (07-07) en de binnengekomen monsters van Diagnostiek weergegeven in figuur 1 (zie ook bijlage I).

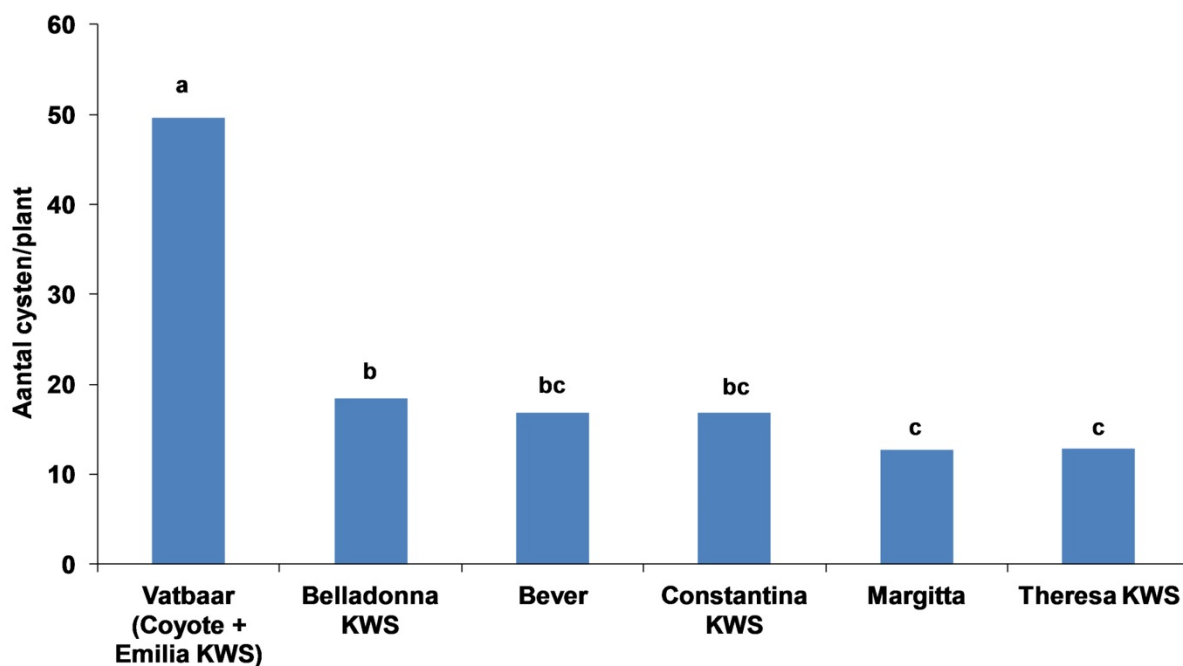


Figuur 1. Vindplaatsen met het geel bietencysteaaltje van 2005 tot en met 2012. Data zijn gebaseerd op onderzoek in samenwerking met Blgg (2005 en 2006), SUSY-project (2006 en 2007) en binnengekomen monsters bij diagnostiek (2007 t/m 2012).

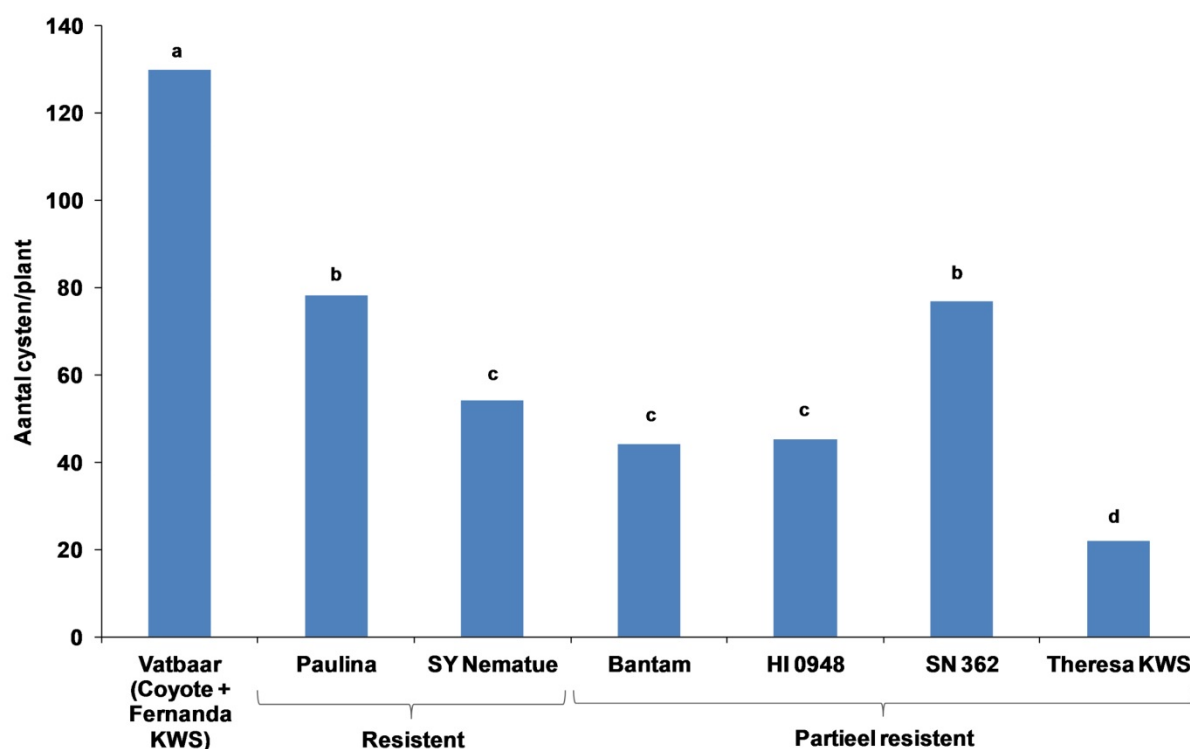
3.2 Klimaatkamertoets

Uit de klimaatkamertoetsen (figuur 2, 3 en 4) blijkt dat bij alle resistente en partieel resistente bietencysteaaltjerrassen minder cysten per plant tot ontwikkeling kwamen dan bij de twee vatbare rassen. De (partieel) resistente rassen verschilden onderling ook, maar dit verschil was niet altijd significant.

In 1983 is al een klimaatkamertoets met kruisingen van bieten uitgevoerd [16]. Destijds was de conclusie dat alle planten van de vijf kruisingen tussen *Beta vulgaris* en *Beta procumbens* die resistent waren voor het wit bietencysteaaltje, zeer vatbaar bleken te zijn voor het geel bietencysteaaltje. Echter, een afgeleide van *Beta maritima*, die partieel resistent was voor het wit bietencysteaaltje, was zeer resistent voor het geel bietencysteaaltje. Op basis van de resultaten in figuren 3 en 4 lijkt er geen consistent verschil te zijn tussen de resistente en partieel resistente bietenrassen.

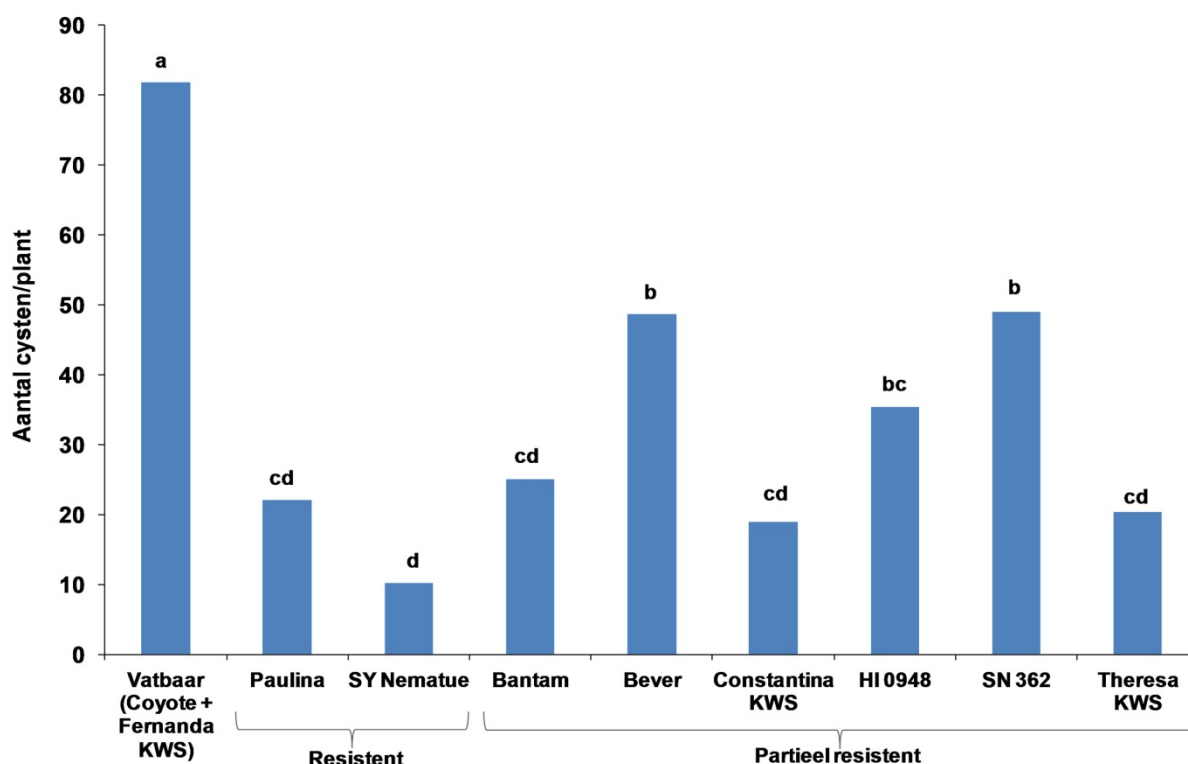


Figuur 2. Aantal cysten per plant voor de vatbare rassen (Coyote en Emilia KWS) en de partieel resistente rassen (Belladonna KWS, Bever, Constantina KWS, Margitta en Theresa KWS) na inoculatie met larven van het geel bietencysteeltje in een klimaatkamertoets in 2009 (lsd¹ 5% = 5,4).



Figuur 3. Aantal cysten per plant voor de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (Paulina en SY Nematue) en de partieel resistente rassen (Bantam, HI 0948, SN 362 en Theresa KWS) na inoculatie met larven van het geel bietencysteeltje in een klimaatkamertoets in 2010 (lsd¹ 5% = 15,3).

¹ lsd = least significant difference.



Figuur 4. Aantal cysten per plant voor de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (Paulina en SY Nematue) en de partieel resistente rassen (Bantam, Bever, Constantina KWS, HI 0948, SN 362 en Theresa KWS) na inoculatie met larven van het geel bietencysteeltje in een klimaatkamertoets in 2011 (lsd¹ 5% = 16,7).

¹ lsd = least significant difference.

3.3 Veldproeven

3.3.1 Beginbesmettingen

De gemiddelde beginbesmettingen van de proefvelden staan weergegeven in tabel 3. Er waren twee proefvelden met zeer lichte besmettingen, één proefveld met een vrij zware besmetting en twee proefvelden met een zware besmetting. Er was op geen enkel proefveld een significant verschil tussen de rassen bij de beginbesmettingen en daarom zijn hier alleen de gemiddelden weergegeven.

Tabel 3. De gemiddelde beginbesmettingen van de proefvelden met gele bietencysteeltjes.

locatie	jaar	besmettingsklasse	beginbesmetting (per 100 ml grond)			
			aantal cysten		aantal eieren en larven	
			gemiddeld	(min-max)	gemiddeld	(min-max)
Eeserveen	2010	zeer licht	17	(0- 38)	89	(0- 690)
Eeserveen	2011	zeer licht	35	(4-105)	62	(0- 260)
Odoornerveen	2011	zwaar	156	(84-221)	2.661	(790-5.070)
Erica	2012	zwaar	157	(111-132)	2.320	(1.125-4.600)
Eeserveen	2012	vrij zwaar	122	(53-184)	686	(120-1.770)

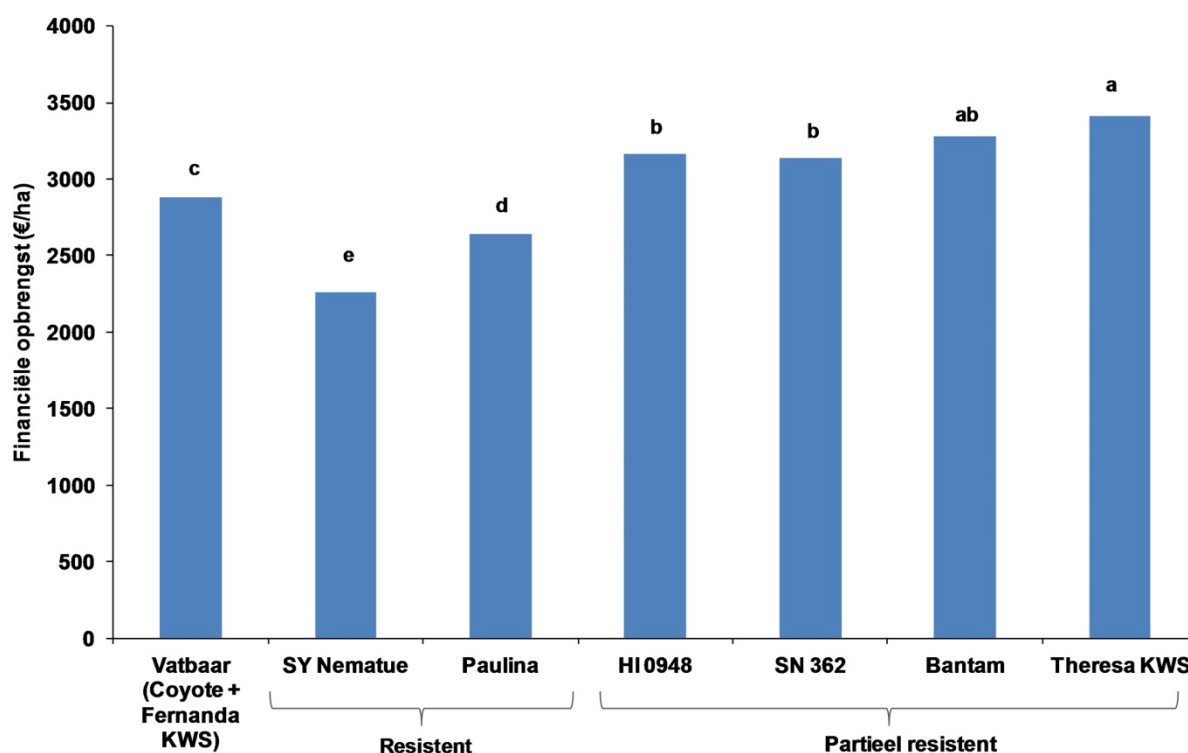
3.3.2 Opbrengst

Op het proefveld in Eeserveen in 2010 hadden alle partieel resistente rassen een significant hogere financiële opbrengst dan de vatbare rassen (figuur 5). De resistente rassen hadden een significant lagere opbrengst dan de vatbare rassen. Dit was ook te zien op het proefveld in Odoornerveen in 2011 (figuur 6).

Op het proefveld in Eeserveen in 2011 hadden de partieel resistente rassen geen financieel hogere opbrengst dan de vatbare rassen (figuur 7). Mogelijk komt dit door de zeer lage beginbesmetting op dit perceel met gele bietencysteeltjes van slechts 62 eieren en larven per 100 ml grond.

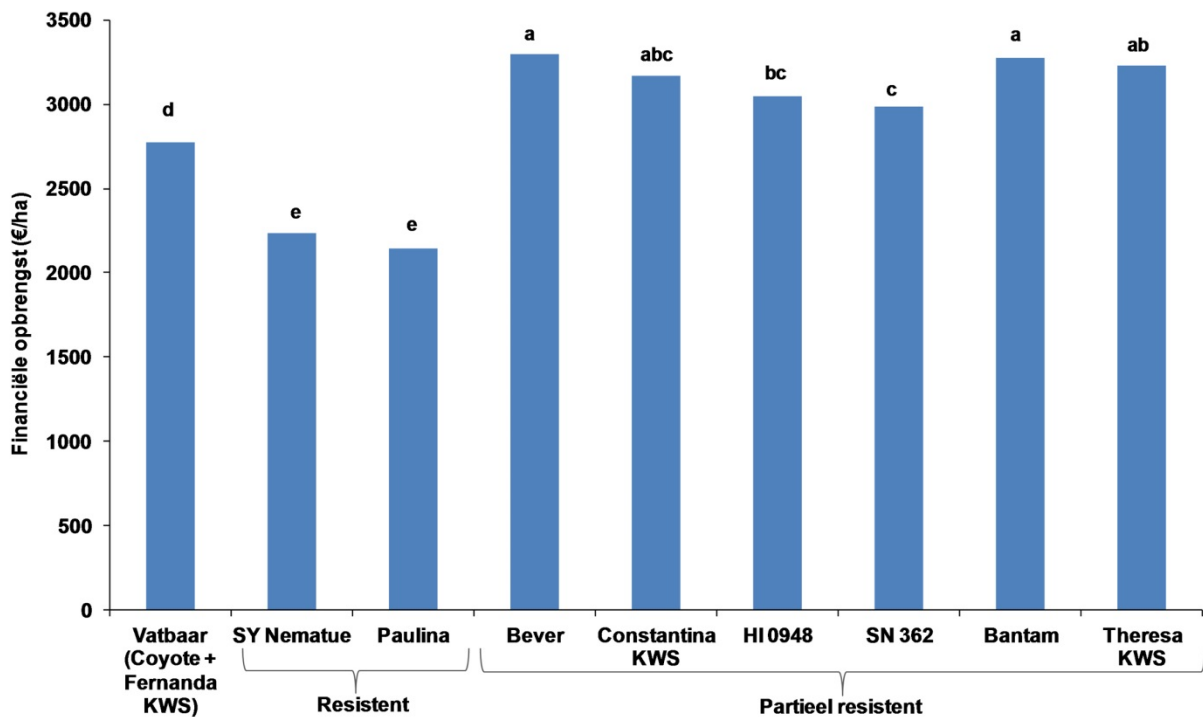
Op beide proefvelden in 2012 (figuren 8 en 9) hadden de partieel resistente rassen een significant hogere financiële opbrengst dan de vatbare rassen, met uitzondering van de rassen Constantina KWS en ST 15233 in Erica (figuur 8) en ST 15233 in Eeserveen (figuur 9).

In het IRS jaarverslag van 1980 [5] wordt gesproken over een tolerantiegrens voor het geel bietencysteeltje van 500 eieren en larven per 100 ml grond. Bij hogere aantallen is het advies om geen suikerbieten op dit perceel te zaaien. Op basis van de opbrengstcijfers van 2010 tot en met 2012 is te zien dat het op het proefveld met 62 eieren en larven per 100 ml grond niet rendabel was om een partieel resistent bietenras te zaaien, maar op het proefveld met 89 eieren en larven wel. Op basis hiervan is gekozen om vanaf 75 eieren en larven (zeer lichte besmetting) partieel resistente rassen te adviseren.

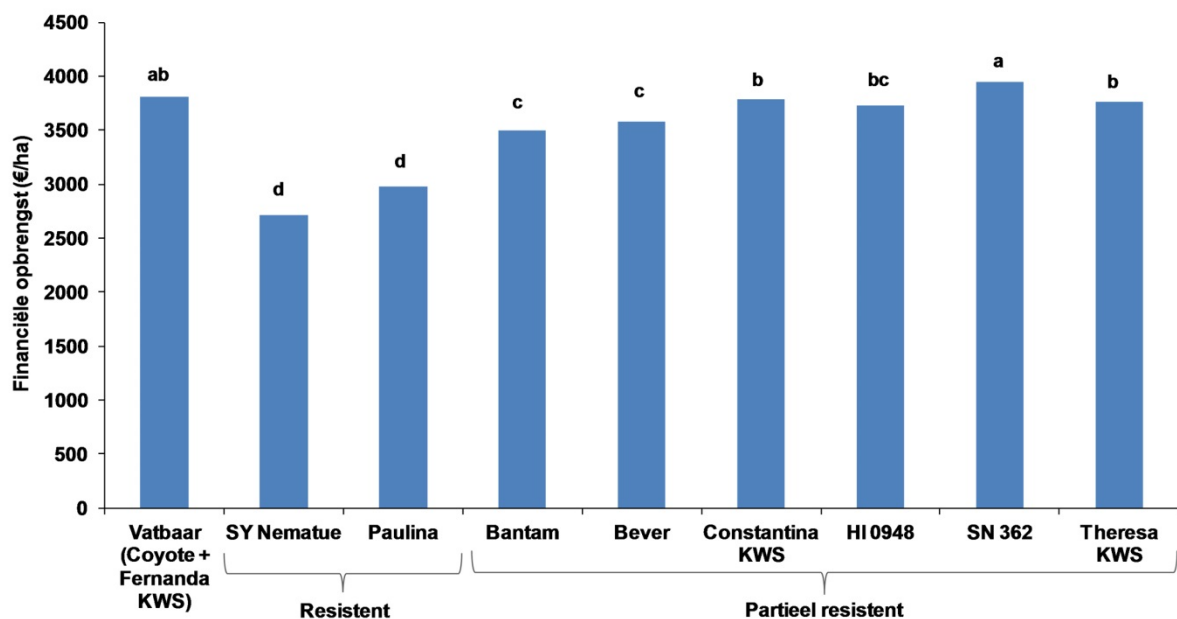


Figuur 5. Financiële opbrengst (€/ha) van de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (SY Nematue en Paulina) en de partieel resistente rassen (HI 0948, SN 362, Bantam en Theresa KWS) op het proefveld met gele bietencysteeltjes in Eeserveen in 2010 (lsd¹ 5% = 163,1).

¹ lsd = least significant difference.

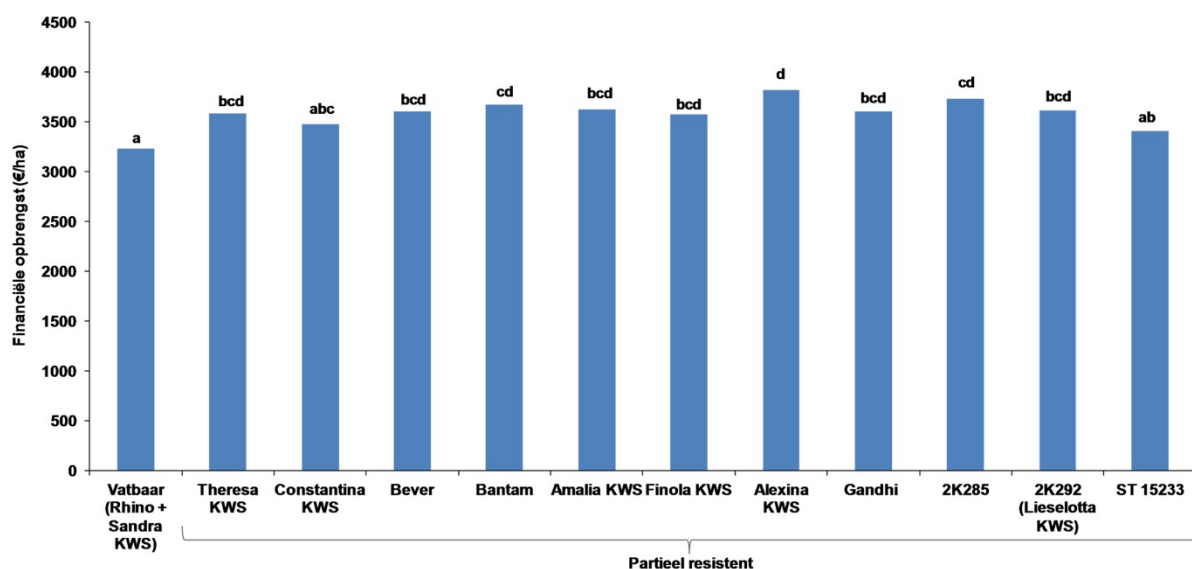


Figuur 6. Financiële opbrengst (€/ha) van de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (SY Nematue en Paulina) en de partieel resistente rassen (Bever, Constantina KWS, HI 0948, SN 362, Bantam en Theresa KWS) op het proefveld met gele bietencysteaaltjes in Odoornerveen in 2011 (lsd¹ 5% = 197,5).

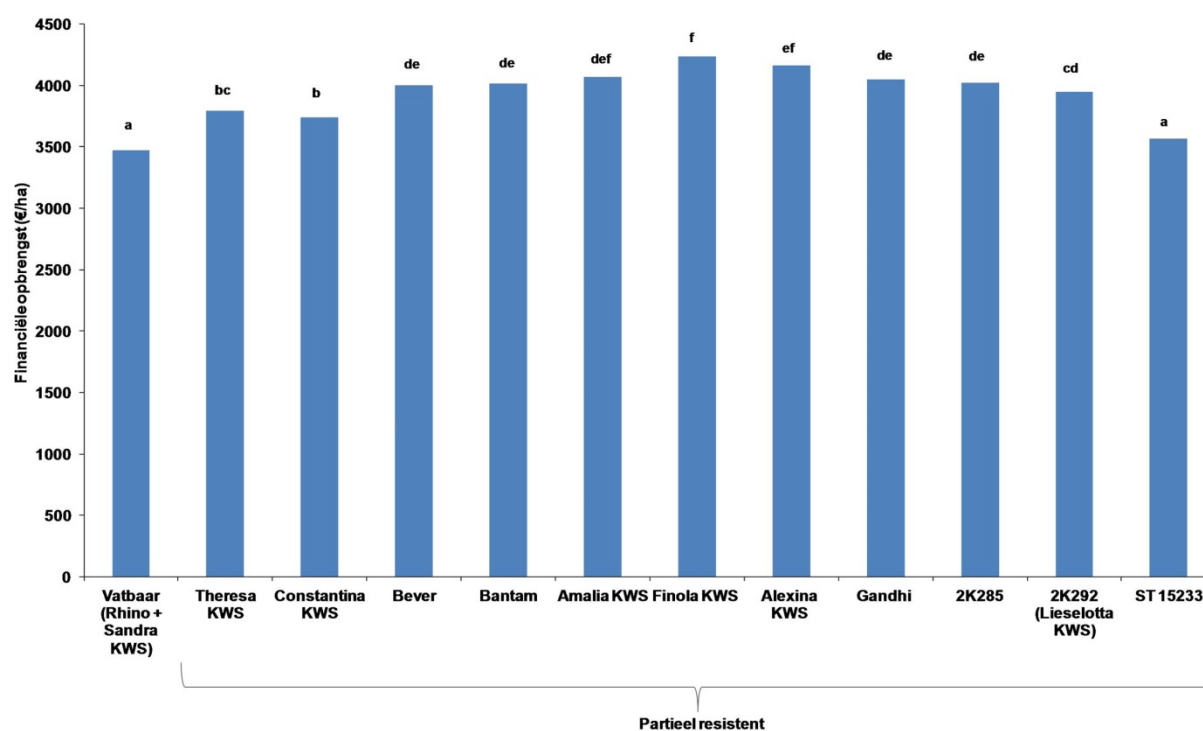


Figuur 7. Financiële opbrengst (€/ha) van de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (SY Nematue en Paulina) en de partieel resistente rassen (Bever, Constantina KWS, HI 0948, SN 362, Bantam en Theresa KWS) op het proefveld met gele bietencysteaaltjes in Eeserveen in 2011 (lsd¹ 5% = 163).

¹ lsd = least significant difference.



Figuur 8. Financiële opbrengst (€/ha) van de vatbare rassen (Rhino en Sandra KWS) en de partieel resistente rassen (Theresa KWS, Constantina KWS, Bever, Bantam, Amalia KWS, Finola KWS, Alexina KWS, Gandhi, 2K285, 2K292 (Lieselotta KWS) en ST 15233) op het proefveld met gele bietencystealtjes in Erica in 2012 (lsd¹ 5% = 260).

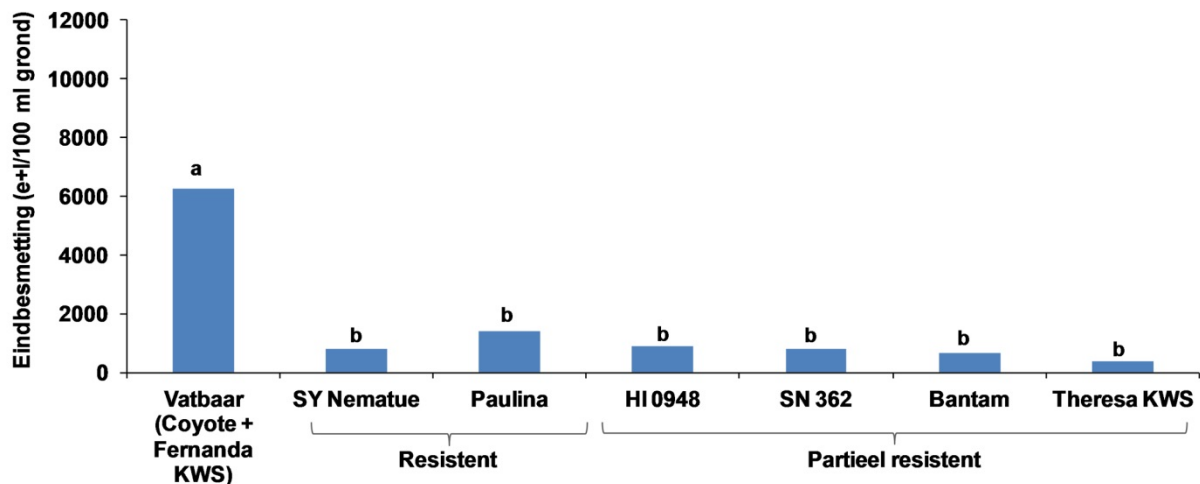


Figuur 9. Financiële opbrengst (€/ha) van de vatbare rassen (Rhino en Sandra KWS) en de partieel resistente rassen (Theresa KWS, Constantina KWS, Bever, Bantam, Amalia KWS, Finola KWS, Alexina KWS, Gandhi, 2K285, 2K292 (Lieselotta KWS) en ST 15233) op het proefveld met gele bietencystealtjes in Eeserveen in 2012 (lsd¹ 5% = 174).

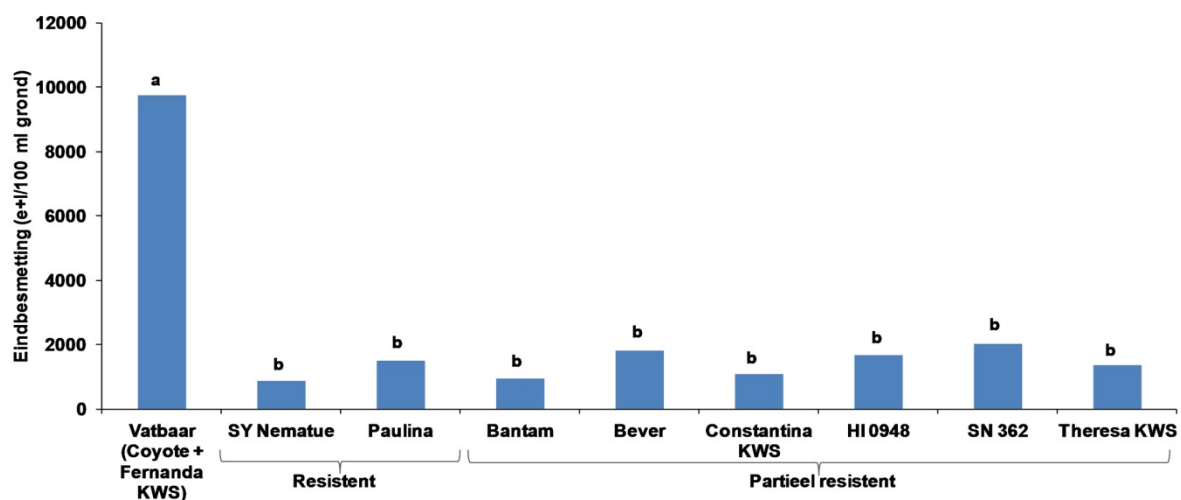
¹ lsd = least significant difference.

3.3.3 Aaltjesvermeerdering

Op alle proefvelden (figuren 10 t/m 14) hadden de resistente en partieel resistente rassen een significant lagere eindbesmetting dan de vatbare rassen. Dit betekent dat de resistente en partieel resistente rassen ingezet kunnen worden door telers voor de beheersing van gele bietencysteaaltjes. Behalve op het proefveld in Erica in 2012 was er geen significant verschil tussen de partieel resistente rassen (figuur 13).



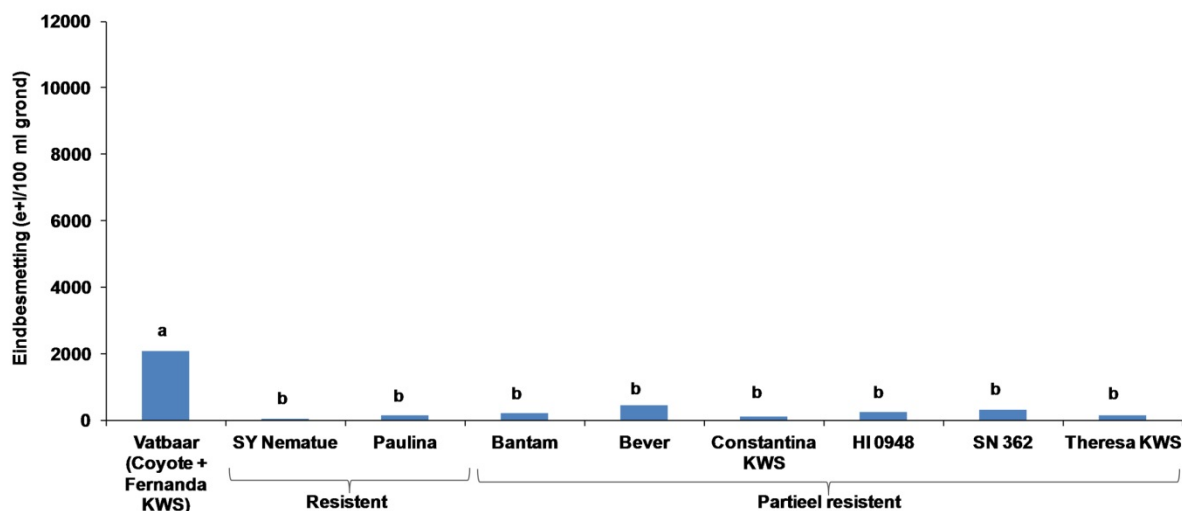
Figuur 10. Eindbesmetting ($e+1^1/100$ ml grond) van het geel bietencysteaaltje van de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (SY Nematue en Paulina) en de partieel resistente rassen (HI 0948, SN 362, Bantam en Theresa KWS) op het proefveld in Eeserveen (2010) (l_{sd}^2 5% = 1.955).



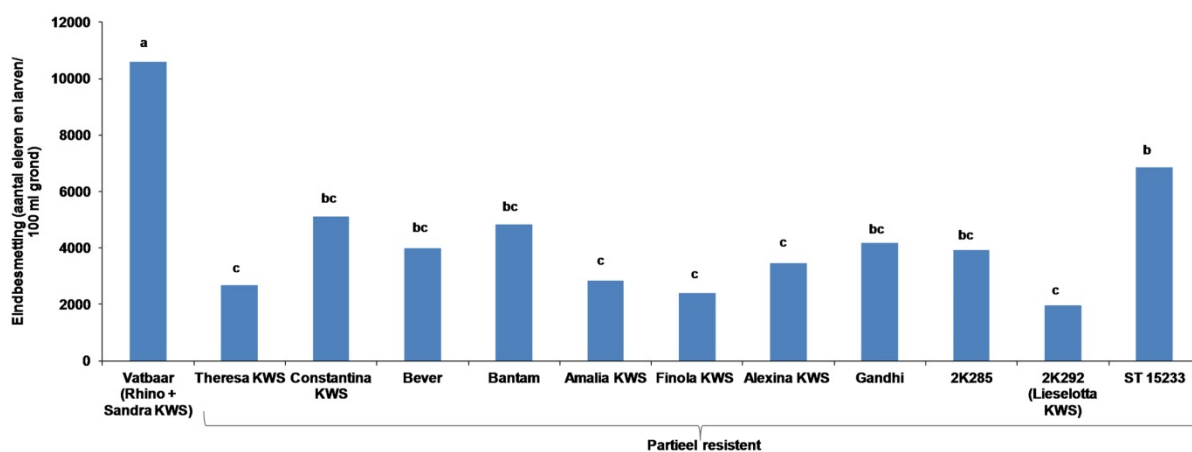
Figuur 11. Eindbesmetting ($e+1^1/100$ ml grond) van het geel bietencysteaaltje van de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (SY Nematue en Paulina) en de partieel resistente rassen (Bever, Constantina KWS, HI 0948, SN 362, Bantam en Theresa KWS) op het proefveld in Odoornerveen (2011) (l_{sd}^2 5% = 1.191).

¹ $e+1$ = eieren + larven.

² l_{sd} = least significant difference.



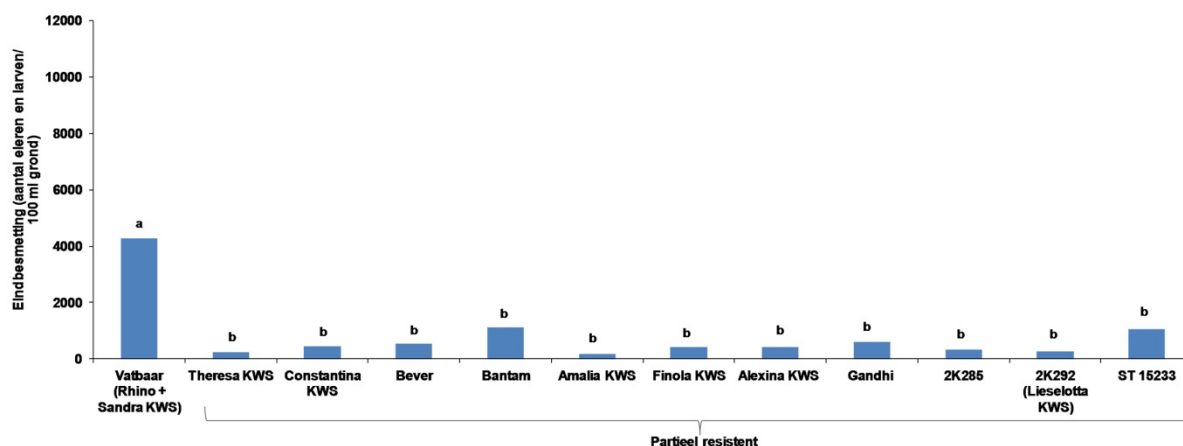
Figuur 12. Eindbesmetting ($e+l^1/100$ ml grond) van het geel bietencystealtje van de vatbare rassen (Coyote en Fernanda KWS), de resistente rassen (SY Nematue en Paulina) en de partieel resistente rassen (Bever, Constantina KWS, HI 0948, SN 362, Bantam en Theresa KWS) op het proefveld in Eeserveen (2011) ($l^{sd^2} 5\% = 1.154$).



Figuur 13. Eindbesmetting ($e+l^1/100$ ml grond) van de vatbare rassen (Rhino en Sandra KWS) en de partieel resistente rassen (Theresa KWS, Constantina KWS, Bever, Bantam, Amalia KWS, Finola KWS, Alexina KWS, Gandhi, 2K285, 2K292 (Lieselotta KWS) en ST 15233) op het proefveld met gele bietencystealtjes in Erica (2012) ($l^{sd^2} 5\% = 3.177$).

¹ $e+l$ = eieren + larven.

² l^{sd} = least significant difference.



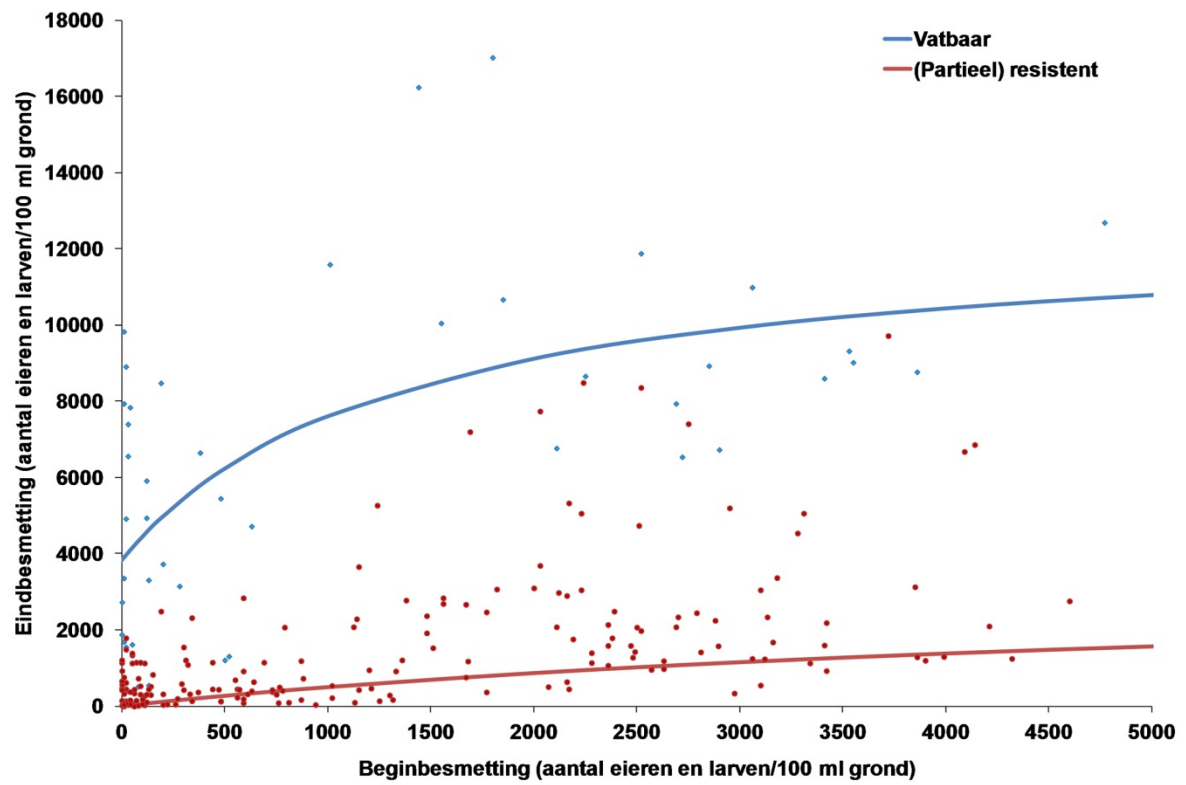
Figuur 14. Eindbesmetting ($e+1^1/100$ ml grond) van de vatbare rassen (Rhino en Sandra KWS) en de partieel resistente rassen (Theresa KWS, Constantina KWS, Bever, Bantam, Amalia KWS, Finola KWS, Alexina KWS, Gandhi, 2K285, 2K292 (Lieselotta KWS) en ST 15233) op het proefveld met gele bietencysteaaltjes in Eeserveen (2012) ($lsd^2 5\% = 1.246$).

¹ lsd = least significant difference.

² $e+1$ = eieren + larven.

3.4 Vermeerdering

De eindbesmetting, en daarmee de vermeerdering, van gele bietencysteaaltjes is afhankelijk van de beginbesmetting (figuur 15). Bij lage aantallen is de vermeerdering hoger dan bij grote aantallen. Dit komt, omdat er een maximum is voor het aantal aaltjes dat in de grond aanwezig kan zijn. Dit maximum wordt bepaald door de hoeveelheid voedsel (wortelmateriaal) dat aanwezig is voor de aaltjes [15]. Ook is in figuur 15 duidelijk te zien dat het aantal aaltjes na een suikerbietenteelt afhankelijk is van het soort ras dat geteeld wordt. Zo is de maximale dichtheid volgens dit model bij de (partieel) resistente rassen 2.000 en bij de vatbare rassen ruim 10.000 eieren en larven per 100 ml grond. De teelt van een resistent of partieel resistent ras draagt dus op deze manier ook bij aan de beheersing van gele bietencysteaaltjes.



Figuur 15. Eindbesmetting (aantal e+l¹/100 ml grond) van het geel bietencysteaaltje na de teelt van vatbare en (partieel) resistente rassen op de proefvelden met gele bietencysteaaltjes (2010-2012).

¹ e+l = eieren + larven.

4. Conclusies

- Partieel resistente rassen hebben een bepaalde mate van resistentie en tolerantie tegen gele bietencysteaaltjes.
- Partieel resistente rassen hebben vanaf een zeer lichte besmetting met gele bietencysteaaltjes (75 eieren en larven/100 ml grond) een hogere financiële opbrengst dan vatbare rassen. Dit is dan ook de schadedrempel die gehanteerd wordt om deze rassen te adviseren.
- Partieel resistente rassen en resistente rassen beperken de vermeerdering van gele bietencysteaaltjes ten opzichte van vatbare rassen.
- Resistente rassen hebben een lagere opbrengst en bovendien zijn ze niet beter in het beperken van de populatieopbouw dan de partieel resistente rassen.
- De maximum populatiedichtheid volgens het model van (partieel) resistente rassen en vatbare rassen is respectievelijk 2.000 en 10.000 eieren en larven per 100 ml grond.

5. Literatuur

1. Ambrogioni, L., Caroppo, S., Cotroneo, A. & Moretti, F. (2002).
Field test on the effect of a spring sown field oil radish (*Raphanus sativus* L. ssp. *Oleiformis*) on a population of *Heterodera betae*.
Redia 85: 77-82.
2. Bezooijen, J. (2006).
Methods and techniques for nematology.
Department of Nematology, Wageningen Universiteit. Wageningen. 112 p.
3. Heijbroek, W. (1987).
Project 10-04. Nematoden. Het beoordelen van bietecysteaaltjesresistente kruisbloemige gewassen op hun praktijkwaarde.
IRS Jaarverslag 1986, IRS, Bergen op Zoom.
4. Heijbroek, W., Kerstens, M.J.M. en Van der Wal, D. (1995).
Ziekten en plagen van de suikerbiet in beeld.
Herziene uitgave: juni 1995. Bergen op Zoom. 112 p.
5. IRS (1981).
Project 10-02.
IRS Jaarverslag 1980, IRS, Bergen op Zoom.
6. Karssen, G., Maas, P.W.Th. en Brinkman, H. (2002).
Wetenschappelijke naam van het geel bietencysteaaltje is voortaan *Heterodera betae*.
Gewasbescherming 33 (3): 96.
7. Keidel, H., Van Beers, T.G., Doornbos, J. en Molendijk, L.P.G. (2007).
Monitoring Nulsituatie.
Rapport Resultaten meetronde 2005-2006. Uitgevoerd in opdracht van Actieplan aaltjesbeheersing. Blgg bv. Oosterbeek.
8. Maas, P.W.Th, Schoemaker, A. en Stemerding. S. (1976).
Een cysteaaltje bij suikerbieten in Brabant.
Gewasbescherming 7 (1): 10-11.
9. Maas, P.W.Th., Du Bois, E. en Dede, J. (1982).
Morphological and host range variation in the *Heterodera trifolii* complex.
Nematologica 28: 263-270.
10. Maas, P.W.Th. en Heijbroek, W. (1981).
Het geel bietencysteaaltje, een biotype van *Heterodera trifolii*.
Gewasbescherming 12 (6): 205-218.
11. Maas, P.W.Th. en Heijbroek, W. (1982).
Biology and pathogenicity of the yellow beet cyst nematode, a host race of *Heterodera trifolii* on sugar beet in the Netherlands.
Nematologica 82: 77-93.

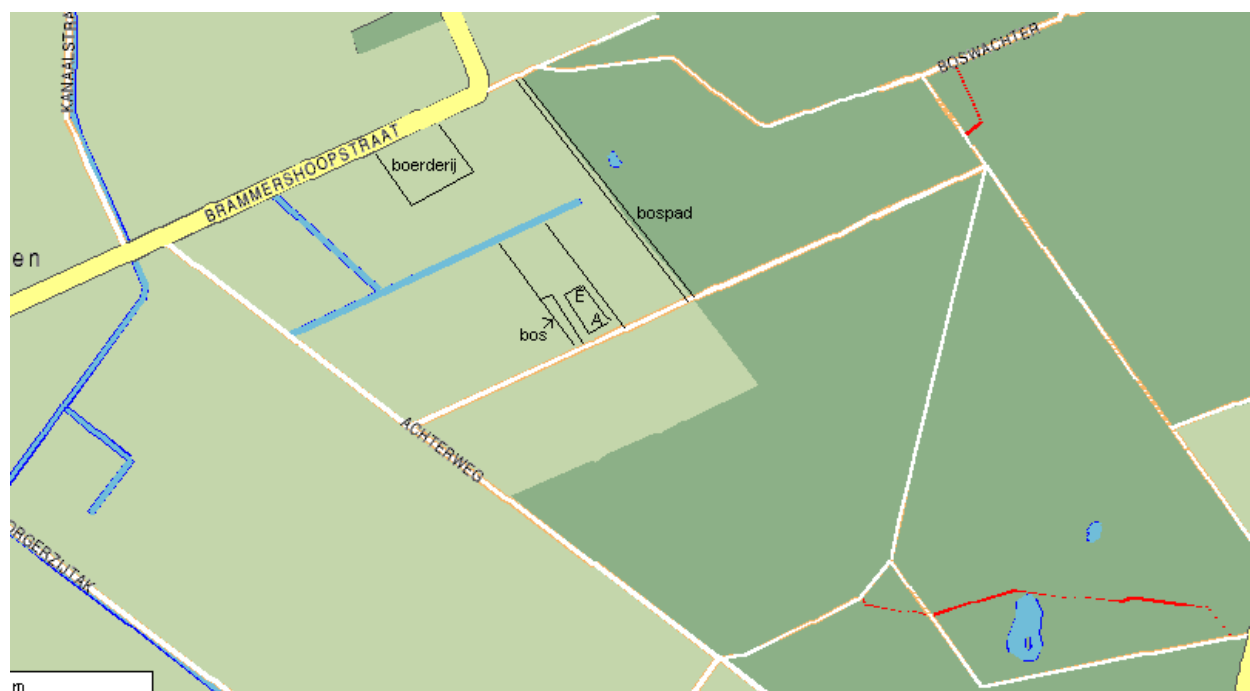
12. Raaijmakers, E. (2009).
Waardplantrelaties geel bietencysteeltje voor groenbemesters.
Uitgevoerd in opdracht van Actieplan aaltjesbeheersing. IRS, Bergen op Zoom.
13. Raaijmakers, E. (2012).
Sustainable methods to control *Heterodera betae*.
Proceedings of the 73rd IIRB Congress, 14-15/02/2012, Brussels (B): 29-36.
14. Raaijmakers, E. (2012a).
Verspreiding van witte bietencysteeltjes (*Heterodera schachtii*) en gele
bietencysteeltjes (*Heterodera betae*) in Nederland. Inventarisatie 2005 en 2006.
12P01. IRS, Bergen op Zoom.
15. Seinhorst, J.W., Been, T.H. en Schomaker, C.H. (1993).
Partiële resistentie in de bestrijding van aardappelcysteeltjes (*Globodera* spp.).
1. Bepaling van de graad van resistentie.
Gewasbescherming 24 (1): 3-11.
16. Steele, A.E., Toxopeus, H. & Heijbroek, W. (1983).
Susceptibility of plant selections to *Heterodera schachtii* and a race of *H. trifolii* parasitic
on Sugarbeet in The Netherlands.
Journal of Nematology 15 (2): 281-288.
17. Wouts, W.M., Rumpenhorst, H.J. & Sturhan, D. (2001).
Heterodera betae sp. n., the yellow beet cyst nematode (Nematoda: Heteroderidae).
Russian Journal of Nematology 9 (1): 33-42.

Bijlage I. Vindplaatsen geel bietencysteaaltje

omschrijving	jaartal	vindplaats
Blgg	2005	Groesbeek
Blgg	2005	Vorden
Blgg	2005	Baarle-Nassau
Blgg	2005	Spier
Blgg	2005	Neer
Blgg	2005	Maria Hoop
Blgg	2005	Echt
Blgg	2006	Musselkanaal
Blgg	2006	Deurne
Blgg	2006	Heeswijk Dinther
IRS 07-026	2007	Erica
IRS 08-005	2008	Erica
IRS 08-037	2008	Eeserveen
IRS 08-042	2008	Sambeek
IRS 08-049	2008	Mill
IRS 08-059	2008	Meerssen
IRS 08-067	2008	Erica
IRS 08-069	2008	Someren
IRS 08-072	2008	Someren
IRS 08-101	2008	Klazienaveen
IRS 08-103	2008	Reusel
IRS 08-104	2008	Nieuw Dordrecht
IRS 09-036	2009	Moergestel
IRS 09-129	2009	Odoornerveen
IRS 09-157	2009	Emmen
IRS 10-027	2010	Sint Joost
IRS 10-236	2010	Maasbree
IRS 11-021	2011	Vlagtwedde
IRS 11-029	2011	Erica
IRS 11-069	2011	Erica
IRS 11-164	2011	Haps
IRS 11-269	2011	Grathem
IRS 11-281	2011	Soerendonk
IRS 11-303	2011	Geesbrug
IRS 11-304	2011	Roggel
IRS 12-044	2012	Stevensbeek
IRS 12-088	2012	Erica
IRS 12-099	2012	Odoorn
IRS 12-114	2012	Hoeven
IRS 12-526	2012	Bergeijk
06-07-06.19	2006	Milheeze
06-07-06.25	2006	Arnhem
06-07-06.26	2006	Arnhem
06-07-06.32	2006	Odoornerveen
06-07-06.46	2006	Sellingen
06-07-06.47	2006	Sellingen
07-07-06.19	2007	Milheeze
07-07-06.20	2007	Elsendorp
07-07-06.25	2007	Arnhem
07-07-06.26	2007	Arnhem
07-07-06.33	2007	Valthermond
07-07-06.34	2007	Barger Compascuum
07-07-06.46	2007	Sellingen

Bijlage II. Proefveldgegevens Eeserveen 2010

Proefveldnummer en naam: 10-10-03.04 Bca-onderzoek geel bietencystealtje Eeserveen II



Algemene perceelgegevens

Grondsoort: zand

Grondanalyses: Pw 55
pH KCl 5,4
K HCl 7
K-getal 6

Voorvruchten: 2009 graan
2008 aardappelen
2007 suikerbieten
2006 graan
2005 aardappelen
2004 suikerbieten

Zaaidatum: 12-04-2010

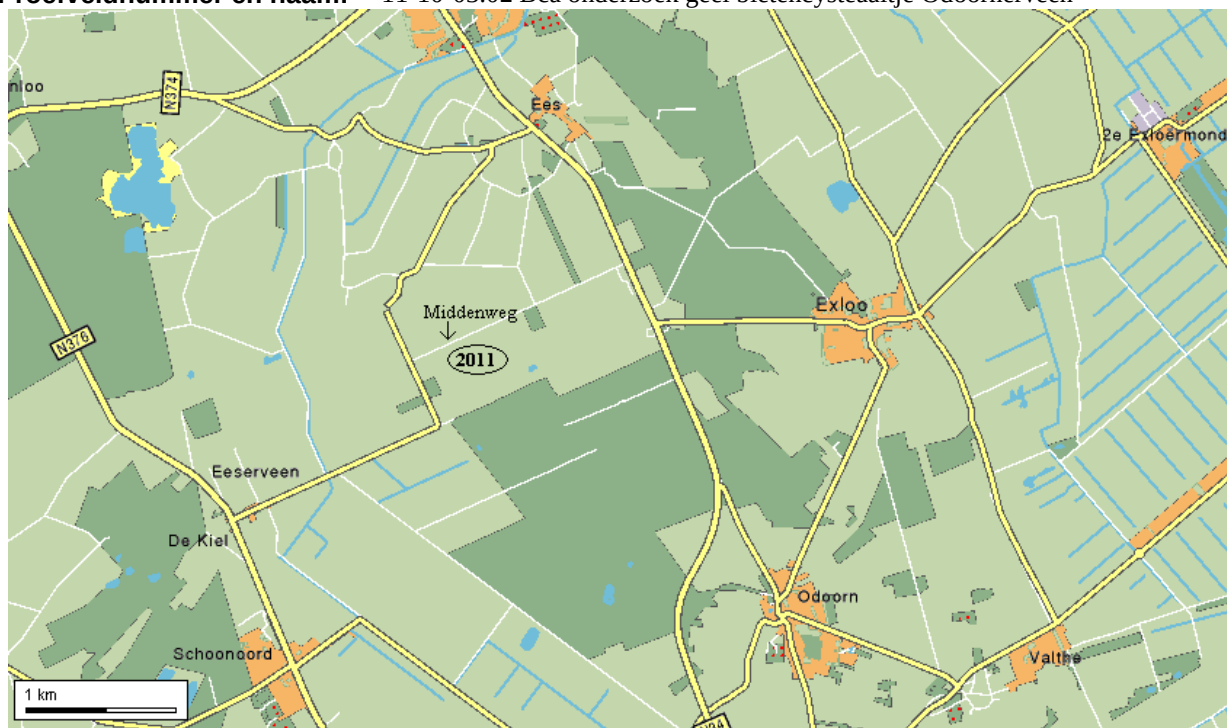
Zaaiafstand: 18,3 cm

Proefveld	10-10-03.04	Bca-onderzoek geel bietencysteaaltje Eeserveen	
Aantal herhalingen	: 5	Veldjes boven elkaar : 2	
Herhalingen naast elkaar : 1		Veldjes per herhaling : 8	
Netto afmeting	:14.5x3	Bruto afmeting	
Aanwijzing: Naast A8-E3 ligt bos			
OBJECTNUMMERS			
E			
3	2	5	8
1	6	4	7
5	7	8	1
4	3	2	6
2	5	7	3
1	4	6	8
6	8	1	2
3	5	4	7
7	6	2	5
8	1	3	4
A			

25

Bijlage III. Proefveldgegevens Odoornerveen 2011

Proefveldnummer en naam: 11-10-03.02 Bca onderzoek geel bietencystealtje Odoornerveen



Algemene perceelgegevens

Grondsoort: zand

Grondanalyses: Pw 8
pH KCl 5,1
K-getal 12
% humus 4,5

Voorvruchten: 2010 aardappelen
2009 suikerbieten
2008 aardappelen
2007 gerst
2006 aardappelen

Zaaidatum: 30-03-2011

Zaaiafstand: 18,5 cm

Proefveldschema

Proefveld	11-10-03.02	Bca onderzoek geel bietencystealtje Odoornerveen			
Aantal herhalingen	: 5	Veldjes boven elkaar	: 2		
Herhalingen naast elkaar	: 1	Veldjes per herhaling	: 10		
Netto afmeting	:14.5x3	Bruto afmeting	:21x3		
Aanwijzing: onder A-herh ligt Middenweg					

OBJECTNUMMERS

E

4	2	3	9	10				
1	6	7	5	8				
10	4	9	1	3				
6	7	2	8	5				
5	9	10	3	6				
7	8	1	2	4				
9	10	5	7	1				
8	3	6	4	2				
2	5	8	10	7				
3	1	4	6	9				

A

1 = Coyote

2 = Fernanda KWS

3 = Paulina

4 = Theresa KWS

5 = Constantina KWS

6 = Bever

7 = HI 0948

8 = SN 362

9 = Bantam

10 = SY Nematue

Bijlage IV. Proefveldgegevens Eeserveen 2011

Proefveldnummer en naam: 11-10-03.03 Bca onderzoek geel bietencysteaaltje Eeserveen



Algemene perceelgegevens

Grondsoort:	zand
Zaaidatum:	02-04-2011
Zaaiafstand:	18,3 cm

Proefveldschema

Proefveld	11-10-03.03		Bca onderzoek geel bietencystealtje Eeserveen		
Aantal herhalingen	: 5		Veldjes boven elkaar : 2		
Herhalingen naast elkaar	: 1		Veldjes per herhaling : 10		
Netto afmeting	:14.5x3	Bruto afmeting	:21x3		
Aanwijzing: Onder A-herh. ligt Brammershoopstraat					
Proefveldbezoek uitsluitend toegestaan in overleg met de projectleider.					

1 = Coyote

2 = Fernanda KWS

3 = Paulina

4 = Theresa KWS

5 = Constantina KWS

6 = Bever

7 = HI 0948

8 = SN 362

9 = Bantam

10 = SY Nematue

Bijlage V. Proefveldgegevens Erica 2012

Proefveldnummer en naam: 12-10-03.02 Bca onderzoek geel bietencysteaaltje Erica



Algemene perceelgegevens

Grondsoort: zand

Grondanalyses: Pw 75
pH KCl 5,5
K-getal 16

Voorvruchten: 2011 aardappelen
2010 suikerbieten
2009 aardappelen
2008 suikerbieten
2007 aardappelen
2006 suikerbieten

Zaaidatum: 30-03-2012

Zaaiafstand: 18,3 cm

Proefveldschema

Proefveld	12-10-03.02		Bca onderzoek geel bietencysteaaltje Erica	
Aantal herhalingen	: 4		Veldjes boven elkaar : 3	
Herhalingen naast elkaar	: 1		Veldjes per herhaling : 15	
Netto afmeting	:14.5x3	Bruto afmeting	:21x3	
Aanwijzing: Naast A2-D9 ligt Dordsedijk				
Proefveldbezoek uitsluitend toegestaan in overleg met de projekteider.				
OBJECTNUMMERS				
D				
13	2	1	3	9
12	5	4	10	15
11	14	6	7	8
9	13	8	2	5
3	12	11	15	6
4	10	7	14	1
15	1	13	12	3
7	8	5	11	4
2	6	14	9	10
5	7	3	8	12
14	11	15	6	13
10	4	9	1	2
A				

- 1 = Rhino
- 2 = Sandra KWS
- 3 = Theresa KWS
- 4 = Constantina KWS
- 5 = Bever
- 6 = Bantam
- 7 = Amalia KWS
- 8 = Finola KWS (0K116)
- 9 = Alexina KWS (0K129)
- 10 = Gandhi
- 11 = 2K285
- 12 = 2K292 (Lieselotta KWS)
- 13 = ST 15233
- 14 = Dummy (Rhino + Vydate)
- 15 = Dummy (Amalia KWS + Vydate)

Bijlage VI. Proefveldgegevens Eeserveen 2012

Proefveldnummer en naam: 12-10-03.03 Bca onderzoek geel bietencystealtje Eeserveen



Algemene perceelgegevens

Grondsoort:	zand
Zaaidatum:	05-04-2012
Zaaiafstand:	18,3 cm

Proefveldschema

Proefveld : 12-10-03.03		Bca onderzoek geel bietencystealtje Eeserveen		
Aantal herhalingen : 4		Veldjes boven elkaar : 3		
Herhalingen naast elkaar : 1		Veldjes per herhaling : 15		
Netto afmeting :14.5x3		Bruto afmeting :21x3		
Aanwijzing: onder A-herhaling ligt Middenweg				
Proefveldbezoek uitsluitend toegestaan in overleg met de projectleider.				
OBJECTNUMMERS				
D				
15	13	7	10	3
9	12	5	11	6
2	4	14	8	1
12	7	13	2	9
11	14	6	3	8
10	1	15	5	4
14	5	2	6	12
3	8	1	9	11
7	15	10	4	13
6	3	12	7	6
4	10	11	13	m.
5	9	8	1	sp
				.s
A				

- 1 = Rhino
- 2 = Sandra KWS
- 3 = Theresa KWS
- 4 = Constantina KWS
- 5 = Bever
- 6 = Bantam
- 7 = Amalia KWS
- 8 = Finola KWS (0K116)
- 9 = Alexina KWS (0K129)
- 10 = Gandhi
- 11 = 2K285
- 12 = 2K292 (Lieselotta KWS)
- 13 = ST 15233
- 14 = Dummy (Rhino + Vydate)
- 15 = Dummy (Amalia KWS + Vydate)