



**Schadedrempel en vermeerdering van witte
bietencysteaaltjes (*Heterodera schachtii*) bij
partieel resistente rassen**





**Schadedrempel en vermeerdering van witte
bietencysteaaltjes (*Heterodera schachtii*) bij
partieel resistente rassen**

Elma Raaijmakers en Noud van Swaaij

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
1. INLEIDING	4
2. WERKWIJZE	5
2.1 PROEFVELDEN	5
2.2 SCHADEDREMPEL	5
2.3 VERMEERDERING	5
2.4 STATISTISCHE ANALYSE	6
3. RESULTATEN PROEFVELDEN.....	7
3.1 MARGRATEN 2008	7
3.2 WOENSDRECHT 2008	8
3.3 LANGEWEG 2008.....	9
3.4 RUTTEN 2008	11
3.5 CREIL 2008.....	12
3.6 MARGRATEN 2009	13
3.7 BANT 2009	14
3.8 GOUDSWAARD 2010.....	17
3.9 BANT 2011	18
4. SCHADEDREMPEL EN VERMEERDERING	20
4.1 SCHADEDREMPEL	20
4.2 VERMEERDERING	21
5. DISCUSSIE.....	22
6. CONCLUSIES	23
7. LITERATUUR	24
BIJLAGE I OVERZICHT PROEFVELDEN	25
BIJLAGE II INTERNE VERSLAGLEGGING	26
BIJLAGE III BEREKENING VAN DE FINANCIËLE OPBRENGST.....	27

Samenvatting

Doel van dit onderzoek is een advies ontwikkelen vanaf welke besmetting een teler partieel resistente rassen zinvol en rendabel kan inzetten. Daarnaast wordt het gebruikt om een advies te geven over de beheersing van witte bietencysteaaltjes.

Uit het onderzoek blijkt dat partieel resistente rassen gemiddeld rendabel zijn vanaf 150 eieren en larven per 100 ml grond. Ook blijkt dat onder zwaar besmette omstandigheden de gemiddelde opbrengst van vatbare rassen ongeveer 31% lager is dan onder niet-besmette omstandigheden (maximaal opbrengstverlies). Voor partieel resistente rassen is dit 11%. Dit betekent dat een teler naast het gebruik van deze rassen, aanvullende maatregelen moet nemen, om de populatie van bietencysteaaltjes zo laag mogelijk te houden. Dit leidt tot de hoogste opbrengsten. Denk hierbij aan het zoveel mogelijk inzetten van resistente bladrammenas of gele mosterd in het bouwplan. Partieel resistente rassen vermeerderen het bietencysteaaltje minder dan de vatbare rassen en dragen op die manier ook bij aan de beheersing van bietencysteaaltjes.

De gegevens uit dit onderzoek worden gebruikt voor het aanpassen van de internetapplicatie 'Verloop besmetting witte bietencysteaaltjes' [5]. In deze applicatie wordt ook het effect van de bietencysteaaltjes op de financiële opbrengst getoond. Een voorbeeld hiervan staat in hoofdstuk 5. 'Discussie'(pagina 22).

1. Inleiding

Uit het onderzoek ‘Verspreiding van witte bietencysteaaltjes (*Heterodera schachtii*) en gele bietencysteaaltjes (*H. betae*) in Nederland - Inventarisatie 2005 en 2006’ bleek dat in Nederland 41% van de 475 onderzochte bietenpercelen besmet zijn met het witte bietencysteaaltje (*Heterodera schachtii*) [4]. In 2011 werden in Nederland 73.125 hectare suikerbieten geteeld [2]. Dit betekent dat bijna 30.000 hectare besmet is met het witte bietencysteaaltje. Van 2006 tot 2012 is het gebruik van rassen resistent tegen het bietencysteaaltje opgelopen van 4 naar 19 procent [3]. In dit onderzoek berekenen we de schadedrempel van de rassen op basis van de proefvelden uit de projecten ‘Rassen - Cultuur- en gebruikswaarde van suikerbietrassen’ (project 01-04) en ‘Nematoden - Toetsing van witte bietencysteaaltjes suikerbietenrassen’ (project 10-03).

Tot en met 2004 waren alleen resistente rassen op de markt, zoals Paulina. Vanaf 2005 zijn daarnaast ook de partieel resistente rassen beschikbaar gekomen, zoals Amalia KWS, Annalisa, Bantam, Bever, Margitta, Pauletta en Theresa KWS. Vanaf 2008 zijn alleen nog maar de partieel resistente rassen op de markt. Bij resistente rassen is het resistentiegen afkomstig van *Beta procumbens*. Bij de partieel resistente rassen zijn meerdere zogenaamde ‘major’- en ‘minor’-genen betrokken, afkomstig van *Beta maritima*. De opbrengst van de partieel resistente rassen is hoger dan die van de resistente rassen. Ook de vermeerdering van het witte bieten-cysteaaltje is bij deze rassen hoger. De resultaten van de proefvelden over project 10-03 staan in dit rapport.

Doel van het onderzoek is:

- een advies ontwikkelen vanaf welke besmetting een teler partieel resistente rassen zinvol en rendabel kan inzetten;
- een advies geven over de beheersing van witte bietencysteaaltjes.

De gegevens gebruiken wij bovendien om de internetapplicatie ‘Verloop besmetting witte bietencysteaaltjes’ aan te passen.

2. Werkwijze

2.1 Proefvelden

Vanaf 2006 tot en met 2011 zijn er binnen het project 01-04 ieder jaar proefvelden aangelegd op percelen met een zware besmetting met witte bietencysteaaltjes (>600 eieren en larven/100 ml grond). Om de schadedrempel te bepalen, is besloten om in 2008 tot en met 2011 extra proefvelden aan te leggen met lichte tot matige besmettingen (150-600 eieren en larven/100 ml grond). Deze extra proefvelden zijn onderdeel van project 10-03. De resultaten staan in hoofdstuk 3. De resultaten van project 01-04 zijn jaarlijks aan de kweekbedrijven gerapporteerd en wordt gebruikt voor het samenstellen van de rassenlijst.

Een lijst van de proefvelden is te vinden in bijlage I.

2.2 Schadedrempel

Van ieder veldje is op het proefveld het brutogewicht bepaald. Vervolgens zijn drie submonsters per veldje naar het tarreerlokaal meegenomen voor de bepaling van wortelgewicht, kop- en grondtarra en interne kwaliteit (bijlage II). De uitgangspunten voor de berekening van de financiële opbrengst staan in bijlage III.

De schadedrempel is op meerdere manieren berekend. Bij de eerste berekening is uitgegaan van alle vatbare en (partieel) resistente rassen op de proefvelden van 2003 tot en met 2011. Bij de tweede berekening is uitgegaan van de partieel resistente rassen die momenteel op de rassenlijst staan of in het derde jaar van onderzoek zijn. Hiervoor werden de gegevens van 2006 tot en met 2011 gebruikt. Het betreft de rassen Alexina KWS, Amalia KWS, Bantam, Bever, Constantina KWS, Finola KWS, Gandhi en Theresa KWS.

Bij beide berekeningen zijn twee rekenmethoden toegepast. Bij de eerste rekenmethode is van alle veldjes de financiële opbrengst uitgezet tegen de beginbesmetting uitgedrukt in aantal eieren en larven per 100 ml grond. Bij de tweede zijn de financiële opbrengstcijfers van de partieel resistente rassen per proefveld op gemiddeld 100% gezet en aan de hand hiervan de relatieve financiële opbrengsten van de vatbare rassen berekend. Het voordeel van deze methode is dat jaar- en plaatseffecten er op deze manier worden uitgehaald.

2.3 Vermeerdering

Op ieder proefveld is van elk veldje naast de opbrengst ook de begin- (Pi) en eindbesmetting (Pf) van het witte bietencysteaaltje bepaald. Het grondmonster per veldje bestond uit 25-30 stekken van de laag 0-25 cm. De grondmonsters zijn met behulp van de centrifugemethode geanalyseerd [1]. Uit de begin- en eindbesmetting is vervolgens de vermeerdering (Pf/Pi) berekend. Vanaf 2009 zijn alleen de grondmonsters van de tweede- en ouderejaars rassen geanalyseerd. Bij de eerstejaars rassen gebeurde dit alleen als ze doorgingen naar het tweede jaar van het cultuur- en gebruikswaardeonderzoek (CGO). Bij de berekening van de vermeerdering waren de jaren 2008 tot en met 2011 het uitgangspunt. 2011 is daarin slechts gedeeltelijk meegenomen, omdat op het moment van de analyse nog een deel van de monsters moesten worden onderzocht. Voor het aanpassen van de module op internet kon hierop niet worden gewacht. De hoeveelheid plaats voor de aaltjes in de grond rondom de wortels en de hoeveelheid voedsel die de wortels aan de aaltjes kunnen leveren, is eindig [6]. De mate van resistentie van een ras is mede bepalend voor de hoeveelheid voedsel die beschikbaar is. Deze factoren bepalen dus hoeveel aaltjes er maximaal in 100 ml grond aanwezig kunnen zijn (maximale populatiedichtheid). PPO Lelystad heeft deze maximale populatiedichtheid uitgerekend met de modellen van Seinhorst [6].

2.4 Statistische analyse

Voor de analyse van de resultaten van ieder afzonderlijk proefveld is gebruik gemaakt van ANOVA. De gezamenlijke resultaten van schadedrempel en vermeerdering zijn statistisch geanalyseerd met de Regressie Analyse (Model Standard Curves Linear-by-linear (rectangular hyperbola):

$Y = a + b / (1 + d \times X)$) in het softwareprogramma Genstat. PPO Lelystad analyseerde de maximale populatiedichtheid in Genstat met de procedure Seinhorst. Een gedetailleerd overzicht van de uitgevoerde modelberekeningen is te vinden in het rapport 'Aanpassingen Betakwik 'Verloop besmetting witte bietencystealtjes' 2012' [5].

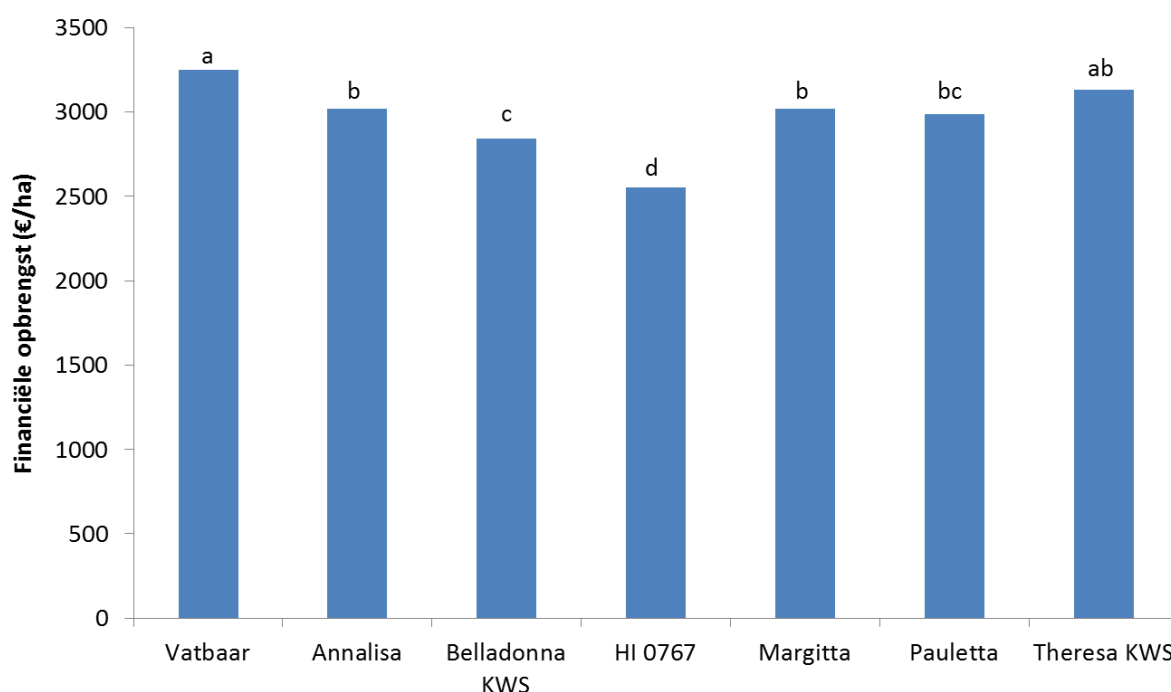
3. Resultaten proefvelden

Hieronder volgen de afzonderlijke resultaten van de proefvelden van project 10-03 (proefvelden met een lage beginbesmetting). In hoofdstuk 4 staan de resultaten van de berekeningen van de schadedrempel en de vermeerdering.

3.1 Margraten 2008

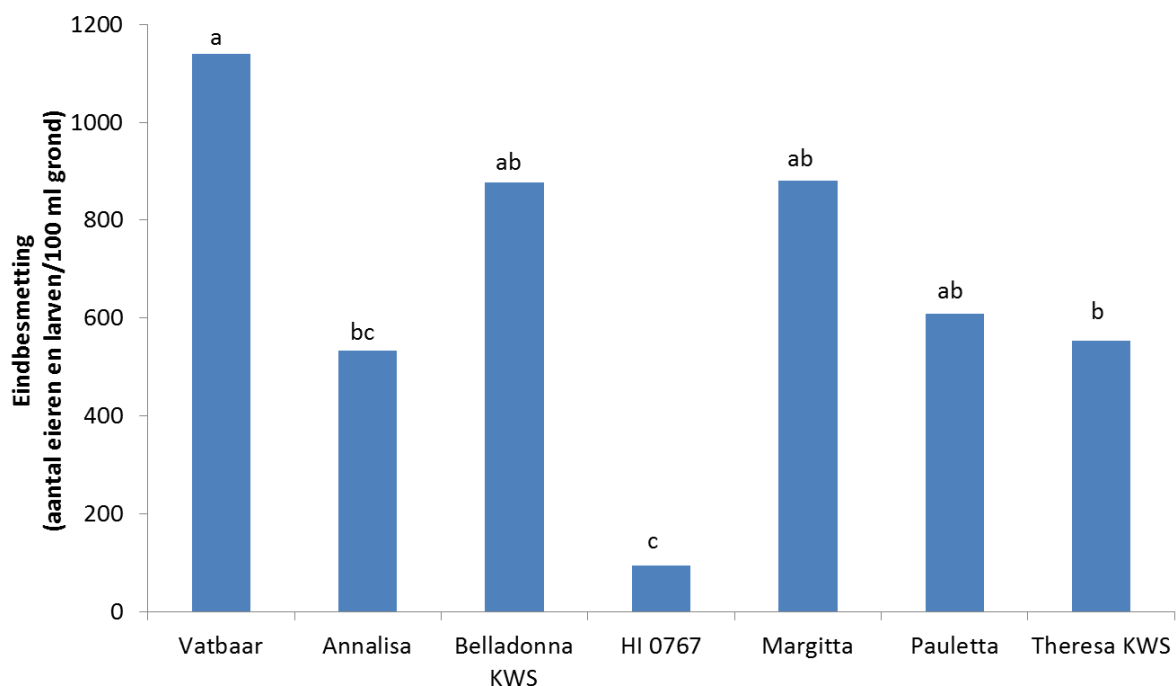
Op het proefveld in Margraten (2008) lagen de twee vatbare rassen Shakira en Coyote en zes (partieel) resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 318 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld hadden alle partieel resistente rassen een significant lagere opbrengst dan de vatbare rassen, behalve Theresa KWS (figuur 1).

Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 0 tot 1.520 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond). De rassen Annalisa, HI 0767 en Theresa KWS hadden een significant lagere eindbesmetting dan de vatbare rassen (figuur 2).



Figuur 1. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Margraten (2008). ($\text{l}_{\text{sd}}^1 5\% = 148$). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

¹ l_{sd} = least significant difference (kleinste significante verschil).



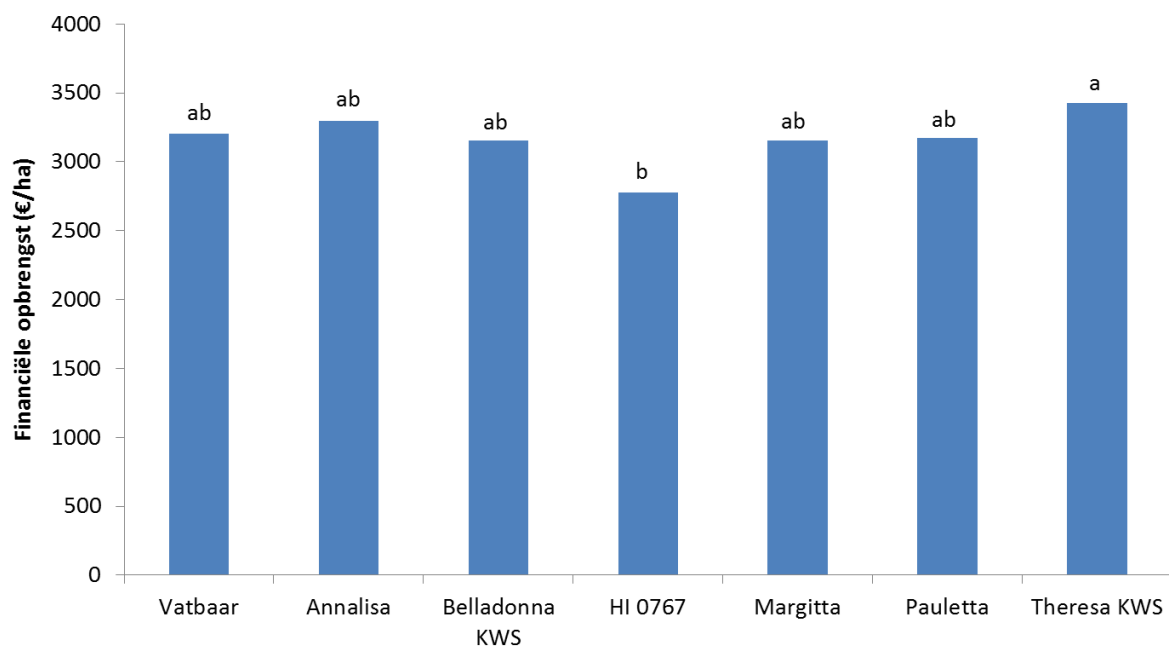
Figuur 2. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteaaltje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Margraten (2008) (l_{sd}^1 5% = 540). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.2 Woensdrecht 2008

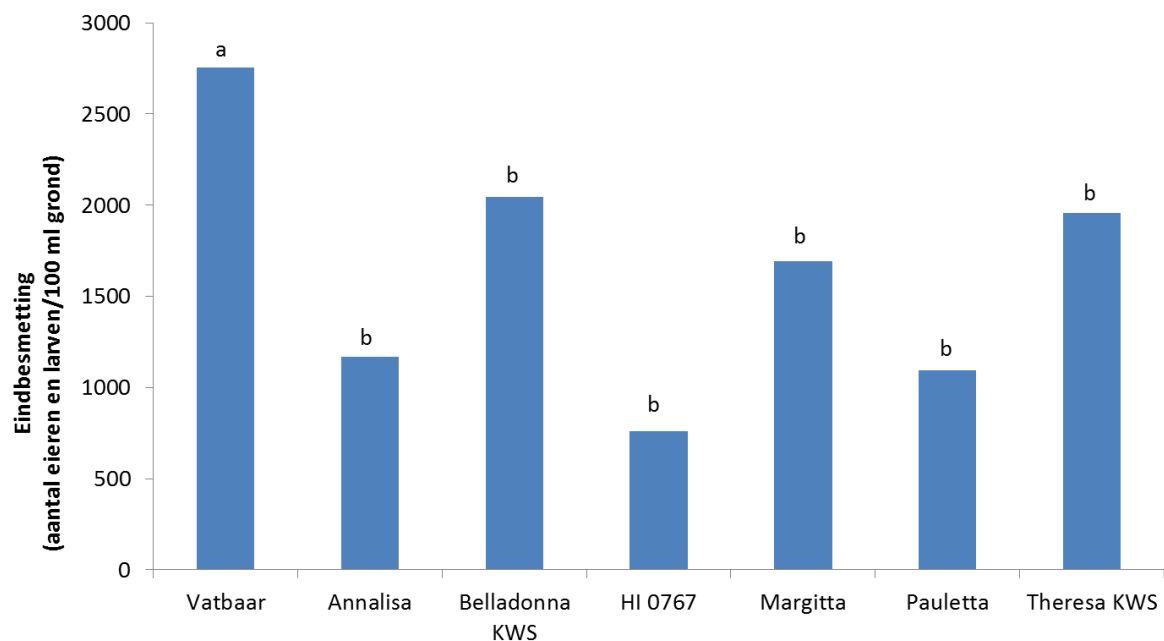
Op het proefveld in Woensdrecht (2008) lagen de twee vatbare rassen Shakira en Coyote en zes partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 469 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld was er geen significant verschil in financiële opbrengst tussen de vatbare en de partieel resistente rassen (figuur 3).

Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 0 tot 1.680 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond). Alle partieel resistente rassen hadden een significant lagere eindbesmetting dan de vatbare rassen (figuur 4).

¹l_{sd} = least significant difference (kleinste significante verschil).



Figuur 3. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Woensdrecht (2008). (lsd¹ 5% = 532). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).



Figuur 4. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteaaltje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Woensdrecht (2008) (lsd¹ 5% = 1.287). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

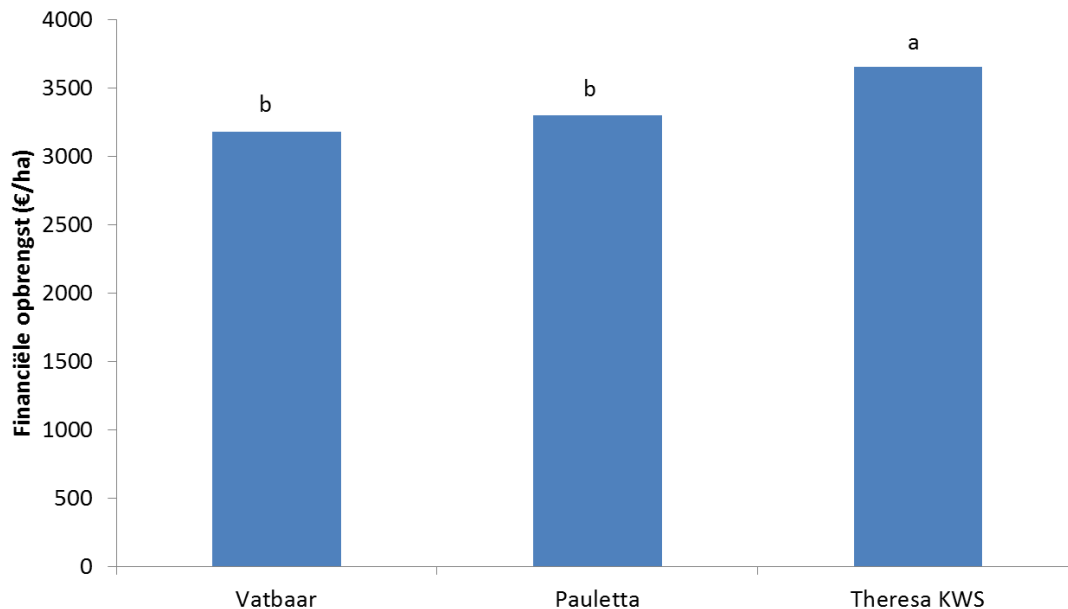
3.3 Langeweg 2008

Op het proefveld in Langeweg (2008) lagen de twee vatbare rassen Shakira en Coyote en twee partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 982 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld had het partieel resistente ras Theresa KWS een significant hogere

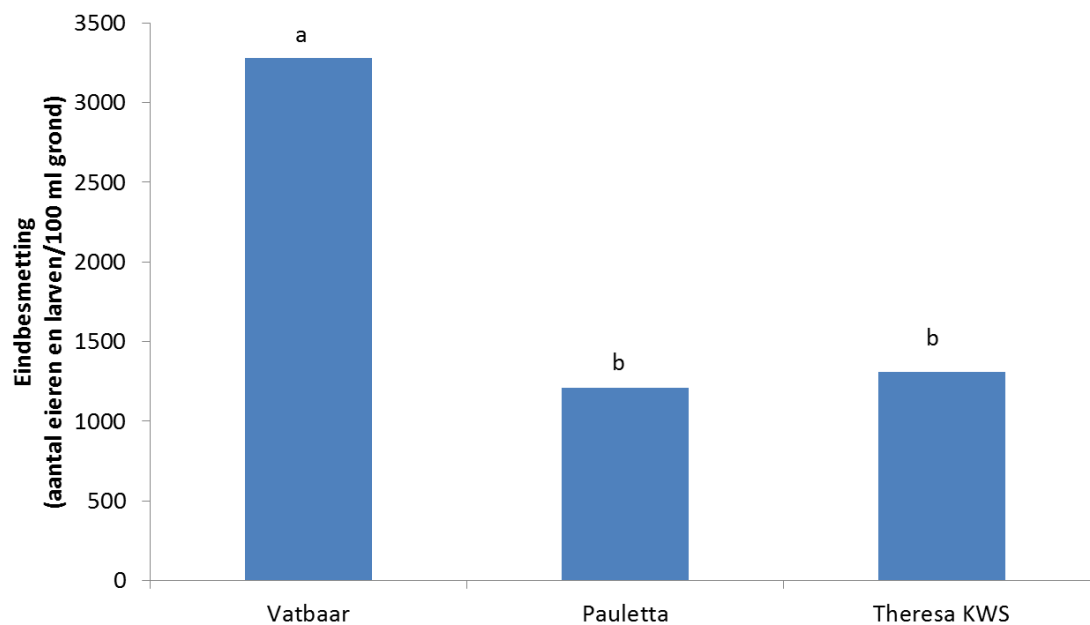
¹lsd = least significant difference (kleinste significante verschil).

financiële opbrengst dan de vatbare rassen en Pauletta (figuur 5).

Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 255 tot 1.925 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond). Pauletta en Theresa KWS hadden een significant lagere eindbesmetting dan de vatbare rassen (figuur 6).



Figuur 5. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Langeweg (2008) (lsd¹ 5% = 174). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).



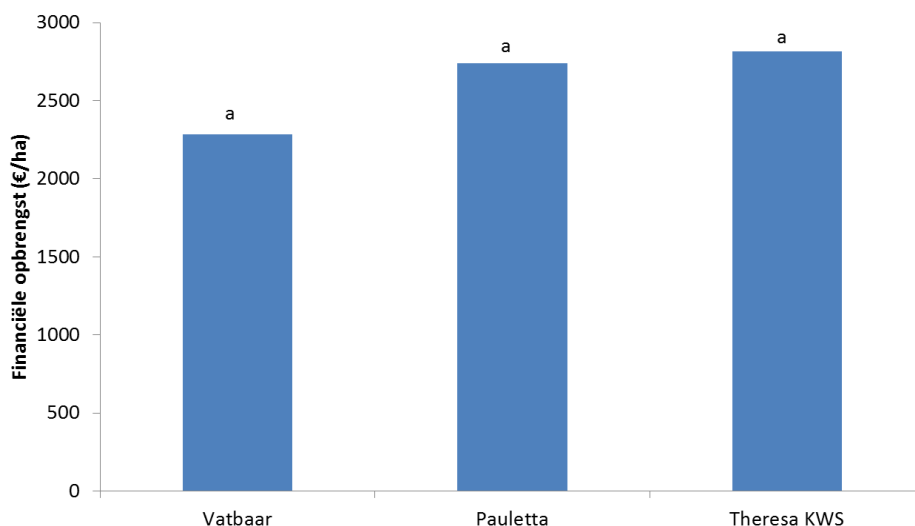
Figuur 6. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteeltje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Langeweg (2008) (lsd¹ 5% = 1.165). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

¹lsd = least significant difference (kleinste significante verschil).

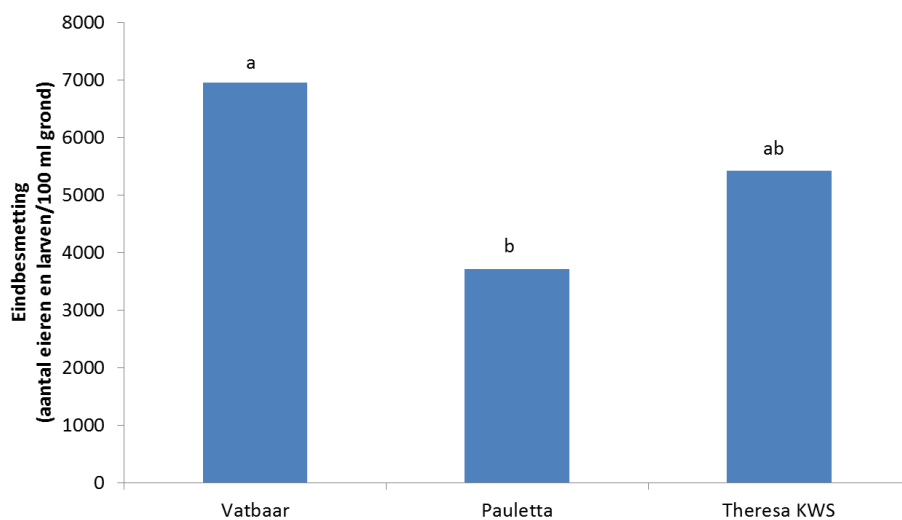
3.4 Rutten 2008

Op het proefveld in Rutten (2008) lagen de twee vatbare rassen Shakira en Coyote en twee partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 610 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld was er geen significant verschil in financiële opbrengst tussen de vatbare en partieel resistente rassen (figuur 7).

Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 40 tot 2.042 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond). Pauletta had een significant lagere eindbesmetting dan de vatbare rassen (figuur 8).



Figuur 7. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Rutten (2008) ($\text{l}_{\text{sd}}^1 5\% = 555$). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).



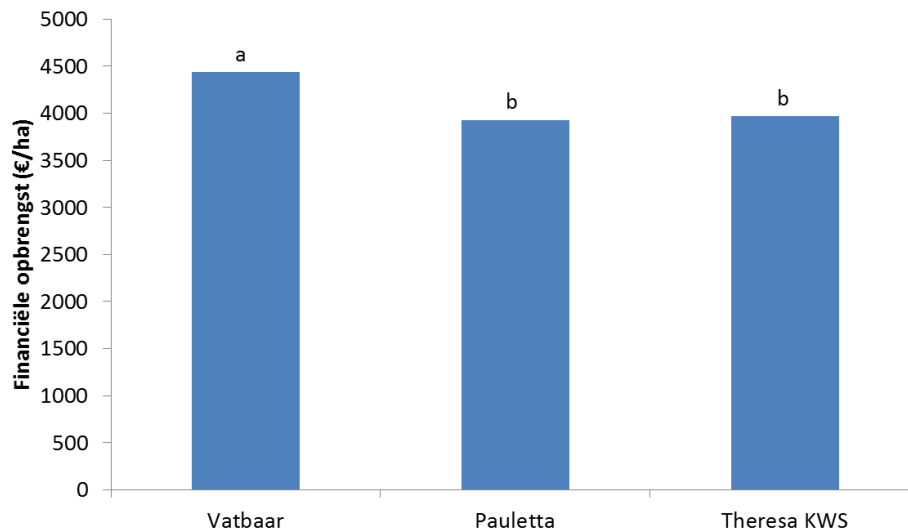
Figuur 8. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bieten-cystealtje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Rutten (2008) ($\text{l}_{\text{sd}}^1 5\% = 2.605$). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

¹ l_{sd} = least significant difference (kleinste significante verschil).

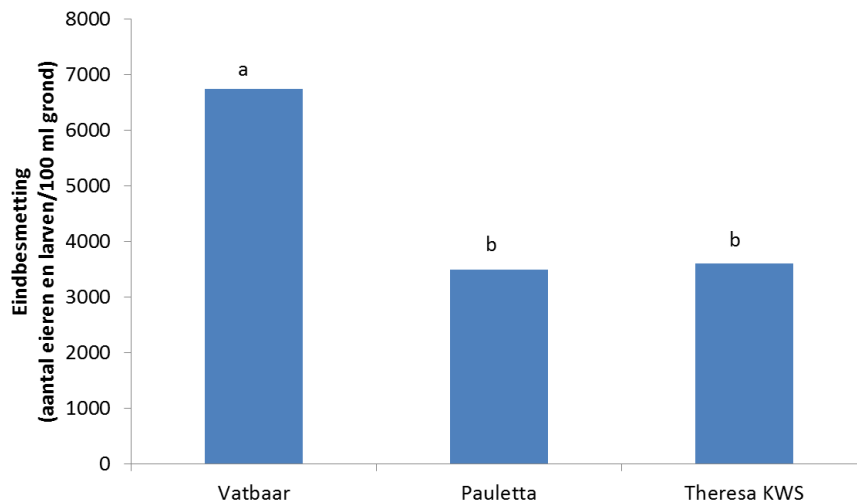
3.5 Creil 2008

Op het proefveld in Creil (2008) lagen de twee vatbare rassen Rosabelle en Coyote en twee partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 209 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld hadden de vatbare rassen een significant hogere financiële opbrengst dan de partieel resistente rassen (figuur 9).

Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 15 tot 520 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond). De partieel resistente rassen Pauletta en Theresa KWS hadden een significant lagere eindbesmetting dan de vatbare rassen (figuur 10).



Figuur 9. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Creil (2008) ($\text{l}_{\text{sd}}^1 5\% = 168$). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).



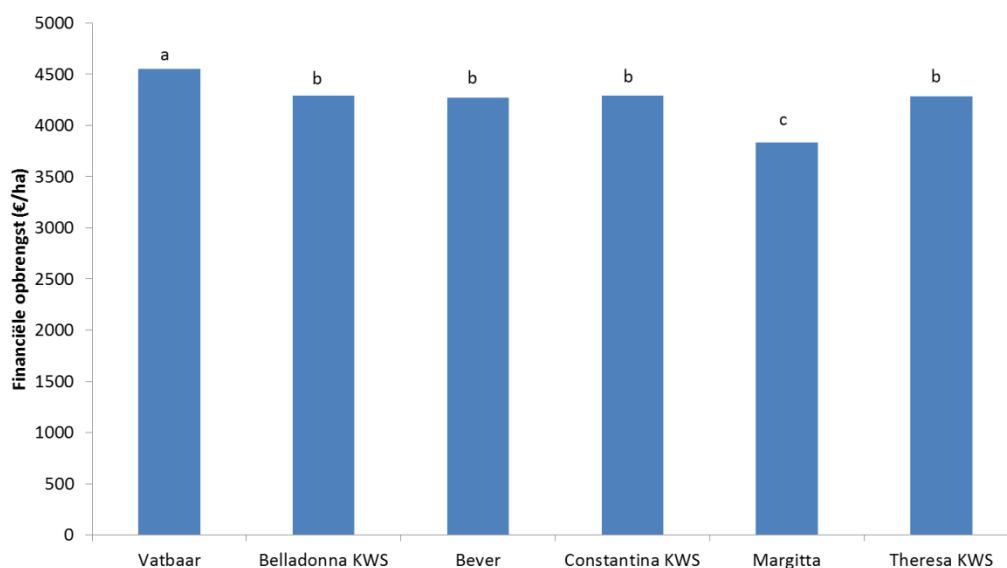
Figuur 10. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteeltje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Creil (2008) ($\text{l}_{\text{sd}}^1 5\% = 2.213$). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

¹ l_{sd} = least significant difference (kleinste significante verschil).

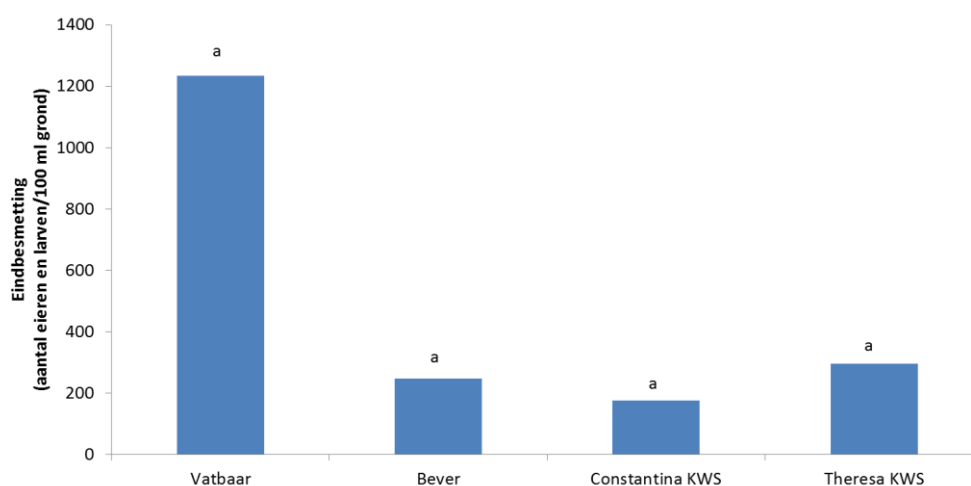
3.6 Margraten 2009

Op het proefveld in Margraten (2009) lagen de twee vatbare rassen Coyote en Emilia KWS en vijf partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 30 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld hadden de vatbare rassen een significant hogere financiële opbrengst dan de partieel resistente rassen (figuur 11).

Van dit proefveld zijn alleen de monsters voor bietencysteaaltjes geanalyseerd van rassen die doorgingen naar het volgende jaar van onderzoek of op de rassenlijst stonden. Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 0 tot 705 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond), maar er was ook geen significant verschil in eindbesmetting (figuur 12).



Figuur 11. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Margraten (2009). (lsd¹ 5% = 237). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).



Figuur 12. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteaaltje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Margraten (2009) (lsd¹ 5% = 1.268). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

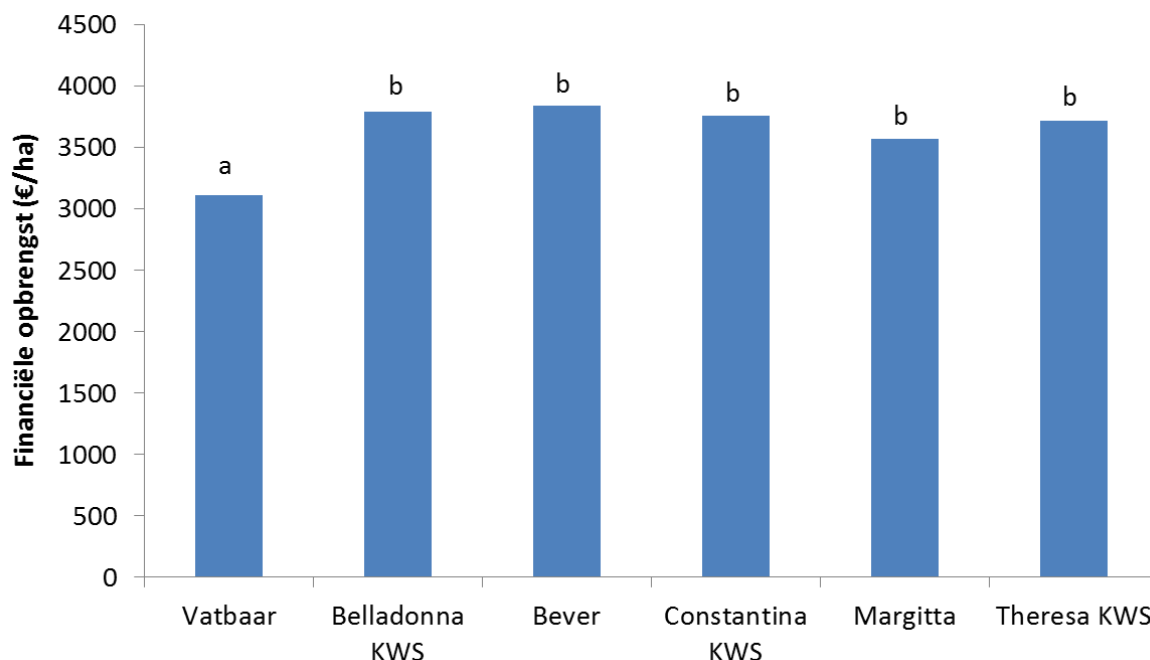
¹lsd = least significant difference (kleinste significante verschil).

3.7 Bant 2009

Op het proefveld in Bant (2009) lagen de twee vatbare rassen Coyote en Emilia KWS en vijf partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 1.229 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld hadden de partieel resistente rassen een significant hogere financiële opbrengst dan de vatbare rassen (figuur 13).

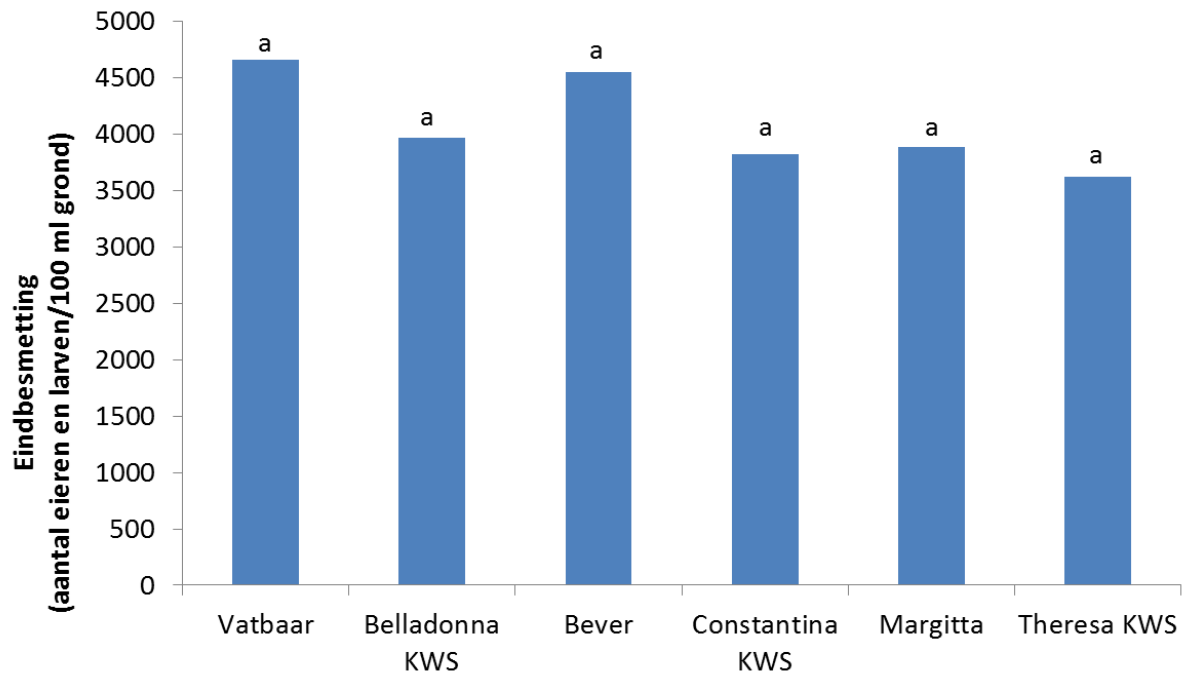
Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 60 tot 2.850 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond), maar er was ook geen significant verschil in eindbesmetting (figuur 14).

Op dit proefveld was tevens magnesiumgebrek zichtbaar en bij de zeer zware bladaantastingen ook alternaria. Ter illustratie staan de waarnemingen voor de vatbare rassen en het partieel resistente ras Theresa KWS in de figuren 15 t/m 17. De suikeropbrengst nam bij zowel de vatbare rassen als bij Theresa KWS af naarmate de beginbesmetting (P_i) hoger was (figuur 15). De mate van geelverkleuring door magnesiumgebrek en alternaria was erger als de beginbesmetting hoger was (figuur 16). Bovendien was de suikeropbrengst lager bij meer magnesiumgebrek (figuur 17).

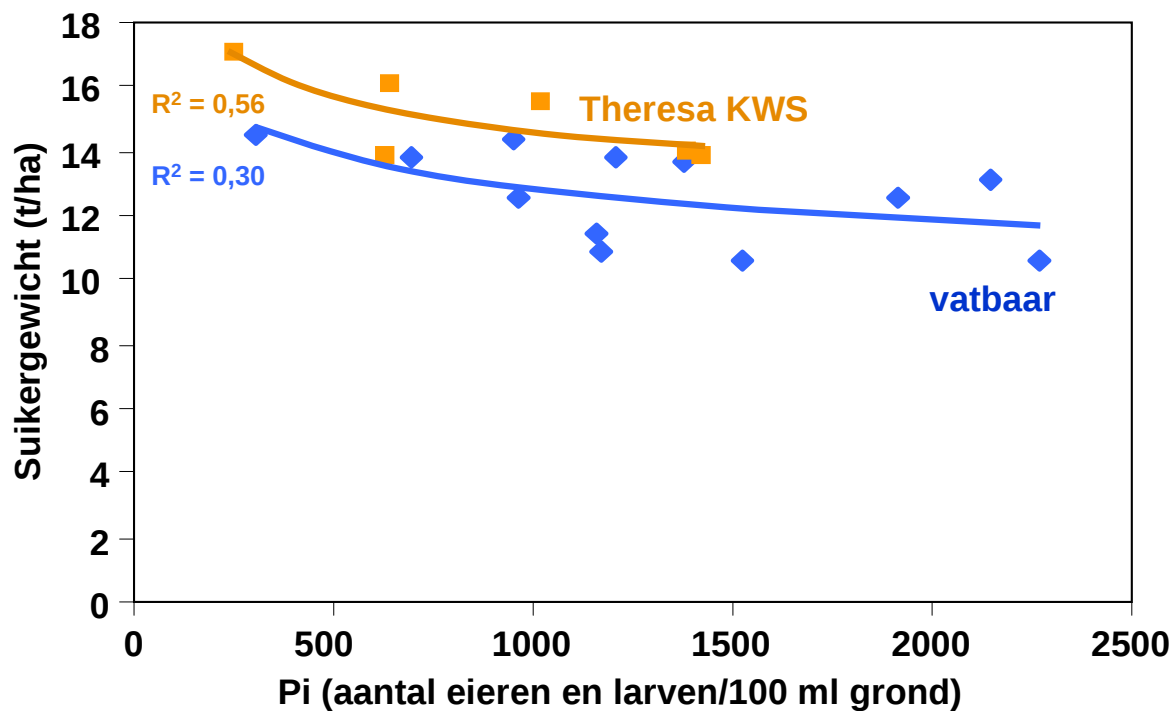


Figuur 13. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Bant (2009) ($\text{l}_{\text{sd}}^{11} 5\% = 354$). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

¹¹ l_{sd} = least significant difference (kleinste significante verschil).

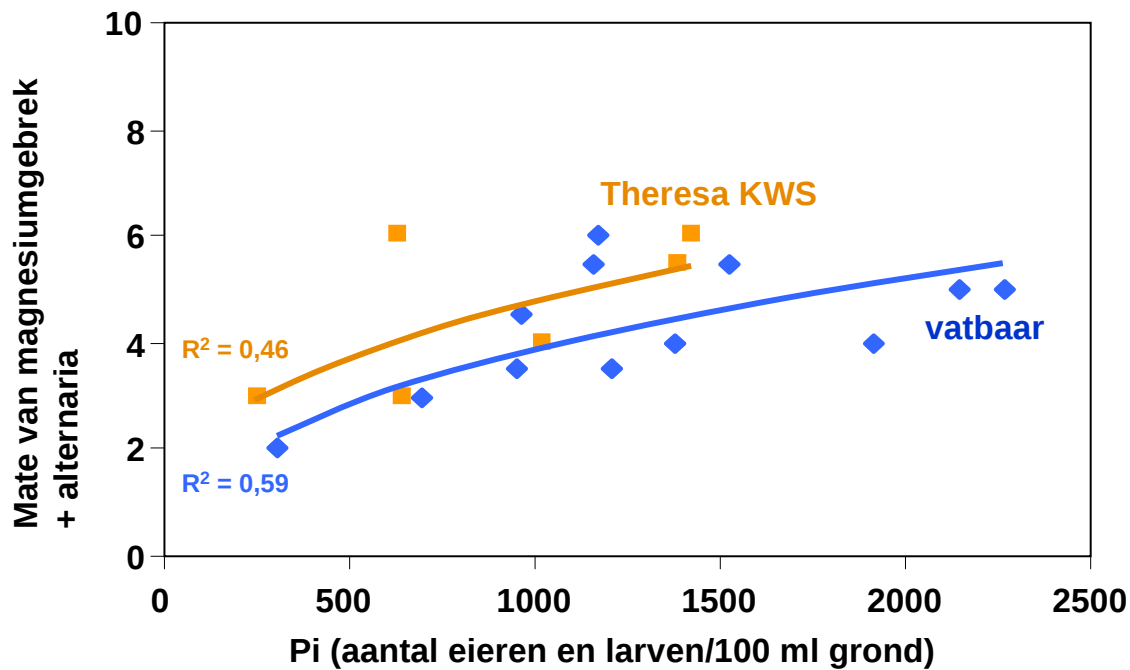


Figuur 14. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteaaltje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Bant (2009) (lsd^1 5% = 1.747). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

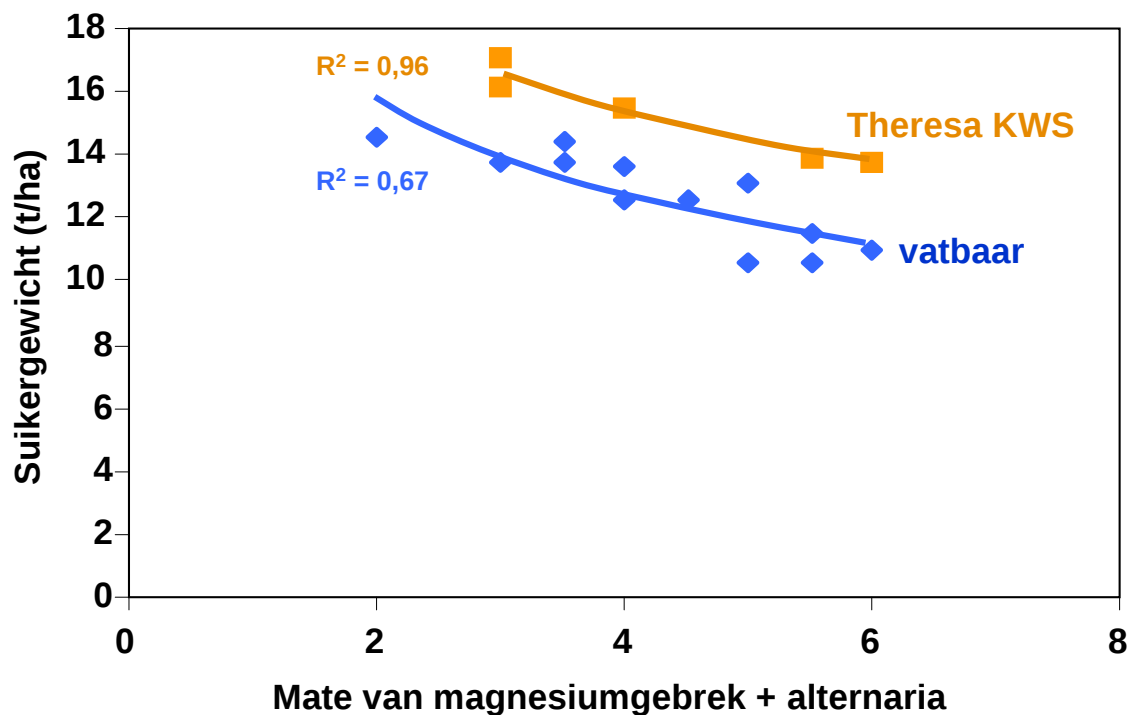


Figuur 15. Relatie van de beginbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bieten-cysteaaltje met het suikergewicht (t/ha) op het proefveld in Bant (2009).

¹lsd = least significant difference (kleinste significante verschil).



Figuur 16. Relatie van de beginbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteaaltje met de mate van geelverkleuring door magnesiumgebrek en alternaria (0-10) op het proefveld in Bant (2009). 0 = geen geelverkleuring; 10 = zeer ernstig magnesiumgebrek, waarbij alle planten tevens zwart zijn van alternaria.

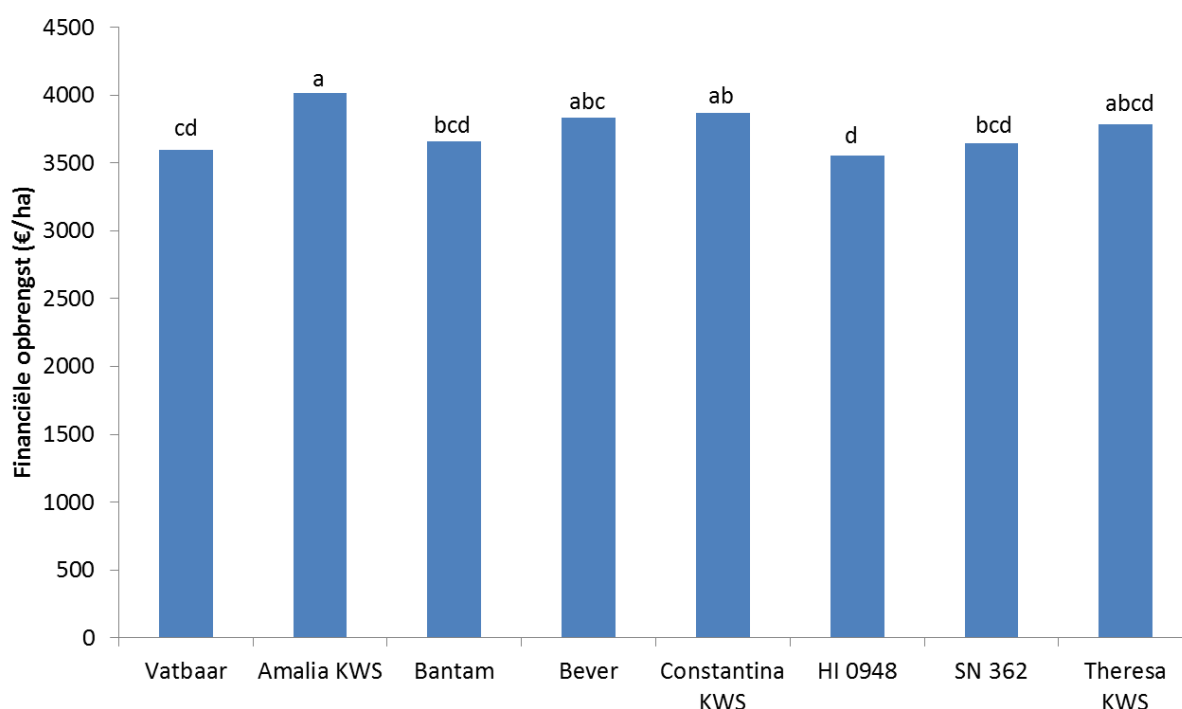


Figuur 17. Relatie van de mate van geelverkleuring door magnesiumgebrek en alternaria (0-10) met het suikergewicht (t/ha) op het proefveld in Bant (2009). 0 = geen geelverkleuring; 10 = zeer ernstig magnesiumgebrek, waarbij alle planten tevens zwart zijn van alternaria.

3.8 Goudswaard 2010

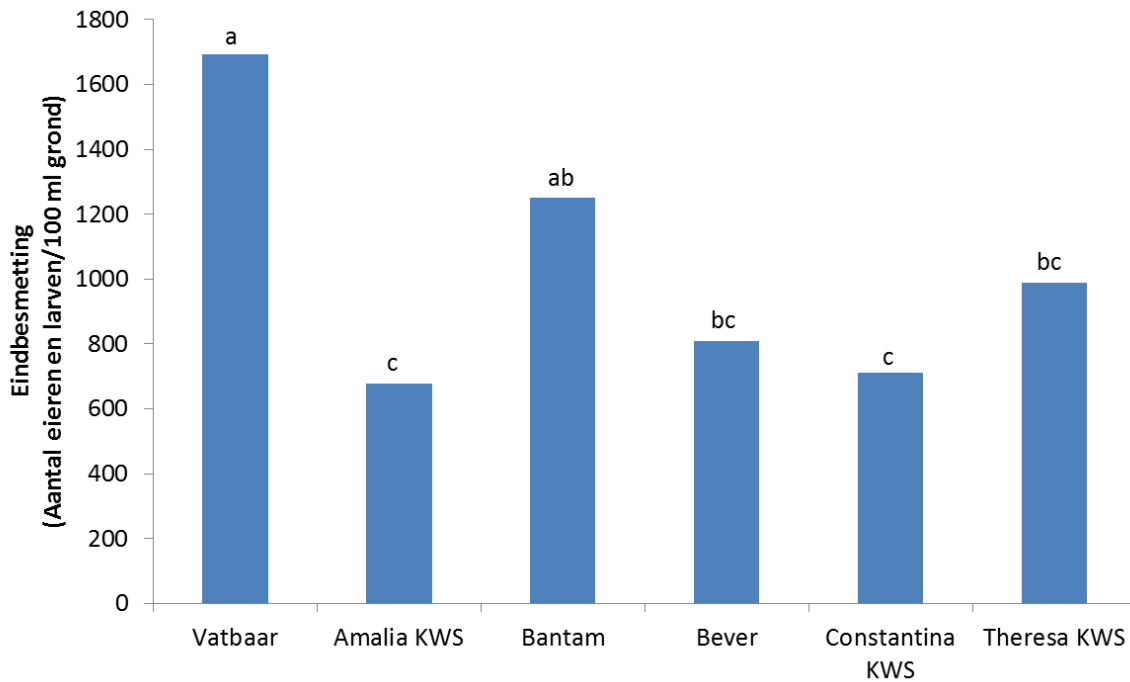
Op het proefveld in Goudswaard (2010) lagen de twee vatbare rassen Coyote en Fernanda KWS en zes partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 276 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld hadden de partieel resistente rassen Amalia KWS, Bever, Constantina KWS en Theresa KWS significant de hoogste financiële opbrengst (figuur 18). Alleen Amalia KWS en Constantina KWS hadden een significant hogere opbrengst dan de vatbare rassen.

Van dit proefveld zijn alleen de monsters geanalyseerd voor bietencysteaaltjes van rassen die doorgingen naar het volgende jaar van onderzoek of op de rassenlijst stonden. Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 20 tot 720 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond). De partieel resistente rassen Amalia KWS, Bever, Constantina KWS en Theresa KWS hadden een significant lagere eindbesmetting dan de vatbare rassen (figuur 19).



Figuur 18. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Goudswaard (2010). (lsd¹ 5% = 241). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

¹lsd = least significant difference (kleinste significante verschil).



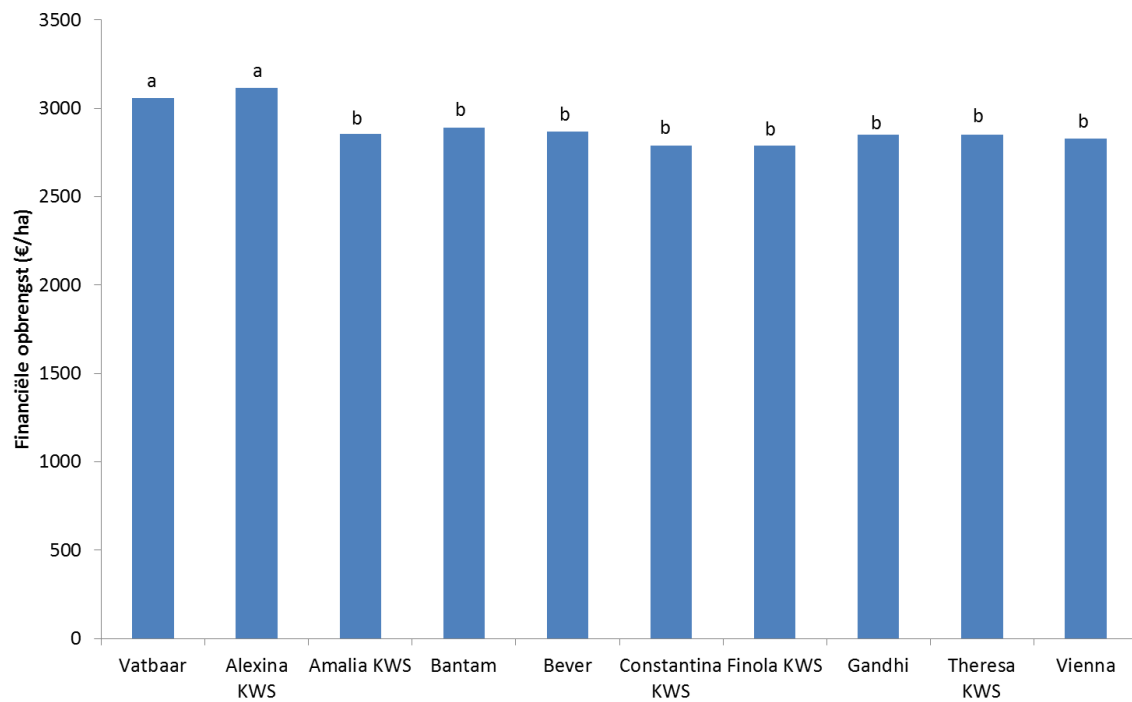
Figuur 19. Eindbesmetting (aantal eieren en larven/100 ml grond) van het witte bietencysteaaltje voor de vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Goudswaard (2010) (lsd¹ 5% = 498). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

3.9 Bant 2011

Op het proefveld van project 10-03 in Bant (2011) lagen de twee vatbare rassen Coyote en Fernanda KWS en negen partieel resistente rassen. De gemiddelde beginbesmetting was 170 eieren en larven per 100 ml grond. Op dit proefveld hadden de vatbare rassen en het partieel resistente ras Alexina KWS een significant hogere financiële opbrengst dan de overige partieel resistente rassen (figuur 20).

Binnen het proefveld varieerde de beginbesmetting van 0 tot 660 eieren en larven per 100 ml grond. Er was geen significant verschil in beginbesmetting tussen de rassen (data niet getoond). Op hetzelfde perceel lag ook een proefveld uit project 01-04 op een plek met een hogere besmetting. Hier was de beginbesmetting gemiddeld 1.141 eieren en larven per 100 ml grond. Het varieerde tussen de veldjes van 310 tot 2.390 eieren en larven. Op het perceelsgedeelte met de lage besmetting (project 10-03) presteerden de vatbare rassen beter dan de partieel resistente rassen (figuur 20). Op het perceelsgedeelte met een hoge besmetting presteerden de partieel resistente rassen juist beter (data niet getoond).

¹lsd = least significant difference (kleinste significante verschil).



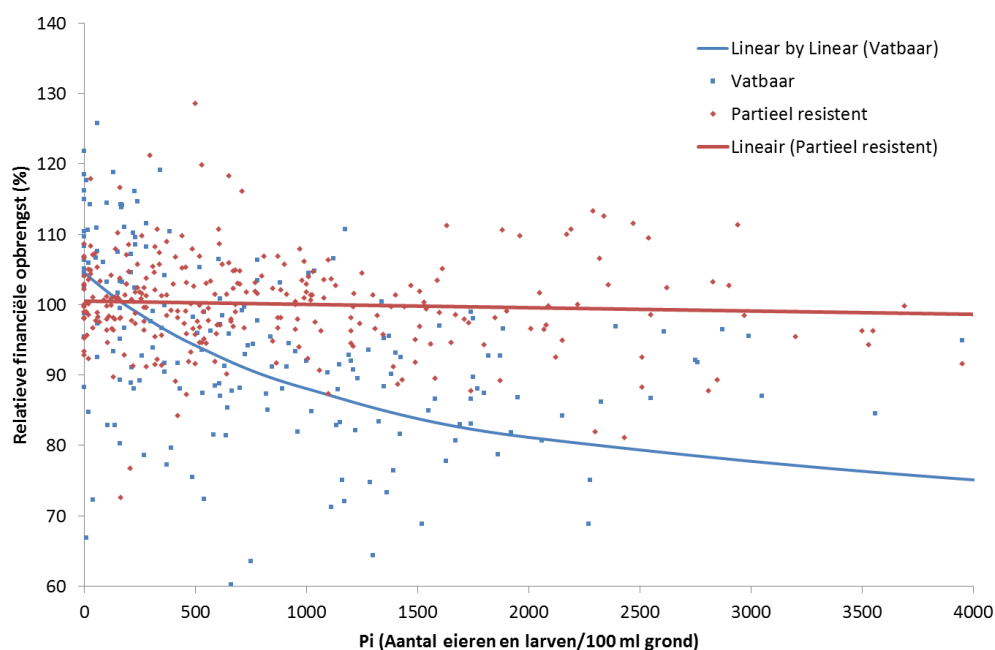
Figuur 20. Financiële opbrengst van vatbare en partieel resistente rassen op het proefveld in Bant (2011). (lsd¹ 5% = 112). Verschillende letters (a, b enzovoort) in de figuur duiden op significante verschillen ($p < 0,05$).

¹lsd = least significant difference (kleinste significante verschil).

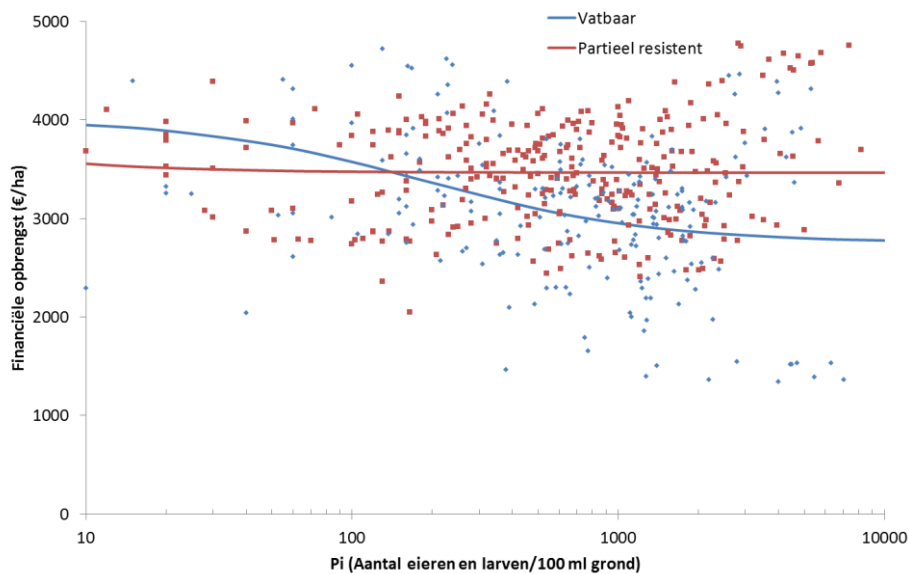
4. Schadedrempel en vermeerdering

4.1 Schadedrempel

Van de gegevens van 2003 tot en met 2011 was het alleen mogelijk om de relatieve financiële opbrengst te bepalen met het model Linear-by-Linear, vanwege de zeer lage verklaarde variantie bij de financiële opbrengst (2%). Uit de vergelijking van de relatieve financiële opbrengst van vatbaar en partieel resistent over de jaren 2003 tot en met 2011 blijkt dat het gemiddeld vanaf 200 eieren en larven per 100 ml grond rendabel was om (partieel) resistente rassen te zaaien (resultaten niet getoond). Voor de jaren 2006 tot en met 2011 met de rassen die momenteel op de rassenlijst staan of in het derde jaar van het rassenonderzoek zitten, blijkt dit vanaf 150 eieren en larven rendabel. Dit geldt voor zowel de berekening met de relatieve financiële opbrengst (figuur 21) als met de werkelijke financiële opbrengst (figuur 22). Tussen jaren en percelen zit veel variatie. Het maximale opbrengstverlies (bij 10.000 eieren en larven verlies ten opzichte van het verlies bij 0 eieren en larven) van vatbare rassen is 31%. Ook partieel resistente rassen laten opbrengst liggen bij hogere besmettingen. Dit maximale opbrengstverlies is 11%. Ten opzichte van de opbrengst bij de schadedrempel is het opbrengstverlies van de partieel resistente rassen, bij een hoge aaltjesdichtheid, minimaal. Bij een juist gebruik van de schadedrempel levert het gebruik van partieel resistente rassen een voordeel op, wat kan oplopen tot 20%.



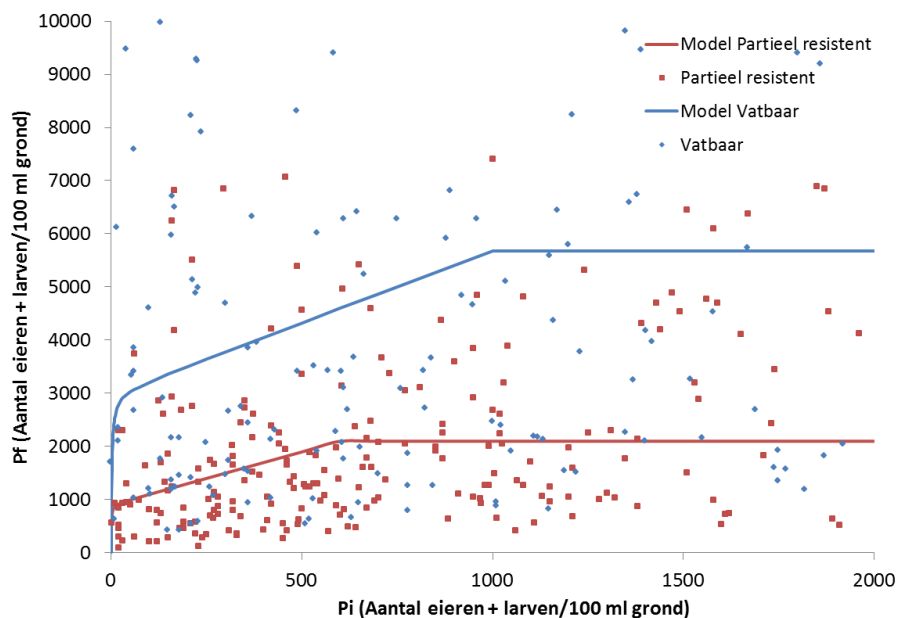
Figuur 21. Relatieve financiële opbrengst (%) van partieel resistente en vatbare rassen op proefvelden met witte bietencysteaaltjes (*H. schachtii*) (2006 t/m 2011). 100 = gemiddelde relatieve financiële opbrengst van (partieel) resistente rassen.



Figuur 22. Financiële opbrengst van partieel resistente en vatbare rassen op proefvelden met witte bietencystealtjes (*H. schachtii*) (2006 t/m 2011).

4.2 Vermeerdering

De eindbesmetting na de teelt van suikerbieten van de vatbare rassen is hoger dan van de partieel resistente rassen (figuur 23). Uit modelberekeningen [6] blijkt dat de maximale hoeveelheid witte bietencystealtjes bij vatbare rassen ongeveer 6.000 eieren en larven per 100 ml grond is. Voor de partieel resistente rassen is dit ongeveer 2.000. Deze gegevens zijn meegenomen in de modellen uit figuur 23.



Figuur 23. Eindbesmetting (Pf) van partieel resistente en vatbare rassen op proefvelden met witte bietencystealtjes (*H. schachtii*) in relatie tot de beginbesmetting (Pi) (2008 t/m 2011). Met behulp van de Seinhorst-curve [6] zijn de maximale populatiedichtheden berekend. Dit verklaart dat de modellen een maximum hebben.

5. Discussie

De analyses laten zien dat het gemiddeld vanaf 150 eieren en larven per 100 ml grond rendabel is om partieel resistente rassen te zaaien. Dat er verschil is per jaar blijkt wel uit de cijfers van de afzonderlijke proefvelden. Op sommige proefvelden is het in droge jaren eerder rendabel, terwijl dit in nattere jaren minder is. Gemiddeld genomen hadden de vatbare rassen onder niet-besmette omstandigheden een 6 tot 8% hogere opbrengst dan de partieel resistente rassen. Met een gemiddelde opbrengst van 3.500 euro is dit toch 210 tot 280 euro per hectare. Het nemen van een aaltjesmonster, wat voor bietencysteaaaltjes ongeveer 60 euro per monster kost, is dus rendabel.

Daarnaast blijkt uit de cijfers dat bij zware besmettingen het maximale opbrengstverlies bij vatbare rassen 31% is. Ook bij de partieel resistente rassen is het maximale opbrengstverlies nog altijd 11%. Om dit verlies zo veel mogelijk te beperken, is het belangrijk om zo weinig mogelijk bietencysteaaaltjes in de grond te hebben. Partieel resistente rassen zijn dus alleen niet voldoende om een zo hoog mogelijke opbrengst te halen op percelen met bietencysteaaaltjes. De bietencysteaaaltjespopulatie kan een teler zo laag mogelijk houden, door:

- gebruik van partieel resistente rassen;
- zo min mogelijk waardplanten in het bouwplan;
- de teelt van resistente bladrammenas of gele mosterd.

Dat partieel resistente rassen een bijdrage leveren aan de beheersing van het bietencysteaaaltje ten opzichte van vatbare rassen blijkt ook uit dit onderzoek. De maximale eindbesmetting van het witte bietencysteaaaltje was gemiddeld tweederde lager dan bij vatbare rassen (paragraaf 4.2). De partieel resistente rassen beperken de vermeerdering daarom ten opzichte van de vatbare rassen. Toch vindt er in de meeste gevallen nog altijd een vermeerdering plaats bij de partieel resistente rassen (tot een beginbesmetting van 2.000 eieren en larven/100 ml grond).

De resultaten uit dit onderzoek nemen we mee bij het aanpassen van de internetapplicatie ‘Verloop besmetting witte bietencysteaaaltjes’[5]. Hierin zal ook het effect van de bietencysteaaaltjes op de financiële opbrengst komen. Stel: een perceel heeft een bietencysteaaaltjesbesmetting van 100 eieren en larven per 100 ml grond en de teler kiest voor een vatbaar ras, dan loopt de populatie in het najaar op tot 3.206. Als een teler onder die omstandigheden had gekozen voor een partieel resistent ras, dan was dit slechts 1.060 eieren en larven per 100 ml grond. Bij een beginbesmetting van 500 eieren en larven is de eindbesmetting voor vatbare en partieel resistente rassen respectievelijk 4.323 en 1.818 eieren en larven. Ook in financiële opbrengst is er een verschil. Bij 100 eieren en larven is de financiële opbrengst van vatbare rassen met 3.573 euro per hectare 100 euro hoger dan bij partieel resistente rassen. Bij 500 eieren en larven is dit voor partieel resistente rassen 3.466 euro per hectare en voor vatbare rassen slechts 3.096 euro per hectare.

6. Conclusies

- De inzet van partieel resistente rassen is rendabel vanaf 150 eieren en larven per 100 ml grond, met inachtneming van de variatie tussen de jaren;
- Onder zeer zwaar besmette omstandigheden is de opbrengst van vatbare rassen ongeveer 31% lager dan onder niet-besmette omstandigheden. Voor partieel resistente rassen is dit 11%. Dit betekent dat een teler ook met deze rassen aanvullende maatregelen moet nemen voor het behalen van de hoogste opbrengst.
- Partieel resistente rassen vermeerderen het bietencysteeltje minder dan de vatbare rassen en dragen op die manier bij aan de beheersing ervan.

7. Literatuur

1. Bezooijen, J., van (2006).
Methods and techniques for nematology.
Vakgroep Nematologie, Wageningen Universiteit, Wageningen.
2. Bietenstatistiek (2012a).
Areaal suikerbieten. In: Hoofdstuk 2. Arealen akkerbouwgewassen.
www.bietenstatistiek.nl.
3. Bietenstatistiek (2012b).
Uitzaai witte bietencystealtjesresistente rassen. In: Hoofdstuk 3. Rassenkeuze en keuze
zaadsoort.
www.bietenstatistiek.nl.
4. Raaijmakers, E. (2012).
Verspreiding van witte bietencystealtjes (*Heterodera schachtii*) en gele bietencystealtjes
(*H. betae*) in Nederland - Inventarisatie 2005 en 2006.
IRS-publicatie 12P01, Bergen op Zoom.
5. Raaijmakers, E. & Van Swaaij, N. (2012). Aanpassing Betakwik applicatie 'Verloop
besmetting witte bietencystealtjes'.
IRS-rapport 12P03, Bergen op Zoom.
6. Seinhorst, J.W., Been, T.H. & Schomaker, C.H. (1993).
Partiële resistentie in de bestrijding van aardappelcystealtjes (*Globodera* spp.). 1. Bepaling
van de graad van resistentie.
Gewasbescherming 24 (1): 3-11.

Bijlage I Overzicht proefvelden

proefveldcode	plaats	gemiddelde beginbesmetting (Pi (aantal e+/100 ml grond))
06-01-04.01	Kruisland	5.255
06-01-04.02	Sint Maartensdijk	1.315
07-01-04.01	De Heen	907
07-01-04.02	Woensdrecht	1.304
08-01-04.01	Goudswaard	567
08-01-04.02	Dinteloord	565
08-10-03.01	Margraten	318
08-10-03.02	Woensdrecht	469
08-10-03.03	Langeweg	982
08-10-03.04	Rutten	610
08-10-03.05	Creil	209
09-01-04.01	De Heen	4.319
09-01-04.02	Swifterbant	1.372
09-10-03.02	Margraten	30
09-10-03.03	Bant	1.229
10-01-04.01	Bant	711
10-01-04.02	Kamperland	1.729
10-01-04.03	De Heen	388
10-10-03.02	Goudswaard	276
11-01-04.01*	Bant	1.141
11-01-04.02*	Heijningen	3.197
11-01-04.03*	Steenbergen	1.364
11-10-03.01*	Bant	170

*De proefvelden van 2011 zijn alleen gebruikt voor de berekening van de schadedrempel.

Bijlage II Interne verslaglegging

De bepalingen van het wortelgewicht, de interne kwaliteit en kop- en grondtarra zijn omschreven in SOP 6.1 en 6.2. In SOP 5.8 is de methode beschreven voor de bepaling van de besmetting met bietencysteaaltjes.

De berekeningen voor de schadedrempel zijn gedaan in een excel-file:

U:\VWU\Waarnemingen\over jaren\Bietencysteaaltjes\Samenvatting 2003-2011 voor Betakwik\Berekening schadedrempel 2003-2011.xlsx.

De berekeningen voor de vermeerdering is te vinden in een excel-file:

U:\VWU\Waarnemingen\over jaren\Bietencysteaaltjes\Samenvatting 2003-2011 voor Betakwik\Berekening vermeerdering 2003-2011.xlsx.

Bijlage III Berekening van de financiële opbrengst

VERREKENING VAN:

biet: € 35,00 per ton nettobiet bij 16% suiker.

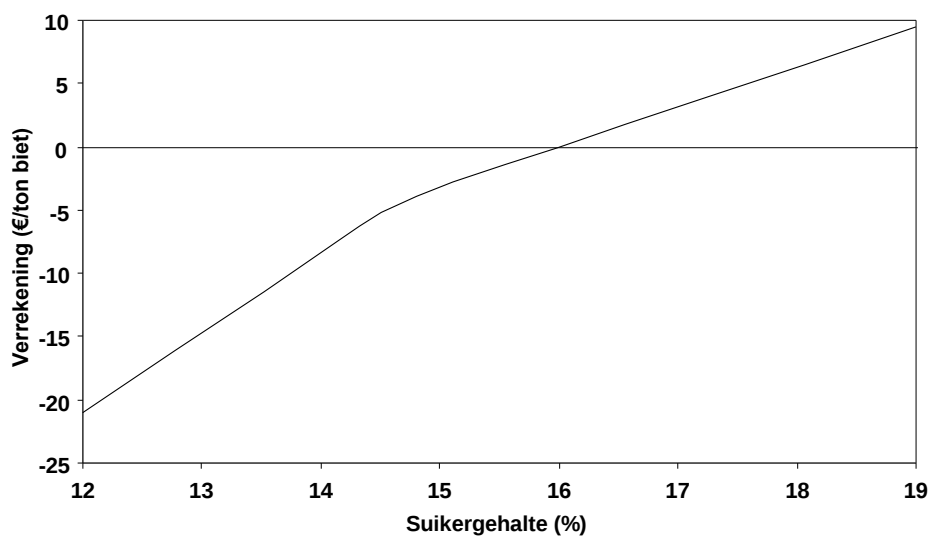
gehalte: zie voor de suikergehalteverrekening onderstaande figuur.

Bij 16% suiker vindt geen verrekening plaats. Bij lagere suikergehalten wordt een korting toegepast (bijvoorbeeld bij 14% suiker € 8,40 per ton nettobiet), terwijl bij hogere gehalten een toeslag wordt gegeven (bijvoorbeeld bij 18% suiker € 6,30 per ton nettobiet).

WIN: zie onderstaande figuur. Bij WIN 87 vindt geen verrekening plaats.

tarra: € 12,70 per ton tarra. Omdat alleen met grondtarra (meegeleverde grond) wordt gerekend, is een aftrek van de geleverde kop niet van toepassing.

Suikergehalteverrekening (€/ton)



WIN-verrekening (€/ton)

