
Strokenteelt tegen vergelingsvirus in suikerbieten 2022

Onderzoek naar de verspreiding van het vergelingsvirus in suikerbieten

Klaas van Rozen, Thibault Costaz, Laxmi Kok en Corina Topper

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van teler Dhr. Evenhuis uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten, in het kader van een vouchertoekenning voor Boerderij van de Toekomst [UR008796 A19).

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

Wageningen, december 2022

Van Rozen, K., Costaz, T., Kok, L., Topper, C. 2022. *Strokenteelt tegen vergelingsvirus in suikerbieten 2022; Onderzoek naar de verspreiding van het vergelingsvirus in suikerbieten*. Wageningen Research, Rapport WPR-3750451100.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van een onderzoek naar de verspreiding van het vergelingsvirus in suikerbieten, geteeld tussen stroken met zomergerst. De opdracht is door Wageningen Plant Research uitgevoerd voor teler Dhr. Evenhuis in het kader van een voucherverstrekking door Boerderij van de Toekomst.

Trefwoorden: vergelingsvirus, bladluizen, strokenteelt

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/plant-research

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-3750451100

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'KvR', is written over a light grey rectangular background.

Was getekend: Klaas van Rozen 20 februari 2023

Inhoud

Inhoudsopgave

| | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------|
| Inhoud | 3 | |
| Samenvatting | | 4 |
| 1 | Inleiding | 5 |
| 2 | Proefbeschrijving | 7 |
| | 2.1 Doel | 7 |
| | 2.2 Plan van aanpak | 7 |
| | 2.3 Materiaal en methoden | 8 |
| | 2.3.1 Waarnemingen | 9 |
| | 2.3.2 Statistiek | 10 |
| 3 | Resultaten | 11 |
| | 3.1 Virusaantasting- en verspreiding | 12 |
| | 3.2 Bladluizen | 15 |
| | 3.3 Natuurlijke vijanden | 19 |
| 4 | Discussie & conclusie | 21 |
| 5 | Referenties | 24 |

Samenvatting

Met het wegvallen van zaadbehandeling met imidacloprid, thiamethoxam en clothianidine eind 2018 nam schade door vergelingsziekte in suikerbieten in 2019 enorm toe. Dit werd in eerste instantie vooral duidelijk in het zuidwesten van Nederland, waar grote gele plekken in suikerbietenpercelen verschenen. In 2020 waren de problemen groter in het midden van Nederland, terwijl in het noordoosten de problemen in het algemeen meevallen of in ieder geval later in het seizoen zichtbaar worden. In 2021 viel de schade in het algemeen heel erg mee, wat ook mede was veroorzaakt door de koudere temperatuur in het voorjaar. Mede door de inzet van de bladluiswaarschuwingsdienst en de lage bladluisdruk beperkte zich dit in 2021, in de praktijk tot een paar planten of plekken van enkele vierkante meters. In 2022 werd er weer wat meer schade waargenomen in Zeeland en Flevoland.

De schade wordt veroorzaakt door drie virussen, overdracht vindt door bladluizen plaats. Nieuwe teeltmaatregelen en systemen worden onderzocht om vergelingsziekte in suikerbieten te beheersen, waaronder methoden als Functionele Agro Biodiversiteit (FAB), bankerplants en bodembedekking. In 2019 werd suikerbiet opgenomen in de meerjarige biologische strokenproef op WUR Open Teelten in Lelystad. Er ontbrak tot nu toe een praktisch referentieperceel met suikerbieten in monocultuur, waarmee de biologische strokenteelt kan worden vergeleken. Voor dit veldonderzoek is gekozen om in een gangbaar suikerbietenperceel stroken suikerbieten af te wisselen met zomergerst. De rest van het perceel is verdeeld in een deel waar geen insecticiden zijn gespoten (IPM-strategie) en een gangbaar deel (met insecticidegebruik).

Dit onderzoek bestaat uit een vrijwel identieke veldproef als in 2021, waar dat jaar geen vergelingsvirus kon worden vastgesteld in de stroken en twee referenties; een gangbare en een IPM monocultuur. In 2022 is deze proef herhaald met dezelfde onderdelen. Om verzekerd te zijn van een vergelingsvirusbron, zijn aanvullend planten in zowel de stroken, de IPM als het gangbaar deel kunstmatig geïnfecteerd. Het resultaat, al dan niet getriggerd door de kunstmatige infectie, leidde tot vergelingsplanten en -vlekken over het gehele perceel suikerbieten. De virusbepaling binnen de 'natuurlijke' waarnemingsblokken enerzijds en de verspreiding rondom de kunstmatige geïnfecteerde planten anderzijds resulteerde niet in significante effecten tussen de stroken en de referenties. Het begrip 'natuurlijk' staat tussen aanhalingstekens, omdat niet uitgesloten kan worden dat dit door de kunstmatige infectie is getriggerd. Naar aanleiding van dit onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

1. Deze veldproef laat een vergelijkbaar beeld zien van het bietenvergelingsvirus in de strokenteelt en de gangbare monocultuur.
2. Deze veldproef resulteerde in significant lagere bladluisaantallen en aantallen natuurlijke vijanden in de strokenteelt en de gangbare monocultuur ten opzichte van de IPM-monocultuur; de referentie zonder insecticide toepassing.
3. Analyse van de belangrijkste vector de groene perzikluis leverde geen significante verschillen tussen de stroken, gangbaar-monocultuur en IPM-monocultuur op.
4. Naar aanleiding van de discussie moeten de resultaten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd

1 Inleiding

Het bietenvergelingsvirus is een plantenvirus dat suikerbieten infecteert en kan leiden tot negatieve effecten op de wortelopbrengst en het suikergehalte. Er zijn drie soorten vergelingsvirussen. Dit zijn Beet Yellows Virus (BYV) (sterk vergelingsvirus), Beet Mild Yellowing Virus (BMV) (zwak vergelingsvirus) en Beet Chlorosis Virus (BChV) (bietenchlorosevirus). BChV, BMV en BYV kunnen leiden tot schade van respectievelijk ruwweg 30, 35 en 50% schade. Dit is ongeveer de maximale schade binnen percelen wat zich uit in gele plekken. Daar waar de bieten nog groen staan draagt niet bij aan de schade in een perceel en leidt niet tot opbrengst- of kwaliteitsderving. Dus stel dat in het perceel 20% van de bieten geel is als gevolg van BYV, welke tot maximaal 50% schade leidt, dan is de opbrengstderving maximaal 10% (Bron IRS).

Het zaad van suikerbiet is vrij van virus, nieuw geboren bladluizen zijn ook virusvrij. Het sterke bietenvergelingsvirus wordt op semi-persistente wijze overgedragen door bladluizen, het zwakke bietenvergelingsvirus en bietenchlorosevirus worden beide persistent overgedragen. De bladluizen hebben tijd nodig om de virussen op te nemen en ook weer af te geven, maar betekent ook dat ze over een langere periode of hun hele leven voor infecties kunnen zorgen. De groene perzikluis (*Myzus persicae*), de aardappeltopluis (*Macrosiphum euphorbiae*) en de sjalottenluis (*Myzus ascalonicus*) kunnen alle drie de vergelingsvirussen overbrengen. De groene perzikluis is het meest aanwezig in bietenpercelen en de beste vector met de hoogste transmissie-efficiëntie ten opzichte van de twee andere soorten en wordt beschouwd als de belangrijkste virusoverdrager. Voor de actiedrempel, een drempel waar na overschrijding wordt geadviseerd de bladluis te bestrijden, wordt uitgegaan van het aantal groene bladluizen, aangezien de meesten de relevante virussen over kunnen brengen. De zwarte bonenluis kan ook het sterk vergelingsvirus (BYV) overbrengen, maar dit is van weinig betekenis, omdat de overdrachtsefficiëntie van dit virus door zwarte bonenluizen zeer laag is en bovendien deze bladluizen zich weinig verplaatsen (Bron IRS). Voor zowel de groene bladluizen (groene perzikluis e.a. licht gekleurde soorten) als de zwarte bonenluis wordt een schadedrempel gehanteerd, een waarde waarop een teler zijn of haar beslissingen kan nemen om in te grijpen. Dit betreft momenteel het al of niet behandelen van een perceel met een insecticide.

Ziekteverspreiding

De eerste infecties van suikerbieten vinden meestal plaats vanaf eind april/begin mei. De vergelingsvirussen worden opgepikt door bladluizen uit overwinterende, resten van suikerbieten van voorgaande jaren en opslagbieten en kuilen met voederbieten. Een aantal onkruiden zijn verdacht, zoals spinazie, ganzenvoetachtigen, vogelmuur en kruiskruid; in deze zijn wel verschillende vergelingsvirussen aangetroffen, maar recentelijk onderzoek naar onkruiden in het voorjaar leverde geen virus positieve planten op. Eén virusbron zou mogelijk al verantwoordelijk kunnen zijn voor het infecteren van één of enkele virus overdragende bladluizen. Eenmaal geïnfecteerde bladluizen kunnen meerdere suikerbietplanten met virus infecteren, de betrokken virussen zijn semi-persistent tot persistent. Deze paar bladluizen zouden verantwoordelijk kunnen zijn voor enkele tot tientallen kleinere en grotere vergelingsvlekken later in het groeiseizoen. Wanneer eenmaal een suikerbietplant geïnfecteerd is, kunnen ongevleugelde nakomelingen geïnfecteerd raken en het virus verder verspreiden. Verspreiding van geïnfecteerde ongevleugelde bladluizen leiden tot de typische kleinere en grotere gele vlekken in het perceel. De min of meer ronde vlekken duiden op een geleidelijke verspreiding van geïnfecteerde bladluizen, met name ongevleugelde bladluizen. Een bepaalde mobiliteit van bladluizen kan geïnitieerd worden door dichtheidsaspecten en verstoring door bijvoorbeeld het weer. Deze verspreidingsdynamiek is lastig te peilen, aangezien de geelverkleuring op zich laat wachten. De planten beginnen geel te kleuren ca. 6 tot 9 weken na infectie, waarbij de bladeren dik en leerachtig aanvoelen. Later kan verbruining optreden, omdat secundaire schimmels (*Alternaria*) deze aangetaste bladeren binnendringen. De symptomen verschijnen in kenmerkende ronde haardjes die, naarmate de aantasting groter is doordat

bladluizen de tijd hebben gekregen zich vanaf een geïnfecteerde plant over een groter oppervlak te verspreiden.

Achtergrond

Met het wegvallen van zaadbehandeling met imidacloprid, thiamethoxam en clothianidine neemt schade door vergelingsziekte in suikerbieten toe. Zoals aangegeven wordt de schade door drie virussen veroorzaakt, overdracht vindt door bladluizen plaats. Nieuwe teeltmaatregelen en systemen worden onderzocht om suikerbieten vergelingsziektevrij te telen, waaronder Functionele Agro Biodiversiteit (FAB), banker plants en bodembedekking met o.a. een anti-stuifdek gerst. In 2019 werd suikerbiet opgenomen in een meerjarige biologische strokenproef op Open Teelten. Er ontbreekt echter een goede referentie (monocultuur) suikerbieten, waarmee de strokenteelt kan worden vergeleken.

Passend binnen Voucher BvdT

PILOT. Meetbaar maken van effect van gewasdiversiteit in ruimte en tijd op de populatiedynamica van ziekten, plagen, onkruiden en natuurlijke vijanden (vermindering in verspreiding van bladluizen, aantrekkelijkheid voor natuurlijke vijanden verhogen). Hiermee wordt ook aan verhoging van de biodiversiteit gewerkt, één van de thema's waar zowel de overheid als de EU verbeterde eisen, normen en voorwaarden komende jaren voor wil scheppen.

Potentieel werkingsmechanisme

Om vergelingsziekte te voorkomen is bestrijding of beheersing van bladluis een voor de hand liggende oplossing. Stroken kunnen verspreiding van de relevante bladluizen, verantwoordelijk voor verspreiding bietenvergelingsvirus, mogelijk vertragen door de aanwezigheid van een gewas waarin deze virussen geen rol spelen. De stroken zomergerst kunnen leiden tot hogere dichtheden en meer activiteit van natuurlijke vijanden, waardoor bladluisaantallen lager blijven. Vertraging van infectie en verdere verspreiding van vergeling gedurende het seizoen kan voldoende zijn om economische schade te reduceren of te voorkomen; infectie vanaf ruwweg half juli heeft vrijwel geen invloed meer op de opbrengst en kwaliteit van de suikerbieten.

Granen zijn goede bladluisplanten, er komen altijd bladluizen in voor en dit zijn bladluissoorten die voor suikerbieten voor zover bekend geen probleem opleveren met de overdracht van aan suikerbiet gerelateerde virussen. De groene perzikluis *Myzus persicae* wordt beschouwd als de belangrijkste overdrager van de vergelingsvirussen, maar wordt voor zover bekend niet op granen aangetroffen. Granen kunnen een belangrijke leverancier zijn van natuurlijke vijanden voor andere gewassen. Het telen van bieten en granen in stroken zou daarom kunnen leiden tot een sterker biologisch bestrijdingspotentieel in suikerbieten.. In hoeverre graan het invliegen van de groene perzikluis in de stroken suikerbiet vertraagt is niet bekend. Verder is het te verwachten dat graanstroken in een bietenperceel een barrière zullen vormen voor virusverspreiding van lopende bladluizen. Om verspreiding van het bietenvergelingsvirus te beperken is de beheersing van bladluis van kiembladstadium tot half juli belangrijk. Onderzoek in 2020 wees uit dat virusbesmette planten in de strokenteelt wel voorkomen, vraag is of dit kan leiden tot verspreiding en in welke mate.

Dit rapport is een vervolg van de proef in 2021 onder het projectnummer 3750437300. In 2021 werden geen vergelingsvirussen in de veldproef (stroken, IPM en gangbaar deel – 1 herhaling) aangetroffen, tevens waren de verschillen tussen de verschillende dichtheden bladluizen tussen de verschillende systemen niet significant. Naar aanleiding van deze condities, bekend is dat bladluispopulaties zich grillig gedragen door de weersomstandigheden en de invloed van natuurlijke vijanden, is besloten om de veldproef te herhalen. Om de kans van slagen te verhogen is overwogen om enkele planten te infecteren met vergelingsvirus geïnfecteerde bladluizen (*M. persicae*), dit is in mei 2022 ook daadwerkelijk uitgevoerd.

2 Proefbeschrijving

2.1 Doel

Het effect bepalen van een eenjarige strokenteelt van de verspreiding van bladluizen en vergelingsziekte in suikerbieten ten opzichte van de verspreiding in een monocultuur en achterhalen wat het werkingsmechanisme is.

Onderzoeksvraag:

Welke invloed heeft het teeltsysteem van suikerbieten (d.w.z. strokenteelt, monocultuur of IPM) op het aantal bladluizen, hun natuurlijke vijanden en de verspreiding van vergelingsziekte in het veld?

2.2 Plan van aanpak

Een perceel (G97) van 11 ha is ingericht met vier stroken suikerbieten afgewisseld met vier **stroken** zomergerst van elk 3 m breed en 300 m lang. De insteek was een gangbaar teeltmanagement in de strokenteelt, met uitzondering van het gebruik van insecticiden. Het perceel G97 bestaat verder uit twee referentie delen om de verspreiding van de vergelingsziekte mee te vergelijken (zie bijlage 1, zie de gehanteerde codes in tabel 1):

1. 1 referentiedeel IPM-monocultuur (verder genoemd **IPM**, het teeltmanagement is gelijk aan de strokenteelt (= gangbaar zonder insecticidetoepassing))
2. 1 referentiedeel gangbaar-monocultuur (verder genoemd **gangbaar** = inclusief insecticidetoepassing = rest van het perceel)

De veldproef is op ca. 3 km aangelegd van twee meerjarige biologische strokenteelt veldproeven (gearceerd in tabel 1). In deze biologische strokenteelt zijn ook waarnemingen verricht naar het vergelingsvirus, met het idee om het verloop en de omvang met elkaar te vergelijken.

Tabel 1 Codes voor de verschillende objecten/behandelingen.

| Perceel | Code | Omschrijving |
|-----------|----------------|--|
| G97 | Strook | Strokenteelt (suikerbiet met zomergerst, verder als IPM) |
| G97 | Gangbaar (ref) | Een monocultuur suikerbieten met insecticide behandeling (tegen bladluis) op hetzelfde perceel |
| G97 | IPM (ref) | Als gangbaar (monocultuur), maar zonder insecticide behandeling op hetzelfde perceel |
| J8 en J10 | BIO-strook | <i>Een op zichzelf staande veldproef met een meerjarige biologische strokenteelt Dit is een andere veldproef op een ander perceel; eveneens met stroken suikerbiet en zomergerst, met een volledig biologisch management. De proef is aangelegd op 2 percelen (J8 en J10) met elk 2 netto stroken suikerbiet van 3 m breed, met een referentie strook (monocultuur) wat bestaat uit een blok van 9 m breed = ref-Bio).</i> |

2.3 Materiaal en methoden

Het eenjarige veldonderzoek is uitgevoerd op perceel G97 (11 ha, in een hoek met bomen en beschutting, voorvrucht wintergerst (2021) en aardappelen (2020)) van WUR Open Teelten in Lelystad. In tabel 2 zijn de belangrijkste activiteiten weergegeven.

Op het gangbare deel is driemaal een insecticide toegepast, de strategie van de teler. Hierbij is niet uitgegaan van de actiedrempel (tabel 2 en 3), maar de teler hield wel rekening met bladluisvoorspellingen van de IRS en naar eigen inzicht gunstig weer voor de bladluizen.

De weersgegevens staan in bijlage 2.

Op 17 mei is op in totaal 12 plekken op 2 aansluitende suikerbietplanten in een rij een met BMVY geïnfecteerd suikerbietenblaadje gelegd met geïnfecteerde groene ongevleugelde perzikluizen (*M. persicae*); 4 in het gangbare deel, 4 in de stroken en 4 in het IPM deel (zie bijlage 1, Foto's 1-3). De infectieplekken zijn plekken waar het gewas vrij homogeen aaneengesloten was. Op sommige plekken was de opkomst namelijk vrij heterogeen door korstvorming op het moment van opkomst van de kiemplanten, wat enkele kiemplanten heeft gekost.



Foto 1 - 3. BMVY blad & bladluizen, handmatige infectie, 2 planten / plek.

Tabel 2. Informatie en activiteiten veldproef.

| Datum | Info / activiteit |
|---------------------|--|
| 2021 | Voorvrucht wintergerst (najaar 2020 gezaaid) |
| 30 maart 2022 | Zaai zomergerststroken (ras Irina, 145 kg/ha) |
| 31 maart 2022 | Zaai suikerbieten (ras Caprianna, standaard zaad gecoat met Force tegen bodemplagen) |
| 2 mei 2022 | Irrigatie |
| 6 mei 2022 | Gangbaar deel insecticide: 0.2 L/ha Sumicidin Super |
| 13 mei 2022 | Gangbaar deel insecticide: 140 g/ha Teppeki WG |
| 17 mei 2022 | Suikerbietplanten geïnfecteerd met vergelingsvirus door ongevleugelde groene perzikluizen. |
| 2 juni 2022 | Gangbaar deel insecticide: 0.2 L/ha Closer |
| 9 augustus 2022 | Oogst gerst |
| Begin december 2022 | Oogst suikerbieten |

Tabel 3. Actiedrempel voor bladluizen in suikerbieten (Bron: IRS).

| Periode | Aantal groene bladluizen per 10 planten |
|-------------------------------------|--|
| April - 1 ^{ste} helft juni | Meer dan 2 (0,2/plant) |
| 2 ^{de} helft juni | Meer dan 5 (0,5/plant) |
| 1 ^{ste} helft juli | Meer dan 50 (5/plant) |
| | |
| Periode | Aantal zwarte bonenluizen |
| Mei – juni | meer dan 50% van de planten bezet met kolonies van 30 tot 50 luizen |
| Juli | meer dan 75% van de planten bezet met grote kolonies van meer dan 200 luizen |

2.3.1 Waarnemingen

1. Op 17 en 31 mei, 16 juni en 8 juli zijn bladluizen en natuurlijke vijanden geteld op G97:
 - a. Per behandeling zijn planten beoordeeld op aantallen en soorten bladluizen en natuurlijke vijanden. Voor bladluizen is onderscheid gemaakt tussen groene perzikluis, zwarte bonenluis en overige bladluis.
 - b. In bijlage 1 wordt aangegeven waar deze planten zijn geteld, aantallen planten per waarneming zijn:
 - i. Elk telplotje bestaat uit 2 planten -> per strook, zowel suikerbiet als zomergerst, 24 planten. Per behandeling; sb strook, zg strook, IPM en gangbaar, elk 96 planten = totaal 384 planten per waarnemingsdatum
 - ii. De laatste datum (8 juli) bestond het telplotje uit 1 plant (dus totaal 192 planten beoordeeld)
2. Op 5 en 24 augustus, 24 september en 7 en 30 november is het percentage '**natuurlijk**' overgebrachte vergelingsvirus geschat op enige afstand van de planten die zijn geïnfecteerd (zie bijlage 1). Het **woord 'natuurlijk'** wordt in de rest van dit document gebruikt tussen aanhalingstekens, aangezien deze virusverspreiding kan zijn getriggerd door de kunstmatig geïnfecteerde planten op G97.
3. Op dezelfde data (punt 2) is ook het percentage bietenvergelingsvirus in de meerjarige bio-strokenproef bepaald.
4. Op 12, 22 en 28 juli en 4 augustus is het aantal gele planten en bladeren geteld rondom de planten die **kunstmatig** zijn geïnfecteerd (zie bijlage 1).
5. Op meerdere momenten en tot kort voor de oogst zijn foto's genomen met een drone van de veldproef op G97.

Tabel 4. BBCH stadia tijdens de waarnemingen bladluis en natuurlijke vijanden.

| | Suikerbiet G97 | Zomergerst G97 |
|---------|----------------|----------------|
| 17 mei | 13 | 32 |
| 31 mei | 18 | 41 |
| 16 juni | 38 | 51 |
| 8 juli | 39 | 59 |

2.3.2 Statistiek

Een regressie-analyse is uitgevoerd tussen het viruspercentage en de behandelingen, uitgaande van een binominale verdeling. De temporele correlatie (d.w.z. vijf herhaalde metingen gedurende het seizoen) werd uitgesloten van het model omdat deze nul variaties in de gegevens vertegenwoordigde.

Hoewel er veel soorten herbivore insecten en natuurlijke vijanden in de strokenproef zijn geregistreerd, zijn de gegevens in twee categorieën gegroepeerd:

- Alle bladluizen;
 - Alle bladluizen geteld van de groene perzikluis *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)
 - Alle bladluizen geteld van de zwarte bonenluis *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae)
 - Alle andere bladluizen: inclusief maar niet beperkt tot *Rhopalosiphum padi*, *Macrophisum euphorbiae*, *Tubaphis ranunculina*, *Metopolophium dirhodum*, *Sitobion avenae*, *Acyrtosiphon pisum*.
- Natuurlijke vijanden: ze zijn samengesteld uit spinnen, sluipwespen, zweefvlieg, gaasvliegen, soldaatkevers, roofmijten en Orius-wantsen. Deze aantallen zijn inclusief alle gevonden levensstadia, zoals eieren, larven, poppen en adulten.

Ook voor de insecten is een regressie-analyse uitgevoerd met twee stappen. De dataset voor de tellingen van bladluis en natuurlijke vijanden bevat een groot deel nulwaarden (d.w.z. dat op veel planten de soort of groep niet werd waargenomen). Daarom werd voor de strokenproef (G97) de aantallen bladluizen en natuurlijke vijanden afzonderlijk geanalyseerd met behulp van een Hurdle-model waarbij de nullen zijn uitgesloten en met behandeling als een onafhankelijke variabele. Voor de bio-stroken (alleen virus) was dit niet nodig omdat het enkel een vergelijking betrof tussen biostroken van 3 en van 9 m (= referentie). De temporele correlatie (d.w.z. herhaalde metingen gedurende het seizoen) werd gemodelleerd als een willekeurige factor.

Hurdle-modellen bestaan uit twee delen, een logistiek regressiegedeelte waarbij de gegevens worden beschouwd als een binaire variabele (waarneming van ten minste één insect versus geen insect per plant) en een tellingsregressiegedeelte waarbij wordt uitgegaan van een afgekapte Poisson- of afgekapte negatieve binominale verdeling met alleen de waarnemingen dat er ten minste één insect wordt waargenomen (d.w.z. >0). Het eerste deel modelleert de waarschijnlijkheid/kans van het waarnemen van een insect (d.w.z. aanwezigheid), terwijl het tweede deel het voorspelde aantal insecten modelleert (d.w.z. aantallen).

Alle aanpassingen en veronderstellingen van het regressiemodel werden beoordeeld met behulp van grafische weergaven van de Pearson-residuen. De analyse werd uitgevoerd in R (R Core Team, 2020), met behulp van de pakketten lme4 en glmmTMB (Bates et al., 2015; Brooks et al., 2017) voor afzonderlijke logistische en telregressies met afgeknotte negatieve binominale distributiemodellen. Post hoc analyses werden uitgevoerd met emmeans (Lenth et al., 2018).

Verschillende letters in de figuren geven significante verschillen aan; in de figuren zijn de werkelijke aantallen weergegeven, de significantie is gebaseerd op de gecombineerde analyse van het logistiek regressiegedeelte en het tellingsregressiegedeelte. De p-waarde geeft de betrouwbaarheid aan: bijvoorbeeld $p = 0.05$ geeft een betrouwbaarheid aan van 95%.

3 Resultaten

In de eenjarige strokenproef en de rest van het perceel in zowel het IPM als het gangbare deel zijn meerdere planten en plekken met vergelingsziekte in suikerbieten waargenomen (Foto 4 en 5).

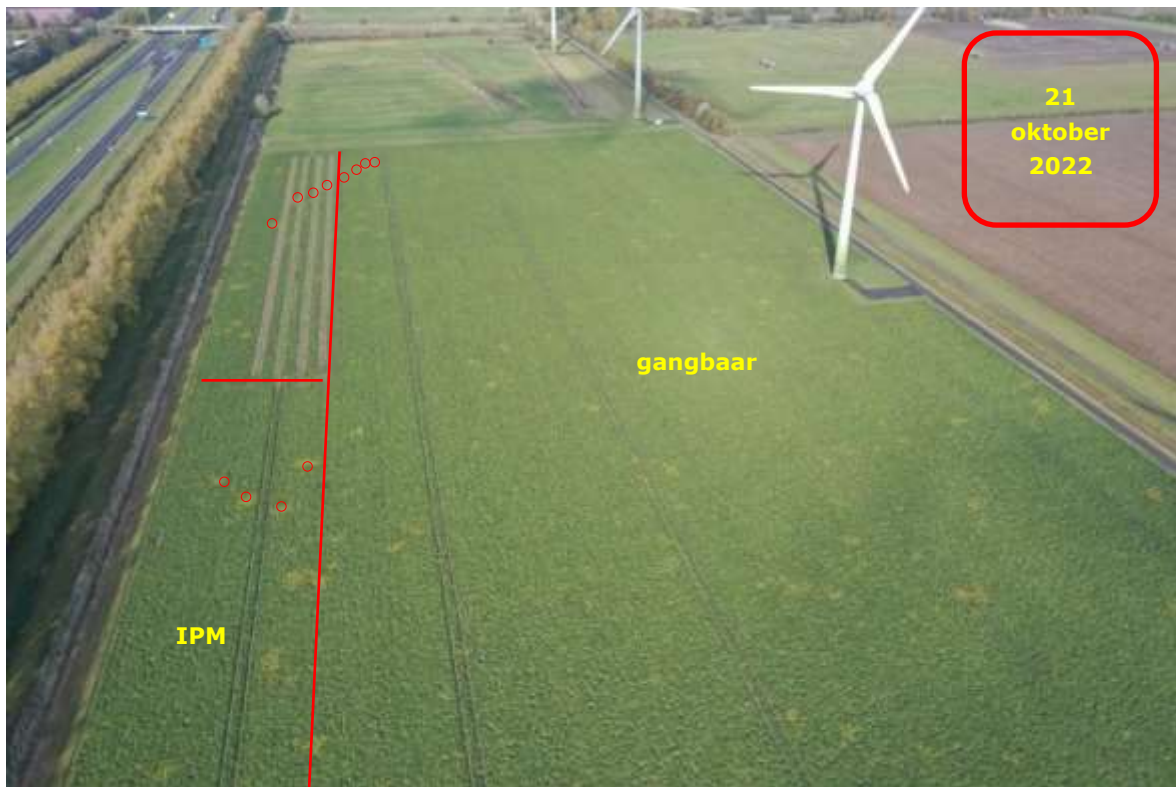
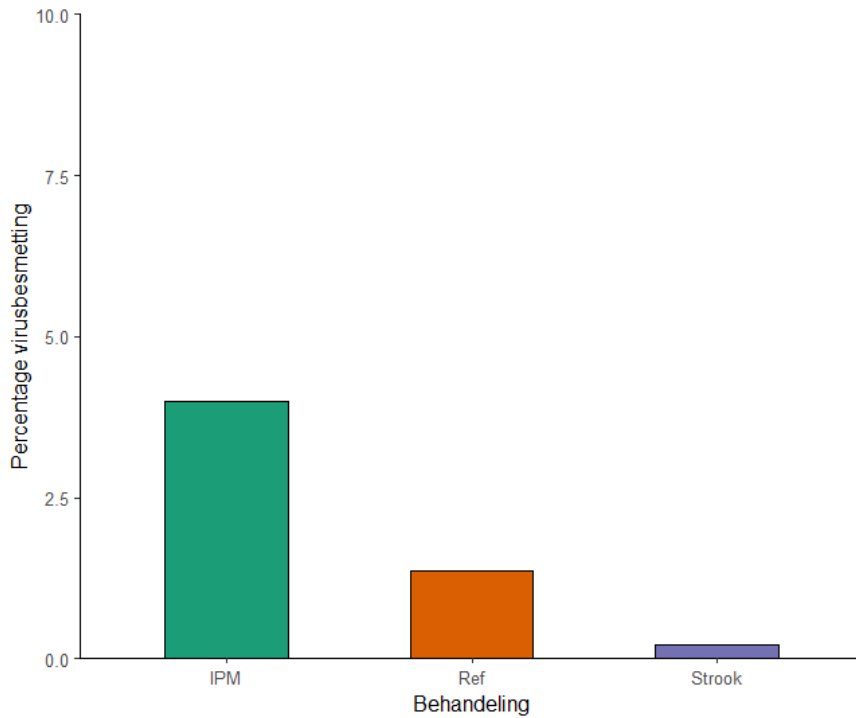


Foto 4 en 5 Overzicht vergeling op twee verschillende data. Rode cirkels geven aan waar 2 planten kunstmatig zijn geïnfecteerd.

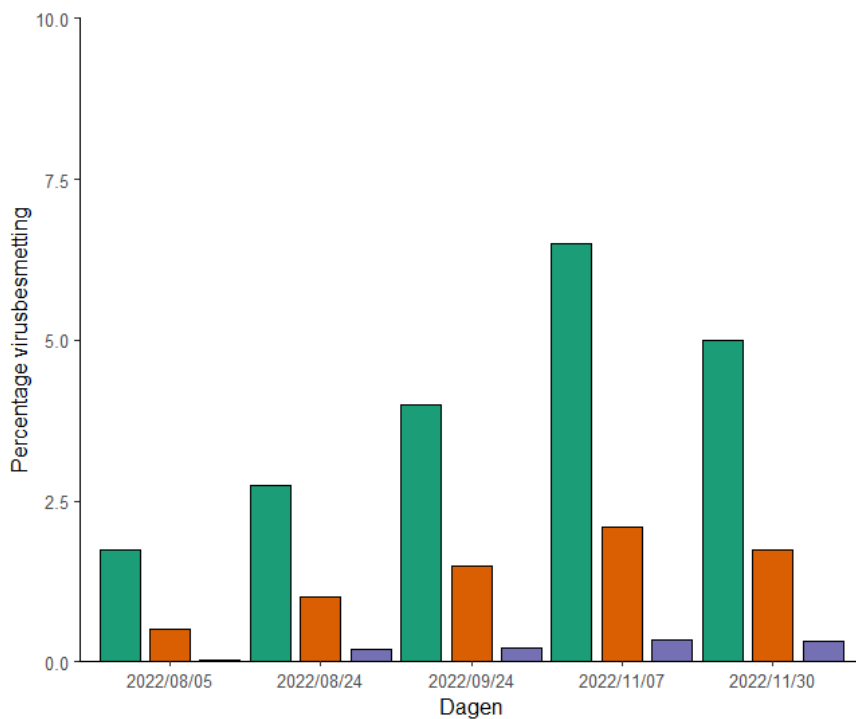
3.1 Virusaantasting- en verspreiding

Strokenproef perceel G97

De behandelingen hadden geen significante invloed op het percentage virusbesmetting, de verschillen tussen de behandelingen zijn niet significant. Figuur 1 laat zien dat minder virus is aangetroffen in de strokenteelt ten opzichte van de IPM en gangbare behandeling, maar dat het percentage laag is (< 5%). Dit verschil is niet significant. Dit betreft de gezamenlijke analyse van alle vijf telmomenten van de geselecteerde plekken met 'natuurlijke' infectie. In de periode augustus-november neemt het percentage virus toe en lijkt te stabiliseren in november (Figuur 2).



Figuur 1. Viruspercentage per behandeling (alle data, Ref = gangbaar) .



Figuur 2. Verloop viruspercentage in de tijd (groen = IPM, oranje = gangbaar, paars = strook).

Rondom alle kunstmatig geïnfecteerde planten is een meer of minder grote verspreiding van het vergelingsvirus waargenomen. Dit is zichtbaar op foto's 6 en 7 en de tellingen van virus geïnfecteerde planten (Figuur 3). Deze tellingen leverden geen significante verschillen op. Op basis van de foto's en de tellingen laat IPM (monocultuur) de grootste vergelingsplekken zien.

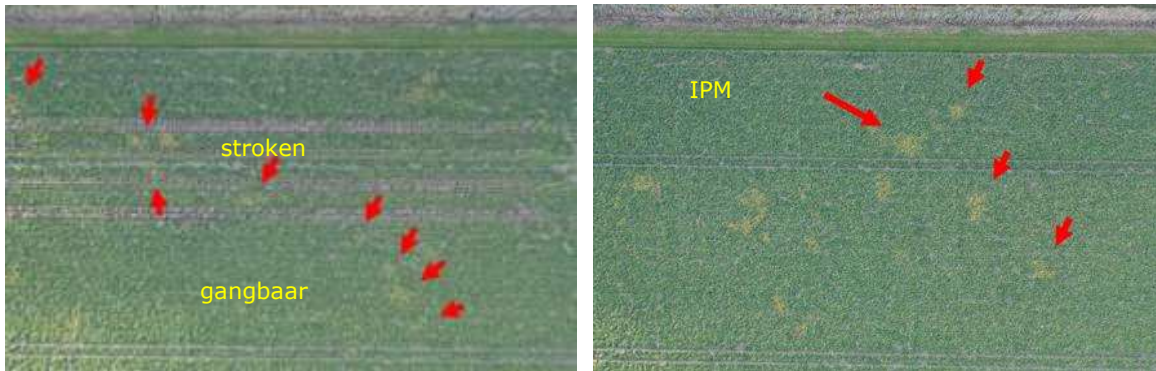
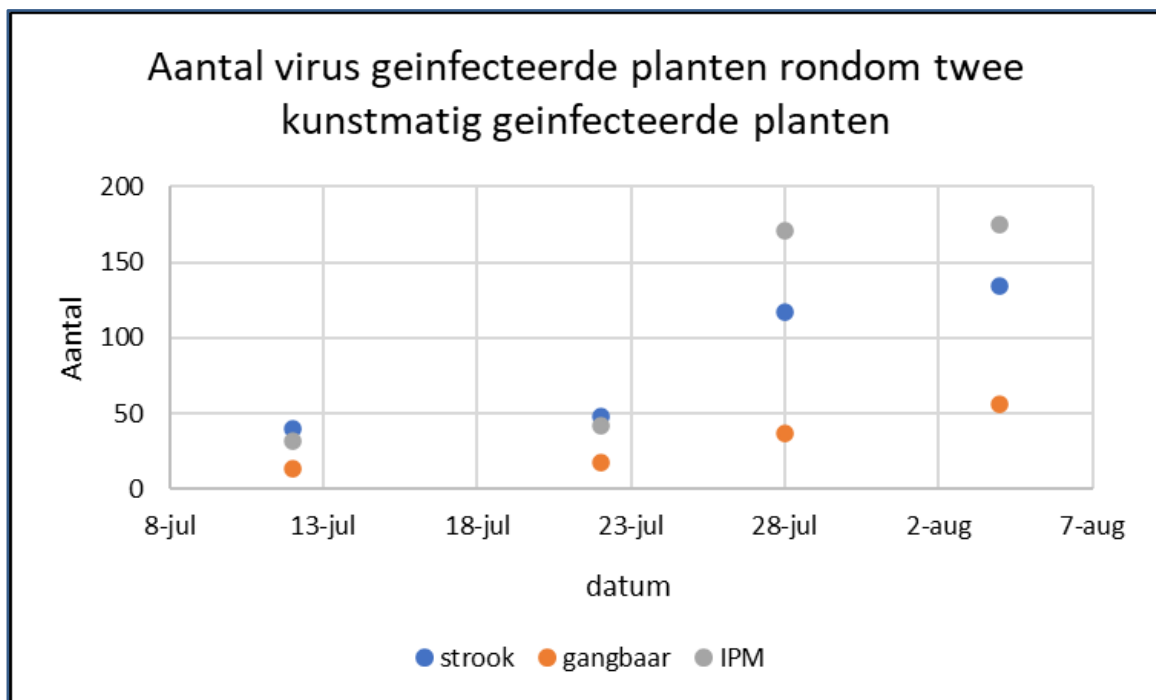


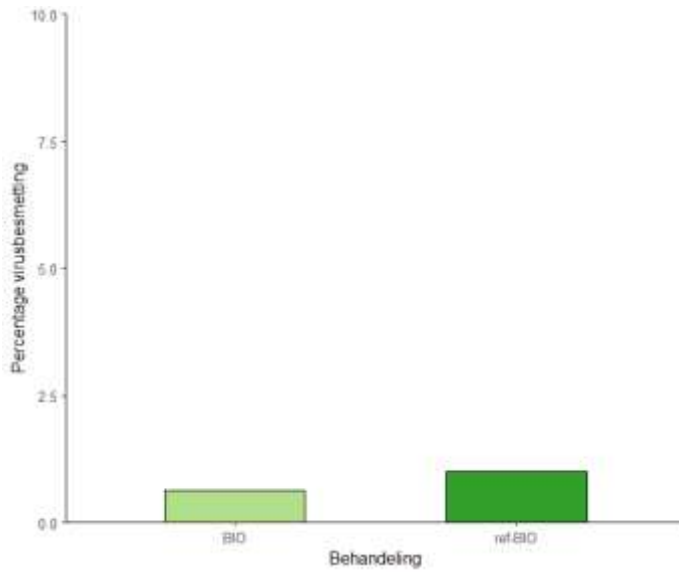
Foto 6 en 7. Overzicht vergelingsverspreiding waar 2 planten kunstmatig zijn geïnfecteerd.



Figuur 3. Toename van het aantal virus geïnfecteerde planten in de tijd.

Biologische strokenproef

In de meerjarige biostrokenproef was het percentage vergelingsvirus lager (<2%; Figuur 4) dan de stroken op G97, de verschillen waren niet significant tussen de bio-stroken en de 9-meter referentie-stroken (ref-BIO) in deze meerjarige biologische strokenproef, maar de strokenteelt laat iets minder virus zien.

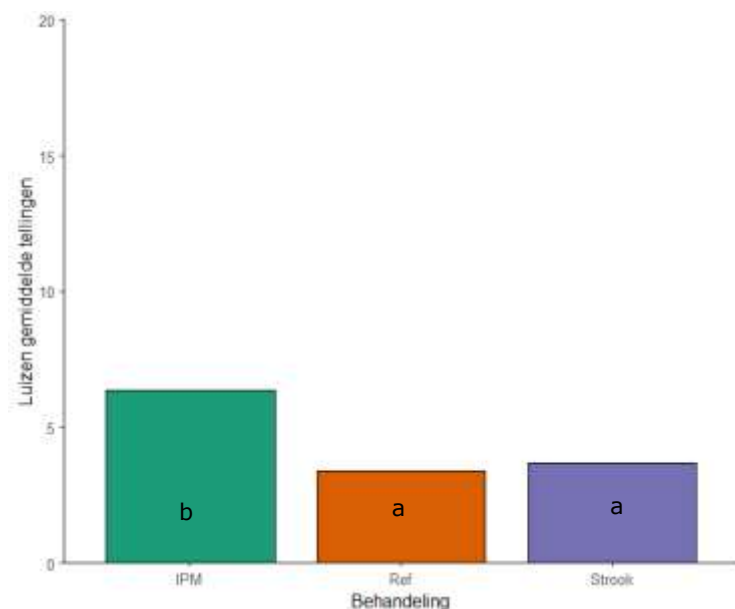


Figuur 4. Viruspercentage per behandeling (alle data) in de bio-strokenproef.

3.2 Bladluizen

G97

Significant hogere aantallen bladluizen (som van alle getelde bladluizen) zijn in het IPM deel geteld ten opzichte van de stroken en de gangbare teelt (Ref) (Figuur 5). Dit betreft de analyse van alle telmomenten en alle soorten bladluizen. Tussen de strokenproef en het gangbare deel was dit niet verschillend.



Figuur 5. Gemiddeld aantal bladluizen (d.w.z. alle soorten alle data samen) per plant per behandeling op G97 (Ref = gangbaar).

In de IPM behandeling zijn significant hogere aantallen bladluizen geteld dan in de gangbare en stroken behandeling (Tabel 5; $p=0.015$ resp. $p=0.072$).

Tabel 5. Paarsgewijze vergelijking tussen behandelingen voor de totale bladluistellingen.

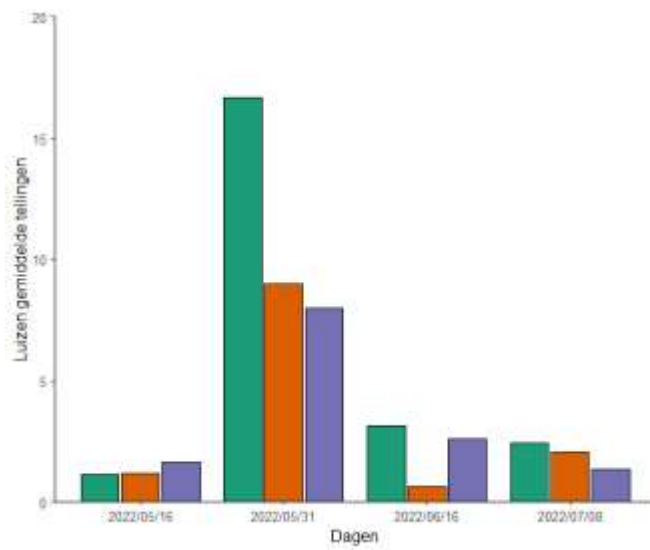
| Vergelijking | ratio | SE | p-waarde |
|---------------------|--------|------|----------|
| Gangbaar vs. strook | 0.90:1 | 0.13 | 0.752 |
| IPM vs. strook | 1.35:1 | 0.18 | 0.072 |
| Gangbaar vs. IPM | 0.67:1 | 0.10 | 0.015 |

De kans dat bladluizen in het gangbare deel (2.17:1) en in het IPM deel (3.97:1) op een suikerbietenplant wordt aangetroffen is significant groter ($p<0.001$) dan in de strokenteelt (Tabel 6). Dit wil zeggen dat in gangbaar en IPM op meer planten een bladluis wordt aangetroffen dan in de stroken, en dat er naar ratio in de stroken meer bladluizen op minder planten geteld zijn. De kans dat bladluizen op een plant in het IPM deel worden waargenomen is significant groter dan de kans dat bladluizen op een plant in het gangbare deel wordt waargenomen.

Tabel 6. Kans van het wel of niet waarnemen van een bladluis tussen twee behandelingen.

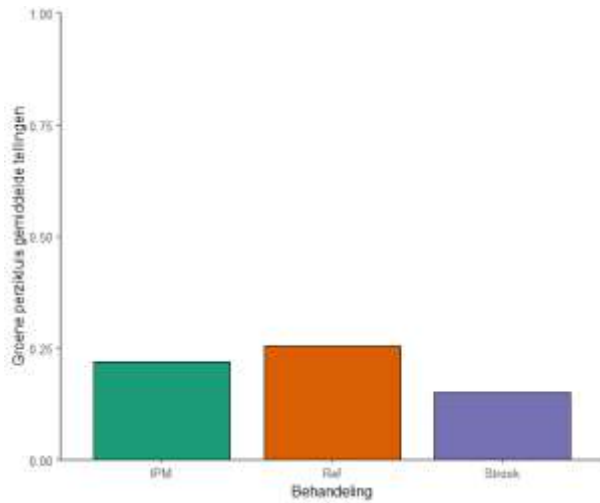
| Vergelijking | kans ratio | SE | p-waarde |
|---------------------|------------|------|----------|
| Gangbaar vs. strook | 2.17:1 | 0.32 | <0.001 |
| IPM vs. strook | 3.97:1 | 0.61 | <0.001 |
| Gangbaar vs. IPM | 0.55:1 | 0.09 | 0.001 |

Op 31 mei zijn de hoogste aantallen bladluizen geteld (Figuur 6). Onderlinge verschillen zijn niet significant.

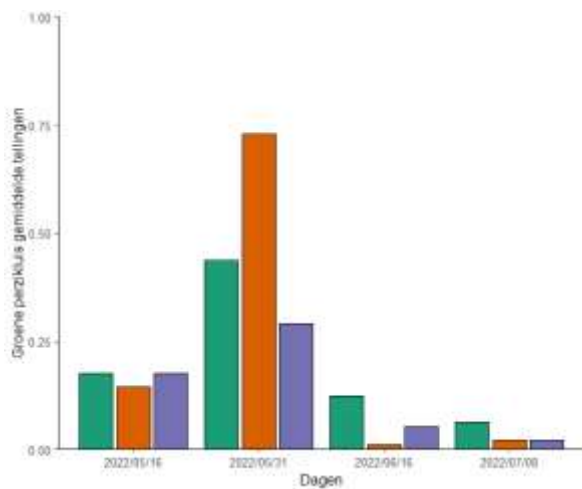


Figuur 6. Gemiddeld aantal bladluizen (d.w.z. alle soorten samen) per plant per datum en behandeling op G97 (groen = IPM, oranje = ref/gangbaar, paars = strook).

De waarnemingen van groene perzikluis hebben niet geresulteerd in een significant effect tussen de behandelingen (Figuur 7; alle data). In de strokenteelt zijn wel de laagste aantallen groene perzikluis geteld. Op 31 mei zijn de hoogste aantallen groene perzikluizen waargenomen (Figuur 8), waarbij de schadedrempel werd overschreden.

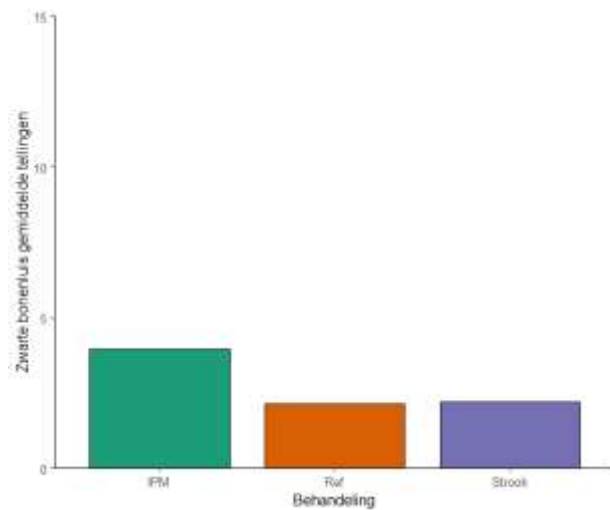


Figuur 7 Gemiddeld aantal groene perzikluis per behandeling op G97 (Ref = gangbaar).

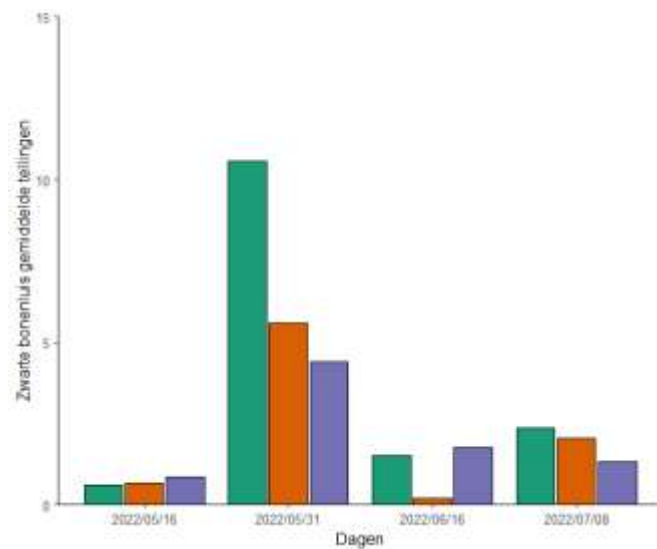


Figuur 8. Gemiddeld aantal groene perzikluizen (*Myzus persicae*) per plant per datum per behandeling op G97 (groen = IPM, oranje = ref/gangbaar, paars = strook).

De waarnemingen van de zwarte bonenluis hebben niet geresulteerd in een significant effect tussen de behandelingen (Figuur 9). De IPM-behandeling laat hogere aantallen zwarte bonenluizen zien dan de overige twee behandelingen. Op 31 mei zijn de hoogste aantallen zwarte bonenluizen waargenomen (Figuur 10), met name in de IPM-monocultuur.



Figuur 9 Gemiddeld aantal zwarte bonenluizen per plant per behandeling op G97 (groen = IPM, oranje = ref/gangbaar, paars = strook).

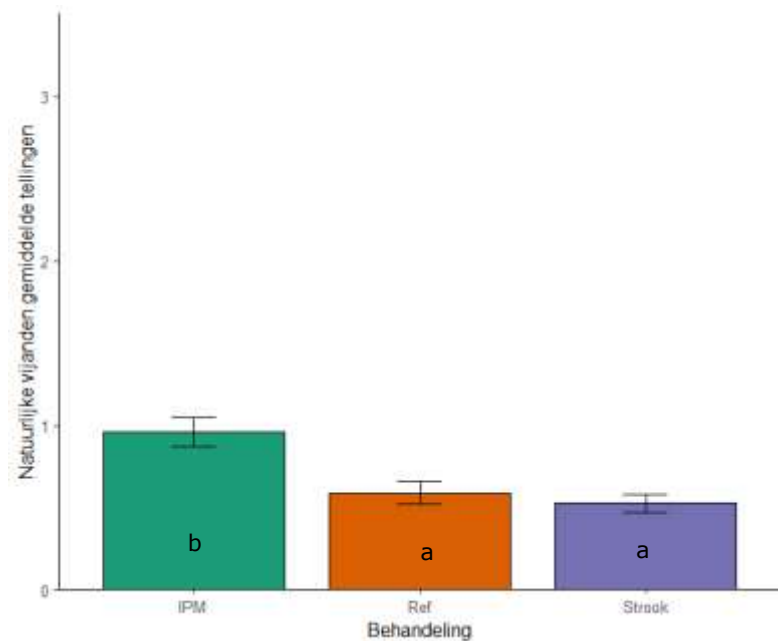


Figuur 10. Gemiddeld aantal zwarte bonenluizen per plant per datum per behandeling op G97 (groen = IPM, oranje = ref/gangbaar, paars = strook).

3.3 Natuurlijke vijanden

G97

In de IPM worden significant hogere aantallen natuurlijke vijanden geteld ten opzichte van de strokenproef en de gangbare teelt (Figuur 11). Dit betreft de analyse van alle data en alle natuurlijke vijanden. Tussen de strokenproef en het gangbare deel was dit niet verschillend. De statistische analyse is gebaseerd op de gezamenlijke analyse van de tabellen 7 en 8.



Figuur 11. Gemiddeld aantal natuurlijke vijanden (d.w.z. alle soorten van alle data samen) per behandeling op G97.

In de gangbare behandeling en de IPM zijn hogere aantallen natuurlijke vijanden waargenomen ten opzichte van de strokenbehandeling. In de stroken behandeling komen minder natuurlijke vijanden voor ten opzichte van IPM en gangbaar (Tabel 7). Maar, de kans dat je op een plant een natuurlijke vijanden aantreft is in de IPM groter dan in de stroken en de gangbare behandeling (Tabel 8). Tussen gangbaar en strook is de kans op het aantreffen van een natuurlijke vijand op een plant gelijk.

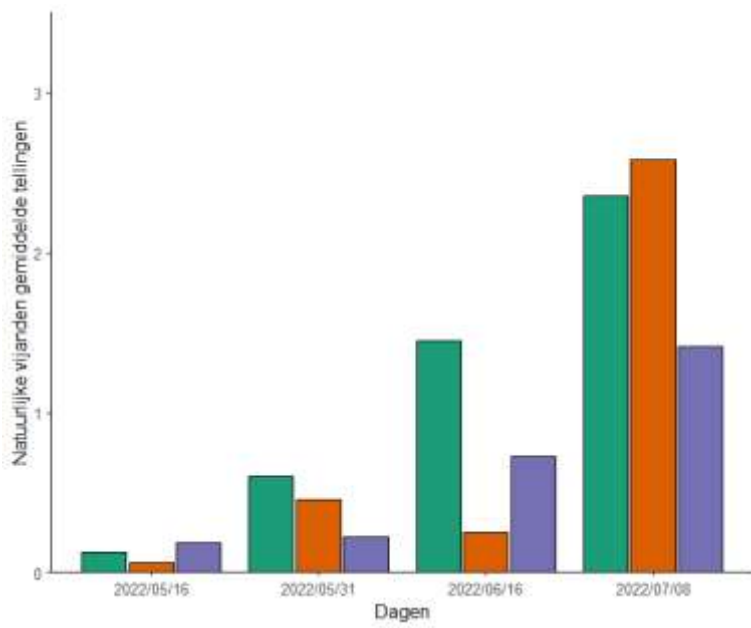
Tabel 7. Paarsgewijze vergelijking tussen behandelingen voor de totale bladluistellingen.

| Vergelijking | ratio | SE | p-waarde |
|---------------------|--------|------|----------|
| Gangbaar vs. strook | 1.74:1 | 0.28 | 0.002 |
| IPM vs. strook | 2.06:1 | 0.30 | <0.001 |
| Gangbaar vs. IPM | 0.84:1 | 0.12 | 0.473 |

Tabel 8. Paarsgewijze vergelijking tussen behandelingen voor alle natuurlijke vijanden.

| Vergelijking | Kans ratio | SE | p-waarde |
|---------------------|------------|------|----------|
| Gangbaar vs. strook | 1.39:1 | 0.24 | 0.127 |
| IPM vs. strook | 3.01:1 | 0.49 | <0.001 |
| Gangbaar vs. IPM | 0.46:1 | 0.08 | <0.001 |

Het aantal natuurlijke vijanden nemen toe in de tijd (Figuur 12).



Figuur 12. Gemiddeld aantal natuurlijke vijanden (d.w.z. alle soorten samen) per datum per behandeling op G97 (groen = IPM, oranje = ref/gangbaar, paars = strook).

4 Discussie & conclusie

Na zaai (eind maart / begin april) was er sprake van een koude en natte periode. Vanaf 10 april tot half mei viel er vervolgens nauwelijks neerslag, met korstvorming als gevolg. De zomergerst groeide zonder problemen goed weg, maar de suikerbieten hebben wel last gehad van het weer en de gevolgen. Door irrigatie en schoffelen is de korstvorming deels opgeheven en vond nog een deel van de planten de weg naar boven. Uiteindelijk heeft dit geleid tot een vrij heterogeen beeld van opkomst, plantgrootte en missende planten, maar acceptabel wanneer rekening wordt gehouden met het compensatievermogen van suikerbieten. In overleg met IRS is vastgesteld dat het voor het onderzoek naar het vergelingsvirus niet direct invloed heeft.

De gerst in de strokenproef (G97) is gezaaid op 30 maart en ontwikkelde zich goed (foto bijlage 1), met een BBCH van 32 op 17 mei. De planning was om de zomergerst vroeger te zaaien, maar werd mede door het weer uitgesteld. De suikerbieten zijn gezaaid op 31 maart. Rond 20 april verschenen de eerste suikerbietplanten. In 2022 werd al vrij vroeg gewaarschuwd voor de aanwezigheid van bladluizen (IRS, vangbakken NAK). Op 5 mei werd voor de suikerbietenteelt de 1^{ste} waarschuwing voor Oostelijk Flevoland afgegeven, daarna zijn geen waarschuwingen meer afgegeven (IRS). Op basis van deze melding is op 6 mei een insecticide (Sumicidin Super) gespoten in de gangbare monocultuur, gevolgd door een 2^{de} insecticide (Teppeki) bespuiting op 13 mei. Op 17 mei zijn 12 planten geïnficeerd met BMVY-geïnficeerde bladeren met hierop groene perzikluizen. Tussen week 21 en 22 (26 mei – 2 juni) zijn de hoogste aantallen bladluizen geteld in vangbakken (NAK), in deze periode zijn in dit onderzoek ook de hoogste aantallen bladluizen geteld (31 mei, figuur 6). Op 2 juni is een derde en laatste bespuiting met een insecticide (Closer) uitgevoerd in de gangbare monocultuur. De bestrijdingsstrategie van zowel de stroken als de twee referenties (IPM monocultuur (zonder insecticidegebruik) en de gangbare monocultuur (driemaal insecticiden toegepast) heeft niet voorkomen dat er verspreid over het gehele perceel redelijk veel virusvlekken van enkele meters doorsnede voorkwamen.

De zichtbaarheid van het virus (geel blad) van de 'natuurlijke' verspreiding begon eind juli, de zichtbaarheid van het uitdijen van de kunstmatig geïnficeerde planten begon al begin juli. Tussen het zichtbaar worden van het vergelingsvirus en het kunstmatig infecteren zit een periode van zes weken (17 mei – ca. 1 juli). De natuurlijke infectie kan uit deze bron zijn ontstaan, maar de natuurlijke bladluispijk eind mei kan (mede) hebben geleid tot het verspreiden van het vergelingsvirus in de rest van het perceel. Dit perceel G97 (11 ha) was verreweg het zwaarst besmet met vergelingsvlekken ten opzichte van drie andere percelen (12 ha op ca. 500 m afstand en 25 en 10 ha op ca. 2500 m afstand) waar een zelfde gangbare strategie (driemaal dezelfde insecticiden toegepast) is uitgevoerd. Dus het is mogelijk dat het infecteren van planten het beeld op G97 heeft bepaald, maar is niet geheel zeker.

De voorvrucht van dit proefveldperceel G97 was wintergerst (2020-2021), hierin werd het gerstevergelingsvirus in het voorjaar van 2021 vastgesteld. De helft van de wintergerst is najaar 2020 voor een tweede maal ingezaaid; aan de strokenproefzijde (vroeg zaai) werd zeer veel vergelingsziekte in de gerst waargenomen, terwijl het aanliggende overgezaaide deel (latere zaai) veel minder vergelingsziekte voorkwam. Dit betekent niet dat het gerstevergelingsvirus een bron is geweest voor de bietenvergelingsvirussen, dit zijn namelijk verschillende virussen; het gerstevergelingsvirus komt niet in suikerbieten voor. De vectoren van het gerstevergelingsvirus zijn echter eveneens bladluizen. De ligging van het proefveldperceel is waarschijnlijk gunstig voor bladluizen, in verband met de bomenrij en een bossage met luwte.

In de meerjarige biologische strokenproef (percelen J8 en J10) is weinig vergelingsvirus aangetroffen. Er zijn in die veldproef geen significante verschillen aangetoond tussen de 3 m stroken en de bijbehorende referentie van 9 m.

Virus

1. De resultaten hebben niet geleid tot significante verschillen tussen de behandelingen, zowel van de viruswaarnemingen in de 'natuurlijke' delen van het proefveld als in het tellen van de verspreiding van het vergelingsvirus rondom kunstmatig geïnfecteerde planten.
2. Beide waarnemingsmethoden, i.c.m. foto's 4 en 5 (overview perceel G97) en foto's 6 en 7 (detail vergelingsvlekken) laat een beeld zien van minder vergeling in de strokenteelt t.o.v. de monocultuur IPM. Hier kan de ligging van de IPM-monocultuur debet aan zijn geweest, het IPM deel is aangelegd in de hoek van het perceel waar mogelijk door een gunstiger klimaat meer bladluizen voorkwamen. Maar er lijkt echter wel sprake van een vrij scherpe scheidslijn tussen de IPM-monocultuur en de gangbare monocultuur (Foto's 4 en 5) wat betreft gele vlekken. Deze beelden geven tevens weer dat op het gangbaar deel de vergeling homogeen verspreid is, zonder opvallend meer vlekken aan de voorzijde van het perceel langs de bossage met luwte (gunstige ligging bladluizen).
3. Er zijn geen significante verschillen tussen de strokenteelt en de gangbare monocultuur aangetoond, in het gangbare deel is driemaal gespoten. Hier moet ook enige voorzichtigheid worden betracht. De eerste bespuiting is uitgevoerd met Sumicidin Super; een pyrethroïde waartegen vele populaties groene perzikluizen resistent zijn en hierdoor minder effectief. De tweede bespuiting (13 mei met Teppeki) is vlak voor de kunstmatige infectie (17 mei) uitgevoerd, terwijl de derde en laatste bespuiting op 2 juni is uitgevoerd. Teppeki heeft een translaminaire, systemische werking met een lange werkingsduur, dit zou zowel de gevleugelde als de ongevleugelde bladluizen in het de behandelde gangbare monocultuur moeten hebben bestreden. Mits deze behandeling om wat voor reden dan ook onvoldoende heeft gewerkt, kan tussen 17 mei en 2 juni veel overdracht hebben plaatsgevonden via de kunstmatig toegediende groene perzikluizen, waarbij gevleugelden door het perceel zijn gehopt. Daarnaast kan de piek van de bladluizen eind mei nog hebben meegespeeld, hierna is wel snel een insecticide ingezet. In nabije suikerbietpercelen met een zelfde gangbare bladluisbestrijdingsregime is nauwelijks vergeling aangetroffen, dit suggereert een effect vanuit de kunstmatige infectie.
4. De veldproef laat zien dat het kunstmatig infecteren van suikerbieten met het vergelingsvirus verspreiding van het virus niet voorkomt in de strokenbehandeling en de gangbare behandeling.

Bladluis en natuurlijke vijanden

1. In de strokenteelt en de gangbare teelt zijn significant minder bladluizen (alle getelde bladluizen) op de suikerbieten aangetroffen dan in de IPM monocultuur. Het aantal natuurlijke vijanden is in de IPM monocultuur significant hoger ten opzichte van de stroken behandeling en de gangbare behandeling. Dit kan een gevolg zijn van de hogere aantallen bladluizen in de IPM, wat als voedingsbron en als bron voor eiafzet geldt. Opvallend is dat er evenveel natuurlijke vijanden in de stroken behandeling en de gangbare behandeling zijn geteld, dit geldt ook voor de bladluistellingen.
2. De groene perzikluizen zijn de belangrijkste overdragers van het vergelingsvirus, maar droeg beperkt bij aan het totaal van de waargenomen bladluizen. Op één telmoment (31 mei) overschreed de populatie groene perzikluizen wel de schadedrempel (in de gangbare teelt is op 2 juni een bespuiting met Closer uitgevoerd). De bladluispopulatie bestond voornamelijk uit zwarte bonenluizen en een kleiner deel overige bladluizen; de populatie zwarte bonenluizen bleef op alle vier telmomenten onder de schadedrempel. Het verschil in de bladluistellingen tussen de behandelingen wordt met name door de zwarte bonenluizen en de overige bladluizen bepaald.
3. Trendmatig zijn er minder groene perzikluizen in de stroken geteld en is ook minder vergelingsvirus vastgesteld ten opzichte van de overige twee behandelingen.
4. De kans dat een bladluis op een plant wordt waargenomen was significant lager in de stroken ten opzichte van de gangbare en IPM behandelingen. Dit suggereert een grotere verspreiding van de bladluizen in de referentiebehandelingen, waarbij de kans op virusoverdracht toe kan nemen. Echter, dit kon niet vastgesteld worden voor de belangrijkste vector de groene perzikluis.

Conclusie

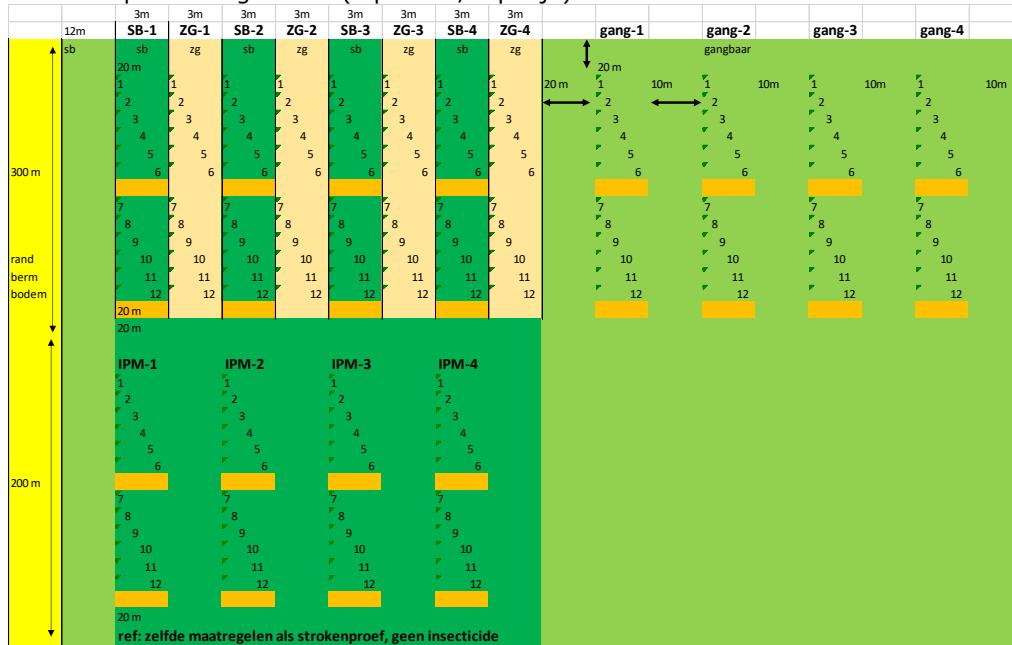
1. Deze veldproef laat een vergelijkbaar beeld zien van het bietenvergelingsvirus in de strokenteelt en de gangbare monocultuur.
2. Deze veldproef resulteerde in significant lagere bladluisaantallen en aantallen natuurlijke vijanden in de strokenteelt en de gangbare monocultuur ten opzichte van de IPM-monocultuur; de referentie zonder insecticide toepassing.
3. Analyse van de belangrijkste vector de groene perzikluis leverde geen significante verschillen tussen de stroken, gangbaar-monocultuur en IPM-monocultuur op.
4. Naar aanleiding van de discussie moeten de resultaten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

5 Referenties

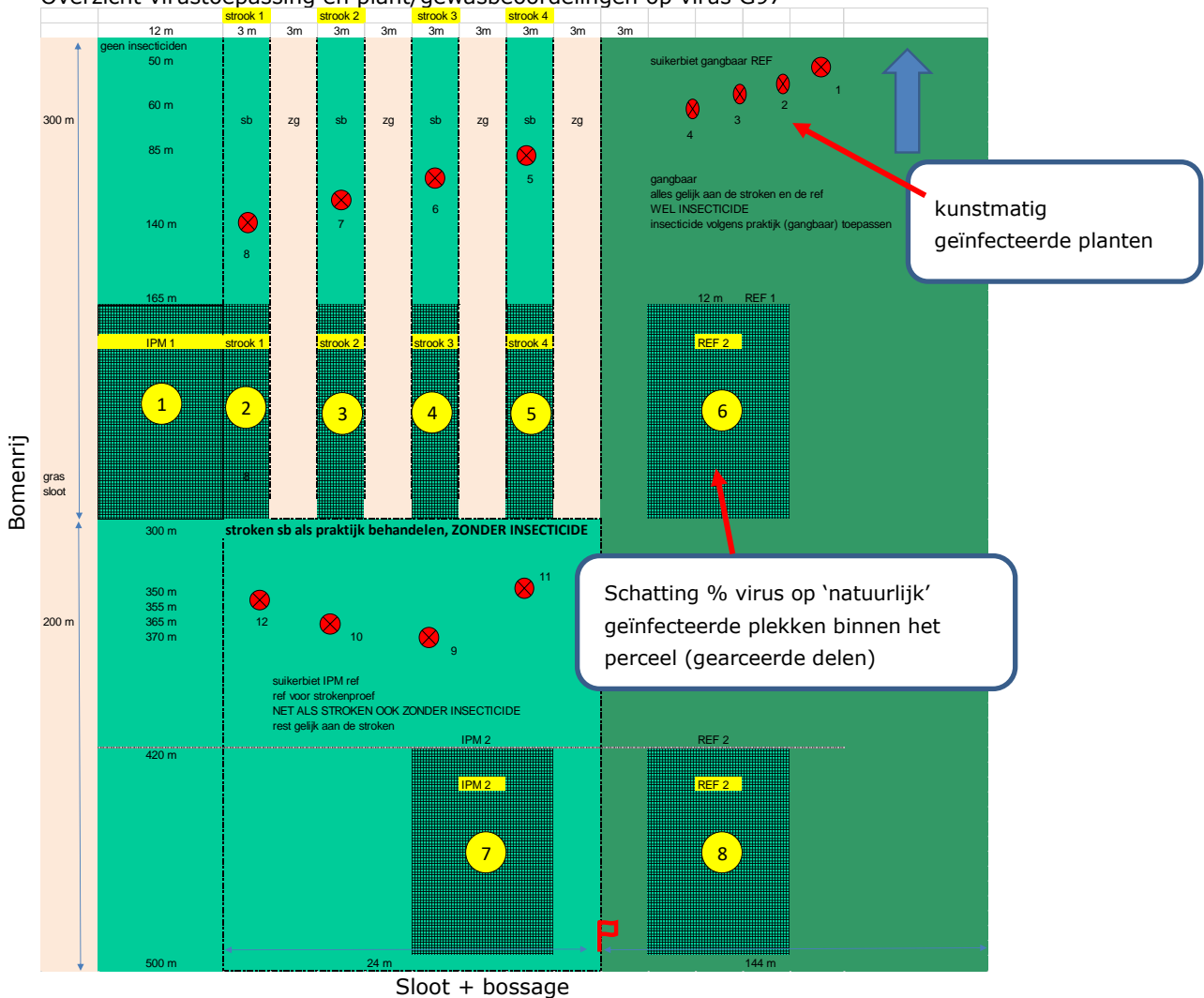
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. C. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48.
<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Brooks, M. E., Kristensen, K., van Benthem, K. J., Magnusson, A., Berg, C. W., Nielsen, A., Skaug, H. J., Machler, M., & Bolker, B. M. (2017). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R Journal*, 9(2), 378–400.
<https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000240890>
- Lenth, R., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., & Herve, M. (2018). Emmeans: Estimated marginal means, aka least-squares means. *R Package Version*, 1(1), 3. <https://cran.r-project.org/package=emmeans>
- R Core Team. (2020). *R: A Language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria.
<https://www.r-project.org/>

Bijlage 1 Schema eenjarige strokenproef

Overzicht planttellingen G97 (2 planten/telplotje)



Overzicht virustoepassing en plant/gewasbeoordelingen op virus G97

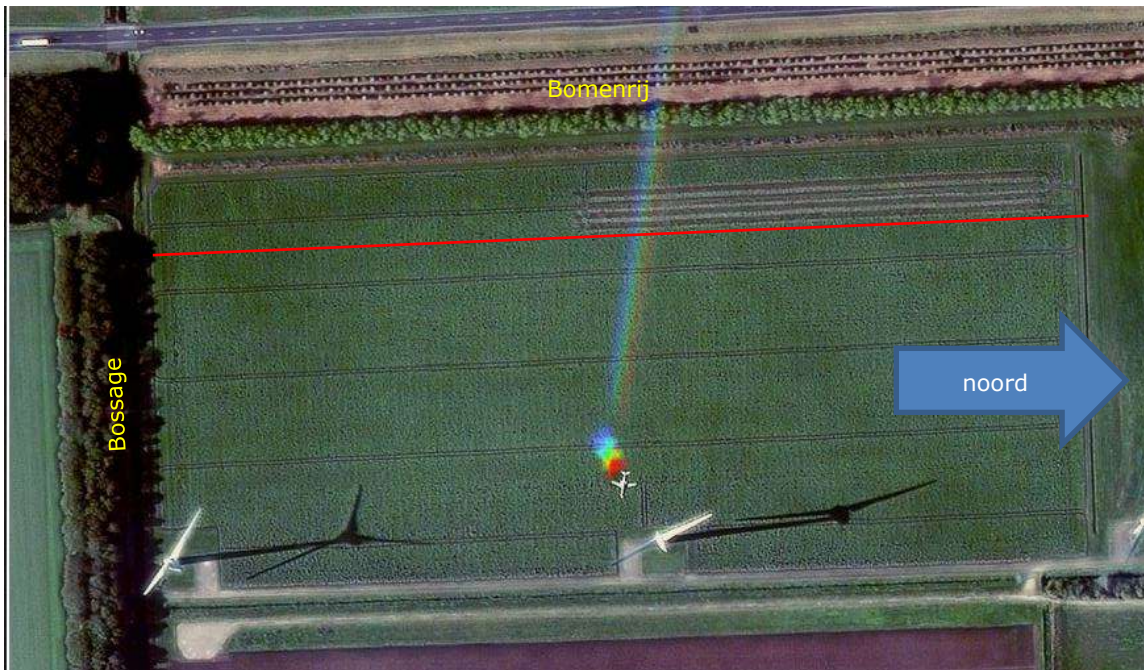




IPM – deel (links) en rechts het strokendeel.



Links de stroken (1^{ste} bladluiswaarneming, 17 mei), midden IPM-monocultuur (17 mei), rechts de stroken (3^{de} bladluiswaarneming, 16 juni).



Bovenaanzicht van de veldproef G97.

Bijlage 2 Weer

| Datum | T_gem (°C) | T_min (°C) | T_max (°C) | RV_min (%) | Straling (J/cm²) | Neerslag (mm/d) | Wind (m/s) | Wind (°) |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------------|-----------------|------------|----------|
| 1-3-2022 | 4.7 | 2.2 | 7.2 | 67 | 417 | 0.2 | 1 | ZO |
| 2-3-2022 | 5.9 | 2.3 | 11.2 | 48 | 1.171 | 0 | 1.3 | ONO |
| 3-3-2022 | 4.7 | -1.3 | 12.2 | 42 | 1.324 | 0 | 1.3 | ONO |
| 4-3-2022 | 3.4 | -1 | 9.6 | 55 | 1.366 | 0 | 1.4 | O |
| 5-3-2022 | 2 | -2.3 | 6.9 | 68 | 1.349 | 0 | 1.5 | ONO |
| 6-3-2022 | 2.7 | -0.3 | 6.5 | 59 | 1.261 | 0 | 2.1 | NO |
| 7-3-2022 | 3.2 | -2.2 | 9 | 55 | 1.332 | 0 | 1 | ONO |
| 8-3-2022 | 4.7 | -0.4 | 10.8 | 39 | 1.45 | 0 | 1.9 | ZO |
| 9-3-2022 | 6.2 | -0.9 | 13.9 | 34 | 1.471 | 0 | 1.3 | ZZO |
| 10-3-2022 | 8 | 0.3 | 16.1 | 34 | 1.466 | 0 | 1.4 | ZO |
| 11-3-2022 | 8.9 | 3.2 | 15.4 | 41 | 1.441 | 0 | 2.5 | ZO |
| 12-3-2022 | 10.8 | 7.3 | 14.8 | 43 | 1.082 | 0 | 2.7 | ZZO |
| 13-3-2022 | 11.6 | 8 | 17.1 | 42 | 1.035 | 0 | 2.1 | ZZO |
| 14-3-2022 | 9.9 | 4.7 | 13.5 | 70 | 944 | 0.2 | 2.1 | ZW |
| 15-3-2022 | 8.5 | 4.8 | 15 | 54 | 993 | 0 | 0.7 | ZO |
| 16-3-2022 | 9.2 | 2.9 | 14.8 | 54 | 1.21 | 0 | 2 | ZO |
| 17-3-2022 | 8.8 | 3.1 | 11.6 | 64 | 1.361 | 1 | 3.1 | WZW |
| 18-3-2022 | 8.1 | 1.1 | 14.5 | 63 | 1.589 | 0 | 1.4 | O |
| 19-3-2022 | 8.2 | 3.7 | 13.4 | 35 | 1.723 | 0 | 2.9 | ONO |
| 20-3-2022 | 5.5 | 1.3 | 9.2 | 49 | 873 | 0 | 2.3 | OZO |
| 21-3-2022 | 7.5 | 0.4 | 15.3 | 35 | 1.699 | 0 | 1 | OZO |
| 22-3-2022 | 11.5 | 3.6 | 20.6 | 39 | 1.542 | 0 | 0.5 | ONO |
| 23-3-2022 | 11.4 | 4.3 | 19.2 | 29 | 1.726 | 0 | 0.9 | NO |
| 24-3-2022 | 9.6 | 2.9 | 15.7 | 51 | 1.703 | 0 | 1.3 | N |
| 25-3-2022 | 8.8 | 3 | 15 | 53 | 1.783 | 0 | 1.6 | NNO |
| 26-3-2022 | 9.5 | 3 | 14.8 | 58 | 1.796 | 0 | 1.9 | N |
| 27-3-2022 | 9 | 3.7 | 15.1 | 52 | 1.851 | 0 | 2 | NO |
| 28-3-2022 | 6.6 | 3.9 | 11 | 89 | 1.328 | 0 | 1.8 | NNO |
| 29-3-2022 | 7.9 | 4.9 | 12.8 | 66 | 1.504 | 0 | 1.9 | NO |
| 30-3-2022 | 5.9 | 2.3 | 9.2 | 58 | 1.204 | 0.6 | 1.9 | NO |
| 31-3-2022 | 1.7 | 0.2 | 3.7 | 100 | 433 | 13 | 3.4 | NNO |
| 1-4-2022 | 2.1 | -0.2 | 5.5 | 65 | 1.109 | 2.2 | 3.8 | NO |
| 2-4-2022 | 3.1 | 0.5 | 6.9 | 47 | 1.524 | 0 | 3.2 | NNO |
| 3-4-2022 | 3.4 | -1.5 | 7.3 | 81 | 1.318 | 0.8 | 1.3 | W |
| 4-4-2022 | 6.4 | 3 | 9.1 | 90 | 332 | 12.2 | 3.9 | WZW |
| 5-4-2022 | 8.9 | 7.2 | 11.7 | 100 | 580 | 1.6 | 2.8 | W |
| 6-4-2022 | 9.7 | 8.6 | 11.3 | 90 | 424 | 3.4 | 3.6 | ZW |
| 7-4-2022 | 8.3 | 3.8 | 10.9 | 74 | 1.015 | 17 | 5.7 | WZW |
| 8-4-2022 | 6.6 | 4 | 8.9 | 71 | 1.387 | 1.6 | 3.6 | WNW |
| 9-4-2022 | 5.9 | 3.7 | 8.2 | 79 | 1.651 | 3 | 4.4 | WNW |
| 10-4-2022 | 6.7 | 2.6 | 10.9 | 48 | 2.165 | 0.6 | 2.1 | WNW |
| 11-4-2022 | 9.3 | 3.4 | 15.3 | 42 | 2.020 | 0 | 1.3 | ZO |
| 12-4-2022 | 13.2 | 6 | 21 | 45 | 1.725 | 0 | 1.3 | ZO |
| 13-4-2022 | 13.9 | 10.9 | 17.1 | 73 | 1.301 | 0 | 1.4 | WZW |
| 14-4-2022 | 12.5 | 8.6 | 17.1 | 71 | 2.027 | 0 | 2 | WNW |
| 15-4-2022 | 8.9 | 6.6 | 12.1 | 79 | 688 | 0 | 1.6 | NNO |
| 16-4-2022 | 11 | 5.7 | 16.4 | 34 | 2.309 | 0 | 1.6 | O |
| 17-4-2022 | 11.7 | 3.5 | 18.8 | 30 | 2.453 | 0 | 1.3 | ZO |
| 18-4-2022 | 12.5 | 5.4 | 19.9 | 28 | 2.354 | 0 | 1.4 | ZO |
| 19-4-2022 | 12.9 | 6 | 18.1 | 39 | 2.368 | 0 | 1.9 | ONO |
| 20-4-2022 | 11.8 | 6.1 | 17.6 | 34 | 2.416 | 0 | 2.5 | ONO |
| 21-4-2022 | 12.3 | 6.4 | 17.5 | 41 | 2.316 | 0 | 2.5 | ONO |
| 22-4-2022 | 13.5 | 8.7 | 18.7 | 46 | 2.137 | 0 | 3.1 | ONO |
| 23-4-2022 | 13.7 | 9.5 | 18.7 | 38 | 2.234 | 0 | 3 | ONO |
| 24-4-2022 | 11.8 | 7.6 | 16.8 | 43 | 2.372 | 0 | 3.8 | NO |
| 25-4-2022 | 8.8 | 7 | 11 | 69 | 525 | 0 | 2.5 | NO |
| 26-4-2022 | 9.3 | 6.6 | 12.3 | 63 | 2.430 | 0.2 | 3.8 | N |
| 27-4-2022 | 8.9 | 6.2 | 11.8 | 61 | 1.281 | 0 | 1.3 | N |
| 28-4-2022 | 8.7 | 3.2 | 14.6 | 61 | 1.582 | 0 | 1.6 | NO |
| 29-4-2022 | 8.4 | 5.3 | 12.2 | 65 | 1.507 | 0 | 2.4 | NO |
| 30-4-2022 | 8.9 | 4.7 | 11.6 | 71 | 1.400 | 0.2 | 2 | N |

| Datum | T_gem (°C) | T_min (°C) | T_max (°C) | RV_min (%) | Straling (J/cm²) | Neerslag (mm/d) | Wind (m/s) | Wind (°) |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------------|-----------------|------------|----------|
| 1-5-2022 | 9.6 | 4 | 13.7 | 59 | 2.095 | 0 | 1.3 | NNO |
| 2-5-2022 | 10.2 | 3.9 | 15.3 | 56 | 2.659 | 0 | 2 | N |
| 3-5-2022 | 8.9 | 4.2 | 12 | 75 | 766 | 0 | 1.7 | NNO |
| 4-5-2022 | 10.1 | 6.5 | 14.1 | 57 | 2.535 | 0 | 1.1 | N |
| 5-5-2022 | 12.3 | 5.9 | 18 | 59 | 2.050 | 0 | 1.2 | W |
| 6-5-2022 | 14.4 | 9.4 | 20.9 | 55 | 2.369 | 0 | 1.6 | WNW |
| 7-5-2022 | 14 | 10.9 | 17.9 | 76 | 2.247 | 0 | 2.5 | NNW |
| 8-5-2022 | 11.2 | 5.8 | 15.5 | 58 | 2.592 | 0 | 2.7 | NNO |
| 9-5-2022 | 14 | 5.5 | 21 | 38 | 2.703 | 0 | 1.1 | NO |
| 10-5-2022 | 16.6 | 12 | 23.9 | 45 | 1.408 | 0 | 2.5 | ZZW |
| 11-5-2022 | 15.5 | 13.3 | 19.2 | 57 | 2.187 | 2.8 | 3 | WZW |
| 12-5-2022 | 14.4 | 9.9 | 18.9 | 46 | 2.748 | 0 | 2.8 | WZW |
| 13-5-2022 | 14.2 | 10.8 | 17.3 | 60 | 2.203 | 0 | 3.1 | WZW |
| 14-5-2022 | 15.2 | 9.7 | 20.5 | 52 | 2.846 | 0 | 1.9 | WNW |
| 15-5-2022 | 18 | 9.8 | 25.2 | 34 | 2.832 | 0 | 1.5 | ONO |
| 16-5-2022 | 17.6 | 12.3 | 23.4 | 60 | 1.316 | 0 | 2.1 | ZZW |
| 17-5-2022 | 18.2 | 12.8 | 24.6 | 60 | 1.540 | 0 | 1.3 | Z |
| 18-5-2022 | 18.3 | 14.2 | 23.1 | 75 | 2.246 | 0 | 1.6 | W |
| 19-5-2022 | 17.6 | 13.4 | 24.1 | 72 | 1.280 | 16.2 | 1.7 | WZW |
| 20-5-2022 | 13.8 | 9.3 | 19.9 | 68 | 1.310 | 14 | 1.9 | Z |
| 21-5-2022 | 14.3 | 11.2 | 17.1 | 75 | 1.943 | 0 | 2.8 | W |
| 22-5-2022 | 15.8 | 8.4 | 22.3 | 49 | 2.812 | 0 | 1.1 | ZZO |
| 23-5-2022 | 16.8 | 13 | 23.7 | 59 | 1.282 | 7.6 | 1.9 | ZO |
| 24-5-2022 | 13.8 | 11 | 16.5 | 71 | 1.660 | 1.4 | 2.8 | WZW |
| 25-5-2022 | 13.3 | 8.5 | 17.4 | 59 | 1.848 | 1.4 | 2.8 | ZZW |
| 26-5-2022 | 16 | 13.7 | 18.5 | 69 | 2.197 | 0.4 | 3 | WZW |
| 27-5-2022 | 14.2 | 13.1 | 16.2 | 61 | 2.497 | 0.6 | 4.8 | WNW |
| 28-5-2022 | 12.7 | 9.8 | 14.7 | 57 | 2.417 | 0.8 | 4.9 | NW |
| 29-5-2022 | 10.8 | 8.8 | 13.6 | 75 | 1.153 | 6.4 | 3 | N |
| 30-5-2022 | 11.2 | 7.7 | 14.2 | 64 | 2.019 | 1.4 | 1.3 | N |
| 31-5-2022 | 12.6 | 8.8 | 17.8 | 52 | 1.293 | 1.4 | 0.8 | ZO |
| 1-6-2022 | 12.6 | 8.9 | 16.2 | 73 | 2.423 | 2.2 | 2.1 | WNW |
| 2-6-2022 | 13.9 | 8.9 | 17.8 | 56 | 3.161 | 0 | 1.6 | NNW |
| 3-6-2022 | 16.4 | 9.8 | 22.6 | 44 | 2.949 | 0 | 2.4 | ONO |
| 4-6-2022 | 15.8 | 10.4 | 21.8 | 56 | 2.423 | 0 | 2.8 | NO |
| 5-6-2022 | 16.4 | 11.8 | 22 | 67 | 964 | 32.2 | 2.3 | ONO |
| 6-6-2022 | 14.4 | 12.4 | 17.5 | 79 | 1.253 | 12.6 | 3.2 | ZW |
| 7-6-2022 | 14.6 | 12.2 | 18.4 | 72 | 2.283 | 0.2 | 2.9 | W |
| 8-6-2022 | 15.5 | 11.6 | 20.2 | 80 | 1.124 | 10 | 1.6 | Z |
| 9-6-2022 | 16.5 | 13 | 19.5 | 63 | 3.036 | 0 | 2.4 | W |
| 10-6-2022 | 17.1 | 11.6 | 22.5 | 70 | 1.790 | 0 | 2 | ZZW |
| 11-6-2022 | 18 | 14.2 | 22.1 | 52 | 3.155 | 0 | 1.9 | WZW |
| 12-6-2022 | 16.4 | 11.6 | 20.1 | 61 | 3.123 | 0 | 2.2 | WZW |
| 13-6-2022 | 15.2 | 11.8 | 18.3 | 58 | 2.012 | 0.4 | 2.7 | WNW |
| 14-6-2022 | 15.5 | 8.6 | 20.7 | 44 | 2.991 | 0 | 1.4 | NW |
| 15-6-2022 | 17.4 | 10.4 | 22.6 | 51 | 3.069 | 0 | 1.8 | NNO |
| 16-6-2022 | 18.4 | 11.4 | 23 | 46 | 2.995 | 0 | 1.1 | NO |
| 17-6-2022 | 22 | 14.1 | 29 | 40 | 2.682 | 0 | 1.6 | Z |
| 18-6-2022 | 19.9 | 14.6 | 22.6 | 70 | 2.570 | 0 | 2.9 | NNW |
| 19-6-2022 | 14.7 | 12.8 | 17.4 | 71 | 1.316 | 0.4 | 3.1 | N |
| 20-6-2022 | 15.7 | 12.8 | 18 | 63 | 2.883 | 0 | 3.3 | NNW |
| 21-6-2022 | 16.2 | 10.9 | 21.8 | 57 | 2.861 | 0 | 1.5 | N |
| 22-6-2022 | 17.5 | 9.8 | 23.1 | 46 | 3.079 | 0 | 1.8 | NNO |
| 23-6-2022 | 22.7 | 13.2 | 31.6 | 45 | 2.829 | 0 | 1.4 | O |
| 24-6-2022 | 20.1 | 17.7 | 23.6 | 81 | 1.128 | 11.2 | 1.4 | WZW |
| 25-6-2022 | 18.9 | 16.2 | 22 | 81 | 1.576 | 6.4 | 1.7 | ZW |
| 26-6-2022 | 18.5 | 15.6 | 21.7 | 71 | 1.857 | 9.4 | 1.5 | Z |
| 27-6-2022 | 17.4 | 13.7 | 21.6 | 63 | 1.104 | 2.8 | 0.9 | ZZW |
| 28-6-2022 | 17.9 | 12.3 | 23.5 | 52 | 2.703 | 0 | 1.5 | ZZW |
| 29-6-2022 | 21.4 | 14.8 | 28.7 | 40 | 2.703 | 0 | 1.6 | O |
| 30-6-2022 | 19.1 | 14.4 | 23.9 | 73 | 2.630 | 7.4 | 2.3 | NNW |

| Datum | T_gem (°C) | T_min (°C) | T_max (°C) | RV_min (%) | Straling (J/cm²) | Neerslag (mm/d) | Wind (m/s) | Wind (°) |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------------|-----------------|------------|----------|
| 1-7-2022 | 16.6 | 13.2 | 20.7 | 58 | 1.889 | 2.8 | 2 | ZZW |
| 2-7-2022 | 18.3 | 12 | 23.7 | 48 | 2.296 | 0 | 1.5 | ZZW |
| 3-7-2022 | 18 | 14.9 | 21.1 | 74 | 1.903 | 1.4 | 1.7 | W |
| 4-7-2022 | 17.3 | 12.3 | 21.5 | 51 | 2.925 | 0 | 2.2 | WZW |
| 5-7-2022 | 16.5 | 12.1 | 20.3 | 56 | 2.618 | 0 | 2.3 | W |
| 6-7-2022 | 17 | 13.6 | 21.5 | 49 | 1.903 | 0.4 | 2.4 | WNW |
| 7-7-2022 | 16.5 | 15.1 | 18.3 | 74 | 1.425 | 2.6 | 4.6 | NW |
| 8-7-2022 | 18.1 | 13.6 | 22.6 | 65 | 2.421 | 0 | 2.4 | WNW |
| 9-7-2022 | 17.5 | 14.9 | 20.2 | 69 | 2.213 | 0 | 3 | NW |
| 10-7-2022 | 17.1 | 14.5 | 20.4 | 71 | 1.394 | 0.2 | 3.4 | NW |
| 11-7-2022 | 17.8 | 15.7 | 22.1 | 78 | 2.015 | 0.8 | 1.8 | N |
| 12-7-2022 | 20.6 | 13.3 | 27.4 | 48 | 2.245 | 0 | 1 | ZZW |
| 13-7-2022 | 20.9 | 15.3 | 25.1 | 58 | 2.442 | 0 | 2.5 | NW |
| 14-7-2022 | 17 | 11.5 | 21.3 | 61 | 2.226 | 0 | 2.1 | NNW |
| 15-7-2022 | 17.8 | 14.1 | 21.3 | 50 | 2.493 | 0 | 2.2 | WNW |
| 16-7-2022 | 17.4 | 13.7 | 19.3 | 53 | 2.936 | 0 | 3.1 | NNW |
| 17-7-2022 | 18.2 | 10.5 | 25.1 | 44 | 2.731 | 0 | 0.8 | ZO |
| 18-7-2022 | 22.9 | 13.7 | 32 | 32 | 2.632 | 0 | 0.9 | ZW |
| 19-7-2022 | 28.2 | 17.2 | 37.9 | 23 | 2.737 | 0 | 0.9 | ZO |
| 20-7-2022 | 24.5 | 19.8 | 28.8 | 47 | 2.399 | 0 | 1.8 | WZW |
| 21-7-2022 | 18.5 | 16.1 | 21.5 | 84 | 537 | 12 | 2.2 | WZW |
| 22-7-2022 | 17.1 | 15.6 | 19.5 | 69 | 1.096 | 0 | 1.5 | N |
| 23-7-2022 | 18.5 | 13.7 | 24.2 | 53 | 2.672 | 0 | 1.1 | ZZW |
| 24-7-2022 | 23 | 15.6 | 29.8 | 45 | 2.559 | 0 | 1.9 | ZZW |
| 25-7-2022 | 21.8 | 19 | 24.4 | 60 | 1.453 | 0 | 2.4 | ZW |
| 26-7-2022 | 17.9 | 15.7 | 20.3 | 56 | 1.770 | 0.8 | 3.2 | NNW |
| 27-7-2022 | 16.7 | 13.7 | 21.1 | 54 | 2.719 | 0.2 | 2.3 | N |
| 28-7-2022 | 16.4 | 11.2 | 22.1 | 48 | 2.222 | 0 | 2 | ONO |
| 29-7-2022 | 17.7 | 14 | 22.5 | 65 | 1.925 | 0 | 1.9 | NNO |
| 30-7-2022 | 19.4 | 15.2 | 24 | 52 | 2.205 | 0 | 1.8 | WNW |
| 31-7-2022 | 19.1 | 17.8 | 20.2 | 80 | 621 | 13 | 2.2 | ZW |
| 1-8-2022 | 18.2 | 13.3 | 20.1 | 59 | 2.173 | 0.6 | 2.1 | NNW |
| 2-8-2022 | 20.3 | 12.6 | 27.4 | 51 | 2.211 | 0 | 2 | ZZW |
| 3-8-2022 | 23 | 17.5 | 29.5 | 49 | 2.5 | 0 | 1.8 | ZW |
| 4-8-2022 | 21.8 | 18.4 | 26.3 | 56 | 1.968 | 0 | 1.8 | NW |
| 5-8-2022 | 18.5 | 15.8 | 21 | 49 | 1.953 | 0 | 2.9 | NNW |
| 6-8-2022 | 17.2 | 13.5 | 20.7 | 56 | 2.525 | 0 | 2.1 | NNW |
| 7-8-2022 | 16.8 | 10 | 21.7 | 50 | 2.5 | 0 | 1.3 | NW |
| 8-8-2022 | 18.1 | 12.2 | 22.3 | 65 | 2.166 | 0 | 1.8 | N |
| 9-8-2022 | 19 | 12.7 | 25.2 | 56 | 2.523 | 0 | 2 | NNO |
| 10-8-2022 | 21.3 | 14 | 28.4 | 39 | 2.516 | 0 | 1.6 | NO |
| 11-8-2022 | 23.4 | 14.9 | 30.6 | 32 | 2.538 | 0 | 1.5 | NO |
| 12-8-2022 | 24.3 | 15.9 | 32.3 | 28 | 2.486 | 0 | 1.4 | NO |
| 13-8-2022 | 25 | 15.8 | 32.4 | 26 | 2.484 | 0 | 1.2 | ONO |
| 14-8-2022 | 25.2 | 18.2 | 32.5 | 33 | 2.288 | 0 | 1.4 | ONO |
| 15-8-2022 | 23.6 | 19.4 | 29.5 | 45 | 1.784 | 0 | 1.2 | W |
| 16-8-2022 | 22.4 | 18.2 | 27.6 | 56 | 2.04 | 0 | 1.7 | ZW |
| 17-8-2022 | 19.6 | 17.4 | 21.6 | 92 | 702 | 11.2 | 2.3 | NNO |
| 18-8-2022 | 20.1 | 17.1 | 24.3 | 81 | 1.492 | 0 | 1.6 | N |
| 19-8-2022 | 20.1 | 15.1 | 24.4 | 77 | 1.371 | 0 | 1.6 | ZW |
| 20-8-2022 | 20.1 | 15.9 | 24.4 | 44 | 2.185 | 0 | 1.4 | WNW |
| 21-8-2022 | 18.6 | 13.7 | 23.7 | 59 | 1.684 | 0 | 1.7 | ZW |
| 22-8-2022 | 20.3 | 15.2 | 26.2 | 48 | 2.048 | 0 | 1 | ONO |
| 23-8-2022 | 21.8 | 16.1 | 27.6 | 54 | 1.773 | 0 | 1.2 | N |
| 24-8-2022 | 23.1 | 17.3 | 28.7 | 61 | 20 | 0 | 1.4 | WNW |
| 25-8-2022 | 25.7 | 19.5 | 33.6 | 31 | 2.114 | 0 | 1.7 | O |
| 26-8-2022 | 19.9 | 16.2 | 21.2 | 78 | 630 | 0 | 4 | N |
| 27-8-2022 | 17.8 | 14.4 | 21.3 | 61 | 1.212 | 0 | 2.4 | NNO |
| 28-8-2022 | 17.4 | 13.8 | 21.6 | 52 | 2.23 | 0 | 3.1 | NNO |
| 29-8-2022 | 17.9 | 14.5 | 22.1 | 71 | 1.347 | 0 | 1.7 | NNO |
| 30-8-2022 | 18.5 | 14 | 23.3 | 42 | 1.998 | 0 | 2.1 | NO |
| 31-8-2022 | 18.1 | 13.3 | 23.3 | 38 | 2.149 | 0 | 2.8 | NO |

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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.

