



DE RELATIE TUSSEN STIKSTOF EN PERENBLADVLO NADER ONDERZOCHT

DE RELATIE TUSSEN STIKSTOF EN PERENBLADVLO NADER ONDERZOCHT

Juni 2018

Naam:	Frank Eerland
Plaats:	Stavenisse
Opleiding:	Tuin- en akkerbouw
Instituut:	Aeres Hogeschool Dronten
Opdrachtgever:	Examencommissie Aeres Hogeschool Dronten
Begeleider:	Dhr. Paul Ringelberg

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Ter afsluiting van mijn opleiding Tuin- en akkerbouw op de Aeres Hogeschool in Dronten is als afstudeerwerkstuk dit verslag opgesteld. De keuze voor het onderwerp van dit verslag hangt sterk samen met mijn werk als fruitteeltadviseur bij het bedrijf Van Iperen en mijn persoonlijke interesse om de fruittelers in Nederland daadwerkelijk een handvat te bieden om hun teelt eenvoudiger te maken.

Dit onderzoek is geschreven in opdracht van de examencommissie van de Aeres Hogeschool in Dronten.

Hierbij wil ik mijn afstudeerbegeleider dhr. Paul Ringelberg bedanken voor zijn begeleiding bij het uitvoeren van dit vooronderzoek. Verder wil ik mijn collega Frans Eerland bedanken voor zijn inzichten en het herhaaldelijk doorlezen van het door mij geschrevene. Ook de overige leden van het fruitteam van Van Iperen wil ik bedanken voor de gedeelde inzichten en de leerzame discussies die worden gevoerd over het onderwerp van dit afstudeerwerkstuk. Als laatste wil ik perenteler Kees Timmerman bedanken voor het feit dat ik zijn perceel mocht gebruiken om bladmonsters te nemen.

Frank Eerland,

5 juni 2018

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Summary	6
Hoofdstuk 1. Inleiding	7
1.1 Ontwikkelingen in onderzoek.....	7
1.1.1 Chemie, natuur en biologie	7
1.1.2 Bemesting	7
Hoofdstuk 2. Vervolgonderzoek.....	9
2.1 Aanleiding.....	9
2.2 Relevantie.....	9
2.3 Onderzoekskader.....	9
2.4 Hoofd- en deelvragen	10
2.5 Doelstelling.....	10
Hoofdstuk 3. Materiaal en methode	11
Hoofdstuk 4. Stikstof en de aanwezigheid van insecten	12
4.1 Stikstofbemesting en perenbladvlo.....	12
4.2 Stikstof in de plant.....	13
4.3 Zuigende insecten en aminozuren	13
Hoofdstuk 5. Analysemethoden	15
5.1 Plantsap-analyse.....	15
5.1.1 Analyse uit de praktijk	15
5.2 Droge stof-analyse.....	16
5.2.1 Analyse uit de praktijk	16
5.3 Overige meetmethodes.....	16
Hoofdstuk 6. Beïnvloeding op teeltniveau	17
6.1 Bemesting.....	17
6.2 Uitgangssituatie.....	17
6.3 Wortelsnoei	18
Hoofdstuk 7. Discussie.....	19
7.1 Stikstof en de aanwezigheid van insecten.....	19
7.2 Analysemethoden	20
7.3 Beïnvloeding op teeltniveau.....	20
7.4 Reflectie.....	21
Hoofdstuk 8. Conclusies en aanbevelingen.....	23
8.1 Stikstof en de aanwezigheid van insecten.....	23
8.2 Analysemethoden	23
8.3 Beïnvloeding op teeltniveau.....	24

8.4. Aanbevelingen	25
8.4.1 Aanbevelingen voor de praktijk.....	25
8.4.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek	25
Bibliografie	26
Bijlage 1. Voorbeeld plantsap-analyse	
Bijlage 2. Voorbeeld droge stof analyse	
Bijlage 3. Checklist Schriftelijk Rapporteren	

Samenvatting

Vraag een willekeurige consument of hij het liefst een smoezelige, zwarte peer heeft of een schone, groene peer en het antwoord laat zich niet moeilijk raden. Dezelfde vraag gesteld aan een perenteler zal uitwijzen dat ook deze het liefst een schone, groene peer heeft. Maar waar de consument de keus heeft om een onaantrekkelijke peer in het schap te laten liggen zit de teler vast aan het product wat hij in zijn boomgaard teelt. Zaak dus om te zorgen voor een mooi product!

In dit afstudeerwerkstuk wordt dieper ingegaan op de veroorzaker van de genoemde smoezelige, zwarte peren: de perenbladvlo. Dit insect vormt wereldwijd een ware plaag voor de perenteelt. Doordat een vervuild product minder oplevert voor de teler gaat hij er financieel op achteruit.

Eén van de factoren die invloed heeft op de aanwezigheid van perenbladvlo is bemesting met stikstof. Telers geven hun perenbomen stikstof om er voor te zorgen dat de peren groot genoeg worden. Stikstof is echter ook van belang bij het vormen van aminozuren, die op hun beurt weer van belang zijn als voedsel voor insecten.

Om de relatie tussen stikstof en de aanwezigheid van perenbladvlo nader te onderzoeken is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Hoe kan schade door de perenbladvlo worden beperkt vanuit de kennis van stikstof?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is voornamelijk gebruik gemaakt van literatuuronderzoek. Er is gekeken naar de functie en werking van stikstof in de boom. Verder is onderzocht naar wat er voor zorgt dat insecten op een boom of plant aanwezig zijn. Verschillende manieren van analyseren zijn getoetst op hun nut voor het meten van stikstof in de boom. Tot slot zijn een aantal maatregelen bekeken die van invloed zijn op de aanwezigheid en opname van stikstof in de boom.

Dit onderzoek heeft een aantal belangrijke resultaten opgeleverd. Bijvoorbeeld dat stikstof na opname in de boom een belangrijke functie heeft als bouwsteen van aminozuren. Op hun beurt dienen deze aminozuren weer als voedsel voor zuigende insecten zoals de perenbladvlo. Hiermee is de directe link tussen stikstof en perenbladvlo duidelijk aangetoond.

De resultaten en conclusies van dit onderzoek hebben voor een aantal aanbevelingen gezorgd. Eén daarvan is dat een perenteler zijn stikstofbemesting zo laag mogelijk moet houden om de aanwezigheid van perenbladvlo tegen te gaan.

Met als uiteindelijk doel dat zowel de teler als de consument straks niet meer hoeft te kiezen, maar alleen de beschikbaarheid heeft over een schone, groene peer!

Summary

Ask any consumer or he prefer a smudgy, black pear or a clean, green pear and the answer he will give is not hard to guess. Ask the same question to a pear grower and he will tell that he also prefer a clean, green pear. But where the consumer has the choice to let an unattractive pear stay in the shelf, the grower don't have this choice because the pears are growing in his own orchard. So it's important for him to ensure a nice product!

In this study will be discussed the cause of the smudgy, black pears: the pear psylla. This insect is a real plague for the pear cultivation all over the world. A damaged product will be payed less for the grower, so in financial way he will go backwards.

One of the factors that affects the presence of pear psylla is fertilization with nitrogen. Growers give their pear trees nitrogen in order to let the pears grow to a big size. Nitrogen is also an important part in forming of amino acids, which are important as food for insects.

To investigate the relationship between nitrogen and the presence of pear psylla the following question is prepared:

How can damage of the pear psylla be limited from the knowledge of nitrogen?

To get an answer on this question mainly literature research is used. There is looked at the function and transport of nitrogen in the tree. It is also examined what will make a plant or tree attractive for insects. Different ways of analysing are reviewed for their usefulness for the measurement of nitrogen in the tree. Finally, a number of measures that affect the presence and absorption of nitrogen in the tree are considered.

With this research a number of important results are collected. One of this results is that nitrogen after recording in the tree has an important function as a building block of amino acids. These amino acids serve as food for sucking insects such as the pear psylla. This demonstrate the direct link between nitrogen and pear psylla clearly.

The results and conclusions of the study provide some recommendations. One of them is that a pear grower must keep nitrogen fertilization as low as possible to control the presence of pear psylla.

With the finally aim that both the grower and the consumer no longer need to choose, but only has the availability about a clean, green pear!

Hoofdstuk 1. Inleiding

Al decennia lang vormt de perenbladvlo (*Cacopsylla pyri*, zie figuur 1) het belangrijkste en meest lastige plaaginsect in de perenteelt wereldwijd. Aantasting door dit insect zorgt in veel gevallen voor opbrengstderving doordat het te oogsten product sterk wordt vervuild. Perenbladvlo scheidt een plakkerige stof uit die honingdauw wordt genoemd. Op deze honingdauw komt vervolgens een roetdauwschimmel af die ervoor zorgt dat de peren zwart worden (zie ook figuur 3) (Feersma, 2014). Ook zuigen de larven van de perenbladvlo aan de knoppen voor het volgende jaar, waardoor er minder goede knoppen overblijven en er een negatief effect wordt veroorzaakt op de opbrengst van het jaar daarna. Aan de hand van een in 2015 door Fruitconsult onder telers uitgevoerde enquête wordt geschat dat perenbladvlo verantwoordelijk is voor tientallen miljoenen euro's schade per jaar (Balkhoven, 2015). De nieuwe perenboomgaarden die de laatste jaren worden aangeplant bestaan voor het grootste deel uit het ras Conference. Dit perenras is één van de rassen die het meest gevoelig zijn voor aantasting door perenbladvlo. Doordat er steeds meer sprake is van monocultuur wordt het probleem perenbladvlo steeds groter (CBS.nl, 2017).



Figuur 1. Volwassene van de perenbladvlo (*Cacopsylla pyri*) (Gaiu, 2012).

1.1 Ontwikkelingen in onderzoek

1.1.1 Chemie, natuur en biologie

In de afgelopen jaren is er volop onderzoek verricht naar het bestrijden of voorkomen van de perenbladvlo. In eerste instantie waren deze onderzoeken vooral gericht op de inzet van chemische insecticiden om het insect te doden (Civolani, 2017). Door het steeds smaller wordende middelenpakket en de strengere wet- en regelgeving rondom gewasbeschermingsmiddelen wordt deze chemische manier van bestrijden steeds lastiger. Daarom wordt de afgelopen jaren meer gekeken naar alternatieve manieren om aantasting van perenbladvlo tegen te gaan. Het stimuleren van natuurlijke vijanden van de perenbladvlo is hier een voorbeeld van. In de natuur komen verschillende natuurlijke vijanden van de perenbladvlo voor, zoals oorwormen, roofwantsen en spinnen (Balkhoven, 2015). Door de leefomstandigheden voor deze natuurlijke vijanden te verbeteren kan de populatie worden uitgebreid. Om betere schuilmogelijkheden voor deze natuurlijke vijanden binnen een perenperceel te creëren wordt onder andere gewerkt met bloemenmengsels, bundels tonkinstokken en het minder kort maaien van het gras tussen de bomen. Dit alles om een balans tussen nuttige en schadelijke insecten te krijgen zodat een groot deel van het probleem door de natuur kan worden opgelost (Civolani, 2017).

Verder is er onderzoek gedaan naar de werking van biologische middelen en hulpstoffen op perenbladvlo, als alternatief voor de tot op heden gangbare chemische bestrijding. Dit betreft bijvoorbeeld de inzet van verschillende soorten zepen, uitvloeiers en meststoffen die ieder op hun manier een onderdrukkend effect kunnen hebben op perenbladvlo (Balkhoven, 2012).

1.1.2 Bemesting

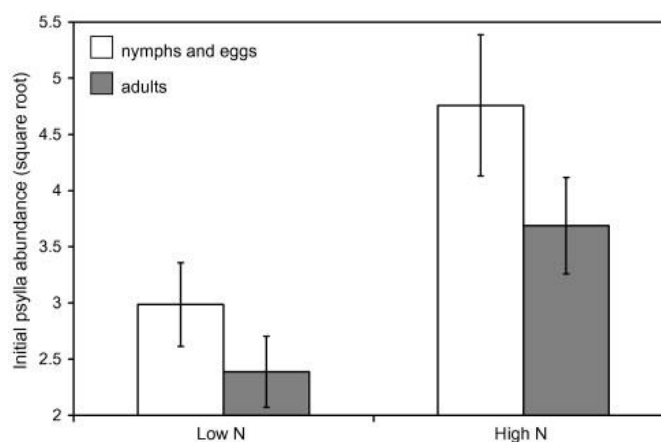
Een andere invalshoek die de laatste jaren is onderzocht is de invloed van bemesting op de aantasting van perenbladvlo. In verschillende nationale en internationale studies is reeds aangetoond dat de mate van bemesting invloed kan hebben op de ontwikkeling en overleving van verschillende soorten insecten. Zo is er in China onderzoek gedaan naar de invloed van bemesting met stikstof, fosfaat en kalium op de ontwikkeling en overleving van de Brown Plant Hopper, een insect dat evenals de perenbladvlo tot de zogenaamde floëem-zuigers behoort. Dit insect zorgt in de rijstteelt in onder andere China en Vietnam voor veel opbrengstverliezen. Door het zuigen aan de rijstplanten verdrogen en verwelken deze, ook kan de Brown Plant Hopper virussen verspreiden die schade veroorzaken aan de rijstplanten (Stout, 2014). Uit dit onderzoek komt naar voren dat vooral stikstof invloed heeft op

de ontwikkelingssnelheid en levensvatbaarheid van dit insect. De relatie tussen de hoogte van de stikstofgiften enerzijds en de aanwezigheid en mate van ontwikkeling van de Brown Plant Hopper anderzijds wordt in dit onderzoek significant aangetoond (Rashid, et al., 2017).

Ook in de laanbomenteelt is er aandacht voor bemesting en aantasting door insecten. Bij laanbomen is de standaard situatie dat ze niet worden bemest wanneer ze eenmaal zijn geplant. In gevallen waar bij wijze van praktijkproef toch bemesting is gegeven is te zien dat de bomen harder groeien, wat volgens dit artikel tot gevolg heeft dat de scheuten zwakker en daardoor makkelijker aan te tasten zijn door verschillende insecten en schimmels. Waardoor dit exact komt staat niet in het artikel beschreven, de link tussen een te sterke groei van de boom door middel van bemesting en de toename van aantasting door schimmels en insecten wordt echter wel beschreven (Peeters, 2015).

Ook in de perenteelt wordt steeds meer bekend over de link tussen de aantasting van perenbladvlo en stikstofbemesting. Zo is er aan de Wageningen Universiteit een onderzoek uitgevoerd waarbij verschillende stikstoftrappen zijn aangelegd. Deze objecten zijn op verschillende momenten in het seizoen beoordeeld op aanwezigheid van eitjes en larven van de perenbladvlo. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat er een significant verband is ontdekt tussen de hoogte van stikstofbemesting in relatie tot de aanwezigheid van perenbladvlo. Bij de hoogste stikstofgift is er significant meer perenbladvlo aanwezig (Helsen, van Elk, Piquet, & van der Maas, 2015).

Een soortgelijk onderzoek is ook uitgevoerd aan de University of California. Dit onderzoek toont aan dat er een significant verschil is waargenomen in de aanwezigheid van eitjes, larven en volwassenen van perenbladvlo op het moment dat er meer stikstof is toegediend (zie figuur 2). Wat verder interessant is in dit onderzoek is dat ook het groeiniveau van de boom en de scheuten is bekeken. Ook deze groei in relatie tot stikstof is significant verschillend, de boom en scheuten zijn significant langer op het moment dat er meer stikstof is toegediend (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007).



Figuur 2. De verschillen tussen de stikstoftrappen laag en hoog en de aanwezigheid van eieren, larven en volwassenen is significant (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007).

Hoofdstuk 2. Vervolgonderzoek

Zoals in hoofdstuk 1 beschreven is er al veel onderzoek gedaan naar de relatie tussen stikstof en de aanwezigheid en mate van ontwikkeling van diverse zuigende insecten, waaronder de perenbladvlo. De genoemde onderzoeken tonen in veel gevallen aan dat er een relatie bestaat tussen stikstof en de aanwezigheid en ontwikkeling van perenbladvlo. In de praktijk is echter nog niet bekend waar deze relatie vandaan komt. Ook wordt er in de dagelijkse praktijk nog vrijwel geen rekening gehouden met de resultaten die vanuit onderzoek zijn verkregen op dit gebied, omdat niet helder is hoe dit kan worden ingepast in de huidige perenteelt. Stikstof is een essentieel element voor de boom en vormt een belangrijke bijdrage aan de vruchtgroei (NutriNorm). De financiële opbrengst van peren is gekoppeld aan de maat, hoe groter de vruchten hoe meer ervoor wordt betaald. Telers durven in de praktijk niet in te leveren op hun stikstofgift omdat het gevaar bestaat dat de vruchten te klein blijven en vervolgens minder opbrengen.

2.1 Aanleiding

De aanleiding voor het doen van dit onderzoek is het feit dat ondanks dat er al veel bekend is vanuit verschillende onderzoeken hier nog geen invulling en uitvoering aan wordt gegeven in de dagelijkse praktijk van de perenteelt. Daarom is getracht door middel van dit onderzoek een vervolg te geven aan de onderzoeken die reeds zijn verricht door in de literatuur te onderzoeken waar de relatie tussen stikstof en perenbladvlo nu daadwerkelijk vandaan komt en welke facetten hierop van invloed zijn. Een andere reden waarom dit onderzoek is uitgevoerd is het huidige gebrek aan kennis onder fruittelers van deze materie. Het is een uitdaging om telers hiermee op gang te helpen zodat zij er op hun eigen bedrijf mee aan de slag kunnen.

2.2 Relevantie

Zoals reeds in de inleiding geschetst is de perenbladvlo een lastige plaag in de perenteelt die jaarlijks voor tientallen miljoenen euro's aan schade kan veroorzaken (zie ook figuur 3). Het is van groot belang voor perenteelt om deze plaag te onderdrukken en indien mogelijk zelfs te laten verdwijnen. Doordat veel telers ervoor kiezen om meer peren in plaats van appels te gaan telen stijgt het totale areaal peer ieder jaar (CBS.nl, 2017). Er komen dus steeds meer perenpercelen bij die in potentie vatbaar zijn voor de schade van perenbladvlo. Hierdoor is de verwachting dat wanneer er geen oplossing wordt gevonden de problemen met perenbladvlo de komende jaren steeds groter zullen worden. Het is van groot belang dat alle resultaten uit onderzoeken die reeds bekend zijn ook daadwerkelijk in de praktijk ingezet kunnen gaan worden. Doordat



Figuur 3. Voorbeeld van door perenbladvlo veroorzaakte schade (Valgand).

verschillende onderzoeken reeds uitwijzen dat het sturen met stikstofbemesting een positieve invloed kan hebben op het onderdrukken van de populatie van perenbladvlo is het van groot belang dat op dit gebied concrete handreikingen kunnen worden gedaan aan de perentelers. Zij moeten het immers toepassen op hun bedrijf om het perenbladvlo probleem in de toekomst onder controle te krijgen.

2.3 Onderzoekskader

In dit onderzoek wordt nader ingegaan op de relatie van stikstofbemesting en de aanwezigheid van perenbladvlo. Hiervoor is het allereerst van belang om de wijze waarop een boom of plant met stikstof omgaat te begrijpen en duidelijk te maken op welke manier stikstof in relatie staat tot de aanwezigheid van perenbladvlo en eventuele ander insecten. Wat verder in dit onderzoek wordt bekeken is hoe stikstof wordt geanalyseerd en op welke wijze monsternamen in de praktijk wordt uitgevoerd. Zijn er meerdere soorten stikstof die worden geanalyseerd en hoe verhouden deze zich tot aantasting van perenbladvlo? In opvolging van de monsternamen is het van belang om de link tussen

teeltomstandigheden en teeltmaatregelen en het effect van stikstofbemesting op aanwezigheid van perenbladvlo te leggen, om zo uiteindelijk helder te kunnen krijgen hoe in de praktijk sturing mogelijk zou zijn met als uiteindelijk doel om de aantasting van perenbladvlo te verminderen of te laten verdwijnen.

Om deze vragen goed te kunnen beantwoorden is er over een aantal zaken meer informatie nodig. Allereerst moet worden onderzocht hoe de boom omgaat met stikstof, welke vormen van stikstof er eventueel voorkomen en welk onderdeel er dan verantwoordelijk is voor de aanwezigheid van perenbladvlo. Vervolgens is er onderzoek nodig naar de verschillende soorten van analyseren van stikstof die er beschikbaar zijn en in de praktijk worden gebruikt. Ook moet worden bekeken in hoeverre de huidige manier van stikstof analyseren goed genoeg is om de relatie met perenbladvlo van hieruit te kunnen verklaren. Verder is informatie nodig over de verschillende teeltomstandigheden en teeltmaatregelen die verantwoordelijk zijn voor de aanwezigheid van de betreffende vorm van stikstof, om aan de hand hiervan een conclusie te kunnen trekken op welk gebied er gestuurd kan worden om aantasting van perenbladvlo te verminderen. Onder teeltomstandigheden verstaan we onder andere de groei van de boom en de invloed die hierop wordt uitgeoefend door bijvoorbeeld het toedienen van bemesting via bodem en blad. Ook keuze van het plantmateriaal en wortelsnoei zijn zaken die van invloed kunnen zijn op het betreffende onderwerp.

In dit onderzoek wordt niet ingegaan op het insect perenbladvlo zelf, zoals bijvoorbeeld de leefwijze, verschillende levensstadia en zaken met betrekking tot het voeden van dit insect. Ook wordt niet ingegaan op andere effecten dan die van stikstofbemesting op de aantasting en aanwezigheid van perenbladvlo, zoals bijvoorbeeld natuurlijke vijanden of chemische en biologische insecticiden. Andere bemestingselementen dan stikstof in relatie tot perenbladvlo worden in dit onderzoek ook niet nader beschouwd.

2.4 Hoofd- en deelvragen

Om de hierboven genoemde onderwerpen te onderzoeken is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Hoe kan schade door de perenbladvlo worden beperkt vanuit de kennis van stikstof?

De volgende deelvragen zijn ter ondersteuning van deze hoofdvraag opgesteld:

1. Welke vorm van stikstof is gerelateerd aan de aanwezigheid en schade van perenbladvlo?
2. Op welke manier vinden de bepalingen van stikstofgehalten plaats?
3. Welke teeltomstandigheden en teeltmaatregelen hebben invloed op het niveau van de verantwoordelijke stikstofvorm?

De resultaten die naar voren zijn gekomen in het onderzoek naar de antwoorden op de verschillende deelvragen worden in hoofdstuk 4, 5 en 6 verder uitgewerkt.

2.5 Doelstelling

Het uiteindelijke doel van dit onderzoek is tweeledig: Allereerst analyseren hoe de relatie tussen stikstof en de aanwezigheid van perenbladvlo precies in elkaar steekt. Dit onderzoek is er op gericht om dieper in te gaan op de reeds bekende relatie tussen stikstof en perenbladvlo zodat duidelijk wordt waar de relatie precies vandaan komt. Daarnaast is de doelstelling dat er aan de hand van de resultaten en conclusies praktijkgerichte aanbevelingen kunnen worden gedaan, zodat perentelers handvaten kunnen krijgen om door middel van specifieke teeltmaatregelen een grotere invloed uit kunnen oefenen op het verminderen van aantasting en schade door de perenbladvlo.

Hoofdstuk 3. Materiaal en methode

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de manier waarop de benodigde informatie voor dit onderzoek is verzameld en toegepast. Om de in hoofdstuk 1 gestelde hoofdvraag te kunnen beantwoorden is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek. Dit is verder aangevuld met beschikbare analyses van plantsap en droge stof van een praktijkperceel wat is bemonsterd in 2017. Het onderzoek is per deelvraag als volgt uitgevoerd:

1. Welke vorm van stikstof is gerelateerd aan de aanwezigheid en schade van perenbladvlo?

Ter beantwoording van deze deelvraag is gebruik gemaakt van onderzoek in de literatuur. Binnen verschillende kennisbronnen is gezocht naar het element stikstof in zijn verschillende vormen in verhouding tot plant en boom. Er is gekeken naar literatuur op het gebied van opname, transport en functie van stikstof. Verschillende processen waar stikstof bij betrokken is zijn geanalyseerd. De verschillende vormen van stikstof die aanwezig zijn in een boom zijn specifiek bekeken. Verder is getracht om aan te tonen wat de relatie is tussen het enerzijds aanwezig zijn van stikstofvormen in de boom en anderzijds de relatie op de aanwezigheid van perenbladvlo. Als laatste is voor het beantwoorden van deze deelvraag bekeken wat er aan literatuur beschikbaar was op het gebied van de relatie tussen stikstof en de aanwezigheid van insecten.

2. Op welke manier vinden de bepalingen van stikstofgehaltes plaats?

Ook voor het beantwoorden van deze vraag is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek. Dit is aangevuld met rechtstreekse benadering van bedrijven die zich bezighouden met het bepalen van stikstofgehaltes in plantsap en droge stof, zoals NovaCropControl, LMI en Eurofins. De verschillende manieren van analyseren die worden gebruikt zijn tegen het licht gehouden om te bekijken in hoeverre ze een verband aan tonen met de resultaten die verkregen zijn voor het beantwoorden van de eerste deelvraag. In het bijzonder de vraag welke vorm van stikstof er eigenlijk wordt gemeten en of deze vorm ook uiteindelijk degene is die gelinkt kan worden aan perenbladvlo aantasting is nader onderzocht. Nadat uit onderzoek bleek dat er geen specifiek verschil aangetoond kon worden in aantasting tussen de verschillende vormen van stikstof is voor het verdere verslag gekeken naar de totale stikstofhoeveelheid in de analyses.

Naast het doen van literatuuronderzoek is er ook gekeken naar relevante analyses die 2017 zijn gedaan van een perenperceel waarvan de ene zijde veel en de andere zijde weinig aantasting had van perenbladvlo. Dit om te zien of de gebruikte analyses daadwerkelijk een verband laten zien tussen stikstofgehaltes enerzijds en de aanwezigheid van perenbladvlo anderzijds.

3. Welke teeltomstandigheden en teeltmaatregelen hebben invloed op het niveau van de verantwoordelijke stikstofvorm?

Na het literatuur- en praktijkonderzoek wat is uitgevoerd voor de voorgaande deelvragen is voor deze deelvraag een koppeling gemaakt met de praktijk. Uiteindelijk is het doel van dit onderzoek om telers handvaten te geven om in de praktijk invloed uit te kunnen oefenen op aantasting van perenbladvlo door middel van sturing in bemesting met stikstof. Daarom is voor het beantwoorden van deze deelvraag nader onderzoek verricht binnen de literatuur naar teeltomstandigheden en maatregelen die betrokken zijn bij de aanwezigheid en omzetting van stikstof in de boom. Er is vooral bekeken welke teeltomstandigheden er een relatie hebben met de vorming van de verantwoordelijke stikstofvorm en welke invloed dit vervolgens heeft op de processen binnen de boom. Voor het beantwoorden van deze deelvraag is uitgelegd hoe de dagelijkse praktijk is om ervoor te zorgen dat de handreikingen en aanbevelingen die in dit onderzoek zijn gedaan ook daadwerkelijk kunnen worden toegepast op het fruitteeltbedrijf.

Door middel van het gedane onderzoek is per deelvraag een antwoord geformuleerd waarmee uiteindelijk een antwoord op de hoofdvraag is verkregen.

Hoofdstuk 4. Stikstof en de aanwezigheid van insecten

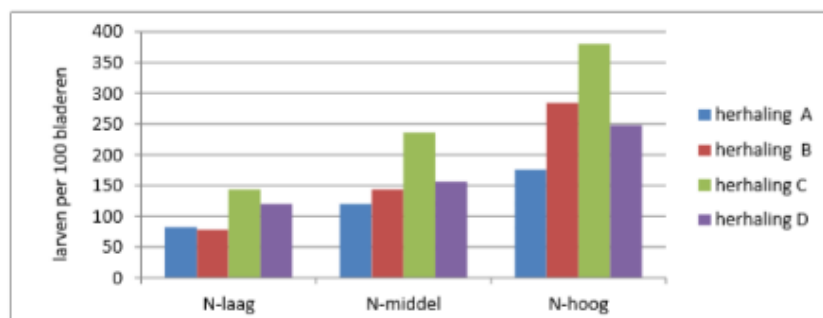
In dit hoofdstuk worden de resultaten behandeld die zijn verkregen vanuit het onderzoek om de volgende vraag te beantwoorden: “Welke vorm van stikstof is gerelateerd aan de aanwezigheid en schade van perenbladvlo?” Ter beantwoording van deze vraag is gebruik gemaakt van literatuuronderzoek. Verschillende bronnen gaan in op de relatie van stikstof en insecten, waaronder de perenbladvlo. In veel onderzoeken is deze relatie al wel aangetoond, maar wordt niet ingegaan op het achterliggende proces wat aan deze relatie ten grondslag ligt. In deze onderzoeken wordt wel ingegaan op verschillende vormen van stikstof die aan de bomen zijn toegediend. In dit hoofdstuk wordt vervolgens ingegaan op een stuk plantenkunde. Hierbij is gekeken naar de manier waarop een plant of boom met stikstof omgaat en wat de stikstof dan precies doet in de plant of boom. Als laatste worden in dit hoofdstuk ook de resultaten getoond van het onderzoek naar de vraag wat een plant specifiek aantrekkelijk voor een insect maakt en in welk opzicht stikstof hier mee te maken heeft.

4.1 Stikstofbemesting en perenbladvlo

Allereerst de resultaten van de onderzoeken waarbij is gekeken naar de relatie tussen het geven van verschillende vormen van stikstof aan de boom en de aanwezigheid van perenbladvlo. Hierbij wordt nader beschouwd in welke vorm stikstof is toegediend en in hoeverre er verschillen zijn te ontdekken tussen de verschillende stikstofvormen en de aanwezigheid van perenbladvlo.

In een proef van de Wageningen Universiteit die in 2015 is uitgevoerd is gekeken naar de relatie van het geven van verschillende soorten en trappen stikstofbemesting en aanwezigheid van perenbladvlo. In deze proef zijn gedurende het seizoen verschillende hoeveelheden stikstofmeststoffen toegediend via het blad en de wortels. De stikstof via de bodem is gegeven door middel van de meststof

Kalkammonsalpeter, waarbij de helft van de stikstof bestaat uit nitraat-stikstof en de helft uit ammonium-stikstof. Voor de toepassing via het blad is gebruik gemaakt van de meststof Ureum die volledig uit ureumstikstof bestaat. Op 15 juli zijn de gehaltes van stikstof in het blad gemeten door middel van een droge stof analyse. Hiervoor is



Figuur 4. Gemiddeld aantal perenbladvlo-larven per 100 bladeren op 17 juni 2013. De drie behandelingen verschillen betrouwbaar van elkaar (ANOVA, $p < 0.05$) (Helsen, van Elk, Piquet, & van der Maas, 2015).

gebruik gemaakt van een droge stof analyse waarbij de totale hoeveelheid organische en anorganische stikstof in het blad is gemeten. De hoeveelheid gemeten stikstof in het blad was in deze analyse niet significant verschillend waardoor er geen conclusies verbonden konden worden aan de uitkomst van deze droge stof analyse. Wel is de relatie tussen de verschillende bemestingstrappen met stikstof (ongeacht in welke vorm) en de aanwezigheid van perenbladvlo duidelijk aangetoond, zoals ook weergegeven in figuur 4 (Helsen, van Elk, Piquet, & van der Maas, 2015).

In een onderzoek naar de relatie tussen stikstof en de aanwezigheid van perenbladvlo dat is uitgevoerd door de Universiteit van Californië komen vergelijkbare resultaten naar voren als bij het hiervoor genoemde onderzoek. In dit onderzoek is stikstof gegeven in de vorm van Calciumnitraat en Kaliumnitraat, twee meststoffen waarvan stikstof puur in nitraatvorm aanwezig is. Ook in dit onderzoek was de aantasting bij de hoogste trap stikstof significant verschillend van die van de lagere stikstoftrap. In dit onderzoek is een droge stof analyse uitgevoerd, waarbij onder andere gekeken is naar de C:N verhouding. Deze was bij de hogere stikstoftrap significant lager dan bij de lage stikstoftrap, wat wil zeggen dat er duidelijk meer stikstof in het blad aanwezig was bij de bomen die het meeste stikstof hadden gekregen en waar vervolgens ook significant meer aantasting van

perenbladvlo voorkwam (zie Tabel 1). Ook in dit onderzoek is gekeken naar de totale stikstofhoeveelheid in het droge stof (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007).

Tabel 1. C:N verhouding in blad voor objecten met laag en hoog stikstof, met en zonder de predator *Anthocoris nemoralis* (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007).

Object	C:N
Low N, No Anth. ^a	28.09 (5.59)
Low N, + Anth. ^a	29.30 (4.77)
High N, No Anth. ^b	23.34 (4.12)
High N, + Anth. ^b	23.70 (4.26)

4.2 Stikstof in de plant

Van belang is om te weten hoe een plant of boom met stikstof omgaat en wat precies de functie is van dit element. In het boek 'Biology of plants' wordt dieper ingegaan op de aanwezigheid van stikstof in de plant en de manier waarop dit wordt getransporteerd en verwerkt. De plant gebruikt stikstof als bouwsteen van aminozuren die worden gevormd tijdens de assimilatie onder invloed van fotosynthese. Bij bemesting via de bodem wordt stikstof in nitraatvorm door de plant of boom door het xyleem naar de oudere delen getransporteerd. Voor ammoniumstikstof verloopt dit iets anders, deze wordt direct na opname al in de wortels omgezet naar aminozuren en vervolgens in deze vorm verder door de boom getransporteerd (Krikke, 2012). Het transport van assimilaten gaat voornamelijk door het floëem, bijvoorbeeld vanaf de assimilerende oudere bladeren naar de verdampende jongere delen. Bij een stikstofgebrek is het zelfs zo dat aminozuren in de oudere bladeren worden afgebroken om zo stikstof beschikbaar te maken die vervolgens naar de jongere delen wordt getransporteerd. Dit verklaart ook waarom stikstofgebrek altijd eerst in de oudere bladeren kan worden gesignaleerd (Haak, Drok, & van der Heide, 2004). Alle anorganische stikstofvormen die een boom of plant opneemt worden dus in de boom omgezet in organische stikstof die wordt gebruikt als onderdeel van de te vormen aminozuren (Evert & Eichhorn, 2013).

Diverse andere geraadpleegde bronnen tonen aan dat de mate waarin een boom of plant stikstof opneemt bepalend is voor de hoogte van het gehalte aan aminozuren en vaak ook een verandering van de totale samenstelling van het floëemsap geeft als gevolg hierop. Hier wordt in de volgende paragraaf nog dieper op ingegaan.

4.3 Zuigende insecten en aminozuren

Zoals eerder genoemd valt de perenbladvlo onder de zogenaamde floëem-zuigers, evenals bijvoorbeeld luizen en cicaden (Civolani, et al., 2011). Plantkundig gezien bevat dit floëemsap stikstof in organische vorm omdat wat in het floëem komt reeds door assimilatie onder invloed van fotosynthese is omgezet in onder andere aminozuren. Dit floëemsap vormt de sleutel in de aantrekkingskracht van de plant op zuigende insecten. Een aantal studies die zijn verricht naar onder andere luis bevestigen deze theorie:

Al in 1958 zijn de resultaten gepubliceerd van een onderzoek waarbij gekeken is naar de samenstelling van het floëemsap van wilgen waarop de luis *Tuberolachnus salignus* aanwezig was. Deze luis valt evenals perenbladvlo in de onderorde *Sternorrhyncha* en gebruikt evenals de perenbladvlo een stylet (zie figuur 5) om sap uit het floëem van de plant te zuigen. Uit dit onderzoek komen verschillende zaken naar voren. Allereerst dat de samenstelling van het floëemsap van wilgen voornamelijk bestond uit diverse soorten aminozuren



Figuur 5. Illustratie van het gebruik van de 'stylet' door perenbladvlo om de plant binnen te dringen (Mittler, 1958).

en amides zoals glutamine, glutamate en asparagine. Verder is in dit onderzoek ook bekeken wat de samenstelling was van het zogenoemde 'stylet-sap', dus het sap wat door het zuigende mondstuk van de luis wordt opgenomen uit het floëem. De samenstelling van het stylet-sap bleek hetzelfde te zijn als het floëemsap, wat betekent dat dit insect geen specifieke stoffen uit het floëemsap filtert maar het complete floëemsap tot zich neemt. Een ander interessant gegeven dat uit dit onderzoek naar voren kwam is dat de hoogte van de concentratie 'nitrogen' zoals het in dit onderzoek wordt genoemd fluctueert in de verschillende stadia van de boom. Zo was de concentratie het hoogst bij het zwellen van de knoppen (0,2w/v%), zakte deze bij het openbreken van de knoppen (0,13w/v%) en ging het nog verder naar beneden naarmate de bladeren ouder werden en afhardden (0,03w/v%). Tenslotte steeg de concentratie weer richting het moment dat de bladeren af gingen vallen (0,13w/v%). In het betreffende onderzoeksverslag wordt de aanbeveling gedaan om te bekijken wat de relatie is tussen deze fluctuatie en de aantasting van de betreffende luis. In dit rapport wordt het als volgt verwoord: "One may speculate that the recorded fluctuations in the amino-acid composition of stylet-sap are partly responsible for the changing suitability to aphids of plants, or parts of plants, in different developmental conditions" (Mittler, 1958).

In een andere studie die is uitgevoerd op luizen (*Myzus persicae* en *Macrosiphum euphorbiae*), in dit geval op aardappelplanten, is bekeken in hoeverre de samenstelling van het floëemsap van invloed was op de aanwezigheid van luizen. Uit dit onderzoek komt naar voren dat de samenstelling van aminozuren verschilt in relatie tot de ouderdom van de plant. Om een voorbeeld te noemen: in de vegetatieve groeifase van het gewas (voor de knolzetting) wordt een groot percentage ingenomen door maar enkele aminozuren, terwijl vanaf dat de knol gaat groeien een veel meer verspreid beeld ontstaat. Ook het aantastingsniveau van luis en de ontwikkelingssnelheid van larve tot volwassene verschilt binnen deze gewasstadia. Dit onderzoek spreekt in hun resultaten van een correlatie tussen het gewasstadium, de variatie in samenstelling van het floëemsap wat aminozuren betreft en de aanwezigheid en ontwikkelingssnelheid van luis (Douglas, Karley, & Parker, 2002).

Bovengenoemde onderzoeken laten zien dat de invloed van stikstof gezocht moet worden in de rol van stikstof als bouwsteen van aminozuren. Uit diverse onderzoeken is gebleken dat de samenstelling van aminozuren kan veranderen op het moment dat stikstof aan een plant wordt toegediend. Uit Zweeds onderzoek is gebleken dat het toedienen van verschillende hoeveelheden stikstof in de vorm van ammoniumnitraat een toename gaf van het aminozuur glutamine in blauwe bosbes (*Vaccinium myrtillus*). Hoe meer stikstof er werd toegediend hoe hoger het gehalte van dit aminozuur. In het object waarbij 50 kg zuivere N was toegediend kwam een 8 keer hogere concentratie glutamine in het blad voor ten opzichte van het controle-object waarbij geen stikstof was toegediend (Strengbom, Nordin, Näsholm, & Ericson, 2002).

Ook een andere studie waarbij de effecten van bladbemesting met onder andere ureumstikstof op wijndruiven (Cabernet Sauvignon) zijn bekeken laat zien dat dit een invloed kan hebben op de hoogte en samenstelling van verschillende aminozuren (Gutiérrez-Gamboa, Garde-Cerdán, Gonzalo-Diogo, Moreno-Simunovic, & Martínez-Gil, 2017).

Vanuit de literatuur is bekend dat floëem-zuigende insecten zoals luizen, bladluis en cicaden soms hun voorkeur voor een bepaalde waardplant al bepalen voor ze de plant hebben aangeprikt. Dit kan zijn op basis van plantsignalen zoals geuren en kleuren. Informatie op dit gebied is echter schaars, waardoor er in dit onderzoek geen verdere aandacht is gegeven aan andere invloeden op keuze van de waardplant dan genoemd in dit hoofdstuk (Civolani, et al., 2011).

In het eerder genoemde onderzoek naar de relatie tussen stikstof en perenbladvlo aan de universiteit van Californië is ook het effect van stikstof op de predator *Anthocorus nemoralis* bekeken. Uit dit onderzoek komt naar voren dat er geen significant verband is gevonden tussen de stikstofgift enerzijds en de onderdrukking van perenbladvlo door *A. nemoralis* anderzijds. In dit onderzoek is daarom verder geen rekening gehouden met het effect van stikstof op predatoren van de perenbladvlo.

Hoofdstuk 5. Analysemethoden

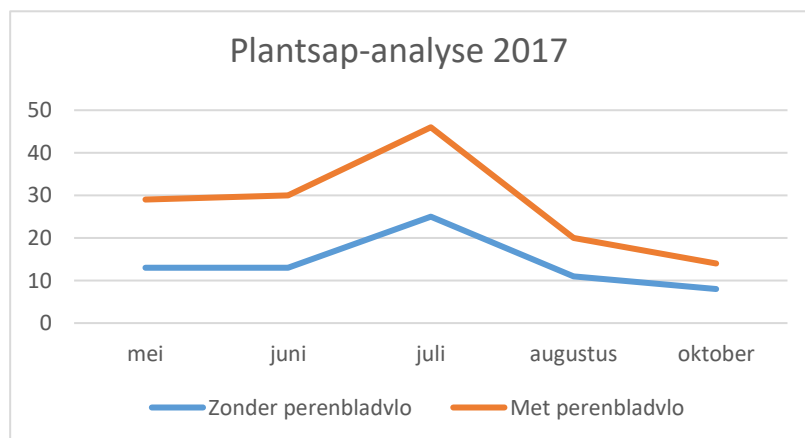
In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beantwoording van de tweede deelvraag: “Op welke manier vinden de bepalingen van stikstofgehaltes plaats?” Hierbij wordt gekeken naar de verschillende methodes waarop planten kunnen worden geanalyseerd om het stikstofgehalte te bepalen. Ook is als referentie gebruik gemaakt van plantsap- en droge stofanalyses die van een praktijkperceel met druk van perenbladvlo zijn genomen. Gekeken is in dit onderzoek of deze reeds beschikbare analyseresultaten een aanvulling of bevestiging kunnen vormen om de theorie rond stikstof en aanwezigheid van insecten te onderbouwen. Om gehalten van stikstof in het blad te bepalen zijn er twee methodes die in de praktijk kunnen worden gebruikt, plantsap-analyse en droge stofanalyse.

5.1 Plantsap-analyse

Bij deze manier van analyseren worden bladeren geplukt van de bomen waar men de gehalten van diverse elementen van wil weten. Deze bladeren worden vervolgens opgestuurd naar een laboratorium waar het sap uit de bladeren wordt geknepen. Dit sap wordt geanalyseerd op aanwezigheid van voedingselementen, pH en suikers. Het voordeel van plantsap-analyse ten opzichte van droge stof-analyse is dat er sneller inzicht is in verschillen binnen de gehalten van de elementen met het oog op beschikbaarheid voor plant of boom. Analyse van het plantsap laat direct zien hoe de opname van elementen verloopt terwijl bij droge stof metingen eerst omzetting van deze elementen moet hebben plaatsgevonden om de totale aanwezigheid te kunnen bepalen. Plantsap-analyse is daarom het meest geschikt om in het seizoen snel bij te sturen. Doordat een plantsap-analyse deels meet wat in het floëem aan beschikbare elementen aanwezig is kan dit ook in relatie tot insectenaantasting een beeld geven. De waarden van stikstof worden binnen de plantsap-analyse uitgesplitst in ammoniumstikstof, nitraatstikstof en totale stikstof (DLV Plant, 2009). In bijlage 1 is een voorbeeld van de uitslag van een plantsap-analyse toegevoegd.

5.1.1 Analyse uit de praktijk

Voor dit onderzoek zijn analyseresultaten gebruikt die in 2017 zijn verzameld van een perenperceel in de praktijk. Op dit perceel was een duidelijke tweedeling wat betreft de aantasting van perenbladvlo. De ene helft van het perceel heeft een lange historie met zware aantasting van perenbladvlo. De andere helft van het perceel heeft vrijwel nooit problemen gehad met perenbladvlo. De aanplant op beide helften van het perceel zijn in principe gelijk wat betreft het plantmateriaal en Ausgangssituatie. In 2017 zijn hier maandelijks plantsapmonsters verzameld en opgestuurd om te analyseren. Hieruit bleek dat de totale hoeveelheid gemeten stikstof in het blad van het perceel met hoge aantasting van perenbladvlo gemiddeld twee keer zoveel stikstof bevatte dan het perceel waar vrijwel geen druk van perenbladvlo is, dit beeld kwam uit alle analyses gedurende het seizoen naar voren (zie figuur 6).



Figuur 6. Verloop van stikstofgehalte in mg/l in het blad op perceel met en zonder perenbladvlo.

5.2 Droge stof-analyse

Een andere manier om de gehalten van de verschillende elementen in de plant te meten is door middel van droge stof analyse. Om een droge stof meting te kunnen doen worden de bladeren eerst verhit en gedroogd zodat alle aanwezige vloeistoffen verdwijnen. Vervolgens wordt een analyse uitgevoerd op het overgebleven materiaal. Het verschil met plantsap is dat niet alleen wordt gekeken naar de aanwezigheid van elementen in het plantsap maar ook naar de mate waarin elementen zijn omgezet vanuit het plantsap in het droge stof, de zogenaamde vastgelegde organische stikstof. Bij droge stof bepaling door Eurofins wordt alleen de totale hoeveelheid stikstof in het droge stof weergegeven, dit is het totaal van de anorganische en organische stikstof die in het droge stof van het blad aanwezig is. (Groeibalans, sd). In bijlage 2 is een voorbeeld van de uitslag van een droge stof-analyse toegevoegd.

5.2.1 Analyse uit de praktijk

Op het praktijkperceel is naast een plantsap-analyse ook tegelijkertijd een droge stof analyse uitgevoerd. Dit om te zien wat het verschil is in stikstof in het droge stof bij een perceel met en zonder aantasting van perenbladvlo. De resultaten laten minder grote verschillen zien dan in de plantsap-analyses, wel komt de lijn wat betreft stikstofgehalten overeen (zie tabel 2). Op het perceel met perenbladvlo was het gehalte gemeten stikstof altijd iets hoger dan op het perceel zonder perenbladvlo. De resultaten van de droge stof analyse zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Resultaten van de droge stof analyses gedurende het seizoen 2017 in g/kg.

Droge stof analyse 2017		
	Met perenbladvlo	Zonder perenbladvlo
mei	22,9	22,5
juni	19,5	18,4
juli	25,1	24,6
augustus	24,7	24,5
oktober	19,2	18,8

5.3 Overige meetmethodes

Naast het meten van de anorganische en organische vormen van stikstof door middel van bovengenoemde analyses valt uit de literatuur af te leiden dat er ook een manier is om de samenstelling van het floëmsap te meten. Hierbij wordt een analyse gemaakt van alle aanwezige aminozuren en de gehalten waarmee ze in het floëmsap aanwezig zijn. Door bomen met en zonder perenbladvlo aantasting te vergelijken zou bekeken kunnen worden of er een relatie bestaat tussen bepaalde aminozuren en aanwezigheid van dit insect. Verder zou bekeken kunnen worden in hoeverre verschillende stikstoftrappen (van geen tot overmaat) een effect hebben op de aanwezigheid van specifieke aminozuren en hun niveaus in het floëmsap. Een onderzoek waarbij de gehalten van de verschillende aminozuren worden gemeten in relatie tot perenbladvlo en perenbomen is in de literatuur niet te vinden. Genoemd onderzoek naar aminozuren is echter in de praktijk al wel uitgevoerd op onder andere verschillende soorten luizen. Zo wordt er in een onderzoek naar de waardplantvoorkeuren van een groene perzikluise (*Myzus persicae*) een overzicht getoond waarin alle gehalten van de verschillende aminozuren worden weergegeven (Liu, et al., 2016).

Hoofdstuk 6. Beïnvloeding op teelniveau.

In hoofdstuk 4 en 5 is gekeken waar de relatie van stikstof en perenbladvlo vandaan komt en op welke wijze de analyses van onder andere stikstof nu plaatsvinden. Als vervolg hierop wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de vraag of en hoe deze informatie in de praktijk door perentelers kan worden ingezet. De deelvraag die hier wordt uitgewerkt: “Welke teeltomstandigheden en teeltmaatregelen hebben invloed op het niveau van de verantwoordelijke stikstofvorm?”

6.1 Bemesting

Een van de zaken die hiervoor is bekeken is bemesting met stikstof, zowel via het blad als via de wortels van de boom. Stikstof is van essentieel belang voor met name de celstrekking en dus groei van de plant. Iedere professionele perenteler biedt het hele groeiseizoen door stikstof aan de boom om de boom- en vruchtgroei te stimuleren. Dit gebeurt door middel van het strooien van een basisbemesting over de zwartstrook, in opgeloste vorm door middel van de fertigatie (zie figuur 7) en als bemesting via het blad. (NutriNorm). Gezien de in hoofdstuk 4 beschreven relatie die stikstof heeft met de aanwezigheid van perenbladvlo is de bemesting met stikstof één van de belangrijkste onderdelen waarmee invloed wordt uitgeoefend op het stikstofniveau in de boom of plant. Uit het onderzoek naar de relatie tussen perenbladvlo en stikstof wat in hoofdstuk 4 wordt toegelicht blijkt dat de vorm waarin stikstofbemesting wordt gegeven niet direct van belang is. Zoals in hoofdstuk 5 behandeld heeft de bemesting met stikstof een directe invloed op de gehalten en samenstelling van de voor insecten aantrekkelijke aminozuren. Een praktijkonderzoek naar de aanwezigheid van aminozuren en de invloed van stikstof hierop is van belang om meer licht te werpen op deze zaak. Het ziet er naar uit dat bemesting met stikstof voor een groot gedeelte verantwoordelijk kan zijn voor aantasting door insecten als perenbladvlo. Om echt tot een oplossing te komen zou het verminderen van stikstofbemesting een belangrijke maatregel kunnen zijn, zoals ook wordt beschreven in het eerder aangehaalde onderzoek van de Wageningen Universiteit (Helsen, van Elk, Piquet, & van der Maas, 2015).



Figuur 7. Fertigatie is een veelgebruikt middel voor het toedienen van stikstof aan een perenboom (eigen foto).

6.2 Uitgangssituatie

Om in de basis de aanwezigheid van perenbladvlo al tegen te kunnen gaan is het van belang om te zorgen voor een goede uitgangssituatie. Dit betreft vooral aandacht voor de grond waarin de perenbomen komen te staan en het plantmateriaal wat wordt gebruikt. Door een bodemonmonster te nemen kunnen de verschillende elementen en eigenschappen van de bodem al bij voorbaat worden aangetoond. Zijn de stikstofwaardes in de grond hoog in de analyse dan geeft dit al een indicatie voor de beschikbaarheid in de toekomst en kan hier rekening mee worden gehouden in de aanvullende stikstofbemesting (Eurofins-agro.com, 2018). Daarnaast kan rekening worden gehouden bij het kiezen van een onderstam. Op gronden met hoge stikstofniveaus zouden bomen met een minder groeikrachtige onderstam kunnen worden geplant om het transport van stikstof in de boom te temperen (Wertheim, 1990).

In de praktijk wil een perenteler direct vanaf het aanplanten een goed groeiende boom om zo snel mogelijk tot een volwaardig gewas te komen. Hiervoor wordt vaak gewerkt met extra bemesting om zowel de groei van de wortels als de stam en scheuten van de boom maximaal te stimuleren. Jonge perenbomen zijn in de praktijk het meest vatbaar voor perenbladvlo, er zijn maar weinig pas geplante percelen waar dit insect niet voorkomt. Dit hangt enerzijds samen met het gebrek aan balans tussen nuttigen en plaaginsecten (Civolani, 2017). Maar gezien het eerder geconstateerde feit dat stikstof een grote invloed heeft op de aanwezigheid van perenbladvlo is het verklaarbaar dat bij het maximaal

stimuleren van de groei van plantbomen ook een grotere mate van aantasting kan worden gecreëerd (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007).

6.3 Wortelsnoei

Een maatregel die in de fruitteelt wordt ingezet om de groei van de boom te remmen en de knopvorming te stimuleren is wortelsnoei zoals te zien in figuur 8. Door een groot gedeelte van de wortels van de boom af te snijden wordt de opname van water en voedingselementen sterk beperkt. Hierdoor wordt de boom 'rustiger' en kan een sterke groeiremming optreden. Op het moment dat de wortels weer zijn aangegroeid moet deze handeling in veel gevallen worden herhaald. Wortelsnoei gebeurt vaak selectief, wat inhoudt dat niet standaard alle bomen binnen het perceel deze behandeling krijgen maar alleen degene die het nodig hebben (Wertheim, 1990). Het toepassen van wortelsnoei kan indirect effect hebben op de aanwezigheid van perenbladvlo. Doordat de opname sterk verminderd kan de boom ook minder stikstof opnemen wat een positieve invloed zou kunnen hebben op het tegengaan van perenbladvlo.



Figuur 8. Wortelsnoei wordt ingezet om de groei van de bomen te remmen (Reindsen, 2018).

Hoofdstuk 7. Discussie

Het doel van dit onderzoek is enerzijds om te bekijken hoe de relatie van stikstof en perenbladvlo tot stand komt. Anderzijds is het doel dat aan de hand van de resultaten en conclusies praktijkgerichte aanbevelingen kunnen worden gedaan, zodat perentelers op hun eigen bedrijf aan de slag kunnen met de informatie die uit dit onderzoek tevoorschijn is gekomen. Met als uiteindelijke doelstelling om de aanwezigheid van perenbladvlo te verminderen of zelfs te laten verdwijnen. In de vorige hoofdstukken zijn de verkregen resultaten van het onderzoek gepresenteerd. In dit hoofdstuk worden deze resultaten samengevat en zal met het oog op gevonden literatuur per deelvraag worden gereflecteerd op deze resultaten en de manier waarop deze resultaten zijn verkregen.

7.1 Stikstof en de aanwezigheid van insecten

In dit hoofdstuk is onderzocht of de vorm waarin stikstof door de plant wordt opgenomen belangrijk is voor de mate van aanwezigheid en aantasting van perenbladvlo. Verder is ook gekeken wat de rol van stikstof precies is binnen de plant. Vervolgens is de link tussen stikstof en aanwezigheid van insecten zoals perenbladvlo gelegd. Dit hoofdstuk is geschreven met behulp van literatuuronderzoek over de genoemde onderdelen.

Diverse bronnen zijn gevonden die de relatie tussen de aanwezigheid van perenbladvlo en diverse manieren van stikstofbemesting bevestigen. In deze onderzoeken komt duidelijk naar voren dat wanneer stikstof wordt gegeven aan een perenboom dit zorgt voor meer aanwezigheid van perenbladvlo. De vorm waarin de stikstof is toegediend lijkt in tegenstelling tot de verwachtingen bij het opstarten van dit onderzoek echter niet van belang te zijn. Diverse studies die zijn verricht geven aan dat stikstofgiften in de vorm van nitraat-, ammonium- en ureumstikstof via blad of bodem allen zorgen voor meer aanwezigheid van de perenbladvlo (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007) (Helsen, van Elk, Piquet, & van der Maas, 2015).

Gekeken naar de functie van stikstof in de plant wordt door meerdere bronnen bevestigd dat een belangrijke functie van stikstof is om als bouwsteen te dienen van aminozuren (NutriNorm). Nadat de stikstof door boom en plant is getransporteerd vindt er onder invloed van fotosynthese assimilatie plaats. Hierbij worden de anorganische stikstofvormen omgezet in het zogenaamde organische stikstof die met een aantal andere moleculen een belangrijke basis vormt voor aminozuren (Evert & Eichhorn, 2013). De resultaten die zijn gevonden op dit gebied laten zien dat het veel dieper gaat dan alleen het simpel verbinden van het element stikstof aan perenbladvlo. De processen die hier bij zijn betrokken zijn bij het opstellen van dit onderzoeksplan niet bevroed en hebben als zodanig veel meer diepgang in het onderzoek aangebracht.

Naar de aantrekkelijkheid van planten en bomen op floëem-zuigende insecten is veel onderzoek gedaan. In de familie van de floëem-zuigers zijn naast de perenbladvlo ook andere insecten zoals luizen, cicaden en wantsen vertegenwoordigd. Deze hebben de overeenkomst dat ze als zuigend mondstuk allen een 'stylet' hebben waarmee ze doordringen in het floëem om daar hun voeding, waaronder aminozuren, uit te zuigen. Onderzoek heeft laten zien dat het sap wat wordt opgezogen qua samenstelling van aminozuren en andere stoffen exact overeenkomt met het in de plant aanwezige floëemsap (Mittler, 1958).

Diverse studies hebben verder aangetoond dat stikstofgiften de samenstelling van de diverse aminozuren sterk kan laten veranderen en ook het gehalte aminozuren sterk kan verhogen (Strengbom, Nordin, Näsholm, & Ericson, 2002).

Wanneer deze zaken gecombineerd worden kan het effect wat stikstof heeft op de aantrekkelijkheid van insecten zoals perenbladvlo verklaard worden vanuit de samenstelling van de aminozuren. Doordat stikstof deze samenstelling verandert en het gehalte verhoogd wordt het floëemsap aantrekkelijker voor zuigende insecten.

Interessante vervolgvraag is dan of er specifieke aminozuren zijn die hier voor verantwoordelijk zijn of dat de verhoging van het totale gehalte van aminozuren hiervoor verantwoordelijk is. Hiervoor wordt later in dit onderzoek een aanbeveling gedaan voor een vervolgonderzoek.

7.2 Analysemethoden

Dit onderzoek is gestart om antwoord te geven op de vraag in welke mate er invloed kan worden uitgeoefend op de vorm van stikstof die verantwoordelijk is voor de aanwezigheid van perenbladvlo. Hiervoor is het van belang om allereerst de verschillende vormen van stikstof in beeld te hebben. Dit is in de vorige paragraaf reeds behandeld. Zoals in hoofdstuk 4 beschreven blijkt uit wetenschappelijk onderzoek dat de vorm waarin stikstof wordt opgenomen door de plant niet van belang is bij de aanwezigheid van perenbladvlo. Het totale stikstofgehalte geeft dus het verschil zonder dat er aantoonbaar verschil zit in de vorm waarin dit in de plant of boom aanwezig is.

Voor dit onderzoek is ter ondersteuning van de theorie zoals in hoofdstuk 4 beschreven gekeken in hoeverre stikstof is te meten binnen de plant. Omdat geen verschil zit in de vorm van stikstof wordt gekeken naar de totale hoeveelheid stikstof in het plantsap en droge stof.

Door middel van een plantsap-analyse is gekeken naar de aanwezigheid van de anorganische en organische stikstofvormen in de sappen van het blad. Hiervoor worden bladeren geplukt en uitgeperst, waarna het totale gehalte van verschillende elementen kan worden bepaald (DLV Plant, 2009). Dit wordt vervolgens weergegeven in een analyserapport zoals te zien in bijlage 1. Plantsap-analyse kan goed worden gebruikt voor een overzicht van het stikstofverloop binnen het seizoen om tijdig opvolging te kunnen geven aan eventuele aangetoonde gebreken.

De plantsap-analyses die gedurende het seizoen 2017 op het praktijkperceel zijn genomen geven een beeld dat dient als onderbouwing van de in hoofdstuk 4 behandelde theorie. Hieruit komt naar voren dat op het perceel met hoge aantasting van perenbladvlo gemiddeld tot twee keer zoveel stikstof in het plantsap aanwezig is. Een onderzoek uit de praktijk dus waarbij de reeds aangehaalde studies worden bevestigd: hoe meer aantasting van perenbladvlo, hoe meer stikstof aanwezig is in het blad.

Een andere manier van analyseren is het bepalen van de gehalten van verschillende elementen in het droge stof. In tegenstelling tot plantsap-analyse wordt hierbij voornamelijk naar de 'vaste' materie gekeken die na verhitting en indroging wordt verkregen. Dit betreft dus de stikstof die als bouwsteen van aminozuren en andere stoffen aanwezig is in het blad. Hierdoor geeft een droge stof analyse een wat completer beeld over de totale toestand van de elementen in het blad en de boom, omdat ook de organisch vastgelegde stikstof wordt gemeten in deze analyse (Groeibalans, sd).

Ook de in 2017 op het praktijkperceel gedane droge stof analyse geeft aan dat het gehalte stikstof in het droge stof op het perceel met meer druk van perenbladvlo hoger is, de verschillen zijn echter wel veel kleiner dan in het gemeten plantsap.

Beide analyses zijn in het bijzonder nuttig om als indicatoren te dienen. Aan de hand van gewas-specifieke streefwaardes kan wat worden gezegd over het feit of gehalten laag of hoog zijn. Aan de hand hiervan kan bijvoorbeeld worden bepaald of en welke bemesting moet plaatsvinden om de niveaus van de verschillende elementen op peil te krijgen of te houden.

Dat in de plantsap-analyse van het praktijkperceel de verschillen in stikstof tussen wel en geen perenbladvlo veel groter zijn dan bij de droge stof analyse kan te verklaren zijn aan de hand van wat een perenbladvlo op een perenboom komt doen. Het plantsap, waaronder het floëmsap, is namelijk het deel van de plant waar de perenbladvlo zijn voedsel uit haalt. Hiervoor is de hoogte van het stikstofgehalte in het plantsap waarschijnlijk van veel meer belang dan de aanwezigheid van (vastgelegde organische) stikstof in het droge stof.

Naast het analyseren van voedingselementen zou het in het kader van dit onderzoek interessant zijn om de samenstelling en gehalten van aminozuren te kunnen bepalen. Verschillende studies laten zien dat dit mogelijk is, er is echter geen onderzoek voorhanden waarin de link wordt gelegd met aanwezigheid van perenbladvlo. Daarom wordt dit meegenomen als aanbeveling voor een vervolgonderzoek, deze analyse zou de theorie zoals in dit onderzoek gepresenteerd kunnen bevestigen.

7.3 Beïnvloeding op teeltniveau

Hoofdstuk 6 is vooral bedoeld om de resultaten die zijn gevonden in hoofdstuk 4 en 5 mee te nemen naar de praktijk. De relatie tussen stikstof en de aanwezigheid van perenbladvlo is aangetoond, het

proces dat hier aan ten grondslag ligt is uitgelegd en er is nader beschouwd op welke manier dit kan worden gemeten in het gewas. Dit onderzoek is er echter ook op gericht om praktijkgerichte handvaten te kunnen geven aan perentelers. Daarom is in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van zaken die in de praktijk van invloed zijn op het stikstofniveau en hiermee samenhangend de groeikracht van de boom.

Stikstofbemesting vindt op het bedrijf plaats door middel van het geven van kunstmest of organische mest in vloeibare of vaste vorm. Dit kan gegeven worden op de grond, via de fertigatie of via het blad. Vanuit de gedane onderzoeken aan de Wageningen Universiteit en de Universiteit van Californië is te zien dat stikstofbemesting een direct effect heeft op de aanwezigheid van perenbladvlo, waardoor bemesting als belangrijk onderdeel van de stikstofbemesting moet worden aangemerkt (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007) (Helsen, van Elk, Piquet, & van der Maas, 2015).

Door de grond al voor het aanplanten te monitoren op aanwezige stikstof kan hier rekening mee worden gehouden in de bemesting (Eurofins-agro.com, 2018). Ook het juiste plantmateriaal is van belang met het oog op groeikracht, hiervoor kan gekozen worden voor een onderstam waarmee de groeikracht in toom gehouden kan worden. Door een relatief zwak groeiende onderstam te kiezen voor de te planten bomen zal het transport van onder andere stikstof matiger verlopen waardoor dit weer invloed kan hebben op de aanwezigheid van perenbladvlo (Wertheim, 1990).

Ook wortelsnoei verdient in dit opzicht aandacht, een boom waarvan de wortels tussentijds worden afgesneden zal minder voeding vanuit de grond opnemen. Hierdoor vindt ook minder stikstofopname plaats, wat te zien is aan de verminderde groei van de boom (Wertheim, 1990). Diverse studies laten deze relatie ook zien, een boom waaraan veel stikstof werd gegeven had langere scheuten en meer aantasting van perenbladvlo (Daugherty, Briggs, & Welter, 2007).

Ondanks dat er diverse onderdelen in de teelt zijn waar met het oog op het verminderen van de aanwezigheid van perenbladvlo op gestuurd zou kunnen worden kan dit in de praktijk wel problemen opleveren. Minder bemesten met stikstof is zoals aangetoond enerzijds van belang voor het verminderen van de druk van perenbladvlo, maar zal anderzijds ook voor kleinere vruchten kunnen zorgen. Dit kan dus financieel negatief uitvallen. Het advies zal daarom niet direct zijn om geheel te stoppen met stikstofbemesting op deze percelen, maar wel om nauwlettend in de gaten te houden dat er geen overmatige hoeveelheden worden toegediend. Ook voor wortelsnoei geldt dat dit niet grenzeloos kan plaatsvinden, een boom heeft voldoende voeding nodig om te kunnen blijven voortbestaan. Ondanks dat met het oog op het onderdrukken van perenbladvlo een boom gewenst zou zijn met weinig of geen groei zal dit in de praktijk problemen opleveren met de vruchten. Een boom zonder groei krijgt te veel vruchten waardoor de boom niet voldoende energie heeft om ze allemaal groot te krijgen. Omdat alle energie in de grote hoeveelheid vruchten moet worden gestopt zal het verder nadelig zijn voor de knopvorming voor het jaar erna. Al met al kan dit ervoor zorgen dat een boom in onbalans raakt waardoor het vervolgens ten koste gaat van de opbrengst (Wertheim, 1990).

7.4 Reflectie

Voor dit afstudeerwerkstuk is voor het grootste gedeelte gebruik gemaakt van informatie uit de literatuur. Verschillende websites zijn gebruikt om de benodigde wetenschappelijke bronnen te kunnen bemachtigen. Denk hierbij aan websites zoals ScienceDirect, Wiley, WUR, Nature en GoogleScholar. Er is een schat aan data beschikbaar, het kost echter veel tijd om precies datgene wat nodig is voor het onderzoek er uit te pikken.

Het onderzoek is goed verlopen, na veel zoekwerk zijn ruim voldoende bronnen bemachtigd die de basis van dit verslag vormen. Het is een kunst om de juiste zoektermen te gebruiken, vervolgens de juiste artikelen te selecteren en de verbanden tussen de verschillende onderzoeksresultaten te leggen. Dit heeft de meeste tijd gekost, hele onderzoeken zijn van voor naar achter bestudeerd met soms als resultaat dat het net niet aansloot bij het onderzoek. Het selecteren van de juiste bronnen en het interpreteren van de data uit deze onderzoeken heeft daarom het leeuwendeel van de totale aan dit onderzoek besteedde tijd in beslag genomen.

Na het vinden van de juiste bronnen is een goede basis verkregen om te gaan schrijven. Omdat het een relatief diepgaand onderzoek is wat in deze vorm nooit is beschreven moest echter ook veel denkwerk worden verricht. Er moesten lijnen worden gelegd tussen de verschillende uitkomsten om uiteindelijk de deelvragen te kunnen beantwoorden.

Het hele onderzoek is een ontdekkingsreis geweest waarbij telkens nieuwe feiten en verbanden naar voren zijn gekomen. Dit maakte het lastig om vooraf de uitkomst te voorspellen en het vergde veel denk- en zoekwerk om de juiste conclusies te kunnen trekken. Het was daarbij van belang om de hoofdvraag en de deelvragen voortdurend voor ogen te houden, die bepalen uiteindelijk het doel waar naar toe wordt gewerkt.

De in dit onderzoek gebruikte bronnen hebben een brede basis gelegd voor de uiteindelijke theorie. Ondanks dat er een compleet verhaal uit is voortgekomen zou er nog wel een vervolg gegeven kunnen worden aan dit onderzoek. Bijvoorbeeld naar het effect van de seizoenen op de samenstelling van aminozuren in relatie tot aanwezigheid van insecten. Ook een analyse van de verschillende aminozuren die in het floëem aanwezig zijn zou een goede aanvulling kunnen vormen op dit onderzoek. De vraag of er specifieke aminozuren belangrijk zijn die ervoor zorgen dat er meer aanwezigheid van insecten is niet beantwoord in dit onderzoek maar zou wel zeer interessant kunnen zijn.

Hoofdstuk 8. Conclusies en aanbevelingen

Dit onderzoek is gestart met als doel om te bekijken waar de relatie van stikstof en perenbladvlo vandaan komt. Anderzijds is het doel dat aan de hand van de resultaten en conclusies van dit onderzoek praktijkgerichte aanbevelingen kunnen worden gedaan, zodat perentelers hiermee op hun eigen bedrijf aan de slag kunnen gaan. Natuurlijk zijn alle uitkomsten er op gericht om de aanwezigheid en aantasting van perenbladvlo in de toekomst te verminderen of zelfs te laten verdwijnen. In dit hoofdstuk worden de conclusies van dit onderzoek per onderdeel gepresenteerd om zo uiteindelijk de eindconclusie te kunnen trekken en de hoofdvraag te beantwoorden.

8.1 Stikstof en de aanwezigheid van insecten

Dit hoofdstuk is gewijd aan het beantwoorden van de volgende deelvraag: “Welke vorm van stikstof is gerelateerd aan de aanwezigheid en schade van perenbladvlo?” Aan de hand van het uitgevoerde onderzoek en de geraadpleegde bronnen kunnen een aantal conclusies worden getrokken.

Allereerst dat alle onderzoeken die het verband aantonen tussen de aanwezigheid van perenbladvlo en het geven van stikstofbemesting dit nooit verbinden aan een bepaalde vorm van stikstof. In de onderzoeken is stikstof toegediend in de vorm van nitraat-, ammonium- en ureumstikstof. Alle vormen gaven op hun beurt een significant hogere aanwezigheid van perenbladvlo wanneer er meer werd toegediend.

Gesteld kan worden dat niet de anorganische vorm van stikstof het effect op perenbladvlo bepaald, maar wel de rol die stikstof speelt in het vormen van aminozuren. Stikstof is als bouwsteen van groot belang voor de aanmaak van aminozuren. Bij een overmaat van stikstof worden de gehalten van aanwezige aminozuren in het floëmsap echter hoger en daardoor veranderd ook de samenstelling van het floëmsap. Dit resulteert in een toename van voor zuigende insecten essentiële voedingsstoffen, waardoor de populatie die wordt aangetrokken in stand wordt gehouden.

Uiteindelijk is dus de samenstelling en het gehalte van de verschillende aminozuren in het floëmsap van belang voor de mate waarin insecten kunnen voorkomen op een plant of boom. Alle vormen van stikstof die worden toegediend verhogen deze samenstelling en de gehalten van aminozuren, waardoor stikstofbemesting een duidelijke invloed heeft op de aanwezigheid van deze zuigende insecten, waaronder de perenbladvlo.

8.2 Analysemethodes

In dit hoofdstuk is gekeken op welke manier elementen zoals stikstof kunnen worden gedetecteerd in de plant of boom. In de praktijk gebeurt dit door het nemen van bladmonsters waarvan een analyse wordt gemaakt van de verschillende elementen. De deelvraag die hiervoor was opgesteld is de volgende: “Op welke manier vinden de bepalingen van stikstofgehalten plaats?”

De twee belangrijkste analysemethodes zijn plantsap-analyse en droge stof analyse. Plantsap-analyse geeft een goed beeld van de gehalten van alle in het plantsap aanwezige elementen, waaronder stikstof. Dit is in principe dus de stikstof die in het plantsap van de plant aanwezig is, zowel in anorganische als in organische vorm. Plantsap-analyse is een goed middel voor het sturen van bemesting, omdat duidelijk inzichtelijk wordt wat de plant aan stikstof op korte termijn voorhanden heeft en of er eventueel nog moet worden bijgestuurd. Met het praktijkonderzoek op een perenperceel was te zien dat stikstof in het plantsap veel hoger was op het moment dat aantasting van perenbladvlo aanwezig was, een duidelijke ondersteuning van de eerder getrokken conclusies. Omdat ook floëmsap onderdeel uitmaakt van het plantsap en dit dienst doet als voedingsbron voor zuigende insecten zal een directe link tussen stikstof en aanwezige zuigende insecten daarom het makkelijkst uit een plantsap-analyse kunnen worden afgeleid.

Droge stof analyse wordt op een andere manier uitgevoerd, hierbij wordt het plantsap juist ingedroogd en wordt de vaste stof van het blad geanalyseerd op de verschillende elementen. Dit geeft een goed overzicht van de stikstof die in vaste vorm in het blad aanwezig is en kan zo een beeld geven van de toestand van de verschillende elementen in het blad. Ten opzichte van plantsap analyse is het verschil dat bij een droge stof analyse ook de reeds vastgelegde organische stikstof wordt gemeten.

Geconcludeerd kan worden dat voor een totaaloverzicht van stikstof in het blad het beste zowel een plantsap- als een droge stof analyse zou kunnen worden uitgevoerd. Ondanks dat er overlap is worden er verschillende onderdelen van de plant en het blad geanalyseerd, wanneer deze gegevens worden gecombineerd is het plaatje compleet. Uiteindelijk draait het er echter wel om wat uiteindelijk de gehalten zijn in het floëmsap, waar de insecten hun voedsel vandaan halen. Hier zal een analyse van het plantsap een grotere toegevoegde waarde bieden dan een analyse van het droge stof.

Ter ondersteuning van de conclusies in de voorgaande paragraaf zou een analyse van de verschillende aminozuren in het floëmsap een aanvulling kunnen vormen op de gepresenteerde theorie.

8.3 Beïnvloeding op teeltniveau

Om de toespitsing te maken op de praktijk is in dit onderdeel gekeken naar de teeltmaatregelen die een effect kunnen hebben op de aanvoer van stikstof. Zoals in de voorgaande hoofdstukken aangetoond vormt de hoogte van de aanwezige stikstof immers de sleutel in de aantrekkelijkheid voor zuigende insecten zoals perenbladvlo. Voor dit onderdeel is de volgende deelvraag opgesteld: "Welke teeltomstandigheden en teeltmaatregelen hebben invloed op het niveau van de verantwoordelijke stikstofvorm?"

Teeltmaatregelen die effect hebben op de hoogte van het stikstofniveau kunnen worden onderscheiden. Allereerst is de stikstofbemesting die op een perceel wordt toegepast een belangrijke factor in de aanwezigheid van stikstof in de boom. Zoals in diverse studies aangetoond kan bemesting met stikstof direct invloed hebben op de hoogte van de aanwezigheid van insecten. De conclusie kan dus worden getrokken dat bemesting met stikstof een hoofdoorzaak is voor de hoogte waarin stikstof in de plant aanwezig is. Omdat aangetoond is dat overdaad van stikstof daadwerkelijk verhoogde schade van perenbladvlo kan opleveren is het essentieel om niet meer te geven dan echt nodig is.

Daarnaast moet ook voordat wordt aangeplant reeds voldoende aandacht worden gegeven aan de mate van stikstofvoorziening. Door het nemen van een grondmonster kan al vooraf worden bepaald in hoeverre er nog gestuurd moet worden met bijvoorbeeld stikstofbemesting. Ook het plantmateriaal wat wordt gebruikt kan een rol spelen, een meer groeiachtige onderstam zal meer stikstof opnemen en doorvoeren waardoor de aanwezigheid van perenbladvlo kan worden gestimuleerd. Conclusie is dat al voor het planten een goed overzicht van de Ausgangssituatie moet worden verkregen, om problemen met perenbladvlo te helpen voorkomen zal het drukken van de stikstofvoorziening een belangrijke rol kunnen spelen.

Ook het in de perenteelt veel toegepaste wortelsnoei kan een rol spelen in de stikstofvoorziening van de boom. Wanneer minder wortels aanwezig zijn zal er minder opname van elementen waaronder stikstof plaatsvinden. Dit kan een gunstig effect hebben op het verminderen van de aanwezigheid en aantasting van perenbladvlo.

Nu alle deelvragen zijn beantwoord kan de hoofdvraag worden beantwoord:

Hoe kan schade door de perenbladvlo worden beperkt vanuit de kennis van stikstof?

Dit onderzoek is er op gericht om de aanwezigheid van perenbladvlo in relatie tot stikstof aan te tonen. Met het doel voor ogen om de aantasting te verminderen kan de conclusie worden getrokken dat een vermindering van de stikstofgiften en het verminderen van stikstofopname door inzet van diverse teeltmaatregelen kan helpen bij het oplossen van het perenbladvlo probleem. Met de kennis die is verkregen kan worden gesteld dat stikstof, in welke vorm dan ook toegediend, een essentiële rol speelt in de samenstelling van aminozuren en hun gehalten die uiteindelijk verantwoordelijk zijn voor het voeden en aantrekken van floëem-zuigende insecten.

Gezien het feit dat voldoende stikstof essentieel is om de te oogsten vruchten aan de maat te krijgen zal er in de praktijk niet snel voor gekozen worden om de hele stikstofbemesting achterwege te laten. Wel kan aan de hand van de conclusies van dit onderzoek bewuster worden omgegaan met de diverse factoren die van belang zijn op de aanvoer en aanwezigheid van stikstof in de boom. Zeker op percelen

waar perenbladvlo een probleem vormt moeten genoemde zaken tegen het licht gehouden worden om het probleem aan te pakken en onder controle te krijgen.

8.4. Aanbevelingen

In de voorgaande paragrafen zijn de conclusies van het onderzoek naar voren gebracht. Aan de hand van dit verrichte onderzoek kunnen twee soorten aanbevelingen worden gedaan, enerzijds aanbevelingen voor perentelers in de praktijk, anderzijds aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

8.4.1 Aanbevelingen voor de praktijk

De resultaten van dit onderzoek zijn bedoeld als handreiking voor de perenteelt zoals die vandaag de dag in de praktijk plaats vindt. Het is van belang om de beschreven invloed van stikstof op de aantasting van perenbladvlo serieus te nemen.

Wanneer daadwerkelijk problemen worden ondervonden met perenbladvlo is het raadzaam om de stikstofbemesting eens tegen het licht te houden en waar mogelijk te verminderen. Uit de verschillende aangehaalde studies komt namelijk naar voren dat de hoogte van de stikstofgift van belang kan zijn voor de mate waarin perenbladvlo aanwezig is.

Bekijk ook goed de uitgangssituatie voordat wordt aangeplant. Een grondmonster is essentieel om een goede inschatting te kunnen maken van de huidige stikstofvoorziening. Hier kan dan weer rekening mee worden gehouden bij de toe te dienen stikstofgiften.

Voor het aanpakken en oplossen van een probleem met perenbladvlo zal een combinatie van maatregelen moeten worden ingezet, waarbij het verminderen van stikstofbemesting een belangrijke rol kan spelen.

8.4.2 Aanbevelingen vervolgonderzoek

Gedurende dit onderzoek is veel informatie tevoorschijn gekomen wat is gebruikt om dit verslag te onderbouwen. Tijdens het onderzoek is echter ook veel informatie voorbij gekomen die niet in dit onderzoek kon worden verwerkt maar wel in een vervolgonderzoek van nut zou kunnen zijn.

Een voorbeeld hiervan is de fluctuatie van de samenstelling van het floëmsap gedurende het seizoen. Het zou mooi zijn om tegenover deze fluctuatie de druk op een praktijkperceel te volgen om te zien of dit overeen komt. Verder is het aan te bevelen om de link tussen stikstof en aminozuren verder uit te diepen, waarbij gebruikt gemaakt zou kunnen worden van een analyse van de verschillende aminozuren binnen het floëmsap op een praktijkperceel. Hiermee zou een prima onderbouwing van de in dit verslag gepresenteerde theorie kunnen worden verkregen.

Verder zou aan te bevelen zijn om nader onderzoek te doen naar de daadwerkelijk benodigde stikstof voor een perenboom. Steeds maar meer stikstof geven zal op termijn een verergering van ziektes en plagen veroorzaken. Het zou interessant zijn om te zien of andere elementen een compenserende rol kunnen spelen op het moment dat er minder stikstof aan een boom zou worden toegediend. Kortom, om het probleem met perenbladvlo echt op te lossen is verder (praktijk-)onderzoek noodzakelijk, uiteindelijk is het van belang dat maatregelen daadwerkelijk ingezet kunnen worden in de dagelijkse perenteelt.

Bibliografie

- Balkhoven, H. (2012). *Perenbladvlo bestrijden met biologische middelen*. Opgehaald van edepot.wur.nl: <http://edepot.wur.nl/280720>
- Balkhoven, H. (2015, augustus). *Fruitpact*. Opgehaald van Een duurzame aanpak van perebladvlo in Gelderland: http://www.fruitpact.nl/site/dbimages/catalogus/bestanden/1416_125_verslagperebladvloprojectfruitpact.pdf
- CBS.nl. (2017, April 6). *Steeds meer peren van steeds minder telers*. Opgehaald van CBS.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/14/steeds-meer-peren-van-steeds-minder-telers>
- Civolani, S. (2017). *The Past and Present of Pear Protection Against the Pear Psylla, Cacopsylla pyri L.* Opgehaald van www.intechopen.com: <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/28270.pdf>
- Civolani, S., Leis, M., Grandi, G., Garzo, E., Pasqualini, E., Musacchi, S., . . . Tjallingii, F. (2011, October). Stylet penetration of *Cacopsylla pyri*; an electrical penetration graph (EPG) study. *Journal of Insect Physiology*, 1407-1419. Opgehaald van <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022191011002113#b0050>
- Daugherty, M., Briggs, C., & Welter, S. (2007, December). *Bottom-up and top-down control of pear psylla (Cacopsylla pyricola)*. Opgehaald van [Sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com): <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964407002046>
- DLV Plant. (2009). *Stikstof meettechnieken*. Horst: DLV Plant.
- Douglas, A., Karley, A., & Parker, W. (2002). Amino acid composition and nutritional quality of potato leaf phloem sap for aphids. *Journal of Experimental Biology*, 3009-3018. Opgehaald van <http://jeb.biologists.org/content/205/19/3009>
- Eurofins-agro.com*. (2018). Opgehaald van [Eurofins-agro.com](http://eurofins-agro.com): <http://eurofins-agro.com/nl-nl/product/bemesting/bemestingswijzer-bouwland>
- Evert, R., & Eichhorn, S. (2013). *Biology of plants*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Feersma, G.-J. (2014, mei 22). *Previsan: Honingdauw verwijderen en roetdauw voorkomen*. Opgehaald van [Agriton.nl](http://www.agriton.nl): <https://www.agriton.nl/previsan-honingdauw-verwijderen-en-roetdauw-voorkomen/>
- Gaiu, S. (2012, april 9). Foto. CELE MAI PAGUBITOARE BOLI LA PAR.
- Groeibalans. (sd). *Droge stof*. Opgehaald van [Groeibalans.nl](http://www.groeibalans.nl): <http://www.groeibalans.nl/index.php?page=droge-stof>
- Gutiérrez-Gamboa, G., Garde-Cerdán, T., Gonzalo-Diago, A., Moreno-Simunovic, Y., & Martínez-Gil, A. (2017, January). Effect of different foliar nitrogen applications on the must amino acids and glutathione composition in Cabernet Sauvignon vineyard. *LWT - Food Science and Technology*. Opgehaald van <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816305254>
- Haak, P., Drok, M., & van der Heide, W. (2004). *Plantengroei en -ontwikkeling*. Dronten.
- Helsen, H., van Elk, P., Piquet, M., & van der Maas, M. (2015, Oktober). *Het effect van bemesting op de ontwikkeling van perenbladvlo*. Wageningen: PPO WUR. Opgehaald van <http://www.tuinbouw.nl/sites/default/files/14989%20Effect%20bemesting%20op%20ontwikkeling%20perenbladvlo.pdf>
- Krikke, R. (2012). Plantenvoeding is meer dan alleen stikstof, fosfaat of kalium. *Boom in Business*, 28-29. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/232534>
- Liu, Y.-H., Kang, Z.-W., Guo, Y., Zhu, G.-S., Mostafizur Rahman Shah, M., Song, Y., . . . Liu, T.-X. (2016, April 20). *Nitrogen hurdle of host alternation for a polyphagous aphid and the associated changes of endosymbionts*. Opgehaald van [Nature.com](http://www.nature.com): <https://www.nature.com/articles/srep24781>
- Mittler, T. (1958). Studies on the Feeding and Nutrition of *Tuberolachnus Salignus* (Gmelin) (Homoptera, Aphididae). *Journal of Experimental Biology*, 74-84. Opgehaald van <http://jeb.biologists.org/content/jexbio/35/1/74.full.pdf>

- NutriNorm. (sd). *Waarom heeft een plant stikstof nodig*. Opgehaald van Nutrinorm.nl:
<https://www.nutrinorm.nl/nl-nl/Paginas/Hoofdelementen-Waarom-heeft-een-plant-stikstof-nodig.aspx#.WtW6mohuaM8>
- Peeters, W. (2015). Bomen, stress en aantastingen . *Bomen*, 33, 11-15.
- Rashid, M., Ahmed, N., Jahan, M., Islam, K., Nansen, C., Willers, J., & Ali, M. (2017, Juli 05). *Higher Fertilizer Inputs Increase Fitness Traits of Brown Planthopper in Rice*. Opgehaald van Nature.com: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-05023-7#Sec9>
- Reindsen, H. (2018). Foto. Opgehaald van Nieuweoogst.nu:
<https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2018/04/11/variabele-wortelsnoei-in-fruit-door-gebruik-van-drone>
- Stout, M. (2014). *Brown Plant Hopper*. Opgehaald van sciencedirect.com:
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/brown-planthopper>
- Strengbom, J., Nordin, A., Näsholm, T., & Ericson, L. (2002, February 26). Parasitic fungus mediates change in nitrogen-exposed boreal forest vegetation. *Journal of Ecology*. Opgehaald van <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.0022-0477.2001.00629.x>
- Valgand, D. (sd). Foto.
- Wertheim, S. (1990). *De Peer*. Wilhelminadorp: Proefstation voor de Fruitteelt.

Bijlage 1. Voorbeeld plantsap-analyse



Plantsap-monster ¹ 201708171195
² 201708171196
 Naam: Witte Agro (van Iperen)
 Adres: Spoorstraat 1
 4431 NK s Gravenpolder

Monsterdatum: 16-8-2017
 Locatie/perceel: Timmerman
 Teeltnaam: Peer met perenbladvlo
 Gewas: Peer
 Plantdeel: ¹ Blad (jong) ² Blad (oud)

Opmerkingen

Mineraal		Huidig niveau			
Sulfers	%	11,9	¹		
	%	11,4	²		
pH		5,2	¹		
		5,4	²		
EC	mS/cm	7,6	¹		
	mS/cm	8,5	²		
K - Kalium	ppm	4625	¹		
	ppm	4752	²		
Ca - Calcium	ppm	1608	¹		
	ppm	2001	²		
K / Ca		2,88	¹		
		2,38	²		
Mg - Magnesium	ppm	1426	¹		
	ppm	1445	²		
Na - Natrium	ppm	83	¹		
	ppm	75	²		
NH ₄ - Ammonium	ppm	30	¹		
	ppm	33	²		
NO ₃ - Nitraat	ppm	<20	¹		
	ppm	<20	²		
N uit Nitraat	ppm	<5	¹		
	ppm	<5	²		
N - Stikstof totaal	ppm	219	¹		
	ppm	251	²		
Cl - Chloride	ppm	288	¹		
	ppm	375	²		
S - Zwavel	ppm	332	¹		
	ppm	353	²		
P - Fosfaat	ppm	339	¹		
	ppm	374	²		
Si - Silicium	ppm	13,8	¹		
	ppm	9,0	²		
Fe - IJzer	ppm	7,83	¹		
	ppm	6,76	²		
Mn - Mangaan	ppm	63,44	¹		
	ppm	73,15	²		
Zn - Zink	ppm	5,09	¹		
	ppm	4,33	²		
B - Borium	ppm	1,00	¹		
	ppm	0,69	²		
Cu - Koper	ppm	0,82	¹		
	ppm	0,74	²		
Mo - Molybdeen	ppm	<0,05	¹		
	ppm	<0,05	²		
Al - Aluminium	ppm	2,08	¹		
	ppm	1,03	²		

Raadpleeg uw adviseur voor een passend bemestingsadvies.

201.20170720

Omdat NovaCropControl geen invloed heeft en/of geen controle uitoefent op de monstername, aanvaardt NovaCropControl geen enkele aansprakelijkheid over schade van de door heer verstrekte analyseresultaten of adviezen.

18-8-2017

1 / 1

Bijlage 2. Voorbeeld droge stof-analyse



Gewasonderzoek
Peer
Timmerman 5

Uw klantnummer: 8128278

Van Iperen BV
's Gravenpolder
Spoorstraat 1
4431 NK S GRAVENPOLDER

Eurofins Agro
Postbus 170
NL - 6700 AD Wageningen

T monsternummer: Leen Bijlage: 0652002112
T klantenservice: 088 878 1010
E klantenservice@eurofins-agro.com
I www.eurofins-agro.com

In samenwerking met:



Onderzoek	Onderzoek-/ordernr: 275982/004154857	Datum monsternummer: 18-08-2017	Datum verslag: 23-08-2017	Kopiehouder: Eurofins Agro, Relab den Haan Postbus 170, 6700 AD WAGENINGEN
	Plantmateriaal: Blad	Gewas: Peer	Teelttype:	

Resultaat	Resultaat	Streeftraject	laag	vrj laag	goed	vrj hoog	hoog
%	Droge stof	32,0					
g/kg	Stikstof	24,7	22,4 - 26,5				
	Nitraat	< 0,3					
	Zwavel	2,4	1,5 - 2,0				
	Fosfor	1,8	1,5 - 1,9				
	Kalium	11,5	14,4 - 19,0				
	Calcium	18,0	11,0 - 14,5				
	Magnesium	3,5	3,1 - 3,5				
	Natrium	0,2					
	Chloride	1,9					
mg/kg	IJzer	80	60 - 100				
	Zink	36	19 - 32				
	Mangaan	335	30 - 86				
	Koper	8,9	8,0 - 13,1				
µg/kg	Kobalt	80					
mg/kg	Borium	24,9	19,8 - 24,3				
	Molybdeen	0,3	0,2 - 0,3				

De resultaten zijn weergegeven in de droge stof.

Contact & info Na verzending van dit verslag wordt, indien de aard en de onderzoeksmethode van het monster dit toelaat, het monster nog twee weken bij Eurofins Agro voor u bewaard. Binnen deze tijd kunt u eventueel

Bijlage 3. Checklist Schriftelijk Rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren

Naam: _____ Klas: _____ Datum: _____

Titel verslag/rapport: _____

Nadat jij je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de ingevulde checklist vindt er geen beoordeling plaats. De assessor controleert met deze checklist je rapport/verslag. De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn de zogenaamde 'killing points'. Indien de assessor meer dan vijf 'killing points' heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. Voor de herbeoordeling moet je ook de oude versie inleveren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan! AANVINKEN WAT NIET IN ORDE IS!

- | | |
|---|---|
| <p>1. Het taalgebruik:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden*Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd!☐ Heeft een adequate interpunctie*☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste stijl)*☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien*☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden* <p>2. Het rapport/verslag:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Is ingebonden (hard copy)*☐ Is vrij van plagiaat* (zie onderwijsexamenregeling) <p>3. De omslag:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Bevat de titel☐ Vermeldt de auteur(s) <p>4. De titelpagina/het titelblad:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Heeft een specifieke titel*☐ Vermeldt de auteur(s)*☐ Vermeldt de plaats en de datum*☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)* <p>5. Het voorwoord:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan) <p>6. De inhoudsopgave:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)☐ Is overzichtelijk☐ Heeft een correcte paginaverwijzing <p>7. De samenvatting:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag☐ Bevat conclusies☐ Bevat geen persoonlijke mening☐ Is gestructureerd☐ Is zakelijk geschreven☐ Staat direct na de inhoudsopgave <p>8. De inleiding (toelichting op intranet):</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Is hoofdstuk 1*☐ Beschrijft het grotere kader en aanleiding☐ Beschrijft inhoudelijke achtergrondinformatie*☐ Formuleert het probleem/de onderzoeksvraag*☐ Vermeldt het doel*☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag* | <p>9. Materiaal en methode:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode☐ Past bij de onderzoeksvraag/vragen*☐ Beschrijft de variabelen/eenheden☐ Beschrijft de methode van data-analyse <p>10. De (opmaak van de) kern:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken en (sub)paragrafen (maximaal drie niveaus)*☐ Deze zijn verschillend in opmaak*☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)*☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n)☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen☐ De pagina's zijn genummerd* <p>11. De discussie:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur☐ Geeft de valide argumentatie weer☐ Evalueert de gebruikte onderzoeksmethode☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen (zie toelichting op intranet) <p>12. De conclusies en aanbevelingen:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten☐ Bevatten geen nieuwe informatie* <p>13. De bronvermelding:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie intranet Mediatheek) <p>14. De literatuurlijst:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie intranet Mediatheek) <p>15. De bijlagen:</p> <ul style="list-style-type: none">☐ Zijn genummerd☐ Zijn voorzien van een passende titel☐ Bevatten geen eigen analyse |
|---|---|