



Chemische en biologische alternatieven voor neonicotinoïden en fipronil

In de teelt van suikerbieten, poot aardappelen en uien



André van Valen
Tuin- en Akkerbouw
14-1-2018

Afstudeeronderzoek

Chemische en biologische alternatieven voor neonicotinoïden en fipronil

Opdrachtgever

Delphy

Contactpersonen

Cor van Oers

c.vanoers@delphy.nl

Nelis van der Bok

n.vanderbok@delphy.nl

Begeleiding

Aeres Hogeschool Dronten

Afstudeerdocent

Sylvan Nysten

s.nysten@aeres.nl

Auteur

André van Valen

Beatrixstraat 3

3286 AA Klaaswaal

valenvanandre@hotmail.com

+31 6 33653138

Foto's voorzijde:

1. LTO

2. Huis en Tuin Magazine

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

Als onderdeel van mijn afstuderen aan de opleiding Tuinbouw en Akkerbouw aan Aeres Hogeschool Dronten heb ik een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om plaaginsecten te monitoren en bestrijden. Voor u ligt het eindresultaat in de vorm van dit vooronderzoek.

Tijdens de eerste drie jaren in Dronten heb ik steeds meer interesse gekregen in de toekomstperspectieven van de akkerbouwsector. Daarbij valt te denken aan precisielandbouw, maar ook de maatschappelijke trends die de sector soms dwingen om ingrijpende keuzes te maken. Vergroening en verduurzaming zijn twee modewoorden die in veel beleidsstukken en nieuwsberichten terug te vinden zijn. De afkeer van de maatschappij voor gewasbeschermingsmiddelen, in de volksmond maar gewoon 'gif' genoemd, is daar een actueel voorbeeld van. In dit onderzoek ga ik op een deel hiervan verder in.

Via Wageningen Plant Research Westmaas ben ik bij Delphy terecht gekomen. Vanuit mijn interesse in (praktijk)onderzoek waren WPR en Delphy twee interessante bedrijven om een afstudeeronderzoek bij uit te voeren. Ik ben daarom blij dat ik op deze manier een kijkje heb kunnen nemen in de keuken van Delphy. Daarnaast heb ik de kennis van teeltadviseurs binnen de organisatie kunnen gebruiken om het onderzoek uit te voeren.

Ik wil het team 'Akkerbouw en Vollegrondsgroente Zuidwest-Nederland' van Delphy bedanken voor hun medewerking aan dit onderzoek. In het bijzonder Cor van Oers en Nelis van der Bok voor de begeleiding vanuit Delphy. Ook wil ik Sylvan Nysten als afstudeerdocent bedanken voor de feedback en begeleiding vanuit Aeres Hogeschool.

Hartelijke groet,

André van Valen

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	4
Summary	5
1 Plaaginsecten in de akkerbouw.....	6
1.1 Biodiversiteit en insecten	6
1.2 Schadebeelden van plaaginsecten	7
1.2.1 Directe schade	7
1.2.2 Indirecte schade	7
1.3 Monitoring.....	8
1.4 Bestrijdingsmethoden	9
1.4.1 Historie	9
1.4.2 Chemische bestrijding	10
1.4.3 Geïntegreerde bestrijding	10
1.5 Recente ontwikkelingen	11
1.5.1 Neonicotinoïden in suikerbieten	11
1.5.2 Neonicotinoïden in poot aardappelen	12
1.5.3 Fipronil in uien.....	13
1.6 Probleemstelling.....	13
1.7 Afbakening.....	13
1.8 Hoofd- en deelvragen.....	14
1.9 Doelstelling.....	14
2 Aanpak.....	15
2.1 Literatuuronderzoek.....	15
2.2 Interviews	16
3 Resultaten.....	18
3.1 Alternatieven voor neonicotinoïden in suikerbieten	18
3.2 Alternatieven voor neonicotinoïden in poot aardappelen	25
3.3 Alternatieven voor fipronil in uien	30
3.4 Biologische alternatieven voor insecticiden.....	34
4 Discussie	40
4.1 Alternatieven voor neonicotinoïden in suikerbieten	40
4.2 Alternatieven voor neonicotinoïden in poot aardappelen	41
4.3 Alternatieven voor fipronil in uien	42
4.4 Biologische alternatieven voor insecticiden.....	43
4.5 Reflectie op het proces.....	44
5 Conclusie en aanbevelingen.....	45
5.1 Conclusies.....	45
5.2 Aanbevelingen.....	46
6 Bibliografie.....	47
Bijlage 1 Overzicht natuurlijke vijanden en plagen	50

Samenvatting

De Europese Unie heeft in 2018 besloten om drie werkzame stoffen, clothianidin, imidacloprid en thiamethoxam, te verbieden in buitenteelten. Deze middelen zijn neonicotinoïden, die na diverse onderzoeken als gevaarlijk voor bijen en hommels zijn aangemerkt. De Nederlandse overheid heeft besloten om geen bezwaar te maken tegen dit verbod, waardoor akkerbouwers voor nieuwe uitdagingen komen te staan. Suikerbietentelers moeten het gewas met gewasbespuitingen gaan beschermen, omdat de zaadcoating verdwijnt. Poot aardappeltelers moeten in het bijzonder bladluizen bestrijden met extra bespuitingen omdat het insecticide Actara niet meer toegepast mag worden.

Vanaf 2020 verdwijnt ook de werkzame stof fipronil in de zaadcoating Mundial van de lijst met toegelaten middelen. Voor uientelers betekent dit dat trips en de uienvlieg met gewasbespuitingen bestreden moeten worden. Deze maatregelen kunnen grote gevolgen hebben voor enkele teelten.

In dit onderzoek zijn de chemische en biologische alternatieven beschreven. Het hoofddoel van het onderzoek is verwoord in de hoofdvraag: *wat zijn de, bestaande en nieuwe, mogelijkheden om plagen in akkerbouwgewassen op een zo natuurlijk mogelijke wijze te beheersen met het oog op een steeds krappere wordende gewasbeschermingsmiddelenmarkt?* Het rapport is ingedeeld in drie deelvragen die ieder zijn toegespitst op een gewas: suikerbieten, poot aardappelen en uien. De vierde deelvraag geeft een omschrijving van de biologische monitorings- en bestrijdingsmethoden.

De beschikbare chemische middelen zijn beoordeeld op kosten, resistentiegevaar en de toepasbaarheid in een geïntegreerde teelt. Om een overzicht van deze middelen te krijgen zijn impactanalyses gebruikt van de NVWA en het CLM. Met behulp van de database van het Ctgb zijn de belangrijkste gegevens van deze middelen verwoord. De kosten zijn achterhaald in de Handleiding Gewasbescherming van Delphy. Om de resistentiekansen te beoordelen is het IRAC geraadpleegd. Tot slot is de Milieumeetlat van het CLM gebruikt om de milieu-impact van de alternatieven te beoordelen.

In de vierde deelvraag is uitgewerkt welke monitoringstechnieken beschikbaar zijn en is het nut van akkerranden onderbouwd. Ook zijn enkele andere biologische methoden benoemd, waaronder het inzetten van bankerplants en het toepassen van strokenteelt.

Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat er nauwelijks middelen beschikbaar zijn die geen impact hebben op het milieu en natuurlijke vijanden. Voor een effectieve bestrijding zullen telers moeten terugvallen op het gebruik van pyrethroïden, een schadelijke groep insecticiden. Akkerranden en andere biologische methoden kunnen een belangrijke rol spelen in de plaagbeheersing, maar vragen nader onderzoek. Vanuit de sector wordt hier ook stevig op ingezet. Op korte termijn is chemische bestrijding het enige alternatief voor telers.

Summary

In 2018, the European Union has decided to ban three active ingredients, clothianidin, imidacloprid and thiamethoxam, for outdoor cultivation. These insecticides are neonicotinoids, which are classified to be harmful to pollinators and bees after several researches. The Dutch government has decided not to make any objections against this ban, so arable farmers are faced with new challenges. Sugar beet growers have to protect their crop with crop sprayings, because the seed coating disappears. Seed potato growers especially have to spray their crops against aphids, because the insecticide Actara may no longer be used.

From 2020, the active ingredient fipronil in the seed coating Mundial will also disappear from the list of authorized products. For onion growers this means that thrips and the onion fly must be controlled with crop sprays. These measures can have big consequences for some crops.

In this thesis the chemical and biological alternatives are described. The main goal of the research is worded in the main question: *what are the, existing and new, possibilities to control pests in arable crops in a way as natural as possible with a view to an increasingly tight crop protection products market?* The thesis is divided into three sub questions, each focussing on a crop: sugar beets, seed potatoes and onions. The fourth sub question gives a description of biological monitoring and control methods.

The available chemicals have been assessed by costs, resistance risk and the applicability in an integrated cultivation. To get an overview of these chemicals impact analyses of the NVWA and CLM are used. With the help of the Ctgb database, the most important data of these chemicals are worded. The costs are outdated from the Handleiding Gewasbescherming from Delphy. To assess the environmental impact of the alternatives, the Milieumeetlat from CLM has been used.

In the fourth sub question, the available monitoring techniques are elaborated and the usefulness of field margin vegetations has been substantiated. Some other biological methods have also been mentioned, including the use of banker plants and the application of intercropping.

From the results, it can be concluded that there are hardly any chemicals available that have no impact on the environment and natural enemies. For an effective control, growers will have to rely on the use of pyrethroids, a harmful group of insecticides. Field margin vegetations and other biological methods can play an important role in pest control, but require further research. The sector is also strongly committed to this. For the short term, chemical control is the only available alternative for growers.

1 Plaaginsecten in de akkerbouw

In een samenleving waarbij het maatschappelijk debat rondom gewasbeschermingsmiddelen steeds luider klinkt, is het goed om als akkerbouwsector te kijken naar de toekomst. Wanneer de toelatingseisen voor nieuwe middelen en werkzame stoffen steeds strenger worden, wordt het belangrijk om de alternatieven onder een vergrootglas te leggen. De toelatingen van een aantal werkzame stoffen zijn door Europese en Nederlandse regelgeving niet verlengd vanwege vermeende schade voor de omgeving en het milieu. Andere middelen kennen veelal niet zo'n sterke werking als deze middelen waardoor de chemische bestrijding van ziekten, plagen of onkruiden lastiger wordt. Het recente verbod op neonicotinoïden is hier een voorbeeld van. Daarnaast mag uienzaad op korte termijn niet meer behandeld worden met een insecticide. Ook die verandering brengt uitdagingen met zich mee.

In dit eerste hoofdstuk wordt de reeds bestaande literatuur achter het onderwerp behandeld. Allereerst komt een algemene beschrijving aan de orde, waarna het onderwerp wordt afgebakend. Hieruit volgen de hoofd- en deelvragen en de doelstelling die als laatste staan geformuleerd.

1.1 Biodiversiteit en insecten

In een periode waarbij schaalvergroting en intensivering twee kenmerkende begrippen zijn voor de Nederlandse akkerbouw, wordt een begrip als biodiversiteit snel achterwege gelaten. De aandacht van veel akkerbouwers gaat met name uit naar het primaire doel van het akkerbouwbedrijf, namelijk voedselproductie. De schaalvergroting en intensivering van bedrijven heeft er de laatste jaren toe geleid dat de biodiversiteit een dalende trend laat zien (Koopmans, Erisman, Zanen, & Luske, 2017). Duitse onderzoekers toonden aan dat tussen 1989 en 2013 het aantal vliegende insecten met meer dan 75 procent is afgenomen (Hallmann, et al., 2017). Er wordt vermoed dat de toename van het pesticidegebruik hiervan de oorzaak is, alhoewel hier geen bewijs voor is. Als reactie op dit onderzoek heeft de WUR in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit onderzocht of deze resultaten ook voor Nederland van toepassing zijn. Het bleek dat er in Nederland geen soortgelijke onderzoeken zijn uitgevoerd, maar dat de factoren van het Duitse onderzoek direct in lijn liggen met de Nederlandse omstandigheden. Er werd wel geconcludeerd dat er een aantal oorzaken zijn die de langetermijnafname van insecten verklaren, namelijk de intensivering en homogenisering van de landbouw, het gebruik van meer stikstof en fosfaat dan het landbouwkundig systeem kan vasthouden, het gebruik van insecticiden en de versnippering van het landschap (Kleijn, et al., 2018).

Ook het gebruik van neonicotinoïden is de laatste jaren veelvuldig onderzocht op de gevolgen voor de biodiversiteit, en dan met name de bijen. De Rijksoverheid stelt dat neonicotinoïden een direct gevaar vormen voor wilde bijen, honingbijen en hommels, waarmee ze een gevaar opleveren voor de biodiversiteit (Rijksoverheid, 2018). Dit komt uitgebreider aan de orde in paragraaf 1.5.1.

Op en rond akkers leven talloze insecten. Een gedeelte van deze insecten kunnen direct of indirect schade toebrengen aan gewassen. De schade aan gewassen die deze zogeheten plaaginsecten veroorzaken staan in paragraaf 1.2 genoemd. Een ander gedeelte van de op akkers voorkomende insecten hebben nuttige eigenschappen. Ze dienen als bestuivers, zoals bijen, of parasiteren plaaginsecten. De aanwezigheid van deze natuurlijke vijanden kan op verschillende manieren gestimuleerd worden. Overheden en landbouworganisaties zetten hier de laatste tijd stevig op in door het aanleggen van groenstroken en bloemenranden te stimuleren (Alebeek & Clevering, 2005). De aanwezigheid van akkerranden heeft een positieve invloed op de hoeveelheid natuurlijke vijanden blijkt uit diverse wetenschappelijke studies. De vegetatie op deze akkerranden is hierbij van invloed op de soorten natuurlijke vijanden (Bos, Musters, & Snoo, 2014).

1.2 Schadebeelden van plaaginsecten

Wereldwijd veroorzaken plagen veel schade aan landbouwgewassen. Percentages hiervoor lopen uiteen van vijf tot twintig procent in graangewassen. De invloed van temperatuurstijging op de ontwikkeling van insecten is al eens onderzocht (Bale, et al., 2002; Jaworski & Hilszczański, 2013). Een groep onderzoekers keek onlangs naar de gevolgen van klimaatverandering op de populatieontwikkeling van insecten. Zij concludeerden dat een temperatuurstijging in de gematigde klimaatgebieden leidt tot een toenemende kans op schade door insecten. Opbrengstverliezen als gevolg van deze schade kunnen oplopen tot vijftientwintig procent per graad opwarming (Deutsch, et al., 2018).

De plaaginsecten die op akkers voorkomen kunnen op verschillende manieren schade veroorzaken aan het gewas. De schadebeelden die hierbij ontstaan staan hieronder genoemd (Hendrix & Langenberg, 2015). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte schade aan gewassen.

1.2.1 Directe schade

Directe schade kan worden onderverdeeld in de volgende schadebeelden.

Gewone vretelij. Dit kan vanaf het blad, de stengels of vanaf de grond plaatsvinden. Emelten vreten bijvoorbeeld vanaf de grond een plant aan. Insecten zoals rupsen of kevers zijn, met hun bijtende monddelen, hier de veroorzakers van. Bij **mineren** wordt het bladmoes onder de opperhuid van het blad weggevreten, veroorzaakt door larven die in of op het blad uit het ei komen en zich een weg door het bladmoes heen vreten. Hierdoor ontstaan blazen die in een later stadium kunnen veranderen in gaten. Onder andere de larven van de bietenvlieg en mineervlieg veroorzaken deze schade. **Figuur 1.1** toont een voorbeeld van mineerschade veroorzaakt door de larve van de mineervlieg. **Skeletteren** is het aanvreten van blad waarbij één laag opperhuid over blijft. Doordat deze dunne laag overblijft vallen er later ook makkelijk gaten in het blad. Het graanhaantje en de schildpadtor zijn voorbeelden van insecten die deze schade veroorzaken. Er zijn insecten die gaten **boren** in het plantweefsel. Daarbij vreten ze door de harde plantendelen heen. Onder andere ritnaalden, fruitvliegjes en stengelboorders boren zo planten kapot. Insecten met stekende en zuigende monddelen, zoals tripsen, luizen en wantsen, steken een plant aan waarna ze het sap eruit **zuigen**. Wanneer dit op grote schaal gebeurt kan misvorming optreden, bijvoorbeeld doordat het blad gaat krullen. Dat komt doordat de aangestoken cellen zich vullen met lucht, waardoor de spanning aan de onderkant van het blad afneemt terwijl deze aan de bovenkant hetzelfde blijft. Sommige insecten, zoals de tarwestengelgalmug, veroorzaken **gallen** aan bepaalde delen van een plant. In die gallen bevinden zich eieren, larven of poppen.



Figuur 1.1 Een voorbeeld van mineren, veroorzaakt door de larve van de mineervlieg. Bron: Biopol

Directe schade is snel zichtbaar, wat het makkelijker maakt om snel in te grijpen om ergere schade te voorkomen. Voor telers en adviseurs is het daarom van belang om met enige regelmaat door de percelen te lopen om schade te herkennen en signaleren. Direct ingrijpen hoeft echter niet altijd noodzakelijk te zijn. Paragraaf 1.3.1 gaat daar verder op in.

1.2.2 Indirecte schade

Bovenstaande vormen van schade zijn voorbeelden van directe schade. Een andere belangrijk schadebeeld van insecten is indirecte schade. Stekende en zuigende insecten zoals luizen en tripsen, kunnen plantenziekten zoals virussen en dierziekten verspreiden naar andere planten. Tijdens het zuigen aan besmette planten nemen ze met het sap de virusdeeltjes op. Bij het aanprikken van een gezonde plant raakt deze vanzelf besmet. De groene perzikbladluis kan daardoor meer dan honderd verschillende virussen overdragen op diverse gewassen. Ook honingdauw is een indirecte vorm van schade. Honingdauw ontstaat door vervellingshuidjes en uitwerpselen van insecten die bladeren en

vruchten kunnen vervuilen. Op deze honingdauw kunnen roetdauwschimmels goed gedijen. Daarnaast kan vraat- en zuigschade een geschikte invalspoort zijn voor verschillende schimmels en bacterieziekten (TerraNext, 2014).

1.3 Monitoring

Voorkomen is beter dan genezen. Die stelregel gaat ook op als het gaat om het beheersen van plagen in het gewas. Voordat een ingreep wordt gedaan om het aantal plaaginsecten te verlagen is het belangrijk dat er bekend is in welke mate deze insecten aanwezig zijn. Om daarachter te komen is het monitoren van plagen van belang. Bij het bestrijden van plaaginsecten is het uitgangspunt naar de toekomst toe dat er naar een zo natuurlijk mogelijke bestrijdingsmethode wordt gestreefd. Voor telers en adviseurs is het essentieel dat zij kennis hebben van plaaginsecten en hun natuurlijke vijanden om deze zodoende te herkennen in het veld. Niet alleen het herkennen van insecten, maar ook de stadia, levenscyclus, waardplanten en schadebeelden zijn nodig voor een juiste bestrijdingsaanpak (Alebeek F. v., 2007). Waar men vroeger handmatige tellingen moest uitvoeren, zijn er tegenwoordig andere manieren om makkelijker en sneller de aanwezigheid van plagen vast te stellen. Met verschillende soorten insectenvallen kan de populatie snel worden waargenomen. Het nadeel van deze vallen is dat de vangsten niet altijd representatief zijn voor een heel perceel. Daarnaast kunnen meerdere factoren zoals het weer, gewas en de tijd de vangsten beïnvloeden (Alebeek F. v., 2007).

Al in 1941 keken onderzoekers naar mogelijkheden om insecten van elkaar te onderscheiden door de frequentie van de vleugelslagen te meten bij een vlucht met behulp van een stroboscoop (Reed, Williams, & Chadwick, 1941). Later bleek dat de betrouwbaarheid van deze methode niet altijd te garanderen was doordat de frequenties van verschillende insecten soms deels overeen kwam waardoor het lastig was om het soort insect te achterhalen.

In 2014 voerden onderzoekers van verschillende universiteiten een onderzoek uit naar mogelijkheden om mechanische vallen te vervangen door goedkope, snelle en eenvoudige digitale vallen. Hierbij werd een laser gebruikt die het klapperen van de vleugels omzet in een audiosignaal. Met deze informatie kan een insect zeer nauwkeurig gedetermineerd worden doordat iedere vleugelslag uniek is (Yanping, Why, Batista, Mafra-Neto, & Keogh, 2014).

In de huidige wereld zijn camera's en sensoren aan een sterke opmars bezig, binnen en buiten de landbouw. Ook op het gebied van insectendetectie zal hier in de toekomst een verandering kunnen plaatsvinden. De nieuwste technologieën zijn al in staat om via camera's, met behulp van ingewikkelde algoritmen, gezichten te herkennen. Dankzij kunstmatige intelligentie kunnen grote hoeveelheden patronen worden herkend op basis van de techniek waarmee menselijke hersenen werken. Dit wordt '*deep learning*' genoemd (Kist, 2018). Wanneer een algoritme talloze keren een foto van bijvoorbeeld een hond te zien krijgt, 'leert' dat algoritme een hond te herkennen. Als deze technieken al zoveel mogelijkheden bieden, biedt dit in de toekomst ook mogelijkheden binnen de landbouw om insecten op een snelle en betrouwbare manier te herkennen. Hiermee wordt de omvang van een plaag sneller inzichtelijk en kan er gerichter ingegrepen worden.

Wanneer er sprake is van directe schade, is ingrijpen bij het waarnemen niet altijd nodig. Er mogen een aantal insecten worden waargenomen voordat er serieuze schade kan optreden. Vraatschade kan bijvoorbeeld weer gecompenseerd worden door extra bladgroei. Wanneer er van een bepaald plaaginsect grotere aantallen worden geteld, kan een bestrijding onvermijdelijk zijn. Om te bepalen of dat nodig is, zijn schadedrempels opgesteld. Bij het monitoren van plagen is een schadedrempel bepalend voor het moment van ingrijpen.

Het gebruiken van voorspellingsmodellen kan helpen om de vluchten van plagen eerder aan te zien komen. Als teler kan hierop ingespeeld worden. Er zijn verschillende voorspellingsmodellen beschikbaar die met de juiste kennis vertaald kunnen worden naar de omstandigheden op het land. Leverancier CZAV maakt zo ook al een tijd gebruik van een voorspellingsmodel voor koolvliegen. Op

het moment dat er volgens dit model een vlucht kwam, zat de plakval vol met koolvliegjes terwijl deze er een aantal dagen voor nog nagenoeg leeg was (Stallen, 2017).

1.4 Bestrijdingsmethoden

Insecten veroorzaken wereldwijd veel economische schade aan akkerbouwgewassen. Niet alleen als gevolg van opbrengstverliezen, maar ook door het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen. Daarnaast kunnen deze insecticiden ook indirecte schade veroorzaken aan het milieu, mens en dier (Edholm, et al., 2018). Al geruime tijd wordt op grote schaal onderzoek gedaan naar de schadelijke effecten van gewasbeschermingsmiddelen.

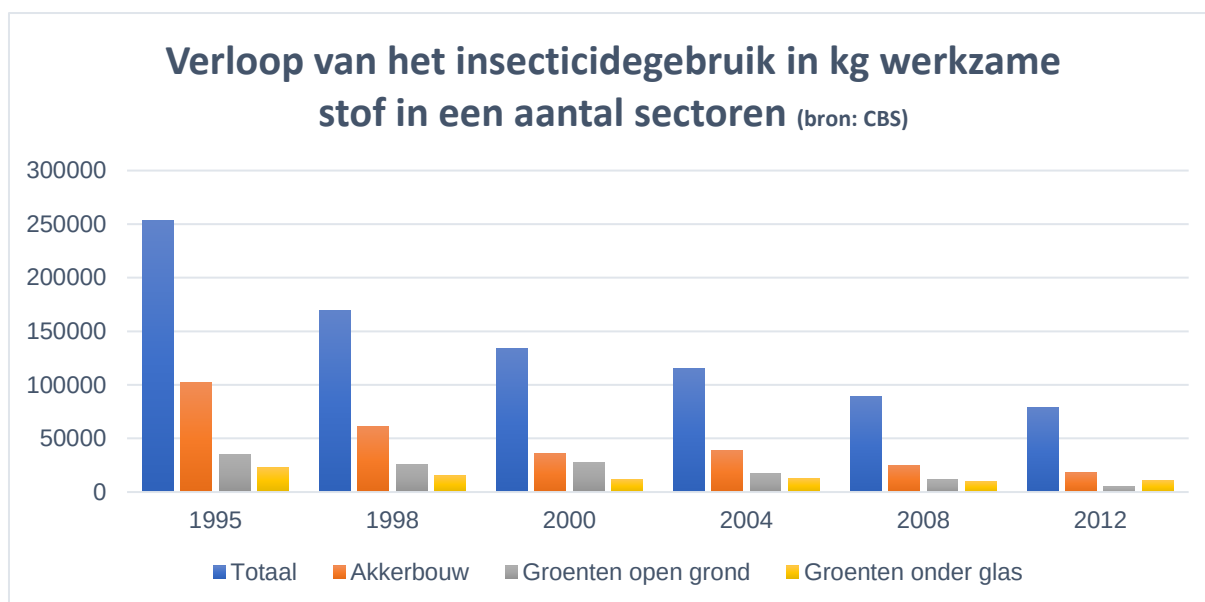
1.4.1 Historie

Het beschermen van gewassen is van alle tijden. Maar in de tijd dat er nog nauwelijks kennis was van ziekten en plagen kon men geen bescherming meer bieden als een gewas werd belaagd door insecten en de gevolgen daarvan. Als boer zat er niets anders op dan toekijken hoe de oogst werd vernietigd door schimmels, plagen of andere ongewenste indringers (Ministerie van LNV, 2005). Door de jaren heen is er steeds meer ontwikkeld om ziekten en plagen te bestrijden. Dit waren voornamelijk mechanische methoden. Pas na de Tweede Wereldoorlog namen deze ontwikkelingen snel toe. Met de hongerwinter nog vers in het geheugen was het doel van toenmalig minister van Landbouw Sicco Mansholt: nooit meer honger.

In de jaren veertig van de vorige eeuw kwam het insecticide DDT op de markt. Dit middel was een groot succes in de bestrijding van plaaginsecten in de landbouw, maar ook voor de bestrijding van tyfus en malaria. Nadat in de jaren zestig werd ontdekt dat het middel langdurig in het milieu achterblijft, ophoopt in vetweefsel, resistentie bij insecten veroorzaakt en schade aan dieren aanbrengt, is het verboden (EPA, 1999). In de jaren zeventig van de vorige eeuw gingen boeren op zoek naar alternatieven voor chemische plaagbestrijding om resistentie bij plaaginsecten te voorkomen. Er werden toen natuurlijke vijanden ingezet die de boosdoeners te lijf gingen. Echter het gebruik van chemische middelen ging nog steeds door. In 1991 is een plan opgesteld om het gebruik van chemische middelen met vijftig procent te reduceren (Ministerie van LNV, 2005). Intussen wordt er al jaren onderzoek gedaan naar manieren om plaaginsecten op een biologische manier te bestrijden.

Het gebruik van insecticiden is de laatste jaren wel stevig afgenomen. Jaarlijks publiceert het CBS gegevens over het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. In de onderstaande grafiek is het verloop van het insecticidegebruik in de hele landbouw, de akkerbouw, de vollegrondsgroente en de groenten onder glas sectoren weergegeven. Hier is over het algemeen een duidelijke daling te zien. Het gebruik is uiteraard wel afhankelijk van de weersomstandigheden per seizoen. Enkele bronnen schatten het aandeel neonicotinoïden binnen de groep insecticiden op 25 tot 40 procent. Daarmee hebben deze middelen een fors aandeel in de markt.

Het insecticidegebruik in het verleden kenmerkt zich door het grote aandeel niet-selectieve middelen. Deze middelen zijn schadelijk voor alle insecten die ermee in aanraking komen. Tegenwoordig worden er steeds meer niet-selectieve middelen ontwikkeld die specifiek de plaaginsecten bestrijden. Hiermee worden de nuttige insecten gespaard.



1.4.2 Chemische bestrijding

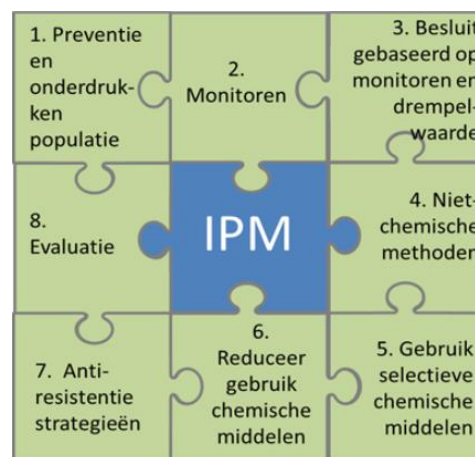
Chemische bestrijding van insecten is mogelijk door het spuiten van insecticiden. Insecticiden kunnen op verschillende manieren plaaginsecten doden. In veel gevallen tast het middel het zenuwstelsel aan door de prikkeloverdracht te verstoren. Tot deze categorie behoren organische fosforverbindingen, pyrethroiden, organochloorverbindingen, carbamaten en neonicotinoïden (Eaton, 2017).

Andere middelen verstoren het groeiproces door bijvoorbeeld de chitinevorming (het pantserschild) of gedaanteverwisseling te hinderen. (Hendrix & Langenberg, 2015).

Binnen de insecticiden kan onderscheid gemaakt worden op basis van de werking van het middel. Er zijn systemische middelen die door de plant opgenomen worden en stekende of zuigende insecten doden die plantsappen opnemen, zoals wantsen en luizen. Niet-systemische middelen, of contactmiddelen, worden door de huid van het insect opgenomen. Deze middelen worden ingezet tegen vretende insecten die niet of nauwelijks plantsappen binnen krijgen, zoals kevers en rupsen. Ten slotte zijn er translaminaire middelen die door het blad doordringen tot de onderste cellen en een positieve werking hebben op minerende insecten. Er zijn ook middelen die een combinatie van deze werkingen hebben.

1.4.3 Geïntegreerde bestrijding

Bij de biologische bestrijding van insecten wordt als uitgangspunt genomen dat voor elk plaaginsect een natuurlijke vijand is. Maar niet alleen natuurlijke vijanden zijn het alternatief voor een chemische bestrijding van insecten. De term die hiervoor gebruikt wordt is 'Integrated Pest Management (IPM)', ofwel: geïntegreerde gewasbescherming (figuur 1.2). IPM is een internationale vakterm. Ook de Europese Unie heeft een definitie voor IPM opgesteld. Dat geeft aan dat ook de overheid een rol wil vervullen in het geïntegreerd bestrijden van ziekten en plagen. Ieder land binnen de EU geeft op een andere manier invulling en aandacht aan het belang van IPM (Barzman, et al., 2015). Geïntegreerde gewasbescherming kan het beste worden omschreven als: biologisch als het kan, chemisch als het moet. Hieronder staat een opsomming van enkele geïntegreerde maatregelen (Schoonhoven & Osse, 2008).



Figuur 1.2 De acht stappen van IPM.
Bron: WUR

1. Cultuurmaatregelen
2. Rassenkeuze
3. Mechanische bestrijding
4. Fysische bestrijding
5. Aantrekkende, afwerende of smaakvergallende stoffen
6. Chemische bestrijding
7. Misleiding door seksferomonen
8. Verhinderen van voortplanting door uitzetten gesteriliseerde mannetjes
9. Inzetten van natuurlijke vijanden

Selectieve gewasbeschermingsmiddelen werken op een specifiek insect of insecten. Amerikaanse onderzoekers publiceerden in 2015 een rapport over een middel dat werkt op basis van het RNA van een insect. Het RNA zorgt onder andere voor het aanmaken van DNA en is voor ieder insect uniek. Door dit RNA uit te schakelen met een insecticide gaan alleen deze insecten dood en blijven andere insecten leven. Deze middelen dragen bij aan een geïntegreerde bestrijding maar zijn nog wel erg prijzig. De onderzoekers werkten aan een middel dat specifiek de coloradokever bestrijdt, die jaarlijks voor 100 miljoen dollar aan schade veroorzaakt in de Amerikaanse aardappelindustrie (Ramanujan, 2015). Een ander, recent op de markt gekomen, middel is Teppeki. Dit middel blokkeert het zuigapparaat van bladluizen waardoor ze verhongeren (Mertens, sd).

Groene gewasbeschermingsmiddelen, van natuurlijke oorsprong, zijn middelen met een ingeschat laag risico voor mens, dier, milieu en niet-doelwit organismen (Ctgb, sd). De overheid investeert in een snellere toelating van deze categorie middelen. Een Duitse universiteit beweert een biologisch afbreekbaar middel te hebben ontwikkeld dat insecten verjaagt in plaats van doodt, met niet of nauwelijks kans op resistentie. Het middel werkte positief op bladluizen, fruitvliegen en witte vliegen maar had geen effect op bijen (Engwerda, 2018).

1.5 Recente ontwikkelingen

Deze paragraaf beschrijft de recente ontwikkelingen die hebben plaatsgevonden en een verandering vragen bij telers in de aanpak van plaagbeheersing en plaagbestrijding in een aantal teelten.

1.5.1 Neonicotinoïden in suikerbieten

Neonicotinoïden zijn een groep insecticiden met een aantal werkzame stoffen die chemisch verwant zijn aan de stof nicotine. Dit zijn de werkzame stoffen imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam, thiacloprid en acetamiprid. De middelen werken systemisch; ze verspreiden zich via het plantsap door de gehele plant en bieden bescherming tegen insecten. Neonicotinoïden kwamen een aantal jaren terug in opspraak toen bleek dat bijen en hommels die stuifmeel overbrengen ook in contact kwamen met de werkzame stoffen als de plant in bloei staat. In 2013 zijn neonicotinoïden al verboden door de Europese Unie voor bloeiende planten. Uit onderzoeken werd geconstateerd dat deze middelen daardoor rechtstreeks schadelijk zijn voor bijen en hommels, waardoor ze de biodiversiteit aantasten. De European Food Safety Authority (EFSA) besloot al de beschikbare onderzoeken te verzamelen en trok de conclusie dat de middelen gemiddeld genomen een gevaar vormen voor bijen (EFSA, 2013).

Begin 2018 besloot Nederland in te stemmen met het voorstel van de Europese Commissie om drie werkzame stoffen in de groep neonicotinoïden te verbieden, namelijk imidacloprid, clothianidin en thiamethoxam. Na het verbod, dat ingaat per 19 december 2018, mogen deze stoffen alleen in permanente kassen toegepast worden (Ctgb, 2018). Dit besluit heeft directe gevolgen voor een aantal teelten in het komende jaar. Met name de pootaardappel- en suikerbietenteelt merken de gevolgen. Gepilleerd bietenzaad, waarbij een insecticide om het zaad is aangebracht, mag niet meer worden gebruikt. Dit zijn de middelen Sombrero, Gaucho (imidacloprid), Cruiser (thiamethoxam) en Poncho Beta (clothianidin) (Tholhuijsen, 2018). In de onderstaande tabel staan de momenteel

toegelaten middelen die de NVWA heeft opgesomd (NVWA, 2017). De coating beschermt de bieten voor aantastingen door insecten tot acht tot tien weken na het zaaien (Zinger & Raaijmakers, 2018). Het vergelingsvirus is het meest voorkomende virus dat door de zwarte bonenluis en groene perzikbladluis kan worden overgebracht in suikerbieten.

Tabel 1 Toegelaten middelen op basis van clothiadinin, imidacloprid en thiamethoxam in Nederland (bron: NVWA)

Werkzame stof	Middelnaam	Toepassing
clothianidin	Poncho Bèta	zaadbehandeling
imidacloprid	Admire	druppel-, dompel- en gewasbehandeling
	Kohinor 700WG	druppel-, dompel- en gewasbehandeling
	Gaucho tuinbouw	zaadbehandeling
	Merit turf	grondbehandeling
thiamethoxam	Sombrero	zaadbehandeling
	Actara	gewas- en grondbehandeling
	Cruiser 70WS	zaadbehandeling
	Cruiser SB	zaadbehandeling

Er zijn een aantal chemische alternatieven in de suikerbietenteelt. Zo is het middel Force van Syngenta nog toegelaten als zaadbehandelingsmiddel. Force kent echter een matige werking op de bietenkever, waardoor die meer schade aan kan richten (Verbeek, Vlucht, Raaijmakers, & Tijink, 2017). Daarnaast zijn er een aantal insecticiden die na het zaaien gespoten kunnen worden. Enkele voorbeelden hiervan zijn Vydate 10G, Calypso, Teppeki, Pirimor, Decis, Karate Zeon, UPL Primicarb en Sumicidin Super (Raaijmakers, 2018). Het nadeel van enkele middelen is echter dat ze minder goed werken dan de verboden zaadcoating. Daarom adviseert IRS om weer luizen te gaan tellen en daar de bespuiting op af te stemmen. Pirimor en Primicarb werken tegen bladluizen maar in tellingen van groene perzikbladluizen is al resistentie tegen deze middelen aangetroffen. Wanneer de chemische mogelijkheden nog beperkter worden, ligt resistentie voor de overgebleven middelen op de loer. Tevens is gepilleerd zaad selectief op schadelijke insecten, terwijl een bespuiting met een breedwerkend alternatief ook natuurlijke vijanden doodt. Het is daarom ook belangrijk om te zoeken naar biologische alternatieven. Het bedrijf Servaplant is in samenwerking met het IRS een proef gestart naar het nut van ‘banker planten’, planten die als voedingsbron dienen voor natuurlijke vijanden.

In de bestrijding van diverse insecten zijn alternatieven op basis van zeven verschillende werkzame stoffen in drie resistentiegroepen beschikbaar. Deze worden in het onderzoek vergeleken op de werking, de kosten en mogelijke impact voor mens, dier en milieu omdat er waarschijnlijk meer gewasbehandelingen plaats gaan vinden.

1.5.2 Neonicotinoïden in poot aardappelen

Tijdens het poten van poot aardappelen mag tevens geen Actara (thiamethoxam) worden toegevoegd. Dit gebeurt momenteel als bestrijding van bladluizen en coloradokevers (Syngenta, 2018). Voor consumptie- en zetmeelaardappelen zijn er voldoende alternatieven maar in de poot aardappelteelt vindt grondbehandeling plaats met thiamethoxam. Met name bladluizen worden met deze neonicotinoïden bestreden ter voorkoming van virusoverdracht. Zolang er nog geen alternatieven zijn zal het noodzakelijk worden dat er eerder een insecticide wordt gespoten. Om tot het juiste spuitmoment te komen is het hierbij nodig dat telers en adviseurs bladluizen tellen om te zien of de schadedrempel wordt overschreden. (Tholhuijsen, 2018). Een impactanalyse van de NVWA heeft aangetoond dat er acht alternatieve werkzame stoffen zijn in vijf resistentiegroepen tegen bladluizen en vijf verschillende werkzame stoffen in vier resistentiegroepen tegen de coloradokever. Deze worden in het onderzoek vergeleken op de werking, de kosten en mogelijke impact voor mens, dier en milieu omdat er waarschijnlijk meer gewasbehandelingen plaats gaan vinden.

1.5.3 Fipronil in uien

In uien wordt tot op heden een zaadcoating gebruikt op basis van de werkzame stof fipronil, in de insecticide Mundial. Al in 2017 is de toelating van dit middel ingetrokken op verzoek van fabrikant BASF. Vanwege de opgebruiktermijn kan het gecoate uienzaad echter komend seizoen nog gezaaid worden. Daarna moeten uientelers op zoek naar een alternatief om uien in het beginstadium te beschermen tegen de uienvlieg. Net als bij gepilleerd bietenzaad zal dit in theorie neerkomen op een vroege insecticidebespuiting. Er zijn echter nog maar weinig alternatieven beschikbaar (Vos, 2017). De EFSA constateerde in 2013 dat fipronil als zaadcoating bij maïs schadelijk was voor bijen en hommels, kort nadat neonicotinoïden ook als schadelijk werden beoordeeld voor bloeiende planten. Het schadelijke effect van fipronil werd vooral veroorzaakt door vrijkomend stof bij het zaaien. Naast het gebruik in uien wordt fipronil als zaadcoating ook toegepast in de teelten van onder andere prei en verschillende koolsoorten.

In de suikerbieten- en aardappelteelt is de verspreiding van virussen een groot gevaar. Als alternatief voor de zaadcoating in uien kan het uitzetten van gesteriliseerde mannetjesvliegen voortplanting van de uienvlieg voorkomen. Deze techniek (Steriele Insecten Techniek, SIT) wordt al veel toegepast en komt bij De Groene Vlieg vandaan.

1.6 Probleemstelling

Er is een verandering gaande in het denkbeeld van de maatschappij over gewasbeschermingsmiddelen. Vanuit overheden wordt de akkerbouwsector langzaam gestuurd in de richting van een geïntegreerde aanpak van plagen in gewassen. In de praktijk worden insecticiden nog veelal preventief toegepast, waar een verschuiving zal moeten plaatsvinden naar een natuurlijke plaagbeheersing en plaagbestrijding. Om die verschuiving te bewerkstelligen is het voor telers en adviseurs van belang dat zij weten welke middelen en technieken mogelijk zijn om van de huidige chemische methode af te stappen.

Een aantal recente maatregelen zijn tevens de aanleiding tot het schrijven van dit onderzoek. Het verbod op neonicotinoïden zorgt ervoor dat er mogelijk meer gespoten dient te worden tegen plaaginsecten dan tot nu toe gebruikelijk was. De kans op directe of indirecte schade door bijvoorbeeld bladluizen, bietenvliegen, ritnaalden en bietenkevers wordt groter. Vooral het vergelingsvirus in suikerbieten kan forse opbrengstderving veroorzaken.

Ook het verdwijnen van Mundial, een insecticide op basis van de werkzame stof fipronil, leidt tot onduidelijkheden in de sector. Mundial wordt toegepast als coating voor uienzaad ter bescherming tegen de uienvlieg. In 2019 kan dit middel nog worden gebruikt, maar daarna is het niet meer toegelaten. De uiensector staat hiermee ook voor een nieuwe uitdaging.

1.7 Afbakening

Omdat er zo'n omvangrijke diversiteit aan plagen en akkerbouwgewassen is, wordt het onderzoek afgebakend door op een aantal actuele onderwerpen te focussen. Hierbij wordt gericht op de teelt van pootaardappelen, suikerbieten en uien. In deze drie gewassen hebben recentelijk grote veranderingen plaatsgevonden door de eerdergenoemde intrekking van het middel Mundial in uien, en het verbod op de drie werkzame stoffen in de groep neonicotinoïden die met name toegepast worden in de suikerbiet- en aardappelteelt. Op deze recente ontwikkelingen wordt de focus gelegd in het onderzoek. Er worden een aantal chemische alternatieven en biologische alternatieven onderzocht op de werking ervan in de strijd tegen plagen.

1.8 Hoofd- en deelvragen

Aan de hand van de voorgaande inleiding waarbij het brede kader is geschetst, kan de volgende hoofdvraag worden geformuleerd.

Hoofdvraag

Wat zijn de, bestaande en nieuwe, mogelijkheden om plagen in akkerbouwgewassen op een zo natuurlijk mogelijke wijze te beheersen met het oog op een steeds krapper wordende gewasbeschermingsmiddelenmarkt?

Om tot een antwoord op de hoofdvraag te komen zijn de volgende deelvragen opgesteld.

Deelvragen

1. *Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de suikerbietenteelt?*
2. *Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de poot aardappelteelt?*
3. *Wat zijn de beste alternatieven voor fipronil in de uienteelt?*
4. *Wat kunnen akkerranden en andere biologische methoden betekenen in de bestrijding van plaaginsecten?*

1.9 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het creëren van een overzicht van de beste alternatieven die recent verboden of ingetrokken middelen kunnen vervangen. Hierbij worden chemische en biologische maatregelen onderzocht.

De eerste drie deelvragen spitsen zich toe op drie gewassen: suikerbieten, poot aardappelen en uien. De resultaten bieden voor telers van deze gewassen, die in veel bouwplannen voorkomen, en adviseurs keuzemogelijkheden om een alternatieve wijze te ontwikkelen voor het beheersen en bestrijden van plaaginsecten. Hierin worden de alternatieve chemische middelen behandeld op kostprijs, werking en andere belangrijke eigenschappen.

De vierde deelvraag richt zich met name op de biologische mogelijkheden voor plaagbeheersing. Dit zijn niet altijd kleine maatregelen, maar ook cultuurmaatregelen zoals het inrichten van bouwplannen en het aanleggen van akkerranden.

2 Aanpak

Om tot een zo zorgvuldig mogelijke beantwoording van de hoofdvraag en deelvragen te komen, is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Daarnaast zijn enkele interviews afgenomen om een compleet overzicht te krijgen voor de juiste beantwoording van de vragen.

2.1 Literatuuronderzoek

Het inleidende gedeelte van het vooronderzoek is het resultaat van literatuuronderzoek om het bredere kader rondom het onderwerp te verkennen. Hierbij zijn artikelen, wetenschappelijke bronnen en boeken gebruikt. Omdat dit onderwerp zich niet tot onze landsgrenzen beperkt, is ook met internationale zoektermen gezocht om zo Engelstalige literatuur te vinden, met name onderzoeken. Zoektermen die hierbij zijn gebruikt zijn, onder andere, *neonics*, *neonicotinoïde*, *Mundial*, *pest control methods*, *insecticides*, *functionele agrobiodiversiteit* en *natuurlijke plaagbeheersing*. Dit heeft voor het vooronderzoek al veel bruikbare informatie opgeleverd. Het zoeken is vooral gedaan via Google Scholar, Greeni en WUR Library. Deze drie zoekmachines tonen voornamelijk wetenschappelijke literatuur. Ook is er intern bij Delphy gebruik gemaakt van onderzoeksresultaten en studies.

Voor het beantwoorden van de deelvragen is kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Hiervoor zijn de volgende methodes gebruikt.

Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de suikerbietenteelt?

Er is gezocht naar wetenschappelijke literatuur in diverse bronnen, door te zoeken op de volgende trefwoorden: *sugarbeet*, *neonicotinoids*. Daarbij zijn de resultaten gefilterd op bruikbare bronnen.

- WUR Library (363 resultaten op '*neonicotinoid alternatives*')
- Greeni (62 resultaten op '*sugarbeet neonicotinoid*')
- Google Scholar (2260 resultaten op '*sugarbeet neonicotinoid*')
- Andere zoekmachines als ResearchGate, Science Direct, Springer.

Vervolgens is er gefilterd op termen als *alternatives*, *pest control*, *insects* et cetera. De stap daarna was het zoeken naar onderzoeken, waarna tevens andere vormen van bronnen gebruikt konden worden.

Om informatie over de alternatieve chemische middelen te vinden zijn de werkzame stoffen en de commerciële namen van de middelen ook als trefwoord gebruikt. Voor deze deelvraag is gefilterd op het gewas suikerbieten. Ook agrarische media zal is geraadpleegd. Hiervoor zijn onder andere Boerderij, Nieuwe Oogst en Akkerwijzer gebruikt.

Ook is een impactanalyse gebruikt van de NVWA en het CLM die de alternatieven in kaart brengt.

Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de pootaardappelteelt?

Voor de beantwoording van deze deelvraag is gekeken naar de mogelijkheden die er zijn binnen de pootaardappelteelt op het gebied van een geïntegreerde plaagbestrijding. Deze deelvraag behandelt met name de chemische alternatieven. Voor de bladluizenbestrijding zijn acht alternatieve werkzame stoffen beschikbaar uit vijf resistentiegroepen, voor de coloradokever zes werkzame stoffen uit vier resistentiegroepen. Tevens zijn weer wetenschappelijke bronnen geraadpleegd als onderbouwing. Hierbij zijn de volgende zoektermen gebruikt: *seed potato*, *neonicotinoid*, *alternatives*, *seed and ground treatment* et cetera.

- WUR Library (138 resultaten op '*seed potato alternatives*')
- Greeni (756 resultaten op '*seed potato neonicotinoid*')
- Google Scholar (5520 resultaten op '*seed potato neonicotinoid*')
- Andere zoekmachines als ResearchGate, Science Direct, Springer.

Er is daarna gefilterd op termen als *pest control*, *insect control*. Ook is met Nederlandse termen gezocht om nationale onderzoeken te vinden: *pootaardappelen*, *neonicotinoïden*, *grondbehandeling*,

gewasbehandeling, alternatieven. Ook artikelen en publicaties van experts die niet wetenschappelijk zijn meegenomen in deze deelvraag.

Wat zijn de beste alternatieven voor fipronil in de uienteelt?

Een soortgelijke impactanalyse als bij het neonicotinoïdeverbod is niet uitgevoerd voor het verdwijnen van fipronil. Daarom is eerst in kaart gebracht welke alternatieve insecticiden er beschikbaar zijn, wat de werkzame stoffen, resistentiegroepen, kosten, nevenwerkingen et cetera zijn. Hiervoor is literatuuronderzoek gedaan en zijn interviews afgenomen. De interviews zijn in de volgende paragraaf kort beschreven.

Ook is wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke literatuur opgezocht op Google Scholar en nieuwsmedia zoals Boerderij, Akkerwijzer en Nieuwe Oogst. Daarnaast is gezocht naar buitenlandse nieuwsmedia voor vergelijkbare artikelen. Zoekwoorden hierbij zijn: *onion, insect control, fipronil, seed treatment, insecticides*. Resultaten hierbij zijn globaal:

- WUR Library (29 resultaten op 'onion fipronil')
- Greeni (128 resultaten op 'onion fipronil')
- Google Scholar (3480 resultaten op 'onion fipronil')
- Andere zoekmachines als ResearchGate, Science Direct, Springer.

Vervolgens is gefilterd op termen als: *alternatives, pest control, insect control* et cetera.

Wat kunnen akkerranden en andere biologische methoden betekenen in de bestrijding van plaaginsecten?

Deze deelvraag is mede dankzij Delphy betrokken bij het onderzoek. In deze deelvraag is gekeken naar literatuur over het effect van akkerranden op de plaaginsectendruk en andere (cultuur)maatregelen zoals die in paragraaf 1.4.3 zijn genoemd. De reden dat deze deelvraag is toegevoegd is vanwege het belang en de aandacht voor niet-chemische methoden om insecten te bestrijden. Ook het monitoren van insecten komt in deze deelvraag terug. Hier is inhoudelijker minder diep op de alternatieven ingegaan dan de andere deelvragen, maar is er breder gekeken naar de mogelijkheden.

De kennis van Delphy experts, die betrokken zijn of betrokken zijn geweest bij FAB projecten, is gebruikt. Daarnaast zijn de bovenstaande zoekmachines weer gebruikt om wetenschappelijke literatuur te vinden. Hierbij is gezocht op termen als *akkerranden, natuurlijke vijanden, plaaginsecten, pest control, flowerrands* et cetera.

- WUR Library (314 resultaten op 'akkerranden')
- Greeni (404 resultaten op 'akkerranden')
- Google Scholar (1140 resultaten op 'akkerranden')
- Andere zoekmachines als ResearchGate, Science Direct, Springer.

Naast deze zoekterm is uiteraard breder gekeken naar het inzetten van natuurlijke vijanden, groene gewasbeschermingsmiddelen enzovoort. Ook zijn interviews afgenomen en zijn diverse niet-wetenschappelijke publicaties en artikelen gebruikt van onder andere Boerderij, Nieuwe Oogst en Akkerwijzer.

2.2 Interviews

Om een compleet beeld te genereren van de situatie die voor de verschillende deelvragen van toepassing is, zijn interviews afgenomen met een aantal experts in verschillende sectoren. De informatie die hieruit is voortgekomen is gebruikt als onderbouwing voor de beantwoording van de deelvragen.

Een aantal bedrijven waren interessant om te betrekken bij het onderzoek. Voor deelvraag drie was De Groene Vlieg relevant vanwege de Steriele Insecten Techniek in de bestrijding van de uienvlieg. De visie van dit bedrijf op het verdwijnen van fipronil is het belangrijkste doel van het interview met dit bedrijf. In een gesprek is hier dan ook de focus op gelegd. Ali Boeije is hiervoor benaderd. Zij is vertegenwoordiger in het gebied Zuid-Holland en Zeeland.

Koppert was een interessant bedrijf om te betrekken bij deelvraag vier. Koppert houdt zich met name bezig met biologische plaagbestrijding. Ook bij dit bedrijf is de visie op het verdwijnen van neonicotinoïden en fipronil relevant. Bij Koppert is er met het secretariaat contact gelegd om met de juiste expert in contact te komen.

Bij het IRS is een interview worden afgenomen met een expert die betrokken is bij het onderzoek naar alternatieven voor neonicotinoïden. Voor deelvraag één was dit interview van belang. Ook is het IRS bezig met het onderzoeken van biologische alternatieven. Deze informatie kan bij deelvraag vier gebruikt worden. Elma Raaijmakers is hiervoor benaderd. Zij is specialist in onder andere insecten binnen IRS.

Een pootgoedhandelshuis kan meer inzicht geven in de gevolgen van het verdwijnen van neonicotinoïden in het kader van grondbehandeling bij pootaardappelen. Hiervoor is een handelshuis benaderd. Deelvraag twee is hierbij van toepassing.

Een uienverwerker met teeltspecialisten kan meer inzicht geven in de alternatieven voor fipronil als zaadcoating in uien. Deze informatie is voor een verdere uitwerking van de alternatieven belangrijk omdat er geen concrete alternatieven te vinden zijn in onderzoeken.

De uitkomsten van de interviews dienen als extra informatie naast de literatuurstudie en zijn niet rechtstreeks gebruikt voor de beantwoording van de deelvragen.

3 Resultaten

Uit de literatuurstudie zijn een reeks alternatieve chemische middelen gekomen voor de niet langer toegelaten werkzame stoffen clothianidin, imidacloprid, thiamethoxam en fipronil, die in dit hoofdstuk naar voren komen. Deze alternatieven worden per deelvraag, en daarmee per gewas, behandeld. Ieder alternatief is beoordeeld op resistentierisico, de toepasbaarheid in een geïntegreerde teelt, en op de kosten. De vierde deelvraag gaat in op de biologische mogelijkheden om plagen te monitoren en bestrijden.

3.1 Alternatieven voor neonicotinoïden in suikerbieten

Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de suikerbietenteelt?

Uit de impactanalyse van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) blijkt dat er zeven verschillende werkzame stoffen, behorend tot drie resistentiegroepen, als alternatieven beschikbaar zijn. Echter deze middelen kennen niet allemaal een brede werking op insecten als de neonicotinoïden. Ook is de impact op het milieu van deze middelen vaak groter, doordat er een gewasbehandeling uitgevoerd dient te worden wat kan leiden tot meer verspreiding van werkzame stoffen in het milieu dan bij een zaadbehandeling. De impactanalyse geeft de gevolgen per te bestrijden insect aan. Voor de bietenvlieg, bietenaardvlo, miljoenpoten en wortelduizendpoten wordt een grote impact verwacht. Voor de beheersing van bladluizen en emelten wordt een impact verwacht, en voor bietenkevers, ritnaalden en engerlingen wordt geen impact verwacht. De beheersing van bladluizen is met name belangrijk vanwege de overdracht van het vergelingsvirus. De Suiker Unie liet berekenen dat het verbod op neonicotinoïden tot een opbrengstverlies van zeven procent leidt, met een financieel verlies van zeventien procent. Het opbrengstverlies kan op sommige plaatsen oplopen tot maar liefst vijftig procent (Akkerwijzer, 2019). Voor het bestrijden van schadelijke insecten en de daarbij horende middelenkeuze wordt onderscheid gemaakt tussen bodeminsecten en blad insecten. De onderstaande tabel geeft voor de een aantal van de belangrijkste insecten aan tot welke groep zij behoren.

Tabel 3.1 Indeling van enkele insecten. Bron: IRS

Bodeminsecten	Bladinsecten
Emelt	Bietenaardvlo
Miljoenpoot	Bietenvlieg
Ondergrondse bietenkever	Bladluis
Ondergrondse springstaart	Bovengrondse bietenkever
Ritnaald	Bovengrondse springstaart
Wortelduizendpoot	Trips
	Wants

Bij het kiezen van een alternatieve insecticide is het belangrijk om te weten welke insecten zich op dat moment op het bietenperceel bevinden. De huidige beschikbare middelen zijn selectiever dan de neonicotinoïden. Daarnaast is er slechts één alternatieve zaadcoating beschikbaar die met name bodeminsecten, en specifiek de bietenkever, bestrijdt. Bladluizen en andere blad insecten moeten in het vervolg op een andere manier bestreden worden. Met een chemische bestrijding betekent dit dat er een bespuiting na het zaaien zal moeten plaatsvinden. Een bespuiting heeft een grotere milieu-impact dan een zaadcoating. Daarom moet het aantal bespuitingen minimaal blijven. Het herkennen en monitoren van insecten is dus belangrijk en zal nodig zijn in de periode na het zaaien. IRS adviseert telers bladluizen te tellen tussen mei en juli wanneer de kans op een luizenvlucht het grootst is.

In de volgende paragrafen worden de beschikbare alternatieven op alfabetische volgorde van de werkzame stof behandeld en komen de middelen en de daarbij horende specifieke kenmerken aan de orde. De informatie is afkomstig van het Ctgb en de etiketbladen van fabrikanten. Tevens wordt voor ieder middel de schadelijkheid en risico's voor het milieu benoemd aan de hand van de Milieumeetlat van CLM. Het risico voor de toepasser is afgeleid van de gevarensymbolen op de etiketten.

Werkzame stoffen en middelen

Werkzame stof	deltamethrin
Middelen	Decis, Imex-Deltamethrin EC 25, Wopro Deltamethrin
Fabrikanten	Bayer, Van Wesemael, Simonis
Doelorganismen	vroege akkertrips, gamma-uil
Dosering	0,3 l/ha
Aantal toepassingen	1
Minimale interval	n.v.t.
Veiligheidstermijn	30 dagen

Werkzame stof	esfenvaleraat
Middelen	Sumicidin Super, Sumi-Alpha 2.5 EC
Fabrikant	BASF
Doelorganismen	larven van de aardappelstengelboorder (rups), trips
Dosering	trips 0,2 l/ha rups 0,45 l/ha
Aantal toepassingen	2
Minimale interval	7 dagen
Veiligheidstermijn	7 dagen

Werkzame stof	flonicamid
Middel	Teppeki
Fabrikant	Belchim
Doelorganismen	groene perzikbladluis, zwarte bonenluis
Dosering	0,14 kg/ha
Aantal toepassingen	1
Minimale interval	n.v.t.
Veiligheidstermijn	60 dagen

Werkzame stof	lambda-cyhalothrin
Middelen	Karate Zeon, Ninja
Fabrikant	Syngenta
Doelorganismen	trips
Dosering	0,05 l/ha
Aantal toepassingen	1
Minimale interval	n.v.t.
Veiligheidstermijn	7 dagen

Werkzame stof	oxamyl*
Middel	Vydate 10G
Fabrikant	DuPont
Doelorganismen	bietenkever, springstaart, emelt
Dosering	bietenkever, springstaart 7,5 kg/ha emelt 15 kg/ha
Aantal toepassingen	1
Minimale interval	n.v.t.

Veiligheidstermijn n.v.t.

Werkzame stof **pirimicarb**

Middelen Pirimor,
UPL Pirimicarb
Fabrikanten Adama, UPL
Doelorganismen groene perzikbladluis,
zwarte bonenluis
Doserings 0,4 kg/ha
Aantal toepassingen 2
Minimale interval 14 dagen
Veiligheidstermijn 7 dagen

Driftrestricties pirimicarb

- Teeltvrije zone van 0,5 meter
- Minimaal 95% driftreducerende spuitdoppen;
- Spuitboomverlaging naar 30 centimeter met luchtondersteuning;
- Hardi Twin Force met luchtondersteuning en minimaal 50% driftreducerende spuitdoppen;
- Späpdrucksysteem met minimaal 50% driftreducerende spuitdoppen;
- Wingssprayer met minimaal 50% driftreducerende spuitdoppen;
- Overkapte beddenspuit;
- Luchtondersteuning met minimaal 90% driftreducerende spuitdoppen.

Werkzame stof **tefluthrin****

Middel Force
Fabrikant Syngenta
Doelorganismen bietenkever, nevenwerking
op andere bodeminsecten
Doserings 60 ml/100.000 zaden
Aantal toepassingen 1
Minimale interval n.v.t.
Veiligheidstermijn n.v.t.

Werkzame stof **thiacloprid**

Middelen Calypso, Dadian
Fabrikanten Bayer, Belcrop
Doelorganismen groene perzikbladluis, zwarte bonenluis, sjalottenluis
Doserings 0,25 l/ha
Aantal toepassingen 2
Minimale interval 21
Veiligheidstermijn 35

*

Oxamyl

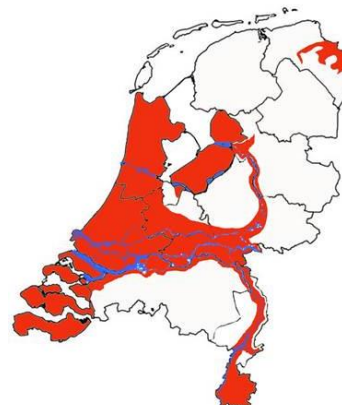
Vydate 10G is een nematicide en insecticide die als granulaat bij het zaaien in de zaaivoor toegediend kan worden. Naast een werking op het zenuwstelsel van diverse aaltjes heeft Vydate 10G ook een effect op enkele insecten. Op enkele bodeminsecten zoals de bietenkever, wortelduizendpoot en springstaart is de werking redelijk. Op blad insecten is de werking matig. Het inzetten van Vydate is alleen rendabel wanneer de schadedrempels voor aaltjes worden overschreden. Force hoeft dan in principe niet meer worden gebruikt (IRS, 2018).

**

Tefluthrin

Vanaf het komende seizoen is Force het enige middel waarmee bietenzaad gepilleerd kan worden. Een nadeel van Force ten opzichte van Sombrero of Poncho Beta is de beperkte werking, namelijk op enkel bodeminsecten. Bovendien is de werking op deze bodeminsecten minder effectief dan de neonicotinoïden waren. Tevens is Force een niet-systemisch middel waardoor het niet in het bietenplantje terechtkomt, terwijl Sombrero en Poncho Beta wel systemische middelen waren.

In figuur 3.1 staat in het rood aangegeven in welke gebieden van Nederland het IRS Force aanraadt. In die gebieden komt de



Figuur 3.1 Advieskaart Force.
Bron: IRS

bietenkever veel voor en kan met Force nog bestreden worden. De witte gebieden hebben minder last van bietenkevers maar Force kan daar wel ingezet worden als er overlast van ritnaalden of emelten verwacht wordt.

Er wordt geadviseerd door specialisten om 100 milliliter in plaats van de gebruikelijke 60 milliliter te gebruiken om een langere werking te genereren (Reindsen, 2018).

Resistentiemanagement

De hiervoor genoemde middelen worden in dit stuk beoordeeld op basis van de werking, wat de basis is voor een passend resistentiemanagement. Wat resistentie is, wordt eerst kort uitgelegd. Insecten kunnen ongevoelig worden voor bepaalde categorieën insecticiden. Dat komt doordat niet alle insecten genetisch identiek zijn. Wanneer een middel wordt toegepast en het grootste deel van de insecten doodgaat, kan er een deel van de insecten overleven door afwijkende genen. Als die groep insecten zich voortplant, neemt het aandeel resistente insecten toe. Een insect met een snelle levenscyclus kan ook sneller een resistentie ontwikkelen dan een insect met een langzame levenscyclus (Bayer, sd).

Gewasbeschermingsmiddelen zijn opgedeeld in verschillende resistentiegroepen. In zo'n groep zitten alle middelen die, wat betreft de werking, op elkaar lijken. De IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) houdt een lijst bij met de resistentiegroepen. Iedere werkzame stof krijgt een IRAC-nummer, dat kan variëren van 1 tot 32, afhankelijk van de werking (IRAC, sd). Tabel 3.2 toont voor alle werkzame stoffen en middelen die in de voorgaande paragraaf zijn opgesomd, de resistentiegroepen. Deze zijn gesorteerd op alfabetische volgorde van de werkzame stof, zoals in de vorige paragraaf eveneens gedaan is. Tevens heeft iedere chemische groep een eigen kleur.

Tabel 3.2 IRAC-resistentiegroepen (Bron: IRAC)				
Hoofdgroep	Subgroep	Chemische groep	Werkzame stof	Middelen
3	3A	Pyrethroïden	Deltamethrin	Decis e.a.
3	3A	Pyrethroïden	Esfenvaleraat	Sumicidin Super e.a.
29	-	Flonicamid	Flonicamid	Teppeki
3	3A	Pyrethroïden	Lambda-cyhalothrin	Karate Zeon e.a.
1	1A	Carbamaten	Oxamyl	Vydate 10G
1	1A	Carbamaten	Pirimicarb	Pirimor
3	3A	Pyrethroïden	Tefluthrin	Force
4	4A	Neonicotinoïden	Thiacloprid	Calypso e.a.

In de tabel is te zien dat vier middelen in groep drie vallen. Deze middelen hebben een werking op het zenuwstelsel en specifiek het natriumkanal. De middelen in groep één remmen de aanmaak van het enzym acetylcholine-esterase. Ook de andere twee groepen tasten het zenuwstelsel aan door op verschillende plekken in te grijpen.

Van de middelen die met een gewasbehandeling na het zaaien toegediend moeten worden, bestaan vier van de zes middelen uit pyrethroïden. Pyrethroïden zijn de synthetische variant van pyrethrinen. Pyrethrinen zijn natuurlijke insecticiden die worden gemaakt uit bepaalde soorten chrysanten die veel in Afrika geteeld worden. Om de werking van deze natuurlijke pyrethrinen te verbeteren zijn er synthetische varianten ontwikkeld die we nu kennen als synthetische pyrethroïden.

Het tegengaan van resistentieontwikkeling bij insecten is erg belangrijk, met name omdat er een beperkt aantal IRAC groepen zijn om uit te kiezen. Afwisselen tussen deze chemische groepen is dus essentieel.

Door de bespuitingen af te wisselen tussen de resistentiegroepen neemt de kans op resistente insecten af. Wanneer meerdere bespuitingen noodzakelijk zijn is het verstandig om in blokken te spuiten. Hierbij wordt een middel twee of drie keer achter elkaar toegepast waarna een ander middel wordt gebruikt.

Uit een onderzoek van R. Nauen is gebleken dat er in Nederland op verschillende plaatsen verminderde gevoeligheid bij insectenpopulaties is waargenomen tegen pyrethroïden en

carbamaten. Deze verminderde gevoeligheid wordt veroorzaakt door DNA-mutaties bij insecten. Figuur 3.2 geeft in een illustratie aan op welke plaatsen deze verminderde gevoeligheid is waargenomen. Bij de oranje bolletjes is een verminderde gevoeligheid waargenomen. In Flevoland is het bolletje nog deels groen, daar zijn de insecten nog deels gevoelig voor deze middelen. In vrijwel alle akkerbouwgebieden in Nederland is er al sprake van verminderde gevoeligheid. Bij de groene perzikbladluis is deze beginnende resistentie al waargenomen.



Figuur 3.2 Carbamatenresistentie.

Bij de oranje bolletjes is verminderde gevoeligheid waargenomen. De figuur is nagenoeg identiek voor pyrethroïdenresistentie.

Bron: IRS

Geïntegreerde aanpak

Resistentiemanagement is niet het enige aandachtspunt bij een goede bestrijding van insecten. Ook de, veelal nadelige, effecten van chemische middelen op het milieu en nuttige insecten zouden deel uit moeten maken van een insectenbestrijding. Een geïntegreerde aanpak, zoals is uitgelegd in paragraaf 1.4.3, voorkomt dat het milieu onnodig wordt belast met residuen. Om de impact van middelen op het milieu en nuttige organismen te bepalen, is de Milieumeetlat opgesteld door CLM. Deze meetlat is gebruikt om voor de hiervoor reeds behandelde middelen een overzicht te maken.

Decis, Sumicidin Super, Karate Zeon, Ninja en Force behoren tot de pyrethroïden. Deze middelen zijn breedwerkend en hebben ook schadelijke effecten op de natuurlijke vijanden zoals lieveheersbeestjes, roofwantsen, roofmijten, gaasvliegen en sluipwespen. Vanuit het perspectief van een geïntegreerde plaagbestrijding is het dus verstandig om deze middelen alleen in geval van nood te gebruiken en eerst voor een ander middel te kiezen. De middelenkeuze is dan echter beperkt. Teppeki en Pirimor zijn dan een goed alternatief als het gaat om bladluizenbestrijding. Bladluizen kunnen door het vergelingsvirus ook veel opbrengstderving veroorzaken. Teppeki, Pirimor en Calypso zijn de drie middelen die tegen bladluizen ingezet kunnen worden. Deze middelen vallen in drie verschillende resistentieklassen en mogen in totaal vijf keer ingezet worden tijdens het groeiseizoen.

In het onderstaand overzicht (tabel 3.4) is de milieu-impact per middel te zien. Deze middelen zijn in de vorige paragraaf beschreven en weer op dezelfde wijze opgesomd. Om deze milieu-impact te bepalen met behulp van de Milieumeetlat, zijn de volgende variabelen gebruikt:

- Een organische stofgehalte van 1,5 tot 3 procent;
- Een driftpercentage van 1 procent bij gewasbehandelingen;
- Een toepassing van 100.000 zaden per hectare bij Force.

Bij een hoger organische stofpercentage kunnen de milieubelastingspunten anders uitvallen. De Milieumeetlat geeft de risico's voor waterleven in oppervlaktewater, bodemleven, uitspoeling naar grondwater, de risico's voor nuttige organismen en risico's voor de gezondheid van de toepasser aan. Hoe hoger het aantal milieubelastingspunten, hoe hoger het risico voor het milieu. Bij de dosering is de maximaal toegelaten dosering gebruikt. Drift is niet van toepassing bij percelen zonder sloten. De risico's voor nuttige organismen zijn gebaseerd op de neveneffectendatabase van Koppert. Sumicidin Super staat twee keer in de tabel opgenomen; de eerste is voor bestrijding van rupsen, de tweede voor de bestrijding van trips. Onder Karate Zeon valt ook Ninja.

Tabel 3.4 Milieu-impact alternatieve insecticiden voor suikerbieten, per toepassing (bron: CLM Milieumeetlat)							
Merknaam	Werkzame stof kg/ha	Milieubelastingpunten			Risico's		
		Water leven	Bodem leven	Grond water	Bestuivers	Bestrijders	Toepasser
Decis	0,007	510	0	0	B	C	S
Sumicidin Super	0,011	59	9	0	C	C	S
Sumicidin Super	0,005	26	4	0	C	C	S
Teppeki	0,070	0	0	0	A	A	-
Karate Zeon e.a.	0,005	200	1	0	C	C	S
Vydate 10G	0,750	23	15	8	C	C	G
Pirimor e.a.	0,200	480	10	640	B	A	G
Force	0,012	0	25	1	C	C	I
Calypso	0,120	30	7	110	B	C	S
Milieubelastingpunten: 0-100 MBP, 100-1000 MBP, >1000 MBP							
Risico's bestuivers en bestrijders: A = bruikbaar in geïntegreerde teelt, B = beperkt bruikbaar, C = niet bruikbaar							
Risico's toepasser: I = irriterend, G = giftig, S = schadelijk							

Op basis van de gegevens van de Milieumeetlat is duidelijk dat een fors aantal middelen grote risico's voor nuttige organismen veroorzaakt. Op Tepeki en Pirimor of UPL Pirimicarb na, zijn geen van alle middelen bruikbaar in een geïntegreerde teelt. De middelen vormen geen gevaren voor bodemleven. Het nadeel van middelen op basis van pirimicarb, behorend tot de chemische groep carbamaten, is dat er een verminderde gevoeligheid bij insecten kan optreden, zoals zichtbaar gemaakt is in figuur 3.2.

Andere alternatieven

Het verleden leert dat voor veel verboden middelen wel alternatieven zijn gekomen. Zo zijn fabrikanten ook bezig met het zoeken naar alternatieven voor neonicotinoïden. Naast het ontwikkelen van nieuwe middelen, wat duur en tijdrovend is, zijn er ook andere manieren die het verbod op de zaadcoating kunnen compenseren.

Door het ontwikkelen van nieuwe bietenrassen met een resistentie tegen het vergelingsvirus kan een grote inhaalslag gemaakt worden. Onder andere zaadveredelaars Strube en SESVanderHave hebben laten weten te werken aan rassen met deze resistentie. Naast het besparen op middelen past een resistent ras ook in het denkbeeld van een geïntegreerde gewasbescherming. Bietenzaadfirma's hebben aangegeven dat het ontwikkelen van zo'n ras nog op zich laat wachten.

Het toepassen van een andere insecticide als zaadcoating kan helpen om blad insecten te bestrijden. De huidige optie met Force is niet afdoende en een andere coating met een werking op bladluizen kan mogelijk weer enkele bespuitingen voorkomen. Het lastige is dat een insecticidecoating langzaam moet vrijkomen zodat het gedurende een lange periode bescherming aan het zaadje en plantje biedt. Ook moet de insecticide door het plantje worden opgenomen zodat bladluizen bestreden worden.

Kosten

Naast resistentiemanagement en de milieu-impact is er nog een factor die voor veel telers doorslaggevend is, namelijk de prijs van de middelen. Dit gedeelte van deze deelvraag behandelt de kosten per eenheid en per hectare voor de middelen die in de voorgaande paragrafen aan bod zijn gekomen.

Speciaal bietenzaad kostte circa €40 per eenheid meer dan gewoon zaad. De kosten voor het uitgangsmateriaal worden dus goedkoper, mits er geen gebruik wordt gemaakt van Force.

Het aantal gewasbespuitingen die in het seizoen nodig zijn, is afhankelijk van de insectendruk. De kosten voor deze extra bespuitingen zijn dus lastig te bepalen.

Naast extra kosten voor insecticiden stijgen ook de arbeids- en brandstofkosten en worden trekker, veldspuit of zelfrijder intensiever gebruikt. Dat kan vervolgens weer effect hebben op andere

bespuitingen die in dezelfde periode moeten plaatsvinden. Wanneer spuitwerkzaamheden worden uitgevoerd door derden stijgen de loonwerkkosten. Al deze kosten werken door in het uiteindelijke saldo van de suikerbieten.

Tabel 3.3 toont voor de alternatieve middelen de prijs per kilogram of liter, en de prijs per hectare bij één bespuiting. Vanwege de hoge kosten van Vydate 10G raadt het IRS aan om dit middel alleen te gebruiken wanneer de schadedrempels voor aaltjes worden overschreden; voor het gebruik tegen alleen insecten is het middel niet rendabel. Bij inzet van Vydate 10G kan Force worden weggelaten, wat weer kostenbesparend werkt.

*Tabel 3.3 Prijzen alternatieve insecticiden
(2018, Bron: Delphy, IRS)*

Middel	Prijs per kg/ltr	Prijs per ha
Decis	36,50	10,95
Sumicidin Super (trips)	34,00	6,80
Sumicidin Super (rups)	34,00	15,30
Teppeki	188,00	26,32
Karate Zeon	123,00	6,15
Ninja	115,00	5,75
Vydate 10G	14,00	105,00
Pirimor e.a.	64,00	25,60
Calypso e.a.	160,00	40,00

De prijzen tussen de beschikbare middelen variëren behoorlijk. De schadelijke pyrethroïden zijn goedkoper dan de minder schadelijke middelen Teppeki en Pirimor of UPL Pirimicarb.



Figuur 3.3 Vergelingsvirus in suikerbieten. Bron: IRS

3.2 Alternatieven voor neonicotinoïden in pootaardappelen

Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de pootaardappelteelt?

Deze deelvraag behandelt de chemische alternatieven voor neonicotinoïden die in de pootaardappelteelt worden toegepast. Het middel Actara, met de werkzame stof thiamethoxam is vanaf het komende teeltseizoen niet meer toegelaten en was een effectief middel tegen bladluizen en coloradokevers. Met name in de pootaardappelteelt is het voorkomen van virusoverdracht door luizen een heel belangrijk punt voor gezond uitgangsmateriaal. De vijf belangrijkste bladluizen in de pootgoedteelt zijn de zwarte bonenluis, groene perzikbladluis, aardappeltopluis, vuilboomluis en wegedoornluis. Actara beschermde de jonge aardappelplant tot ongeveer halverwege juni tegen luizen en virusaantasting (Ten Brinke, 2018).

De impactanalyse van CLM gaat uit van een verbod van alle werkzame stoffen in de chemische groep neonicotinoïden. Daardoor worden Calypso en Gazelle, met de werkzame stoffen thiacloprid en acetamiprid, niet gezien als alternatief. Deze werkzame stoffen valt echter niet binnen de drie stoffen die verboden zijn vanaf 19 december 2018. Daarom worden deze middelen in de deelvraag wel als alternatief gezien, zoals de NVWA dit ook heeft gedaan in haar impactanalyse. De NVWA heeft alternatieven op basis van acht verschillende werkzame stoffen en vijf resistentiegroepen genoemd in haar rapport. Deze worden hieronder uitgewerkt, waarbij de belangrijkste gegevens per middel worden genoemd.

Werkzame stoffen en middelen

Werkzame stof	acetamiprid
Middel	Gazelle
Fabrikant	Certis
Doelorganismen	wegedoornluis, boterbloemluis, vuilboomluis, aardappeltopluis, groene perzikbladluis
Dosering	0,25 kg/ha
Aantal toepassingen	3
Minimale interval	21 dagen
Veiligheidstermijn	14 dagen

Werkzame stof	chloorantraniliprole
Middel	Coragen
Fabrikant	DuPont (overgedragen aan FMC)
Doelorganismen	Coloradokever
Dosering	0,06 l/ha
Aantal toepassingen	2
Minimale interval	14 dagen
Veiligheidstermijn	14 dagen

Werkzame stof	deltamethrin
Middel	Decis
Fabrikant	Bayer
Doelorganismen	Coloradokever, bladluis (<i>bladrolvirus</i>), bladluis (<i>y-virus</i>)
Dosering	Coloradokever 0,3 l/ha Bladluis (<i>bladrolvirus</i>) 0,4 l/ha Bladluis (<i>y-virus</i>) 0,2 l/ha (toepassen met minerale virusolie) Maximaal 0,9 l/ha per teeltcyclus
Aantal toepassingen	Coloradokever, bladluis (<i>y-virus</i>) 3 Bladluis (<i>bladrolvirus</i>) 2
Minimale interval	Coloradokever, bladluis (<i>bladrolvirus</i>) 14 dagen Bladluis (<i>y-virus</i>) 7 dagen

Veiligheidstermijn	7 dagen
Werkzame stof	esfenvaleraat
Middel	Sumicidin Super, Sumi-Alpha 2.5 EC
Fabrikant	BASF
Doelorganismen	Coloradokever, bladluis (<i>bladrolvirus</i>), bladluis (<i>y-virus</i>)
Dosering	0,2 l/ha (bespuiting tegen y-virus toepassen met minerale virusolie) Maximaal 2,4 l/ha per teeltcyclus
Aantal toepassingen	Coloradokever 8 Bladluis (<i>bladrolvirus</i>) 5 Bladluis (<i>y-virus</i>) 12
Minimale interval	Coloradokever, bladluis (<i>y-virus</i>) 7 dagen Bladluis (<i>bladrolvirus</i>) 14 dagen
Veiligheidstermijn	7 dagen
Werkzame stof	flonicamid
Middel	Teppeki
Fabrikant	Belchim
Doelorganismen	wegedoornluis, groene perzikbladluis, aardappeltopluis en vuilboomluis
Dosering	0,16 l/ha
Aantal toepassingen	2
Minimale interval	21 dagen
Veiligheidstermijn	14 dagen
Werkzame stof	lambda-cyhalothrin
Middel	Karate Zeon, Ninja
Fabrikant	Syngenta
Doelorganismen	vuilboomluis, aardappeltopluis, groene perzikbladluis, coloradokever, y-virus
Dosering	0,05 l/ha (bespuiting tegen y-virus toepassen met minerale virusolie) Maximaal 0,6 l/ha per teeltcyclus
Aantal toepassingen	Coloradokever 2 Bladluis (<i>bladrolvirus</i>) 3 Bladluis (<i>y-virus</i>) 12
Minimale interval	7 dagen
Veiligheidstermijn	7 dagen
Werkzame stof	pirimicarb
Middel	Pirimor, UPL Pirimicarb
Fabrikanten	Adama, UPL
Doelorganismen	diverse bladluizen, bladrolvirus
Dosering	0,5 kg/ha (zie paragraaf 3.1.1. voor strenge driftrestricties. Teeltvrije zone is in pootaardappels 1 meter in plek van 0,5 meter bij suikerbieten)
Aantal toepassingen	2
Minimale interval	14 dagen
Veiligheidstermijn	7 dagen
Werkzame stof	pymetrozine
Middel	Chess
Fabrikant	Adama
Doelorganismen	vuilboomluis
Dosering	0,3 kg/ha
Aantal toepassingen	2
Minimale interval	7 dagen

Veiligheidstermijn	7 dagen
Werkzame stof	thiacloprid
Middel	Calypso, Dadian
Fabrikant	Bayer, Belcrop
Doelorganismen	wegedoorluis, vuilboomluis, aardappeltopluis, groene perzikbladluis, coloradokever
Dosering	Coloradokever 0,15 l/ha Bladluis 0,25 l/ha Maximaal 0,5 l/ha per teeltcyclus
Aantal toepassingen	Coloradokever 3 Bladluis 2
Minimale interval	7 dagen
Veiligheidstermijn	14 dagen

Bij een bespuiting tegen het y-virus is het toepassen van een minerale olie een belangrijke toevoeging. De olie zorgt ervoor dat het snuitje van de luis schoon blijft waardoor de virusoverdracht bemoeilijkt wordt. Sectorbreed wordt aangeraden om één liter virusolie per hectare per dag toe te passen. Bij wekelijkse bespuitingen komt dat neer op zeven liter. Hierbij geldt dat hoe meer olie wordt toegepast, hoe beter de werking is. Olie heeft echter ook nadelen op het gewas. Het kan de planten slapper maken en op een vochtig gewas als gevolg van de olie kan een schimmel makkelijker gedijen (Ten Brinke, 2017).

Resistentiemanagement

De hiervoor genoemde middelen worden in dit stuk beoordeeld op basis van de werking, wat de basis is voor een passend resistentiemanagement. Het begrip resistentie is in de vorige deelvraag toegelicht in hetzelfde kopje. Ook in de pootaardappelteelt is resistentie een belangrijk punt. Om resistentieopbouw bij insecten te voorkomen is het afwisselen in blokken tussen middelen met andere werkingsmechanismen essentieel. Daarbij is het ook belangrijk dat de etiketinformatie wordt nageleefd. Tabel 3.5 geeft de resistentiegroepen van de toegelaten middelen weer. De volgorde is dezelfde als waarin de middelen hiervoor zijn opgesomd, namelijk op alfabetische volgorde van de werkzame stoffen. Daarnaast heeft iedere chemische groep een eigen kleur voor de herkenbaarheid.

<i>Tabel 3.5 IRAC-resistentiegroepen (Bron: IRAC)</i>				
Hoofdgroep	Subgroep	Chemische groep	Werkzame stof	Middelen
4	4A	Neonicotinoïden	Acetamiprid	Gazelle
28	-	Diamiden	Chloorantraniliprole	Coragen
3	3A	Pyrethroïden	Deltamethrin	Decis
3	3A	Pyrethroïden	Esfenvaleraat	Sumicidin Super
29	-	Flonicamid	Flonicamid	Teppeki
3	3A	Pyrethroïden	Lambda-cyhalothrin	Karate Zeon, Ninja
1	1A	Carbamaten	Pirimicarb	Pirimor, UPL Pirimicarb
9	9B	Pyridine azomethine derivativen	Pymetrozine	Chess
4	4A	Neonicotinoïden	Thiacloprid	Calypso, Dadian

Teppeki en Chess hebben een verlamrende werking waardoor bladluizen minder snel en vaak een plant aanprikken. Voor non-persistente virussen betekent dit dat er minder planten besmet kunnen worden als de luis in aanraking is gekomen met deze middelen.

Calypso en Gazelle (IRAC-groep 4) hebben een sterk effect op persistente virussen zoals het bladrolvirus. Bij non-persistente virussen (y-virus) neemt de werking toe naarmate er meer besmette planten op het land staan. Luizen gaan, nadat ze in aanraking zijn gekomen met deze middelen, ook relatief snel dood.

Geïntegreerde aanpak

Naast resistentiemanagement is het ook belangrijk dat telers oog hebben voor de neveneffecten van insecticiden. Veel middelen hebben een negatieve impact op het milieu of nuttige insecten. Een geïntegreerde aanpak, zoals is uitgelegd in paragraaf 1.4.3, voorkomt dat het milieu onnodig wordt belast met residuen. Om de impact van middelen op het milieu en nuttige insecten te bepalen, is de Milieumeetlat opgesteld door CLM. Deze meetlat is gebruikt om voor de hiervoor reeds behandelde middelen een overzicht te maken.

In de poot aardappelteelt is het voorkomen van luizen zeer belangrijk. Schadedrempels zijn dus eigenlijk niet afdoende; er is meer sprake van een nultolerantiebeleid. Iedere bladluis is een potentiële vector voor virussen. Daarom is monitoren wel belangrijk maar een toepassing na het waarnemen van luizen kan al te laat zijn.

Er zijn acht verschillende middelen toegelaten die een werking hebben op bladluizen. Deze middelen behoren tot vijf verschillende resistentiegroepen.

In het onderstaande overzicht is de milieu-impact te zien van de alternatieve middelen. Hierbij zijn dezelfde uitgangspunten gebruikt als bij de suikerbieten, die staan in de vorige paragraaf beschreven. De middelen zijn dezelfde als hiervoor beschreven zijn en staan op dezelfde volgorde opgesomd. Onder Karate Zeon valt ook Ninja.

Tabel 3.7 Milieu-impact alternatieve insecticiden voor poot aardappelen, per toepassing (bron: CLM Milieumeetlat)							
Middel	Werkzame stof kg/ha	Milieubelastingpunten			Risico's		
		Water leven	Bodem leven	Grond water	Bestuivers	Bestrijders	Toepasser
Gazelle	0,050	40	40	3	B	C	S
Coragen	0,012	8	0	138	A	A	-
Decis ¹	0,007	510	0	0	B	C	S
Decis ²	0,010	680	0	0	B	C	S
Decis ³	0,005	340	0	0	B	C	S
Sumicidin Super	0,005	26	4	0	C	C	S
Teppeki	0,080	0	0	0	A	A	-
Karate Zeon e.a.	0,005	200	1	0	C	C	S
Pirimor e.a.	0,250	800	12	600	B	A	G
Chess	0,150	0	4	0	A	A	-
Calypso ^{2,3}	0,120	30	7	110	B	C	S
Calypso ¹	0,072	18	4	66	B	C	S
¹ coloradokever, ² bladluis (bladrolvirus), ³ bladluis (γ-virus, spuiten in combinatie met minerale virusolie) Milieubelastingpunten: 0-100 MBP, 100-1000 MBP, >1000 MBP Risico's bestuivers en bestrijders: A = bruikbaar in geïntegreerde teelt, B = beperkt bruikbaar, C = niet bruikbaar, ? = onbekend Risico's toepasser: I = irriterend, G = giftig, S = schadelijk							

De beschikbare middelen vormen geen gevaar voor het bodemleven. Voor natuurlijke vijanden zijn wel veel middelen schadelijk. Teppeki, Pirimor en Chess zijn de middelen met de laagste impact en zijn daarom toepasbaar in een geïntegreerde teelt. Sumicidin Super en Karate Zeon hebben de meest schadelijke effecten op bijen en hommels.

Kosten

Naast resistentiemanagement en de milieu-impact is er nog een factor die voor veel telers doorslaggevend is, namelijk de prijs van de middelen. In dit gedeelte worden de kosten behandeld. De maximale dosering van Actara bij het poten was 100 gram per hectare. De kosten hiervan waren €22,30 per hectare. Deze kosten worden niet meer gemaakt, maar leiden wel tot extra investeringen in gewasbehandelingen en de in de vorige paragraaf genoemde kosten voor arbeid, brandstof en

machinegebruik. Wel kan een bespuiting tegen bladluizen of virusinfectie gecombineerd worden met een phytophthorabespuiting, hetgeen besparingen oplevert op brandstof en machinegebruik. Het aantal bespuitingen is van tevoren lastig in te schatten, maar zal duurder worden dan de reguliere behandeling met Actara. Tabel 3.6 geeft voor de middelen de kosten per eenheid product en per hectare aan.

Tabel 3.6 Prijzen alternatieve insecticiden (2018, Bron: Delphy)

Middel	Prijs per kg/ltr	Prijs per ha
Gazelle	112,00	28,00
Coragen	380,00	22,80
Decis 0,2 l/ha	36,50	7,30
Decis 0,3 l/ha	36,50	10,95
Decis 0,4 l/ha	36,50	14,60
Sumicidin Super	34,00	6,80
Teppeki	188,00	30,08
Karate Zeon	123,00	6,15
Ninja	115,00	5,75
Pirimor	64,00	32,00
Chess	108,00	32,40
Calypso 0,15 l/ha	160,00	24,00
Calypso 0,25 l/ha	160,00	40,00

Zoals in de tabel van de vorige deelvraag blijkt, valt ook uit deze tabel op te maken dat de breedwerkende pyrethroiden goedkoper zijn dan de selectieve middelen. De prijzen zijn behoorlijk uiteenlopend.

3.3 Alternatieven voor fipronil in uien

Wat zijn de beste alternatieven voor fipronil in de uienteelt?

In de teelt van zaaiuien mag in 2019 nog het middel Mundial (50ml/250.000 zaden) worden toegepast als zaadcoating. Mundial bevat de werkzame stof fipronil en geeft het zaadje en jonge uienplantje bescherming tegen de uienvlieg, bonenvlieg en trips. Circa zestig procent van het landelijke areaal is voorzien van deze coating (Vos, Petra, 2018). De gevolgen van het verdwijnen van Mundial zijn pas in 2020 merkbaar. In het onderstaande overzicht van paragraaf 3.3.1 zijn de alternatieven weergegeven zoals bij voorgaande deelvragen eveneens gedaan is. Ook in onderstaand overzicht zijn de gegevens afkomstig van het Ctg en de fabrikanteninformatie van etiketten en veiligheidsinformatiebladen.

Werkzame stoffen en middelen

Werkzame stof	cyantraniliprole	Driftrestricties Benevia - Teeltvrije zone van 2 meter - Sleepdoek met minimaal 50% driftreducerende doppen - spuitboomverlaging naar 30 centimeter met driftarme Venturi doppen i.c.m. kantdop en luchtondersteuning - Hardi Twin Force luchtondersteuning met minimaal 50% driftreducerende doppen i.c.m. kantdop
Middel	Benevia	
Fabrikant	DuPont (overgedragen aan FMC)	
Doelorganismen	Tabakstrips	
Dosering	0,75 l/ha, strengere driftrestricties	
Aantal toepassingen	2	
Minimale interval	7 dagen	
Veiligheidstermijn	14 dagen	
Werkzame stof	deltamethrin	
Middel	Decis	
Fabrikant	Bayer	
Doelorganismen	Uienmineervlieg, tabakstrips, vlastrips, vroege akkertrips, erwentrips, preimot	
Dosering	0,3 l/ha	
Aantal toepassingen	3	
Minimale interval	14 dagen	
Veiligheidstermijn	7 dagen	
Werkzame stof	esfenvaleraat	
Middel	Sumicidin Super, Sumi-Alpha 2.5 EC	
Fabrikant	BASF	
Doelorganismen	Trips	
Dosering	0,2 l/ha	
Aantal toepassingen	3	
Minimale interval	5 dagen	
Veiligheidstermijn	14 dagen	
Werkzame stof	lambda-cyhalothrin	
Middel	Karate Zeon, Ninja	
Fabrikant	Syngenta	
Doelorganismen	Tabakstrips	
Dosering	0,05 l/ha	
Aantal toepassingen	3	
Minimale interval	7 dagen	
Veiligheidstermijn	7 dagen	
Werkzame stof	spinosad	
Middel	Tracer	

Fabrikant	Dow Agrosience
Doelorganismen	Tabakstrips
Dosering	0,2 l/ha
Aantal toepassingen	4
Minimale interval	10 dagen
Veiligheidstermijn	7 dagen

Werkzame stof	spirotetramat
Middel	Movento
Fabrikant	Bayer
Doelorganismen	Tabakstrips
Dosering	0,5 l/ha
Aantal toepassingen	2
Minimale interval	7 dagen
Veiligheidstermijn	7 dagen

Werkzame stof	vetzuren, kaliumzouten
Middel	Flipper
Fabrikant	Bayer
Doelorganismen	Witte vlieg, trips, spintmijt, (blad)luizen
Dosering	1 liter per 100 liter water
Aantal toepassingen	3*
Minimale interval	7 dagen
Veiligheidstermijn	1 dag

*Bayer adviseert de behandeling zo nodig om de zeven dagen te herhalen, afhankelijk van de plaagdruk, maar niet meer dan drie wekelijkse behandelingen achtereenvolgend. Dit zijn echter adviezen en geen verplichte eisen. Flipper heeft geen MRL of resistentiegevaar.

Resistentiemanagement

Tabel 3.8 toont voor de beschikbare alternatieve insecticiden de bijhorende resistentiegroepen. Ook hier bestaat een groot deel uit pyrethroïden. Voor Flipper is geen IRAC code omdat het een biologisch middel betreft.

Tabel 3.8 IRAC-resistentiegroepen (Bron: IRAC)				
Hoofdgroep	Subgroep	Omschrijving	Werkzame stof	Middelen
28	-	Diamiden	Cyantraniliprole	Benevia
3	3A	Pyrethroïden	Deltamethrin	Decis
3	3A	Pyrethroïden	Esfenvaleraat	Sumicidin Super
3	3A	Pyrethroïden	Lambda-cyhalothrin	Karate Zeon, Ninja
5		Spinosynen	Spinosad	Tracer
23	-	Tetronic & tetramic acid derivativen	Spirotetramat	Movento

- Benevia is een middel dat een werking heeft op de spieren van insecten. Deze trekken samen, waardoor verlamming optreedt en uiteindelijk de dood volgt. De werkzame stof cyantraniliprole behoort tot de groep diamide middelen, IRAC groep 28 (ryanodine receptor modulators). Resistentieontwikkeling is niet voorspelbaar volgens het gebruiksvoorschrift.
- De werkzame stof van Movento, spirotetramat, behoort tot IRAC groep 23. Dit zijn de acetyl CoA carboxylase remmers. Er bestaat kans op resistentieontwikkeling volgens het gebruiksvoorschrift. Er is geen sprake van kruisresistentie met andere middelen mogelijk doordat Movento het enige middel is dat in deze IRAC groep valt.
- Tracer (spinosad) valt in de IRAC indeling in groep 5, de spinosynen. Het gebruiksvoorschrift geeft aan dat er kans is op resistentieontwikkeling. Na twee of drie bespuitingen dient het middel te

worden afgewisseld met middelen uit een andere resistentiegroep. Tracer heeft negatieve effecten op natuurlijke vijanden. Het middel veroorzaakt een overactivering van de zenuwen wat leidt tot verlamming.

- Flipper is gebaseerd op natuurlijke carbonzuren en heeft een contactwerking op eieren, larven en volwassen insecten. In een geïntegreerde of biologische teelt is Flipper een interessant middel als vervanger van middelen met resistentieontwikkeling (Royal Brinkman). Voor Flipper geldt geen MRL.

Geïntegreerde aanpak

Resistentiemanagement is niet het enige aandachtspunt bij een goede bestrijding van insecten. Ook de, veelal nadelige, effecten van chemische middelen op het milieu en nuttige insecten zouden deel uit moeten maken van een insectenbestrijding. Een geïntegreerde aanpak, zoals is uitgelegd in paragraaf 1.4.3, voorkomt dat het milieu onnodig wordt belast met residuen. Om de impact van middelen op het milieu en nuttige organismen te bepalen, is de Milieumeetlat opgesteld door CLM. Deze meetlat is gebruikt om voor de hiervoor reeds behandelde middelen een overzicht te maken.

Ook bij het samenstellen van de onderstaande tabel is gebruik gemaakt van de uitgangspunten zoals die bij de suikerbieten en pootaardappelen zijn gebruikt. Van Benevia zijn nog geen gegevens van de milieumeetlat bekend. Omdat Flipper een biologisch middel is, zijn hiervoor geen milieubelastingspunten en risico's voor bestuivers en bestrijders te vermelden. In de tabel staan de hiervoor benoemde middelen op alfabetische volgorde van de werkzame stof. Onder Karate Zeon valt ook Ninja.

Tabel 3.10 Milieu-impact alternatieve insecticiden voor uien, per toepassing (bron: CLM Milieumeetlat)							
Middel	Werkzame stof kg/ha	Milieubelastingspunten			Risico's		
		Water leven	Bodem leven	Grond water	Bestuivers	Bestrijders	Toepasser
Decis	0,007	510	0	0	B	C	S
Sumicidin Super	0,005	26	4	0	C	C	S
Karate Zeon e.a.	0,005	200	1	0	C	C	S
Tracer	0,096	320	124	142	B	C	-
Movento	0,075	1	0	0	B	B	S
Milieubelastingspunten: 0-100 MBP, 100-1000 MBP, >1000 MBP							
Risico's bestuivers en bestrijders: A = bruikbaar in geïntegreerde teelt, B = beperkt bruikbaar, C = niet bruikbaar							
Risico's toepasser: I = irriterend, G = giftig, S = schadelijk							

- Benevia heeft volgens de gebruiksvorschriften een werking op de tabakstrips maar werkt daarnaast ook tegen de uienvlieg, luizen en rupsen. De Groene Vlieg adviseert bij een matige aantasting van de uienvlieg Decis in te zetten en Benevia pas bij een zwaardere aantasting. Benevia pakt plagen aan op alle stadia van trips. Aan het toepassen van Benevia zitten wel strengere driftrestricties verbonden.
- Flipper is een biologisch middel en spaart de meeste natuurlijke vijanden.
- Tracer heeft op alle gebieden een overwegend negatieve score op waterleven, bodemleven, grondwater, bestuivers en bestrijders.
- Movento is, volgens de informatie op het gebruiksvorschrift, veilig voor nuttige insecten. In de gebruiksvorschrift is een overzicht opgenomen van de effecten op enkele nuttige insecten bij direct contact. Daaruit blijkt dat de impact op de meeste nuttige insecten veilig is.

Kosten

Naast resistentiemanagement en de milieu-impact is er nog een factor die voor veel telers doorslaggevend is, namelijk de prijs van de middelen. Uienzaad dat is gecoat met Mundial is behoorlijk prijzig ten opzichte van naakt zaad. Een eenheid met Mundial heeft een meerprijs van €50 tot €60. Bij het zaaien van vier eenheden per hectare zijn de kosten voor behandeld zaaizaad dus

ongeveer €200 hoger. In tabel 3.9 zijn de prijzen voor de alternatieve insecticiden weergegeven. De prijs van Flipper is afhankelijk van de dosering; hier geldt een maximum van tien liter per toepassing voor. Door Bayer wordt aanbevolen het middel met minstens 350 liter water te spuiten zodat er een goede contactwerking optreedt. In de praktijk wordt 350 tot 450 liter water gebruikt omdat de toepassing anders te duur wordt. Daarom wordt 400 liter in de tabel aangehouden in de kolom kosten per hectare.

Tabel 3.9 Prijzen alternatieve insecticiden (2018, Bron: Delphy)

Middel	Prijs per kg/ltr	Prijs per ha
Benevia	174,00	130,50
Decis	36,50	7,30
Sumicidin Super	34,00	6,80
Karate Zeon	123,00	6,15
Ninja	155,00	5,75
Tracer	430,00	86,00
Movento	130,00	65,00
Flipper	15,00	60,00

Wat opvalt is dat Benevia, Tracer en Movento dure toepassingen zijn ten opzichte van de pyrethroïden. Het verschil tussen deze middelen ligt nog verder uit elkaar dan de specifieke en breedwerkende middelen bij de voorgaande deelvragen.

3.4 Biologische alternatieven voor insecticiden

Wat kunnen akkerranden en andere biologische methoden betekenen in de bestrijding van plaaginsecten?

Deze vierde deelvraag richt zich met name op de (on)mogelijkheden van monitoring, scouting en biologische methoden in de hiervoor behandelde teelten. In de praktijk zal dat de eerste stap in een geïntegreerde plaagbeheersing zijn. De technieken die het monitoren eenvoudiger maken worden behandeld. Voor de steeds groter wordende bedrijven wordt het ten slotte arbeidsintensiever om ieder perceel regelmatig te monitoren. Toch is het een waardevol begin in de gewasbescherming. Daarnaast zijn er biologische maatregelen zoals het aanleggen van akkerranden om natuurlijke vijanden een uitvalsbasis en bescherming te geven.

In de teelt van suikerbieten en pootaardappelen vormen bladluizen de belangrijkste plagen. Door directe of indirecte schade kunnen zij een forse opbrengstderving veroorzaken, met name het vergelingsvirus in suikerbieten en het y-virus en bladrolvirus in pootaardappelen. In uien wordt de uienvlieg na het verdwijnen van Mundial een belangrijke schadeveroorzaker.

Cultuurmaatregelen

Bij een aantal plagen in suikerbieten, pootaardappelen en uien kunnen cultuurmaatregelen al schade voorkomen. Om schade door de bietenkever te voorkomen is het verstandig om geen biet-op-biet of biet-naast-biet te telen. Daarnaast helpt het om niet te diep en niet te vroeg te zaaien. Een juiste vruchtwisseling zorgt er voor dat sommige plaaginsecten niet kunnen overleven waardoor de druk in een volgend teeltseizoen lager is. Ook de voorjaarsgrondbewerking kan invloed hebben op de insectendruk gedurende het seizoen.

Bedrijfshygiëne

Een goede bedrijfshygiëne kan voorkomen dat insecten van perceel naar perceel meegenomen worden. In de pootgoedteelt is het essentieel om viruszieke planten te verwijderen door te selecteren. Ook het verwijderen van opslagplanten in andere gewassen helpt om besmetting te voorkomen. Ook loofddoding kan aantasting door bladluizen voorkomen als dit voor een vlucht gebeurt.

Rassenkeuze

Ook de rassenkeuze kan in sommige gevallen ook een vermindering van de insectendruk opleveren. Bij pootaardappelen verschilt de gevoeligheid voor virussen per ras.

Bankerplants

Bankierplanten of 'bankerplants' zijn speciale planten die een waardplant zijn voor natuurlijke vijanden. De Artemisiaplant is zo'n bankerplant die natuurlijke vijanden lokt met geurstoffen. Deze plant herbergt een specifieke monofage bladluis die in de natuur alleen op de Artemisiaplant voorkomt en die geen gevaar vormt voor de omliggende gewassen maar dient wel als voedsel voor de bestrijders. Hierdoor hebben die een constant voedselaanbod waardoor ze niet verdwijnen en direct kunnen ingrijpen als er bladluizen komen. Het bedrijf Servaplant heeft deze methode ontwikkeld. Het IRS gaat onderzoek doen naar het effect van de bankerplant op de bladluispopulatie. In een akkerrand zou deze plant een plaats in kunnen nemen.

Drone- en satellietdata

Het vroegtijdig opsporen van plagen met behulp van drone- en satellietdata kan in de toekomst een grote rol gaan spelen in de plaagbeheersing. Onderzoek naar de mogelijkheden van drones vindt volop plaats. Afwijkingen in de gewasgroei kunnen al waargenomen worden middels het meten van de biomassa of het stikstofgehalte. Dat is al een reden voor telers om in het land te kijken wat de oorzaak hiervan is.

Steriele Insecten Techniek

In de bestrijding van de uienvlieg wordt al jaren gebruik gemaakt van de Steriele Insecten Techniek (SIT), die door De Groene Vlieg wordt uitgevoerd. Hierbij wordt eerst de uienvliegpopulatie gemonitord en als de schadedrempel wordt overschreden worden steriele uienvliegen in een overmaat uitgezet op het land. Wanneer de reeds aanwezige uienvliegen paren met de steriele uienvliegen, stopt de voortplanting. Met name de eerste vlucht van de uienvlieg kan veel schade opleveren, maar door deze methode kan die schade ingeperkt worden. Met deze methode kan de uienvlieg op een biologische wijze worden beheerst.

De SIT-techniek is echter niet toereikend om het wegvallen van Mundial te compenseren. De productiecapaciteit bij De Groene Vlieg kan in de beschikbare tijd niet dusdanig worden opgeschaald dat het gehele uienareaal kan worden voorzien van steriele mannetjesvliegen. Op het moment van schrijven wordt zo'n 9000 hectare door De Groene Vlieg gevolgd. Uit het interview met De Groene Vlieg, waarbij is gesproken met Ali Boeije, Maarten de Korte en Jaap van der Slik, kwam naar voren dat het bedrijf voornamelijk wil inzetten op het verzadigen van de huidige teeltgebieden waar zij actief zijn, en het uitbouwen van deze gebieden langs de randen.

Uit het interview met de Groene Vlieg werd geconstateerd dat de eerder genoemde meerprijs van Mundial (€200/hectare) gelijk staat aan de kosten van het monitoren en inzetten van de SIT.

Scouting en monitoring

Om gericht te scouten in een gewas is het nodig om te weten hoe insecten eruit zien, waar ze zich bevinden en wat hun natuurlijke vijanden zijn. Voor alle insecten geldt dat de levenscyclus belangrijk is, net als het schadebeeld waarmee ze herkend kunnen worden. Diverse praktische gidsen zijn geschreven om insecten te herkennen. Er zijn verschillende manieren om de insectendruk te monitoren. Handtellingen liggen aan de basis, geven een betrouwbaar beeld maar zijn arbeidsintensief. In het onderstaande overzicht worden de hedendaagse mogelijkheden om insecten te monitoren behandeld (Alebeek, Frans van, 2007; Loon, 1999).

Tellen

Door in het teeltseizoen structureel het veld in te gaan en planten te bestuderen, kunnen bladluiskolonies geteld worden om de druk te bepalen. Dit is erg arbeidsintensief; voor een realistisch en betrouwbaar beeld moeten, verspreid over het perceel, meerdere planten nauwkeurig bekeken worden. Desondanks wordt deze methode als de meest betrouwbare ervaren.

Uitkloppen

De luizenpopulatie kan handmatig worden gemonitord door planten uit te kloppen. Door een bak onder de plant te houden vallen de aanwezige insecten hierin en kunnen ze geteld worden. Afkloppen wordt ook wel duizendplanttellingen genoemd. Door deze bak vochtig te maken, blijven luizen er op plakken. De NAK gebruikt deze methode in pootaardappels wekelijks vanaf tien centimeter planthoogte tot het sluiten van het gewas.

Plakval of lijmvat

Plakvallen zijn er in diverse kleuren. Deze vallen trekken onder andere bladluizen, trips en vliegen aan. In de akkerbouw worden plakvallen veel ingezet om de wortelvliegpopulatie te monitoren. Een blauwe plakval trekt trips aan. De Groene Vlieg gebruikt witte vlaggetjes om de uienvlieg te lokken. In de praktijk blijken deze vallen erg selectief te zijn; slechts een klein gedeelte van de aanwezige populatie wordt hiermee gevangen waardoor een niet-representatief beeld wordt verkregen. De lijm op de vallen werkt voor sommige insecten afstotend waardoor ze erbij vandaan blijven, andere insecten weten weer los te komen. De vangefficiëntie van dit systeem is slechts 10-15% volgens sommige bronnen.

Vangbak

Een vangbak kan gebruikt worden om bladluizen in aardappelen te monitoren.

Bladluizen, voornamelijk de groene perzikbladluis en hopluis, komen op de gele kleur af. De bak kan worden gevuld met een laagje water met zeep. Naast bladluizen trekt de vangbak andere vliegende insecten aan, en dus ook natuurlijke vijanden zoals sluipwespen, zweef- en gaasvliegen. Het is immers ook nuttig om de populatie natuurlijke vijanden te kennen. De NAK zet in het teeltseizoen tientallen vangbakken uit om de luizendruk per regio te monitoren.

Potval

Met een potval kunnen insecten worden gevangen die op de bodem leven, waaronder kevers, spinnen of duizendpoten. Een laagje water met wat zeep zorgt dat de insecten niet kunnen ontsnappen uit de in de grond gegraven pot. Met name actieve insecten komen in de potval terecht.

Feromoonval

Een feromoonval lokt insecten door een lokstof af te geven. In de akkerbouw wordt de kniptorval veel ingezet om de ritnaaldpopulatie te volgen.



Figuur 3.1 Een plakval in spruitkool. Bron: Ecostyle



Figuur 3.2 Een vangbak in aardappelen. Bron: NAK



Figuur 3.3 Een potval in een aardappelrug. Bron: WUR

Cameraval

Het Oostenrijkse Pessl Instruments ontwikkelde een feromoonval met camera, de iScout. De insecten komen door een gaas in de val terecht en blijven op een plakplaat plakken. De camera die daarboven hangt, maakt enkele keren per dag een foto en kan met software de insecten automatisch herkennen. Het bedrijf ontwikkelde een aantal verschillende soorten vallen. Er is een feromoonval, een plakval met lokstof en een plakval met kleuren. De feromoonval lokt met name motten, zoals de koolmot. De plakval met lokstof is in te zetten in de monitoring van onder andere vliegen, zoals fruitvliegjes. De plakvallen met kleuren zijn er in drie uitvoeringen. Een blauwe plakval trekt trips aan, de gele val witte vlieg en de witte val onder andere zaagwespen. De kosten van deze vallen variëren van €850 tot €970 exclusief btw.

Zuigval

De NAK gebruikt een zuigval om gedurende het teeltseizoen de bladluizendruk te monitoren. Deze zuigval staat op drie locaties in Nederland en is een twaalf meter hoge paal die continu lucht aanzuigt. Tussen 1 mei en 1 september worden de vallen regelmatig gebruikt om de druk te bepalen (NAK, sd). Een zuigval van twaalf meter hoog geeft een beeld voor een groot gebied.

Voor enkele plaaginsecten zijn schadedrempels opgesteld. Wanneer deze drempels worden overschreden is ingrijpen noodzakelijk om economische verliezen te voorkomen. Om te ontdekken of deze schadedrempels worden overschreden zal er gemonitord moeten worden. In tabel 3.11 staan enkele schadedrempels weergegeven die in de suikerbietenteelt belangrijk worden in het komende seizoen.

Voor een ander deel van de plaaginsecten, zoals de bieten aardvlo, bietenkever en springstaart, zijn geen schadedrempels opgesteld voor Nederlandse omstandigheden. In het buitenland zijn die vaak wel opgesteld maar die zijn niet een op een over te nemen naar de Nederlandse teelt.

Tabel 3.11 Schadedrempels (Bron: IRS)	
Groene perzikbladluis	
Periode	Aantal luizen per 10 planten
mei en 1 ^e helft juni	meer dan 2
2 ^e helft juni	meer dan 5
1 ^e helft juli	meer dan 50
Bietenplieglarven 1^e generatie	
Gewasstadium	Aantal volle eitjes per plant
2-4 echte bladeren	4 of meer
4-6 echte bladeren	8 of meer
> 6 echte bladeren	20 of meer
Zwarte bonenluis	
mei / juni	> 50% van de planten bezet met kolonies van 30-50 luizen
juli	> 75% van de planten bezet met grote kolonies van meer dan 200 luizen

Functionele agrobiodiversiteit

De natuur biedt vele nuttige mogelijkheden om de landbouw te beschermen tegen ziekten en plagen. Al die elementen die een positief effect hebben wordt ook wel functionele agrobiodiversiteit genoemd. Natuurlijke vijanden zijn daar een onderdeel van. Natuurlijke vijanden zijn een belangrijke schakel in de biologische plaagbeheersing. De omgeving waar de natuurlijke vijanden nodig zijn moet echter wel aantrekkelijk zijn. Veel gevleugelde insecten hebben nectar en stuifmeel nodig om te kunnen overleven. Bloemrijke akkerranden zijn een handig hulpmiddel om de populaties van natuurlijke vijanden te ontwikkelen. De samenstelling van een akkerrand is echter niet zo eenvoudig. De bloemen moeten op het juiste moment bloeien en het moet niet zo zijn dat plagen ook door deze bloemen worden aangetrokken. Sluipwespen, galmuggen en zweefvliegen hebben nectar nodig als energiebron en zweefvliegen hebben daarnaast stuifmeel nodig om eitjes te kunnen leggen. Ook roofwantsen, gaasvliegen en lieveheersbeestjes hebben baat bij een aantrekkelijke akkerrand. Het aanleggen van een akkerrand is dus afhankelijk van een aantal zaken (Rijn & Wäckers, Bloemrijke akkerranden voeden natuurlijke vijanden, 2007):

1. Er moet behoefte aan zijn. In een gebied waar al veel bloeiende, wilde planten voorkomen hoeft een akkerrand niet altijd meerwaarde te hebben. Natuurlijke vijanden kunnen dan genoeg hebben aan de nectar en het stuifmeel van de reeds bestaande vegetatie.
2. Een akkerrand moet aantrekkelijk zijn. De bloemen moeten op het juiste moment bloeien, bereikbaar zijn en niet te aantrekkelijk voor plaaginsecten.
 - a. Aantrekkelijke bloemen hebben de juiste geuren en kleuren. Sluipwespen met een suikertekort worden bijvoorbeeld aangetrokken door gele bloemen.
 - b. Stuifmeel en nectar moet goed bereikbaar zijn voor insecten. Veel bloemen beschermen die stoffen waardoor veel sluipwespen en zweefvliegen er met hun korte monddelen lastig bij kunnen. Bloemen die hun stuifmeel en nectar goed bereikbaar hebben zijn onder andere schermbloemen, mosterd en boekweit.
 - c. Bloemen kunnen ook plaaginsecten aantrekken, die vervolgens concurreren om de nectar en het stuifmeel met natuurlijke vijanden. Daarnaast kunnen plagen ook de nuttige insecten verjagen. Met name plagen die in hun volwassen stadium ook nectar en stuifmeel gebruiken als voedselbron kunnen door bloemranden aangetrokken worden. Dit zijn bijvoorbeeld vliegen, trips en vlinders.
 - d. Een akkerrand moet geen waardplanten voor ziekten en plagen bevatten waardoor deze kunnen overwinteren of voortplanten.

- e. Akkerranden moeten bloemen bevatten die tijdig gaan bloeien. Als de bladluispopulatie begint te ontwikkelen moet er voldoende nectar en stuifmeel voor natuurlijke vijanden beschikbaar zijn. In aardappelen begint opbouw van de bladluispopulatie rond juni; in die periode moeten er dus bloemen bloeien. In granen is dat al enkele weken eerder.
- f. Akkerranden moeten niet te ver uit elkaar liggen. Niet alle natuurlijke vijanden kunnen zich makkelijk en snel verplaatsen. De meeste effecten van natuurlijke vijanden worden daarom ook tot enkele tientallen meters vanaf de rand waargenomen, afhankelijk van het soort insect.



Figuur 2.4 Een bloemrijke akkerrand naast aardappels. Bron: Harrysfarm

Mengselsamenstelling

Onderzoekers van Wageningen Universiteit hebben een mengsel samengesteld dat de bladluispopulatie in aardappelen en granen na onderzoek verminderde. Dit mengsel bevat bernagie, boekweit, gele ganzenbloem, klaproos, korenbloem, koriander, venkel, voederwikke en zonnebloem. Bernagie is in een aantal FAB-projecten echter dominant gebleken waardoor andere bloemen werden overwoekerd. Boekweit heeft als voordeel dat deze snel na zaai bloeit. Nectar is goed toegankelijk voor natuurlijke vijanden. De korenbloem heeft de nectar dieper in de bloem zitten waardoor alleen hommels en bijen deze kunnen benutten. Er wordt echter ook extraflorale nectar geproduceerd, wat wil zeggen dat de nectar aan de buitenkant van de bloem zit. Hier kunnen natuurlijke vijanden gebruik van maken. Daarnaast zijn de grote akkerscherm, gele ganzenbloem, eenjarig gipskruid en de grote klaproos in een FAB-project naar voren gekomen als geschikte bloemen voor een akkerrand.

Een akkerrand kan eenjarig of meerjarig zijn. Beide varianten hebben hun eigen voordelen. Eenjarige randen kunnen vroeg gezaaid worden en komen daardoor snel in bloei. Gedurende het seizoen leveren ze veel nectar en stuifmeel aan natuurlijke vijanden. Meerjarige randen bieden in de winter een schuilplaats voor insecten. Daarnaast bespaart het kosten voor het jaarlijks opnieuw inzaaien en onderwerken van de rand.

Naast het aanleggen van akkerranden kunnen ook dijken, slootkanten en bermen worden aangepast door er bloemen en andere aantrekkelijke planten te zaaien. Aandachtspunt hierbij is wel dat barrières zoals een sloot een belemmering vormen voor bodeminsecten zoals kevers en spinnen. Door het kiezen voor deze plaatsen wordt geen beteelbare grond gebruikt voor de randen.

Natuurlijke vijanden overwinteren graag in houtwallen, hagen, struikgewas ruige slootkanten en dor blad. Deze vegetatie is van nature op veel plaatsen aanwezig maar vaak te ver bij een perceel vandaan. Voor een optimale leefomgeving voor natuurlijke vijanden is een landschap nodig die is ingericht met natuurlijke elementen waarin deze bestrijders kunnen overwinteren, voortplanten en schuilen (Rijn, Paul van; Willemse, Jeroen; Alebeek, Frans van, 2011).

In bijlage 1 is een overzicht van de natuurlijke vijanden weergegeven die in de suikerbietenteelt een belangrijke rol spelen in de plaagbeheersing. De informatie in deze bijlage is afkomstig van een databank die is opgezet door het IRS in samenwerking met Duitse, Scandinavische, Franse, Belgische, Zwitserse en Engelse collega-onderzoeksinstituten.

Uit het interview met Koppert, waarbij met accountmanager agri Frank Druyff is gesproken, blijkt dat Koppert, dat zich in eerste instantie op de glastuinbouwsector richtte, vanaf 2019 inzet op onderzoek in diverse buitenteelten. Spruiten, kool, prei en uien zijn de gewassen waar zij zich op gaan richten, met name om de mogelijkheden voor natuurlijke vijanden in de bestrijding van trips te onderzoeken.

Strokenteelt

Strokenteelt is een methode waarmee natuurlijke vijanden gestimuleerd worden en tevens de plaagdruk laag gehouden kan worden. In een strokenteelt worden banen met verschillende gewassen afgewisseld zodat een plaag zich minder makkelijk kan verplaatsen. Uit proeven van Wageningen Universiteit met stroken van drie en zes meter breed bleek dat de luizendruk lager bleef ten opzichte van regulier geteelde gewassen, zogeheten monoteelt. Ook waren er per vierkante meter meer natuurlijke vijanden aanwezig dan bij de monoteelt. Een analyse van Wageningen Universiteit gaf aan dat de gemiddelde opbrengsten 22 procent hoger lagen bij strokenteelt ten opzichte van de reguliere teelt (Beekman, 2017).

Strokenteelt heeft met de huidige mechanisatie en trends wel nadelen. Zo zijn veel machines te breed voor stroken van drie of zes meter. Nader onderzoek naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van strokenteelt zijn dus nodig om het systeem te integreren in de Nederlandse landbouw. Met name in de biologische landbouw biedt het systeem volop mogelijkheden. Het terugvallen op kleinere machines zorgt ervoor dat de bodem ontzien wordt en strokenteelt inpasbaar. Ook onderzoek naar de juiste combinaties van gewassen, rassen en technieken is noodzakelijk voor strokenteelt.

4 Discussie

In dit hoofdstuk worden de gekozen aanpak en de resultaten van de literatuurstudie bediscussieerd.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het creëren van een overzicht van de beste alternatieven die recent verboden of ingetrokken middelen kunnen vervangen. Hierbij zijn chemische en biologische maatregelen onderzocht. De focus ligt bij de teelten van suikerbieten, poot aardappelen en uien. De resultaten worden hieronder kort benoemd en bediscussieerd.

4.1 Alternatieven voor neonicotinoïden in suikerbieten

De deelvraag ‘Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de suikerbietenteelt?’ heeft voor een deel antwoord gegeven op de hoofdvraag ‘Wat zijn de, bestaande en nieuwe, mogelijkheden om plagen in akkerbouwgewassen op een zo natuurlijk mogelijke wijze te beheersen met het oog op een steeds krappere wordende gewasbeschermingsmiddelenmarkt?’

De rode draad die door het onderzoek heen getrokken kan worden, is dat suikerbieten telen vanaf 2019 een stuk lastiger wordt, en meer arbeid gaat vragen van telers. Het verbieden van neonicotinoïden dwingt telers tot meerdere gewasbespuitingen, en dus een hogere milieu-impact. In een aantal teeltgebieden in Nederland kan de zaadcoating Force nog een uitkomst bieden in de bestrijding van bodeminsecten. Wanneer de schadedrempel voor aaltjes wordt overschreden kan Vydate 10G worden ingezet en kan Force worden weggelaten dankzij de nevenwerking van Vydate 10G op bodeminsecten. De bestrijding van blad insecten wordt een lastig verhaal. Diverse blad insecten, die voorheen met de zaadcoating goed beheersbaar waren, kunnen weer in de bietenpercelen verschijnen en voor schade zorgen. Met name bladluizen vormen een gevaarlijke groep, daar zij het vergelingsvirus kunnen overdragen. Dit geldt in het bijzonder voor de groene perzikbladluis. Naast de bladluis vormt de bietenvlieg ook een potentieel risico. Om deze plagen en de mogelijke gevolgen ervan te beheersen, wordt monitoring een essentieel onderdeel van de teelt. Een preventieve inzet van de beschikbare middelen zal namelijk kunnen leiden tot resistentieontwikkeling. Daarnaast mogen meerdere middelen (Decis, Karate Zeon / Ninja en Teppeki) slechts één keer worden ingezet. Dat moet daarom op het juiste moment gebeuren. De onderstaande tabel toont per middel de verzamelde gegevens en geeft een overzicht van alle voor- en nadelen per middel. De goedkoopste toepassing is Ninja met €5,60 per bespuiting. Vydate is als insecticide de meest dure toepassing, Calypso als bespuiting. Teppeki heeft de meest gunstige resultaten op het milieu en nuttige insecten. Ook op het gebied van resistentieontwikkeling is Teppeki de beste keuze vanwege de nieuwe chemische groep waar het middel in valt.

Beoordeling alternatieve chemische middelen							
Merknaam	Milieubelastingpunten			Risico's		Kosten (€/ha)	IRAC groep
	Water leven	Bodem leven	Grond water	Bestuivers	Bestrijders		
Decis	510	0	0	B	C	€	3
Sumicidin Super	59	9	0	C	C	€€	3
Sumicidin Super	26	4	0	C	C	€	3
Teppeki	0	0	0	A	A	€€€	29
Karate Zeon	200	1	0	C	C	€	3
Ninja	200	1	0	C	C	€	3
Vydate 10G	23	15	8	C	C	€€€	1
Pirimor e.a.	480	10	640	B	A	€€€	1
Force	0	25	1	C	C	-	3
Calypso	30	7	110	B	C	€€€	4
Milieubelastingpunten: 0-100 MBP, 100-1000 MBP, >1000 MBP							
Risico's: A = bruikbaar in geïntegreerde teelt, B = beperkt bruikbaar, C = niet bruikbaar							
Kosten: € = €0-€15, €€ = €15-25, €€€ = >€25							

Er zijn momenteel schadedrempels voor de groene perzikbladluis, zwarte bonenluis en bietenvlieg beschikbaar. Wanneer in het veld wordt geconstateerd dat deze drempels worden overschreden, is het belangrijk dat een teler zich bewust is van de impact op de omgeving en natuurlijke vijanden van de beschikbare middelen. Vanuit het resistentie oogpunt wordt het afwisselen van middelen ook een aandachtspunt, met name vanwege de verminderde gevoeligheid die is waargenomen voor pyrethroïden en carbamaten. Flonicamid (Teppeki) en pirimicarb (Pirimor, UPL Pirimicarb) zijn de twee werkzame stoffen met de meest gunstige effecten, en zullen bij voorkeur in de eerste plaats moeten worden ingezet. Indien de insectendruk hoog blijft, zullen deze middelen moeten worden afgewisseld met breedwerkende middelen, zoals Decis, Sumicidin Super en Karate Zeon. De kosten voor deze drie pyrethroïden liggen een stuk lager dan de milieuvriendelijkere middelen. Als teler zal er dus een afweging moeten worden gemaakt tussen twee belangen: de portemonnee of de omgeving. Geïntegreerd plaagbestrijding is niet haalbaar; alleen Teppeki en Pirimor vallen in die categorie.

Reflectie

Bij het zoeken naar de alternatieve middelen is in eerste instantie gebruik gemaakt van de impactanalyse van de NVWA. Vervolgens is in de database van het Ctgb de beschikbare en relevante informatie van deze middelen gezocht. Tijdens dit proces zijn er regelmatig andere gegevens gevonden die belangrijker waren. Uiteindelijk bevatten de resultaten van deze eerste deelvraag een overzicht van alle alternatieven. Het zoekproces heeft meer tijd gekost dan van tevoren was ingeschat. Ook was het lastig om een selectie te maken van de informatie die wel en niet van meerwaarde zou zijn voor het onderzoek.

Ook de impactanalyse van het CLM is gebruikt. Hierbij zijn enkele middelen niet meegenomen die nog wel zijn toegelaten, daarom zijn deze in het onderzoek wel meegenomen. Er zou anders een vertekend beeld ontstaan omdat dan niet alle middelen behandeld zijn.

4.2 Alternatieven voor neonicotinoïden in poot aardappelen

De deelvraag *‘Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de poot aardappelteelt?’* is deels een beantwoording op de hoofdvraag, door de impact van het neonicotinoïdenverbod op poot aardappelen uit te diepen. In de poot aardappelteelt is het monitoren van de bladluispopulatie onmisbaar om virusinfectie te voorkomen. Het chemisch bestrijden van bladluizen heeft dus de focus gehad in het beantwoorden van deze deelvraag. De beschikbare middelen zijn afgeleid van de impactanalyse van de NVWA.

Er zijn meerdere middelen beschikbaar die een gunstig effect hebben op natuurlijke vijanden en de omgeving. Het kan echter noodzakelijk zijn dat de omstandigheden in het seizoen eisen dat er met breedwerkende middelen wordt gespoten, bijvoorbeeld wanneer de bladluispopulatie sterk toeneemt door specifieke weersomstandigheden. De eerste keus in de bladluisbestrijding bestaat uit de middelen Teppeki, Chess en Pirimor. Om in een blokbespuiting voldoende afwisseling te hebben, kunnen Gazelle, Decis en Calypso eveneens worden toegepast, zij het met uiterste voorzichtigheid gezien de milieu-impact. Voor het bestrijden van de coloradokever is Coragen een geschikt middel.

Monitoren van bladluizen in het pootgoed is erg belangrijk. De NAK verzamelt in het groeiseizoen al veel informatie, maar als individuele teler is het ook belangrijk om zelf in de percelen te waarnemen. Een gewasbespuiting uitvoeren wanneer de schadedrempel voor perzikbladluizen wordt bereikt, is in pootgoed al laat vanwege de hoge infectiekans en de gevolgen voor klasse verlagingen of afkeuring van pootgoed.

In de onderstaande tabel zijn de verzamelde gegevens van de alternatieve chemische middelen voor Actara gebundeld. De goedkoopste toepassing is Karate Zeon, de duurste is een bespuiting van Calypso tegen bladluizen (dosering 0,25 l/ha). Coragen, Teppeki, Pirimor en Chess hebben de meest gunstige milieu-impact, maar vallen ook allen in de duurdere klasse.

Beoordeling alternatieve chemische middelen							
Middel	Milieubelastingpunten			Risico's		Kosten (€/ha)	IRAC groep
	Water leven	Bodem leven	Grond water	Bestuivers	Bestrijders		
Gazelle	40	40	3	B	C	€€€	4
Coragen	8	0	138	A	A	€€	28
Decis ¹	510	0	0	B	C	€	3
Decis ²	680	0	0	B	C	€	3
Decis ³	340	0	0	B	C	€	3
Sumicidin Super	26	4	0	C	C	€	3
Teppeki	0	0	0	A	A	€€€	29
Karate Zeon e.a.	200	1	0	C	C	€	3
Pirimor e.a.	800	12	600	B	A	€€€	1
Chess	0	4	0	A	A	€€€	9
Calypto ^{2,3}	30	7	110	B	C	€€€	4
Calypto ¹	18	4	66	B	C	€€	4
¹ coloradokever, ² bladluis (bladrolvirus), ³ bladluis (y-virus, spuiten in combinatie met minerale virusolie) Milieubelastingpunten: 0-100 MBP, 100-1000 MBP, >1000 MBP Risico's: A = bruikbaar in geïntegreerde teelt, B = beperkt bruikbaar, C = niet bruikbaar Kosten: € = €0-€15, €€ = €15-25, €€€ = >€25							

Reflectie

Naast de impactanalyse van de NVWA zijn gegevens van de CLM impactanalyse gebruikt. Ook hierbij is de CLM analyse, net als in de vorige deelvraag, beperkter geweest in de alternatieven. Daarom is met name de NVWA analyse gebruikt.

Naar het bestrijden van bladluizen in poot aardappelen is heel veel onderzoek gedaan. Doordat er alleen is gezocht naar chemische alternatieven en de tijd beperkt was, is hier weinig aandacht aan besteedt. Mogelijk had in deze onderzoeken aanvullende informatie gestaan.

4.3 Alternatieven voor fipronil in uien

De deelvraag 'Wat zijn de beste alternatieven voor fipronil in de uienteelt?' geeft voor een deel antwoord op de hoofdvraag door de middelen die als alternatief voor Mundial dienen, te beoordelen op een aantal punten zoals dat bij de twee voorgaande deelvragen ook is gedaan. Deze deelvraag is in het onderzoek opgenomen omdat er in de uienteelt een vergelijkbare situatie ontstaat als in de suikerbietenteelt. De alternatieve middelen zijn verzameld door teeltadviseurs bij Delphy te raadplegen.

In de uienteelt zijn met name trips en de uienvlieg veroorzakers van schade en problemen. Trips, en met name de tabakstrips, zijn de doelorganismen van alle alternatieve middelen. Voor het bestrijden van de uienvlieg is met de SIT-methode een biologische bestrijding mogelijk. Dit is in de vierde deelvraag behandeld. Chemisch zijn er ook enkele middelen beschikbaar. Bij een hoge druk van de uienvlieg wordt Benevia geadviseerd met de maximum dosering van 0,75 l/ha. Bij een normale druk kan Decis ook ingezet worden. Nadeel is wel dat Decis een pyrethroïde is en een nadelige impact heeft op het milieu en nuttige insecten. Ook is Decis resistentiegevoelig.

Met €5,75 per hectare is Ninja ook in uien de goedkoopste bespuiting. Benevia is het duurste middel om in te zetten, €130,50 per hectare. De pyrethroïden Decis, Sumicidin Super, Karate Zeon en Ninja hebben de grootste milieu-impact, in het bijzonder Karate Zeon en Ninja.

Voor Flipper geldt dat er één liter middel per honderd liter water wordt aanbevolen. Bayer adviseert om minstens 350 liter water te gebruiken. In de praktijk wordt 350 tot 450 liter water gebruikt omdat de kosten bij meer water te hoog oplopen. Wanneer wordt gerekend met 400 liter water en dus 4 liter Flipper per hectare, liggen de kosten op €60 per toepassing.

Beoordeling alternatieve chemische middelen							
Middel	Milieubelastingpunten			Risiko's		Kosten (€/ha)	IRAC groep
	Water leven	Bodem leven	Grond water	Bestuivers	Bestrijders		
Benevia	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	€€€	28
Decis	510	0	0	B	C	€	3
Sumicidin Super	26	4	0	C	C	€	3
Karate Zeon	200	1	0	C	C	€	3
Ninja	200	1	0	C	C	€	3
Tracer	320	124	142	B	C	€€€	5
Movento	1	0	0	B	B	€€€	23
Flipper	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€€€	n.v.t.
Milieubelastingpunten: 0-100 MBP, 100-1000 MBP, >1000 MBP							
Risiko's: A = bruikbaar in geïntegreerde teelt, B = beperkt bruikbaar, C = niet bruikbaar							
Kosten: € = €0-€15, €€ = €15-25, €€€ = >€25							

Reflectie

Achteraf gezien had het onderzoek zich meer kunnen focussen op het neonicotinoïdenverbod als deze deelvraag niet was opgenomen. Er had dan een specifiek verbod dat dit jaar al gevolgen heeft, uitgewerkt kunnen worden. Het kan daarom zijn dat de diepgang wat minder is door de diversificatie van de deelvragen. Daarnaast was het lastiger om een overzicht van de beschikbare middelen te krijgen doordat er nog geen soortgelijke analyses zijn zoals die bij de neonicotinoïden wel zijn opgesteld door de NVWA en het CLM.

4.4 Biologische alternatieven voor insecticiden

De deelvraag 'Wat kunnen akkerranden en andere biologische methoden betekenen in de bestrijding van plaaginsecten?' heeft voor een deel geleid tot de beantwoording van de hoofdvraag. In deze deelvraag zijn de biologische alternatieven behandeld die plaaginsecten kunnen beheersen en bestrijden. De mogelijkheden voor monitoring zijn in deze deelvraag benoemd, en daarnaast is een beschrijving gemaakt van de voorwaarden voor een effectieve akkerrand. Met name de monitoring wordt naar de toekomst toe belangrijk, omdat er op een geïntegreerde wijze geteeld zal moeten worden met daarnaast steeds minder middelen. Van preventieve inzet wordt toegeleefd naar curatieve inzet bij het overschrijden van schadedrempels. De hedendaagse monitoringstechnieken bieden voor de toekomst weinig praktische handvaten voor ondernemers doordat ze arbeidsintensief zijn.

De cameraval van Pessl Instruments biedt voor de toekomst de meest praktische toepassing op het gebied van monitoring. Doordat de software achter de insectendeterminatie steeds geavanceerder wordt, kunnen op termijn ook mogelijk andere insecten zoals bladluizen en trips worden gemonitord. Dit systeem neemt veel werk uit handen voor telers en kan een waardevolle aanvulling zijn op een geïntegreerd gewasbeschermingssysteem.

Akkerranden kunnen een zeer nuttige invloed hebben op de plaagbeheersing. Hier zitten wel voorwaarden aan vast. De akkerrand moet de juiste samenstelling hebben met bloemen die bevorderlijk zijn voor de populatie natuurlijke vijanden. Ook moet deze samenstelling geen plagen aantrekken waardoor natuurlijke vijanden verdreven worden. Onderzoek naar de geschikte samenstelling van randen is een vereiste voordat er meerwaarde uit gehaald kan worden. Proeven in de Hoeksche Waard met een ingenieus akkerrandensysteem hebben al geleid tot teelten van consumptieaardappelen en tarwe zonder insecticidebespuitingen.

Naast akkerranden bieden andere methoden zoals strokenteelt en bankerplants mogelijkheden voor een biologische plaagbeheersing. Voor deze toepassingen is aanvullend onderzoek vereist.

Wageningen Universiteit en het Louis Bolk Instituut zijn bezig met een onderzoek naar strokenteelt bij akkerbouwbedrijf ERF B.V. Ook wordt komend seizoen onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van bankerplants.

4.5 Reflectie op het proces

De keuze voor een literatuurstudie paste goed bij de opzet van het onderzoek. Veel informatie is verkregen uit literatuur en vakbladen. Omdat de discussie rondom neonicotinoïden op het moment van schrijven leefde in de akkerbouwsector, was voldoende actuele informatie beschikbaar. Onder andere de Boerderij, Nieuwe Oogst en Akkerwijzer zijn geraadpleegd en naast elkaar gelegd om betrouwbare informatie te krijgen over de alternatieven. Daarnaast is het Ctgb als uitgangspunt gebruikt in het vergaren van informatie over de beschikbare chemische middelen. In de toelatingendatabank zijn de gebruiksvorschriften van alle middelen gebruikt om de meest recente informatie te verkrijgen. De Milieumeetlat van CLM, die in veel artikelen, rapporten en adviezen als basis dient, is daarnaast als betrouwbare bron gebruikt om de milieueffecten te beoordelen. Van alle behandelde middelen in het onderzoek waren Flipper en Benevia niet opgenomen in deze lijst.

Het kiezen voor interviews was, gezien de tijdspanne die ter beschikking stond, niet direct nodig geweest. Daarnaast was de informatie van de hiervoor genoemde bronnen en de adviseurs van Delphy toereikend voor de literatuurstudie. Om die reden is besloten om geen pootgoedhandelshuis en uienverwerker te benaderen. Binnen het team van Delphy was voldoende kennis aanwezig over deze twee teelten. Wel is besloten om gesprekken met Koppert, De Groene Vlieg en het IRS aan te gaan. Dit is bij Koppert en het IRS telefonisch gedaan, en namens De Groene Vlieg zijn drie specialisten op bezoek geweest. Binnen Koppert is er contact geweest met Frank Druyff, accountmanager agri, en bij het IRS is er contact geweest met Elma Raaijmakers, onderzoeker ziekten en plagen. Deze gesprekken hebben wel geleid tot nieuwe inzichten en aanvullende informatie.

De algehele tijdsplanning was erg krap, maar haalbaar. Wanneer er eerder was gestart met het onderzoek, had er mogelijk meer verdieping geweest in de literatuurstudie. Tijdig beginnen met het maken van een onderzoeksopzet is dus een leerpunt voor eventuele andere, vergelijkbare onderzoeken.

Daarnaast gebeurde het regelmatig dat er op een specifiek onderdeel sterk werd gefocust, waardoor de afbakening van het onderzoek in gevaar kwam. Er werd dan sterk de nadruk gelegd op voor dit onderzoek niet relevante informatie. Door daar continu op te focussen, is er ook minder tijd beschikbaar geweest voor het daadwerkelijke doel van dit onderzoek.

De keuze voor drie gewassen had anders ingericht kunnen worden. Er is voldoende informatie en onderzoek beschikbaar om het hele onderzoek te richten op één gewas. In feite is er nu een wat algemener rapport voor drie gewassen, terwijl telers meer baat hebben bij een uitgewerkt rapport over een specifiek gewas zoals suikerbieten.

Ook had er meer diepgang kunnen plaatsvinden wanneer er was afgebakend op een specifiek teeltgebied. Voor dat gebied hadden de daar aanwezige plagen beter beoordeeld kunnen worden en hadden bepaalde insecticiden of plagen niet aan de orde geweest. Tussen zand- en kleigrond zitten ten slotte verschillen in de insectendiversificatie en de plaagdruk.

5 Conclusie en aanbevelingen

Clothianidin, imidacloprid en thiamethoxam zijn drie neonicotinoïden die vanaf 2019 niet meer toegelaten zijn in buitenteelten. Dat heeft een impact op de insectenbeheersing in onder andere suikerbieten en pootaardappelen. Daarnaast geldt voor 2020 dat fipronil niet meer mag worden gebruikt in de teelt van uien. Ook in die sector betekent dat nieuwe uitdagingen in de plaagbeheersing. In dit onderzoek zijn chemische en biologische alternatieven beschreven en beoordeeld.

In Nederland is de trend van minder chemie al jaren aan de gang. De verwachtingen voor nieuwe middelen zijn daarom matig. Het inzetten van de juiste middelen met de minste milieu-impact is daarom ontzettend belangrijk om de Nederlandse akkerbouwsector gezond en vitaal te houden. Dit hoofdstuk bevat de conclusies voor de vier deelvragen. Vervolgens wordt een antwoord op de hoofdvraag geformuleerd. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan voor eventueel vervolgonderzoek.

5.1 Conclusies

Deelvraag 1

Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de suikerbietenteelt?

Teppeki is vooralsnog het beste middel dat in de suikerbietenteelt ingezet kan worden. Bij de overige alternatieven is voorzichtigheid geboden met het oog op de resistentieontwikkeling. De bladluisbestrijding kan het beste worden uitgevoerd met Teppeki, Pirimor en Calypso. Andere plaaginsecten zullen met pyrethroïden bestreden moeten worden. Hierbij is voorzichtigheid geboden vanwege de hoge milieu-impact en schadelijke effecten op natuurlijke vijanden. Een bladluisbestrijding met pyrethroïden wordt afgeraden vanwege de resistentieopbouw.

Deelvraag 2

Wat zijn de beste alternatieven voor neonicotinoïden in de pootaardappelteelt?

In de teelt van pootaardappelen is Teppeki eveneens het beste middel dat kan worden ingezet tegen plagen. Naast Teppeki heeft Chess een voorkeur in de bladluizenbestrijding. Tegen de overige middelen hebben plagen resistentie ontwikkeld of de middelen hebben een grote impact op het milieu, waardoor ze in een geïntegreerd teeltsysteem pas als laatste optie ingezet dienen te worden.

Deelvraag 3

Wat zijn de beste alternatieven voor fipronil in de uienteelt?

Flipper is in de teelt van uien het beste alternatief dat na het afschaffen van Mundial ingezet kan worden. Dankzij de biologische samenstelling van het middel biedt het volop kansen in een biologische, geïntegreerde en gangbare uienteelt. Na Flipper is Movento een geschikt middel in de bestrijding van plaaginsecten. Ook in de gewasbescherming van uien geldt dat er in de toekomst minimaal gebruik gemaakt moet worden van pyrethroïden.

Deelvraag 4

Wat kunnen akkerranden en andere biologische methoden betekenen in de bestrijding van plaaginsecten?

Doorontwikkeling van cameravallen kan de steeds groter wordende akkerbouwbedrijven tegemoetkomen in het waarnemen en herkennen van de biodiversiteit rondom het gewas. Het aanleggen van een akkerrand kan de inzet van chemie verminderen, met een lagere milieubelasting als gevolg. Verdergaand onderzoek is hiervoor vereist. Diverse andere ontwikkelingen worden aan

onderzoeken onderworpen en kunnen daarna mogelijk een belangrijke rol spelen in een geïntegreerd plaagbestrijdingssysteem.

Hoofdvraag

Wat zijn de, bestaande en nieuwe, mogelijkheden om plagen in akkerbouwgewassen op een zo natuurlijk mogelijke wijze te beheersen met het oog op een steeds krapper wordende gewasbeschermingsmiddelenmarkt?

Het aanbod selectieve middelen met een lage milieu-impact is beperkt. De akkerbouwsector moet daarom nog noodgedwongen gebruik maken van breedwerkende pyrethroïden. De inzet van biologische methoden en moderne monitoringstechnieken kan het gebruik van insecticiden beperken, maar nog niet geheel vervangen. Verder onderzoek naar groene middelen en biologische technieken zijn dus vereist om de sector vooruit te helpen.

5.2 Aanbevelingen

Voor telers van suikerbieten, pootaardappelen en uien kan de informatie uit het onderzoek worden gebruikt om een geïntegreerd plan op te stellen voor het beheersen en bestrijden van plagen. Het belang van monitoren wordt door veel telers onderschat, maar in de toekomst wordt dit steeds belangrijker.

Met name in de biologische bestrijding van insecten kan nog veel vervolgonderzoek plaatsvinden. Enkele van deze onderzoeken worden ook komend jaar uitgevoerd.

Met betrekking tot de akkerranden is nog veel onderzoek vereist op het gebied van waardplanten. De samenstelling van randen kan verder geoptimaliseerd worden waardoor deze niet aantrekkelijk worden voor plagen, maar wel aantrekkelijk blijft voor nuttige insecten.

Vervolgonderzoek naar aanleiding van dit onderzoek kan worden uitgevoerd door het onderwerp verder af te bakenen. Dat kan door een specifiek gewas te kiezen, of door een specifiek teeltgebied met de daarbij behorende omstandigheden te onderzoeken.

6 Bibliografie

- Akkerwijzer. (2019, januari 4). 'Besluit Schouten komt voor 2019 te laat'. *Akkerwijzer*, pp. <https://www.akkervijzer.nl/artikel/178267-besluit-schouten-komt-voor-2019-te-laet/>.
- Alebeek, F. v. (2007). *Vangtechnieken en monitoring voor plagen en hun natuurlijke vijanden*. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.
- Alebeek, F., & Clevering, O. (2005). *Gebiedsplan FAB Hoeksche Waard. Naar een aantrekkelijk platteland met een natuurlijke omgeving als probleemoplosser voor het agrarisch bedrijf*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, M. T., Brown, V. K., . . . Whittaker, J. B. (2002, januari). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *8*(1), 1-16.
- Barzman, M., Birch, A., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., . . . Sattin, M. (2015, oktober). Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, *35*(4), 1199-1215.
- Bayer. (sd). *Resistentie*. Opgehaald van Bayer: <https://agro.bayer.nl/Gewassen/Resistentie.aspx>
- Beekman, J. (2017, september 13). *Minder ziekten en hogere opbrengsten*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/9/Minder-ziekten-en-hogere-opbrengsten-182729E/>
- Bos, M. M., Musters, C., & Snoo, G. d. (2014). *De effectiviteit van akkerranden in het vervullen van maatschappelijke diensten*. Leiden: Institute of Environmental Sciences, Leiden University .
- CBS. (2016, juli 14). *Gebruik gewasbeschermingsmiddelen landbouw;werkzame stof,toepassing '95-'12*. Opgehaald van CBS: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37606/table?ts=1543305443090>
- Ctgb. (2018, april 13). *Aanbieding ctgb-advies neonicotinoïden*. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bestrijdingsmiddelen/documenten/brieven/2018/04/13/ctgb-advies-neonicotinoiden>
- Ctgb. (sd). *Green Deal Gewasbescherming*. Opgehaald van Ctgb: <https://www.ctgb.nl/onderwerpen/green-deal-groene-gewasbeschermingsmiddelen>
- Deutsch, C., Joshua, T., Tigchelaar, M., Battisti, D., Merrill, S., Huey, R., & Naylor, R. (2018, augustus 31). Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, *361*, 916-919.
- Eaton, A. T. (2017, juli). *How Insecticides Work*. Opgehaald van University of New Hampshire: https://extension.unh.edu/resources/files/resource000504_rep526.pdf
- Edholm, C., Tenhumberg, B., Guiver, C., Jin, Y., Townley, S., & Rebarber, R. (2018). Management of invasive insect species using optimal control theory. *Ecological Modelling*, 36-45.
- EFSA. (2013, februari 28). *Neonicotinoids: risks to bees confirmed*. Opgehaald van EFSA: <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/180228>
- Engwerda, J. (2018, augustus 8). *Doorbraak in gewasbescherming: middel verjaagt insecten*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/8/Doorbraak-in-gewasbescherming-middel-verjaagt-insecten-317991E/>
- EPA. (1999, december). *DDT - A brief history and status*. Opgehaald van United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/ddt-brief-history-and-status>

- Hallmann, C., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., . . . Kroon, H. d. (2017, oktober 18). *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*. Opgehaald van PLoS ONE: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809>
- Hendrix, W., & Langenberg, J. v. (2015). *Bedrijfsvoeren gewasbescherming*. Ede: Ontwikkelcentrum Ede.
- IRAC. (sd). *The IRAC Mode of Action Classification*. Opgehaald van IRAC: <https://www.iraac-online.org/modes-of-action/>
- IRS. (2018, december 6). Wanneer kiezen voor bietenzaad met Force? *IRS*, pp. <https://www.irs.nl/alle/nieuws/936-wanneer-kiezen-voor-bietenzaad-met-force>.
- Jaworski, T., & Hilszczański, J. (2013, december). The effect of temperature and humidity changes on insects development and their impact on forest ecosystems in the context of expected climate change. *Leśne Prace Badawcze (Forest Research Papers)*, 74(4), 345-355.
- Kist, R. (2018, februari 19). Gezichtsherkenning wordt mainstream. *NRC*.
- Kleijn, D., Bink, R., Braak, C. t., Grunsven, R. v., Ozinga, W., Roessink, I., . . . Zeegers, T. (2018). *Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: trends, oorzaken en kennislacunes*. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Koopmans, C. J., Erisman, J.-W., Zanen, M., & Luske, B. (2017). *Biodiverse akkerbouw. Verkenning van indicatoren voor biodiversiteit in de akkerbouw*. Bunnik: Louis Bolk Instituut.
- Mertens . (sd). *Teppeki*. Opgehaald van Mertens: <https://www.mertens-groep.nl/nl/webshop/product/gewasbescherming-4/tegen-insecten-insecticiden-2/tepeki-1>
- Ministerie van LNV. (2005). *Voorkomen van ziekten en plagen. Over gewasbescherming in de landbouw*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- NVWA. (2017). *Update Landbouwkundige impactanalyse n.a.v. door COM voorgestelde beperking van het gebruik van drie neonicotinoïden (clothianidin, imidacloprid, thiamethoxam)*. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit.
- Raaijmakers, E. (2018, juni). Alternatieven bij een verbod op neonicotinoïden. *Cosun Magazine*, p. 15. Opgehaald van IRS.
- Ramanujan, K. (2015, juli 20). *RNA insecticide could target specific pests*. Opgehaald van Cornell Chronicle: <http://news.cornell.edu/stories/2015/07/rna-insecticide-could-target-specific-pests>
- Reed, S., Williams, C., & Chadwick, L. (1941). *Frequency of wing-beat as a character for separating species races and geographic varieties of Drosophila*. Cambridge: Harvard University.
- Reindsen, H. (2018, juli 28). Force 20CS is alternatief voor neonics in biete. *Nieuwe Oogst*, pp. <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2018/07/28/force-20cs-is-alternatief-voor-neonics-in-bieten>.
- Rijksoverheid. (2018, april 24). *Nederland stemt in met inperking neonicotinoïden*. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2018/04/24/nederland-stemt-in-met-inperking-neonicotinoiden>
- Rijn, P. v., & Wäckers, F. (2007). Bloemrijke akkerranden voeden natuurlijke vijanden. *Entomologische berichten*, 67, pp. 226-230.
- Rijn, P. v., Willemse, J., & Alebeek, F. v. (2011). *FAB en akkerranden voor natuurlijke plaagbeheersing*. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.
- Royal Brinkman. (sd). *Flipper 10 ltr*. Opgehaald van Royal Brinkman: [https://royalbrinkman.nl/gewasbescherming-desinfectie/biologische-gewasbescherming/gno-insectenbestrijding/flipper-10-ltr-180406218?utm_source=\[google\]&utm_medium=\[cpc\]&utm_campaign=\[NL\]%20\[SEA\]%20\[Assortiment\]%20\[Gewasbescherming\]%20\[Biologisch\]%20\[Do\]&u](https://royalbrinkman.nl/gewasbescherming-desinfectie/biologische-gewasbescherming/gno-insectenbestrijding/flipper-10-ltr-180406218?utm_source=[google]&utm_medium=[cpc]&utm_campaign=[NL]%20[SEA]%20[Assortiment]%20[Gewasbescherming]%20[Biologisch]%20[Do]&u)

- Schoonhoven, L., & Osse, J. (2008). *Natuur als bondgenoot. Biologische bestrijding van ziekten en plagen*. Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij.
- Stallen, J. (2017, oktober 12). *Voorspellingsmodel smoort koolvlieg in de kiem*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/10/Voorspellingsmodel-smoort-koolvlieg-in-de-kiem-196252E/>
- Syngenta. (2018, september 19). *ACTARA*. Opgehaald van Syngenta: <https://www.syngenta.be/product/crop-protection/insecticide/actara-1>
- Ten Brinke. (2017, mei 17). *Hoe kan ik non-persistente virusoverdracht beperken*. Opgehaald van Ten Brinke: <https://tenbrinkebv.nl/actueel/nieuws/poot-aardappelen-hoe-kan-ik-non-persistente-virusoverdracht-beperken>
- Ten Brinke. (2018, juni 25). *Toepassing van loofdoders in pootaardappelen*. Opgehaald van Ten Brinke B.V.: <https://tenbrinkebv.nl/actueel/nieuws/poot-aardappelen-toepassing-van-luisdoders-in-pootaardappelen>
- TerraNext. (2014). *Uitvoeren Gewasbescherming*. TerraNext.
- Tholhuijsen, L. (2018, mei 23). *Na verbod neonics vaker en volvelds spuiten*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/5/Na-verbod-neonics-vaker-en-eerder-volvelds-spuiten-287156E/>
- Tuenter, G. (2016, november 23). Biologisch eten is nu ook voor de massa. *NRC*. Opgehaald van NRC: <https://www.nrc.nl/nieuws/2016/11/23/biologisch-nu-ook-voor-de-massa-5451221-a1533271>
- Verbeek, M., Vlugt, R. v., Raaijmakers, E., & Tijink, F. (2017, november 11). Opbrengst daalt fors bij verbod neonicotinoïden. *Boerderij*, pp. <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2017/11/Opbrengst-daalt-fors-bij-verbod-neonicotinoiden-208096E/>.
- Vos, P. (2017, augustus 24). *Einde in zicht voor fipronil in uien*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Nieuws/2017/8/Einde-in-zicht-voor-fipronil-in-uien-175531E/>
- Vos, Petra. (2018, april 14). *Voorkom trips in uien: plan van aanpak*. Opgehaald van Boerderij: <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/4/Voorkom-trips-in-uien-plan-van-aanpak-272224E/>
- Yanping, C., Why, A., Batista, G., Mafra-Neto, A., & Keogh, E. (2014). *Flying Insect Classification with Inexpensive Sensors*. *Journal of Insect Behaviour*.
- Zinger, L. d., & Raaijmakers, E. (2018, april). Bestrijding insecten steeds grotere uitdaging. *Cosun Magazine*, pp. 14-15.

Bijlage 1 Overzicht natuurlijke vijanden en plagen

Natuurlijke vijanden			
Naam	Natuurlijke vijand voor	Kenmerken	Levenscyclus
Entomopathogene schimmel <i>Fungus</i>	Zwarte bonenluis Bonenspintmijt Trips	Schimmel parasiteert de gastheer.	
Galmug <i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Zwarte bonenluis	De galmug injecteert een gifstof in de luis waarna deze leeggezogen wordt.	Cyclus 20-30 dagen
Groene gaasvlieg <i>Chrysoperla carnea</i>	Aardappelstengelboorder Bietenmot Bladroller Gammauil Groene perzikbladluis Mineervlieg Springstaart (blad) Wants	Larve voedt zich met bladluizen Adult voedt zich met honingdauw, nectar en stuifmeel	Cyclus 4-6 weken Levensduur 1-3 maanden
Kortschildkever <i>Aleocharinae</i> en <i>Staphylinidae</i>	Aardvlo Bietenkever Bietenwortelluis Emelt Miljoenpoot Rouwvlieg Springstaart Wortelduizendpoot	<i>Aleocharinae</i> Larve voedt zich met vliegen Adult heeft breed voedselpatroon <i>Staphylinidae</i> Larve en adult eet voedt zich met eitjes en larven van insecten	<i>Aleocharinae</i> Cyclus 6 weken Levensduur 3 maanden 4-5 generaties per jaar <i>Staphylinidae</i> Levensduur 50-60 dagen
Lieveheersbeestje <i>Adalia bipunctata</i> (tweestippelig), <i>Harmonia axyridis</i> (veelkleurig Aziatisch), <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (veertienstippelig), <i>Coccinella septempunctata</i> (zevenstippelig)	Groene perzikbladluis Zwarte bonenluis	Larve voedt zich met bladluizen Adult voedt zich met bladluizen, nectar en stuifmeel	Cyclus 3-4 weken Levensduur 3-4 maanden Minstens 2 generaties per jaar Levensduur <i>Harmonia axyridis</i> is 2-3 jaar
Loopkevers <i>Carabidae</i>	Aardvlo Bietenkever Bietenwortelluis Emelt Miljoenpoot Naaktslak Rouwvlieg Springstaart Wortelduizendpoot	Larve en adult leven in de bodem Larve is meestal 's nachts actief	Cyclus 1 jaar Levensduur 2-3 jaar 1 generatie per jaar
Oorworm <i>Forficula auricularia</i>	Groene perzikbladluis Zwarte bonenluis	Voeden zich met dierlijk en plantaardig voedsel	Cyclus 5 maanden
Pyjamazweefvlieg <i>Episyrphus balteatus</i>	Groene perzikbladluis Zwarte bonenluis	Larve voedt zich met bladluizen Adult voedt zich met honingdauw, nectar en stuifmeel	Cyclus 3-4 weken 6-7 generaties per jaar
Roofmijt <i>Amblyseius californicus</i> <i>Amblyseius cucumeris</i> <i>Amblyseius swirskii</i>	Bonenspintmijt	Zeer mobiel	<i>Californicus</i> Ei-adult 14 dagen Levensduur adult 20 dagen <i>Cucumeris</i> Ei-adult 7-10 dagen Levensduur adult 3 weken <i>Swirskii</i> Ei-adult 5-6 dagen
Roofwants <i>Anthrenor nemoralis</i> <i>Macrops caliginosus</i> <i>Orius spp.</i>	Aardappelstengelboorder Bietenmot Bietenvlieg Bladroller Gammauil Mineervlieg Springstaart (blad) Trips Wants		<i>Nemoralis</i> Ei-adult 15 dagen 1-2 generaties per jaar <i>Caliginosus</i> Ei-adult 3 weken <i>Orius spp.</i> Ei-adult 2-3 weken Levensduur adult 3-4 weken
Sluipwesp	Groene perzikbladluis		Cyclus 9-13 dagen Levensduur 10 dagen