

Ziektebestrijding in wintertarwe

Het spuitschema van de toekomst



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

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk dat de afsluiting vormt van mijn deeltijdstudie Tuinbouw & Akkerbouw aan de Aeres Hogeschool in Dronten.

Dit onderzoek heeft een grote bijdrage geleverd aan mijn parate vakkennis en aan mijn verbreding en verdieping in mijn werkomgeving.

Met dit onderzoek hoop ik een steentje bij te kunnen dragen aan de verduurzaming in de gewasbescherming en ervoor te zorgen dat professionele gebruikers en de maatschappij beseffen dat een duurzame teelt samen gerealiseerd moet worden.

In het bijzonder wil ik mijn werkgever, Adama Northern Europe B.V., bedanken voor de ruimte en vrijheid die mij geboden is om interne bronnen te kunnen raadplegen. Crop Manager Cereals Terry van Loon heeft daarbij een belangrijke rol gehad.

Mijn afstudeerdocent en graanspecialist Michiel Drok heeft mij bovendien structuur kunnen brengen en gezorgd voor een bredere kritische blik op de toekomst van gewasbescherming.

Robbert Boon

Bergen op Zoom, juni 2018

Samenvatting

Het aanbod van goede fungiciden in de Nederlandse graanmarkt is aanzienlijk. Dit wil echter niet zeggen dat willekeurig productengebruik volstaat voor een goede ziektebestrijding. De teler moet centraal staan in een juiste advisering en heeft kennis en inzicht nodig over welke middelen op welk tijdstip toegepast kunnen worden om verstandige keuzes te maken.

Welke middelen dit zijn, hangt af van enkele variabelen, zoals de kostprijs, milieubelasting, effectiviteit en rassenkeuze. Omdat er veel veranderd is in de branche bij de boer, adviseur en producent van gewasbeschermingsmiddelen, is het van belang om het bestaande productenpakket onder de loep te nemen en te zorgen voor een voldoende uiteenzetting van het bespuitingschema. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *Wat is het meest toekomstbestendige bespuitingsschema van ziekten in tarwerassen Benchmark?* Toekomstbestendigheid valt of staat met de effectiviteit van een graanfungicide, het maatschappelijk draagvlak in de vorm van milieubelasting en de kostprijs voor de teler.

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden, is literatuuronderzoek uitgevoerd en zijn interviews afgenomen bij enkele graanspecialisten. Uit de literatuur blijkt dat triazolen, een groep actieve stoffen, onder een Europees vergrootglas liggen en de stof propiconazool zelfs al een negatief advies heeft gekregen van de European Food Safety Authority, wat consequenties heeft voor het bespuitingsschema. Een andere groep actieve stoffen, de strobilurines, laten wegens resistentie een matige werking zien op *Septoria tritici*. De chemische groep die relatief sterk is tegen de graanziektes gele roest, bruine roest, meeldauw en *Septoria tritici* is de succinate dehydrogenase inhibitors (SDHI's).

Rassenlijsten tonen echter aan dat er verloop zit in de resistentiecijfers van tarwerassen, doordat roestfysio's zich aanpassen. Dit houdt in dat een geïntegreerde teeltwijze nodig is en afgestapt moet worden van de standaard bespuitingsschema's met vaste spuitmomenten en vaste doseringen.

Op basis hiervan wordt aanbevolen om de rassenkeuze aan te passen aan de verwachte ziektedruk. Hierbij wordt best van de standaard kalenderspuitschema's afgestapt, in ruil voor schadedrempels en adviesschema's om inzicht te krijgen in het afwisselen van fungiciden binnen de groepen en waar mogelijk tussen de actieve stoffen. Als de toekomst van triazolen onder druk staat, is er ruimte voor actieve stoffen met een lagere effectiviteit en minder milieubelasting.

Om de invloed van deze alternatieve ziektebestrijdingsmethode op opbrengst en gewasgezondheid te toetsen, dient nader onderzoek uitgevoerd te worden. Dit geldt ook voor de diverse adviesschema's die nu onderling nog niet getoetst kunnen worden op opbrengst en gewasgezondheid.

Summary

The Netherlands is home to a considerable number of high-quality fungicides. This does not mean that the use of any product guarantees proper crop protection. Growers should seek recommendations based on their circumstances instead of following 'general advice'. The grower needs to know the times and the circumstances in which a given fungicide should be applied in order to make the best decision.

Which product is needed depends on several issues, such as the cost of the product, its environmental impact, its efficacy and the choice of crop variety. Because the crop-protection industry has undergone many changes of late for farmers, advisors and producers of crop-protection products, it is important to examine the range of available products to determine the best spray schedule. The following research question is formulated for this purpose: What is the most sustainable spray schedule for fungal diseases in the wheat variety Benchmark? Sustainability depends on the efficacy of the cereal fungicide, the support of the public (expressed as environmental impact) and the cost for the grower.

To answer this research question a literature review is conducted and interviews carried out with several cereal specialists. The literature review shows that triazoles, a group of active ingredients are under European scrutiny of which propiconazole already received a negative recommendation on renewal by the European Food Safety Authority, which will have negative consequences for spray schedules. Another group of active ingredients, strobilurines, shows little efficacy against *Septoria tritici* because of the latter's resistance. The literature review shows that SDHIs are the chemical group that is most effective against the cereal diseases yellow rust, brown rust, mildew and *Septoria tritici*. Variety lists show differences between varieties on changing rust-races. This underlines the importance of adapting an integrated approach and the end of a standard spray schedule with fixed spray times and dose-rates.

An integrated approach means to adjust variety choice to the expected disease pressure. Stop using fixed spray schedules, but use disease-thresholds and different options in spray schedule to gain insight on the possibilities to alternate groups of fungicides and active ingredients as much as possible.

If triazoles will remain under pressure and disappear in the (near) future, spray schedules could offer opportunities for the use of active ingredients that are less effective and have lower environmental impact.

In order to test the influence of this alternative disease control method on yield and crop health, further research must be carried out, also to the various spray schedules.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	4
Summary	5
Lijst met figuren	7
Lijst met tabellen.....	7
1. Inleiding.....	8
1.1 Aanleiding en ontwikkelingen.....	8
1.2 Relevantie voor de sector	9
1.3 Inhoudelijke aspecten	10
1.4 Hoofdvraag en deelvragen	11
1.4.1 Wat is een toekomstbestendig spuitschema?.....	11
1.4.2 Wat verstaan we onder een spuitschema?	15
1.4.3 Welke middelen passen bij de tijdstippen?	22
1.5 Doelstelling.....	23
2. Onderzoeksmethode	25
2.1 Literatuuronderzoek.....	25
2.2 Kwalitatief onderzoek: interviews	25
2.3 Uitwerking adviesmodule	25
3. Resultaten	27
3.1 Spuitschema	27
3.2 Toekomstbestendigheid	28
3.3 Beschikbare middelen	29
3.4 Interviews met graanspecialisten	29
3.5 Adviesschema	29
3.6 Ziektebestrijding in het ras Benchmark.....	31
4 Discussie.....	32
4.1 Adviesschema	32
4.2 Interview graanspecialisten	34
4.3 Ras Benchmark in het spuitschema	35
4.4 Milieubelasting, kostprijs en effectiviteit	35
4.5 Spuitschema	36
5 Conclusies en aanbevelingen.....	39
5.1 Conclusie	39
5.2 Aanbevelingen.....	39
6 Bijlage.....	41
Bibliografie.....	48

Lijst met figuren

Figuur 1 Afname effectiviteit van triazolen (AHDB, 2017)	13
Figuur 2 Overzicht van de tarweprijzen in Nederland van 2000-2017 (WUR, 2018)	15
Figuur 3 Schaal van Feekes (Large, 1954)	16
Figuur 4 Gele roest (AHDB, 2016)	16
Figuur 5 Meeldauw (AHDB, 2016)	17
Figuur 6 Septoria tritici (AHDB, 2016)	17
Figuur 7 Bruine roest (AHDB, 2016)	18
Figuur 8 Sneeuwschimmel (Adama, z.d.)	18
Figuur 9 Gele bladvlekkenziekte (Delphy, z.d.)	19
Figuur 10 Positionering van ziekten in wintertarwe aan de hand van Feekes schaal	19
Figuur 11 Spuittijdstippen ingedeeld in 3 momenten	20

Lijst met tabellen

Tabel 1 Shifting tussen 2016 (L) en 2018 (R) (CSAR, 2017)	22
Tabel 2 Schema AHDB ziektescore (2018)	23
Tabel 3 Omzet per spuitmoment op Nederlandse markt (cijfers: SCIB)	27
Tabel 4 Adviesschema graanfungiciden	29
Tabel 5 Rassenlijst wintertarwe 2018	31
Tabel 6 Effectiviteitsschema graanfungiciden AHDB (2018)	33
Tabel 7 Adviesschema graanfungiciden zonder milieubelastingspunten	33
Tabel 8 Adviesschema op basis van milieubelastingspunten	37
Tabel 9 Adviesschema op basis van kostprijs	38
Tabel 10 Adviesschema op basis van effectiviteit	38

1. Inleiding

Het is druk op de Nederlandse graanfungicidenmarkt. De vraag is of het spuitschema, waarin de fungiciden gepositioneerd worden, bepaald wordt door commerciële belangen van fabrikanten of de distributiekkanalen, die de producten afzetten bij de telers en of het adviesschema ook technisch onderbouwd is. Deze vraagstukken ontstaan in tijden waarin graanprijzen slecht zijn en boeren weinig verdienen. Commerciële belangen kunnen ervoor zorgen dat er onterecht een bespuiting wordt toegepast of dat minder sterke middelen een essentiële positie krijgen. Verkeerde middelen kunnen gevaren als resistentie en opbrengstderving opleveren. Ook moet milieubelasting in aanmerking worden genomen.

Om gehoor te geven aan bovenstaande ontwikkelingen en gevaren heeft dit onderzoek de volgende hoofdvraag: 'Wat is het meest toekomstbestendige bespuitingsschema van ziekten in tarweras Benchmark?'

Om deze vraag te kunnen beantwoorden worden deelvragen geformuleerd, waarin de volgende aspecten een belangrijk rol spelen:

- voorkomen van middelenresistentie;
- het economische oogpunt voor de teler;
- het toepassingstijdstip;
- toepasbaarheid op andere rassen;
- milieubelasting en de toekomstbestendigheid van het schema.

1.1 Aanleiding en ontwikkelingen

In mijn carrière als Technical Support Manager Akkerbouw bij Adama Northern Europe B.V. kom ik door verschillende contacten veel vraagstukken tegen, zowel vanuit de zakelijke als de maatschappelijke kant. De branche moet voldoen aan strenge wetgevingen en moet bovendien het brede publiek tevreden houden, dat een steeds groter stempel drukt op het beleid.

Er komt steeds meer druk te staan op chemische gewasbeschermingsmiddelen en er verdwijnen meer actieve stoffen dan er bijkomen. Het is dus van belang om hier zuinig mee om te gaan, zodat ze in de toekomst ook op een verstandige wijze toegepast kunnen worden.

Twee belangrijke redenen voor het verdwijnen van actieve stoffen zijn milieubelasting en resistentievorming. De markt is gebaat bij goede graanfungiciden en het belang is groot om deze dan ook te behouden. Als resistentie voorkomen kan worden, zal dit een positieve invloed hebben op de toekomst van gewasbeschermingsmiddelen.

Gewasveredeling, waarbij steeds met de beste rassen wordt doorgekleemd en gekruist kan gedeeltelijk op de problematiek inspringen door rassen te ontwikkelen met een hogere ziekteresistentie. Volledig ingebouwde resistentie die duurzaam is in de toekomst, is een grote uitdaging. Doordat pathogenen worden blootgesteld aan resistente rassen en aan natuurlijke, maar ook chemische elementen, vindt er mutatie plaats van pathogenen. Rassen zijn hierdoor niet altijd even goed beschermd tegen nieuwe fysio's. Een Fysio is een systematische eenheid binnen een schimmelsoort, die

niet te onderscheiden is op morfologische kenmerken. Alleen bij een goede ziektebestrijding haalt een ras haar volledige opbrengstpotentie. Alternatieven voor chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn schaars en bieden niet de effectiviteit die wij verwachten met het chemische gedachtegoed. De zogenaamde “aan-uit knop” van chemisch gesynthetiseerde producten is bij alternatieven, zoals biostimulanten en plantversterkers, niet van toepassing.

Echter, de maatschappij eist verantwoording van de agrarische sector en dwingt middelenreductie af. Supermarkten beginnen afdelingen met milieukeurproducten en ngo's zetten beleidsbepalers in de branche onder druk om de hoeveelheid actieve stoffen sterk te reduceren. Door bijvoorbeeld superuitvloeiers toe te voegen, zou de werking met een gereduceerde dosering van circa 25% dezelfde effectiviteit moeten behouden. (Kwiatkowski, Wesołowski, Harasim, Gawęda, & Drabowicz, 2013) De toekomst van triazolen, een chemische groep fungiciden die het effectiefst is op bestrijding van roesten, staat onder druk. Recent is bekend geworden dat de licentie op de actieve stof propiconazool niet verlengd zal worden na een onderzoek door de European Food and Safety Authority (EFSA), en hoogstwaarschijnlijk vanaf 2019 niet meer gebruikt mag worden in de Europese landbouw. Daardoor zullen enkele graanfungiciden met propiconazool uit de markt verdwijnen. De uitspraak luidde als volgt:

The Risk Assessment Committee (RAC) of the European Chemicals Agency (ECHA) proposed classification of propiconazole for reproductive toxicity in category 1B leading to a critical area of concern concerning approval criteria and the relevance of groundwater metabolites. The potential endocrine disruption of propiconazole was identified both as an issue that could not be finalised and a critical area of concern. The lack of representativeness of batches used in toxicity studies compared to the technical specification is also leading to a critical area of concern. (EFSA, 2017)

Triazolen zijn essentieel voor het bespuitingsschema en moeten succinate dehydrogenase inhibitors (SDHI) aanvullen en afwisselen wegens de sterke werking op roesten. Er zijn dus alternatieven nodig voor triazolen.

Kortom zijn er vanuit de agrarische sector, maar ook vanuit de maatschappij, genoeg redenen om een toekomstbestendig bespuitingsschema te ontwikkelen. Daarom is het nodig om te onderzoeken wat technisch het ideale schema is.

1.2 Relevantie voor de sector

Bovenstaande zaken zijn slechts een greep uit de ontwikkelingen en trends in de sector. De baat bij een toekomstbestendige ziektebestrijding en teelt van tarwe is grensoverschrijdend en dienen naast de landbouwsector ook indirect de maatschappij.

Ondanks dat de graanprijzen de laatste jaren laag zijn en het areaal graan blijft afnemen (CBS, 2018, 21 maart), is graan een onmisbaar product in de teeltrotatie op een landbouwbedrijf en is een gezonde graanteelt broodnodig. Dit blijkt uit de grondkwaliteit die achteruit gaat, omdat de boer kiest voor beter renderende gewassen in het bouwplan. Dit intensievere bouwplan zorgt in veel gevallen voor meer latere en

soms nattere oogstmomenten wat kan zorgen voor bodemverdichting en minimale aanvoer van organische stof. (Van Dijk, Spruijt, Runia, & Van Geel, 2012)

Adviseurs, de maatschappij en supermarktketens hebben dus baat bij een schema waarmee op slimme wijze keuzes gemaakt kunnen worden om maatwerk te realiseren. Een schema dat inzicht geeft in milieubelasting, de kostprijs per toepassing, de optimale positie van een product en resistentiegevoeligheid. Momenteel zijn dergelijke schema's niet beschikbaar in de teelt van wintertarwe. Dit schema zal in deze scriptie ontwikkeld worden.

1.3 Inhoudelijke aspecten

De teelt van tarwe is wereldwijd zeer omvangrijk. Er wordt veel onderzoek gedaan naar ziektebestrijding, maar ook naar onkruidbestrijding, resistentie van rassen en bemesting.

Ieder continent heeft door verschillende klimatologische omstandigheden ook een verschillende ziektedruk. Factoren die invloed hebben op de ziektedruk zijn het klimaat, teeltrotatie, bemesting, rassenkeuze.

In Nederland is in de tijd van productschappen, die opgeheven zijn per januari 2015, en proefbedrijven met publiek geld veel onderzoek gedaan naar granen. Ook zaken die er op dat moment minder van belang waren werden onderzocht, om er in de toekomst van te kunnen profiteren. Momenteel gaat er geen overheidsgeld meer naar onafhankelijk onderzoek. Bedrijven moeten dus hun eigen onderzoek bekostigen. Zo wordt nieuwe kennis nog nauwelijks openbaar beschikbaar.

Met name de actuele trends, waarbij doseringen van actieve stoffen sterk gereduceerd moeten worden, er verschraling plaatsvindt van het middelenbestand en er meer actieve stoffen verdwijnen dan erbij komen, laten de noodzaak zien om verstandig om te gaan met deze producten. Door verschraling van actieve stoffen betekent dit dat er te vaak herhaling plaatsvindt in een schema met zelfde werkingsmechanisme wat resistentie kan veroorzaken.

De mogelijke verdwijning van triazolen in het spuitschema zou grote gevolgen hebben voor de gewasbescherming in onder andere tarwe. Het vermoeden bestaat dat het gebruik van triazolen in de landbouw invloed heeft dat de mens resistent kan raken tegen geneesmiddelen om de verzamelziekte Aspergillose te bestrijden (Kleinkauf et al., 2013). Om resistentie tegen te gaan, heeft een spuitschema afwisseling nodig tussen verschillende chemische groepen met verschillende werkingsmechanismen. (Dooley, Shaw, Spink, & Kildea, 2015)

Door de gesuggereerde gevaren van chemische gewasbeschermingsmiddelen worden ze aan verschillende toetsingskaders onderworpen door het college voor toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb). Alvorens middelen worden toegelaten, moeten ze aan alle toelatingseisen voldoen.

Buiten de verplichte toetsing door Europese en nationale instituten zijn er meer instellingen die gewasbeschermingsmiddelen beoordelen. Echter, deze hebben nog geen invloed op beleid dat wordt vastgesteld door overheid. Het Centrum voor Landbouw en

Milieu (CLM) toetst productie op milieubelasting. Er wordt gekeken naar de belasting van het waterleven, bodemleven en grondwater. Bovendien wordt het middel waar mogelijk getoetst op risico voor bestuiver, bestrijder en toepasser. Bestuiver en bestrijder kunnen nuttige organismen zijn en toepasser is in dit geval de ondernemer.

1.4 Hoofdvraag en deelvragen

Het vraagstuk is relevant voor de sector en biedt een oplossing voor actuele en toekomstige belemmeringen in de ziektebestrijding van wintertarwe. Na onderzoek te hebben wat de markt nodig heeft, is de volgende vraag tot stand gekomen: 'Wat is het meest toekomstbestendige bespuitingsschema van ziekten in tarweras Benchmark?'

Hier zijn de volgende deelvragen aan gekoppeld:

- Wat verstaan we onder een spuitschema?
- Wat is een toekomstbestendig spuitschema?
- Welke middelen worden het best op welk tijdstip gepositioneerd?

De oplossing van de onderzoeksvraag zal duidelijkheid en inzicht bieden voor telers en agrarische adviseurs die spuitschema's opstellen voor telers. Vaak heeft een teler niet zo veel zicht op de onderbouwing van het schema. Iedere actieve stof heeft een eigen werking en bestrijdt in een bepaalde mate de schimmelziekte. Veel ziektes openbaren zich op verschillende tijdstippen. Middels dit schema zullen telers beter kunnen zien welke actieve stof ze op welk tijdstip moeten toepassen, wat de kostprijs is van een schema, in welke mate de actieve stoffen milieubelastend zijn en of de teler een bijdrage levert aan resistentiemanagement.

Telers moeten aan steeds meer emissie-eisen voldoen en registratiewerk is de waan van de dag geworden als ondernemer. De kans dat milieubelasting een grotere rol gaat spelen bij het afzetten van landbouwproducten is groot. Bovendien neemt de effectiviteit van middelen af, doordat pathogenen zich gedeeltelijk aanpassen en zo minder gevoelig worden. Middelen met een hoog resistentierisico behoeven dus meer aandacht, wat in het schema ook duidelijk zal worden.

Graanprijzen staan zwaar onder druk en er wordt met regelmaat onder de kostprijs geteeld. Een teler heeft daarom een goed inzicht nodig in de kostprijs van zijn teelt.

Het belang van een goed opgesteld schema is dus groot. Het feit dat er aandacht wordt besteed aan resistentiemanagement en milieubelasting past ook in de huidige maatschappelijke ontwikkelingen, waarin nog meer alertheid wordt verwacht van de agrarische sector en een bewuste houding wordt verwacht van de teler als professioneel beroepsbeoefenaar. Door effectief, efficiënt en milieubewust middelengebruik wordt de kans groter dat middelen op de markt blijven en de wetgever introductie van nieuwe chemische gewasbeschermingsmiddelen nog toestaat.

1.4.1 Wat is een toekomstbestendig spuitschema?

Beleid en regelgevingen van overheden hebben een grote invloed op hoe spuitschema's eruitzien. Zo bepaalt het beleid welke middelen en doseringen toegestaan zijn en op welke wijze ze moeten worden toegepast. Trends en ontwikkelingen kunnen echter wel

het beleid beïnvloeden. Zo hebben de ontwikkeling van de sleepdoek en later de Wingssprayer, als emissie beperkende maatregel, een positie gekregen op het etiket van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen.

Als er gekeken wordt naar de invulling van een toekomstbestendig schema zijn er verschillende uitgangspunten, waarbij de kostprijs, milieubelasting en eisen van de maatschappij en supermarkten een rol spelen. Iedere belanghebbende kijkt vanuit een andere optiek naar dat wat toekomstbestendig genoemd mag worden.

Supermarkten staan onder maatschappelijke druk om duurzame producten te verkopen. Momenteel zijn enkele ketens voornemens om Milieukeur toe te passen op de producten die zij in de schappen leggen. Concreet houdt dit in dat er restricties komen op de hoeveelheid toegepaste actieve stof. Aangezien een deel van de Nederlandse landbouwproductie op Nederlandse winkelschappen terecht komt, moeten akkerbouwers voldoen aan de gestelde eisen. Dit kan een groot effect hebben op de teeltstrategie van agrarische ondernemingen. Ze moeten bijvoorbeeld nog vaker gaan werken met een schadedrempel, waarbij kosten van schade aan het gewas de kosten van een bestrijding niet mogen overstijgen. Ook behoort het toepassen van “groene” middelen met mogelijk mindere effectiviteit tot de optie.

Kortom: trends en ontwikkelingen hebben een grote invloed op de toekomstbestendigheid van een spuitschema en worden nader onderzocht.

Integrated pest management (IPM)

De Amerikaanse entomoloog Prokopy definieerde IPM als ‘a decision-based process involving coordinated use of multiple tactics for optimizing the control of all classes of pests (insects, pathogens, weeds, vertebrates) in an ecologically and economically sound manner.’ (Ehler, 2006). Dit houdt in dat er op hetzelfde moment meerdere plagen aangepakt worden, ongedierte en hun natuurlijke vijanden regelmatig worden gemonitord, er gebruik gemaakt wordt van economische en ecologische schadedrempels en van verschillende plaag-onderdrukkende technieken. Concreet houdt dit voor een teler het volgende in:

- Inspectie van het gewas;
- Determinatie van aanwezige pathogenen;
- Behandeling wanneer er overschrijding is van de schadedrempel;
- Controle of het doel bereikt is.

De Nederlandse Stichting voor Fytofarmacie (Nefyto) is voorstander van geïntegreerde gewasbescherming en heeft onder andere in het kader van de Product Stewardship een gedragscode afgesproken dat de handel, voorlichters en eindgebruikers alle beschikbare informatie krijgen die ze nodig hebben om een verantwoorde beslissing te kunnen nemen over de inzetbaarheid van een middel in het kader van geïntegreerde gewasbeschermingssystemen. (NEFYTO, z.d.)

Milieumeetlat

De Milieumeetlat geeft aan de hand van een puntensysteem een overzicht van de milieubelasting van alle gewasbeschermingsmiddelen die in Nederland toegelaten zijn

en maakt het mogelijk om middelen onderling te vergelijken. De milieumeetlat kent twee segmenten: open teelten en glastuinbouw. Het biedt de mogelijkheid om bij de middelenkeuze niet alleen rekening te houden met de effectiviteit en prijs, maar ook met de ongewenste effecten van de middelen op de omgeving.

De meetlat berekent en vergelijkt de effecten van gewasbeschermingsmiddelen op basis vijf criteria:

- risico voor het waterleven (in het oppervlaktewater);
- risico voor het bodemleven;
- kans op uitspoeling naar het grondwater;
- risico voor nuttige organismen (bestrijders en bestuivers);
- risico's voor de gezondheid van de toepasser.

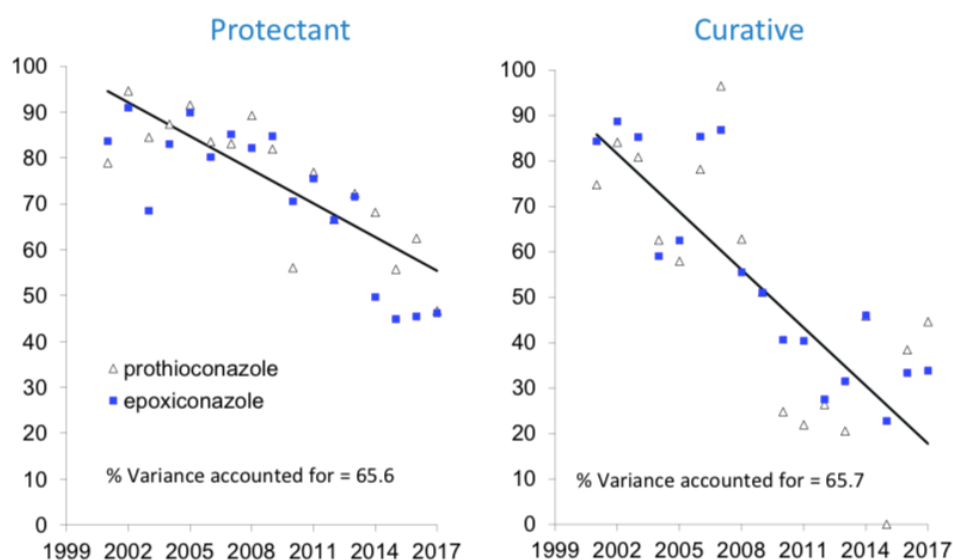
Berekeningen en scores voor de vijf criteria staan op de website www.milieumeetlat.nl vermeld.

De Milieumeetlat werd ontwikkeld voor de Nederlandse bodem. Om de milieubelastingspunten (MBP) voor het waterleven te berekenen, wordt uitgegaan van een gemiddeld slootvolume om de geschatte gewasbeschermingsmiddelenconcentratie te bepalen. Uiteindelijk wordt voor alle middelen dezelfde concentratie gehanteerd (0,004 mg/l).

Hoe hoger het aantal MBP, hoe hoger het risico voor het milieu. De MBP worden weergegeven voor een dosering van 1 kg/ha of 1 l/ha en moeten daarom worden vermenigvuldigd met de gebruikte hoeveelheid per hectare. Voor het waterleven, bodemleven en grondwater komt een score van 100 MBP per toepassing overeen met de toelatingsnorm van het Ctgb. De toelatingsnorm is een concentratie waarbij er niet te veel risico optreedt voor het milieu (CLM Milieumeetlat, z.d.).

Afnemende effectiviteit fungiciden

Het toekomstperspectief voor ziektebestrijding in tarwe is zorgwekkend. Triazolen staan onder aanhoudende druk. Er vinden mutaties plaats in graanziektes, waardoor andere fysio's ontstaan. Dit vermindert de effectiviteit van middelen en leidt tot



Figuur 1 Afname effectiviteit van triazolen (AHDB, 2018)

teleurstellende bestrijdingsresultaten op het veld (zie Figuur 1). Het Britse Agriculture & Horticulture Development Board (AHDB, 2018) publiceert jaarlijks cijfers en resultaten, onder andere over de afname van effectiviteit. De situatie is zeer dynamisch en het is onvermijdelijk dat ze zal verslechteren. Het is niet duidelijk hoe deze mutatiesnelheid in de toekomst zal evolueren.

De komst van SDHI (carboxamides) fungiciden laten een goede werking zien en zijn momenteel een vaste standaard in het spuitschema. Echter, net als triazolen hebben SDHI's een *single-site* werking en dus een verhoogd risico op resistentie. Ruim 40 jaar geleden werden SDHI's al toegepast voor de behandeling van zaaizaden. De laatste jaren is er een nieuwe generatie SDHI's op de markt gekomen, waardoor deze groep intensiever is toegepast voor ziektebestrijding in de teelt van wintertarwe. Dit heeft het laatste decennium geleid tot nieuwe mutaties van succinate dehydrogenase inhibitors (SDHI) genen bij de ziekte *Septoria tritici*. (Rehfus, Strobel, R., & Stammler, 2017)

De geschiedenis laat dus zien dat ook de werking van SDHI's zal verslechteren, net als die van een andere *single-site* groep: de strobilurines. Deze werden commercieel geïntroduceerd in de jaren 90 en werden toen enkele jaren op grote schaal gebruikt, maar de werking op *Septoria tritici* is nagenoeg verdwenen en dus kunnen strobilurines enkel nog gebruikt worden ter bestrijding van roest.

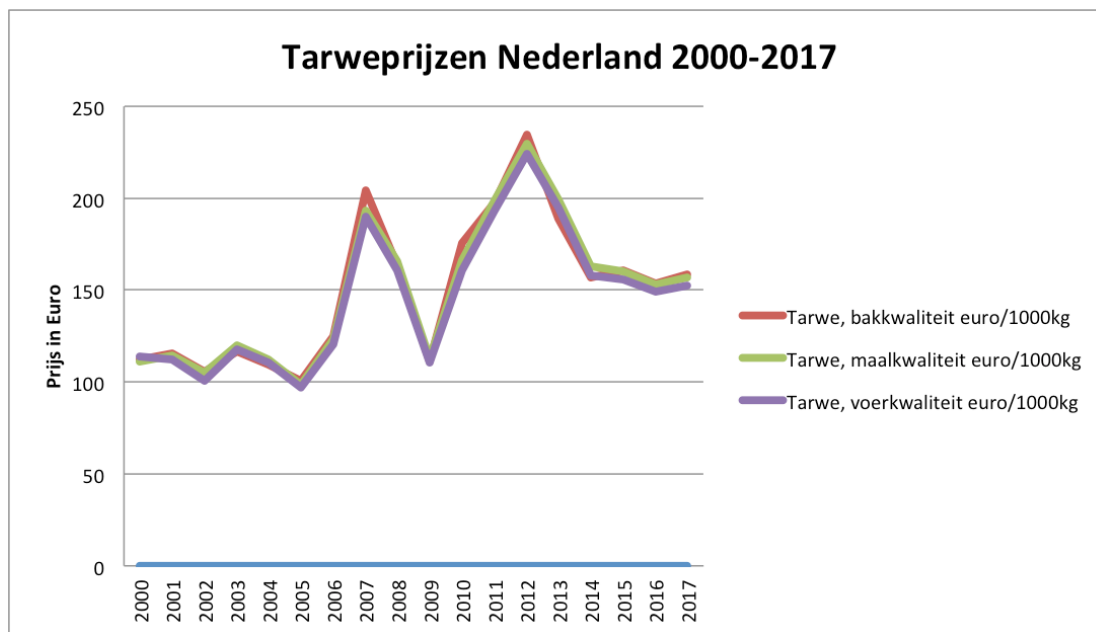
Naast deze waarneming vanuit teelttechnisch oogpunt, liggen triazolen ook vanuit medisch oogpunt onder een vergrootglas. Azolen spelen een belangrijke rol bij het beheersen van *Aspergillus* ziekten. Resistentie voor azolen is wereldwijd een opkomend probleem bij de bestrijding van *Aspergillus fumigatus*. Bovendien is er een resistentieontwikkeling gesuggereerd door blootstelling aan demethylase inhibitors (DMI), de groep waarin triazolen zich bevinden. (Snelders, et al., 2012)

Op de site van de EFSA staat een lijst met data waarop de goedkeuring van verschillende triazolen komt te vervallen (zie Bijlage 1). Veel triazolen moeten eind 2018 en 2019 opnieuw beoordeeld worden. Propiconazool heeft een negatief advies gekregen (EFSA, 2017) en inmiddels worden prothioconazool en tebuconazool ook herbeoordeeld.

Kostprijs

De teelt van wintertarwe staat onder druk, door stijgende grondprijzen en verhoogde toegerekende kosten, veroorzaakt door de prijsstijging van kunstmest, zaden en gewasbeschermingsmiddelen. De kostprijs neemt toe en graanprijzen zijn de laatste zes jaar juist fors gedaald, zoals te zien is in Figuur 2.

Als er weinig verdiend wordt of er moet geld toegelegd worden op een teelt, houden telers de kosten vaak nauwgezet in de gaten. Waar nog bespaard kan worden, gebeurt dat vaak ook. In veel gevallen sparen telers een ziektebestrijding uit of geven ze een lagere dosering. Dat dit hen uiteindelijk een deel van de opbrengst kost, neemt men voor lief. De productkeuze kan ook worden bijgesteld en het gevaar is dan dat actieve stoffen ergens worden toegepast waar ze eigenlijk niet volledig functioneren. Dat verlaagt de effectiviteit.



Figuur 2 Overzicht van de tarweprijzen in Nederland van 2000-2017 (WUR, 2018)

Maatschappelijke druk

De publieke opinie heeft een grote invloed op het beleid. De maatschappij heeft behoefte aan en recht op gezond voedsel. Hier wordt streng op toegezien door onder andere overheden en de voedingsmiddelenindustrie. Toch stellen met name ngo's dat de gangbare landbouw niet voldoet en het gebruik van pesticiden sterk moet afnemen. De consequenties van uitspraken en publicaties kunnen zorgen voor een strengere wetgeving en een verlaagde maximum residue level (MRL) op veel producten.

1.4.2 Wat verstaan we onder een spuitschema?

Om een gewas tijdens het groeiseizoen te stimuleren, kunnen telers vloeibare meststoffen gebruiken voor de groei en vitaliteit, herbiciden voor onkruidbestrijding, insecticiden en fungiciden tegen ziekten en plagen en groeiregulatiemiddelen om met halmverkorting legering te voorkomen. Al deze handelingen worden verwerkt in een schema en gerangschikt op spuitmomenten met een bijpassende dosering. In sommige gevallen worden verschillende middelen gecombineerd, bijvoorbeeld bij het toedienen van een groeiregulator en een ziektebestrijder.

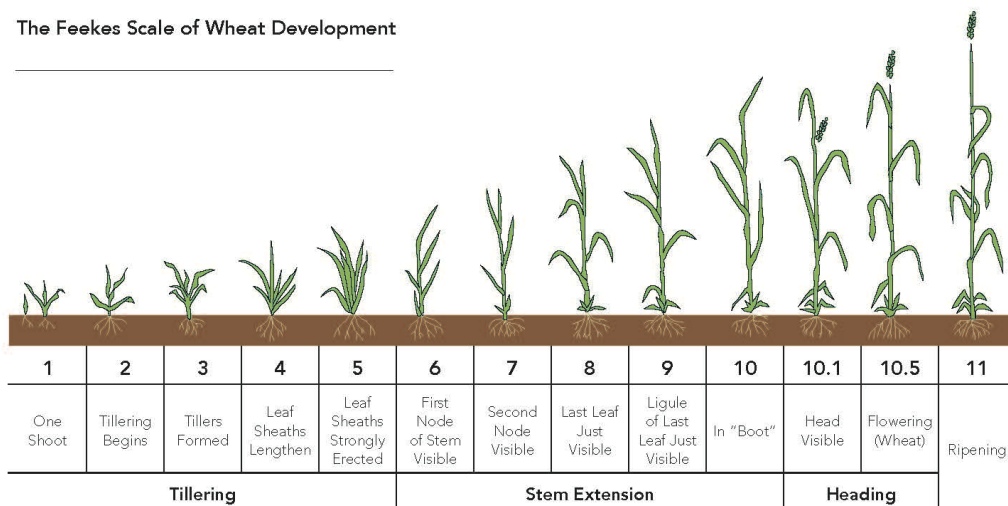
Voor de ziektebestrijding wordt het schema bepaald door ziektes, waarop fungiciden worden afgestemd. Alle ziekten kennen hun eigen tijdstip en zijn afhankelijk van veel factoren.

Bij de teelt van tarwe kennen we meerdere ziektes die invloed hebben op de gezondheid van de tarweplant. Infectie kan plaatsvinden door schimmels die in de bodem overleven, schimmelziekten die worden overgedragen via het zaad en schimmelsporen vanuit de lucht. De ziektes zijn te verdelen in enkele groepen: kiemschimmels, voetziekten en blad- en aarziekten. Wintertarwe kan bijvoorbeeld getroffen worden door meerdere

schimmelziektes die invloed hebben op de korrelopbrengst. Schimmelziektes kunnen de korrelopbrengst tot 50% reduceren (Darwinkel, 1997, 15 maart).

Kiemschimmels en voetziekten worden in de praktijk vaak bestreden door zaaizaadontsmetting en hebben nauwelijks aandeel in het bestrijdingsschema. Blad- en aarziekten spelen daarentegen een grote rol in de ziektebestrijding.

Om een gewas te kunnen beoordelen, behandelen of omschrijven, zijn er verschillende waarderingssystemen om de fenotypering te schalen. Een wereldwijd gebruikte schaal die het ontwikkelstadium van tarwe omschrijft is de schaal van Feekes, die 13 groeistadia omschrijft (zie Figuur 3). Naast Feekes wordt in de landbouw ook regelmatig gebruik gemaakt van Zadoks schaal en in de agrochemie van de Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt en de Chemische industrieschaal (BBCH-scale).



Figuur 3 Schaal van Feekes (Large, 1954)

(BBCH). Deze bevatten respectievelijk 24 en 55 groeipunten en zijn dus nog gedetailleerder.

De volgende bladziektes spelen een belangrijke rol voor het bepalen van een spuitschema:

Gele roest (*Puccinia striiformis*)

Deze ziekte wordt meestal waargenomen tijdens de strekkingsfase. Op het blad ontstaat eerst een lichtgroene vlek, waarbinnen zich snel sporenhooptjes met gele tot oranje sporen ontwikkelen. De ziekte breidt zich tussen de bladnerven in de lengterichting uit, waardoor karakteristieke rijen met sporenhooptjes ontstaan, zoals in Figuur 4 te zien is. De ziekte komt vooral op



Figuur 4 Gele roest (AHDB, 2016)

de bladeren voor, maar ook stengels en aren worden bij een zware ziektedruk aangetast. Na infectie ontwikkelt de schimmel zich eerst in de aangetaste plant en vervolgens in de directe omgeving, waardoor in het veld haarden van gele roest ontstaan. De verspreiding van sporen, over kleine en grote afstanden, gebeurt voornamelijk door de wind.

De ziekte ontwikkelt zich vooral bij matige temperaturen (10 tot 20°C), hoge temperaturen (meer dan 30°C) worden slecht verdragen. Aangetaste bladeren verliezen hun fotosynthetische activiteit en sterven vervroegd af, zodat er grote opbrengstverliezen kunnen optreden.

Gele roest is sterk rasgebonden of fysiospecifiek. Gevoelige rassen worden van de aanbevelende rassenlijst, opgesteld door Commissie Samenstelling Aanbevelende Rassenlijst (CSAR) geweerd. Gele roest kan gemakkelijk nieuwe fysio's ontwikkelen, waardoor aanvankelijk resistente rassen na een aantal jaren alsnog door een nieuwe roestpopulatie kunnen worden aangetast. Naast rassenkeuze, kan gele roest effectief worden bestreden met chemische middelen.

Meeldauw (*Blumeria graminis*)

Meeldauw vertoont zich bij een recente besmetting als puistjes met een witgrijs schimmelweefsel op de bladeren en bladscheden. Later wordt dit een bruinachtige kleur en ontstaan in het schimmelweefsel kleine, zwarte bolvormige vruchtlichamen. De sporen kunnen met de wind over een grote afstand worden verspreid.

Meeldauw is sterk gespecialiseerd, dit betekent dat de ziekte niet zomaar van de ene naar de andere graansoort kan overgaan. Meeldauw wordt het meest aangetroffen in haarden, gekenmerkt door een hoge plantdichtheid of een zware gewasstand.

Meeldauw breidt zich vooral snel uit in perioden met warm en droog weer. Later kan ook de aar aangetast worden.



Figuur 5 Meeldauw (AHDB, 2016)

Meeldauw kan de korrelopbrengst van tarwe aanzienlijke schade toebrengen. De aantasting van meeldauw kan worden tegengegaan door te kiezen voor minder gevoelige rassen. Ook chemisch kan meeldauw goed worden bestreden.

***Septoria tritici* (*Zymoseptoria tritici*)**

Bladseptoria komt uitsluitend voor op tarwe en kan vaak al in de winter op bladeren worden aangetroffen. Op jonge planten ontstaan ronde tot ovale vlekken met lichtgroen weefsel, waarbinnen vruchtlichamen als zwarte puntjes (pycniden) zichtbaar worden (zie Figuur 6). De ziekte kan zich over het gehele blad verspreiden. Bij vochtig weer komen er sporen vrij uit de pycniden. Tijdens de



Figuur 6 *Septoria tritici* (AHDB, 2016)

strekingsfase wordt bladseptoria door spattende regendruppels van onder naar boven in de plant verspreid. De vlekken zijn dan meer langgerekt en grijs en bezet met zwarte pycniden. De aantasting blijft vaak beperkt tot de bladeren; stengels worden weinig en aren vrijwel nooit aangetast.

Hoewel bladseptoria vrijwel steeds in jonge gewassen aanwezig is, is uitbreiding tijdens de strekingsfase sterk afhankelijk van weersomstandigheden. Bij droog weer vinden nauwelijks infecties plaats, maar in natte weersperioden kunnen zware aantastingen ontstaan. De meeste schade wordt dan ook aangericht in koele, natte groeiseizoenen. Alle rassen worden in meer of mindere mate door bladseptoria aangetast. Een effectieve bestrijding van deze schimmel is alleen met chemische middelen mogelijk.

Bruine roest (*Puccinia triticina*)

Bruine roest komt vaak wat later in het groeiseizoen voor. Op bladeren en bladscheden ontstaan ronde, bruine sporenhoopjes in een lichtgroen hof, zoals in Figuur 7 te zien is. De sporenhoopjes zijn vaak verspreid over het blad.

De aantasting is meestal verspreid over het hele perceel, maar haarden komen ook voor. Sporen worden met de wind verspreid, ook over grote afstanden. Hoge temperaturen (20 tot 30°C) zijn gunstig en kunnen een explosieve uitbreiding van bruine roest geven.

Door het optreden van nieuwe fysio's kunnen aanvankelijk weinig vatbare rassen toch ernstig worden aangetast door bruine roest. Door rassenkeuze en inzet van fungiciden kan schade door bruine roest worden tegengegaan.



Figuur 7 Bruine roest (AHDB, 2016)

Sneeuwschimmel (*Microdochium nivale*)

Sneeuwschimmel veroorzaakt onregelmatige bleekgroene waterige vlekken op bladeren, die later bruin kleuren (zie Figuur 8). Door voortgaande schimmelgroei ontstaan grote vlekken, wat tot bladsterfte leidt. De infectie ontstaat vanuit het zaad en vanuit de grond en kan niet worden voorkomen; wel kan door ontsmetten van zaaizaad de aantasting worden tegengegaan.

Sneeuwschimmel wordt niet opgenomen in de algemene rassenlijst, omdat de schimmel niet primair aanwezig lijkt te zijn en er relatief weinig over bekend is.



Figuur 8 Sneeuwschimmel (Adama, z.d.)

Gele bladvlekkenziekte (*Pyrenophora tritici-repentis*)

Op bladschijven ontstaan kleine, ovale, geelbruine vlekken met een donkere punt. Later worden dit onregelmatig begrensde verbruiningen, meestal met een geel hof rondom een donker centrum, zoals in Figuur 9 te zien is. Bij ernstige aantasting sterven de bladpunten af of drogen ze uit.

Niet alle rassen zijn even gevoelig voor de gele bladvlekkenziekte. De schimmel infecteert het gewas vanuit stroresten of vanuit het zaaizaad.

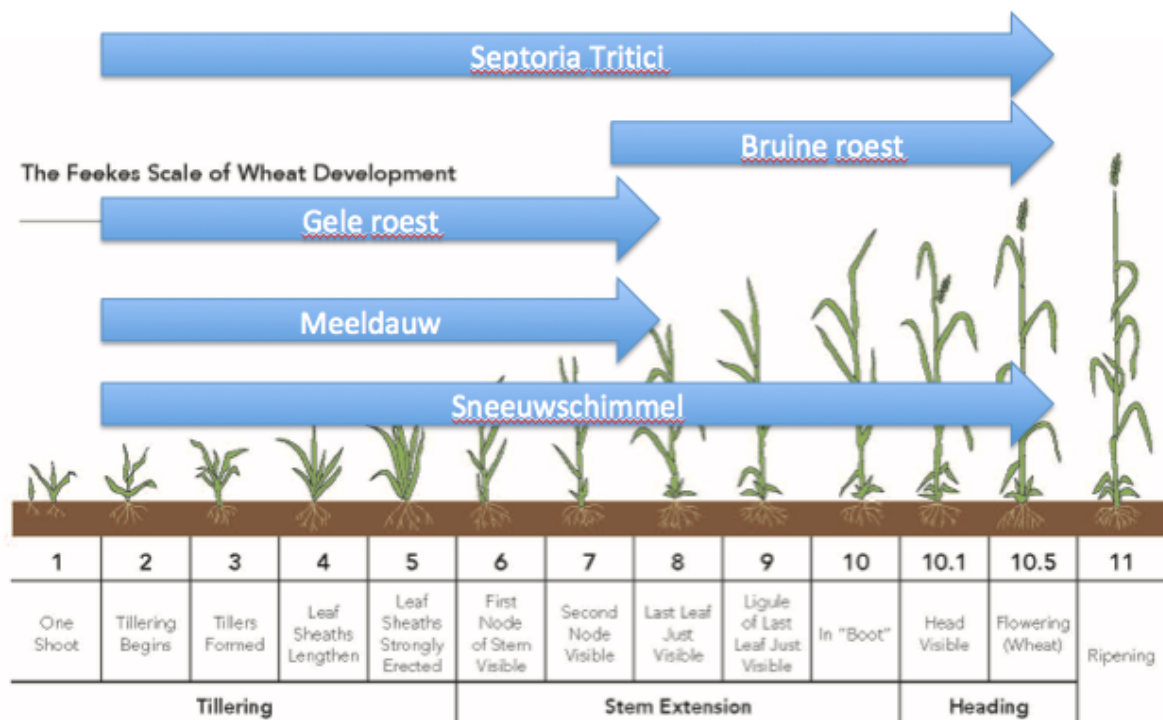


Figuur 9 Gele bladvlekkenziekte (Delphy, z.d.)

De ziekte kan worden voorkomen door gebruik te maken van ontsmet zaaizaad en door geen tarwe na tarwe te zaaien. De ziekte kan door chemische middelen goed worden bestreden (Darwinkel, 1997, 15 maart).

Tijdstippen

In Figuur 10 zijn de perioden wanneer ziekten optreden weergegeven met behulp van pijlen. *Septoria tritici* kan het hele seizoen optreden. Gele roest komt vooral voorin het seizoen voor, afhankelijk van zaaitijdstip van wintertarwe en de weersomstandigheden in de winter. Een flinke vorst in februari kan ertoe leiden dat er zelfs nauwelijks gele roest wordt aangetroffen in schaal 3.



Figuur 10 Positionering van ziekten in wintertarwe aan de hand van Feekes schaal

De spuittijdstippen bestaan in de regel vaak uit drie momenten, die T1, T2 en T3 worden genoemd en in Figuur 11 worden weergegeven. Wanneer de ziektedruk hoog is wordt er in de praktijk ook wel een T0-bespuiting uitgevoerd. Vaak is gele roest dan het probleem dat verschijnt na een warme periode in de maand maart. Het is belangrijk om te onthouden dat een spuittijdstip niet altijd gebonden is aan een datum, maar ook afhankelijk is van het klimaat. Zuidwestelijke kleigebieden hebben vaker een zachter klimaat en hier komt gele roest in veel gevallen dus ook eerder voor. Naast het feit dat het zachtere klimaat voor vervroeging zorgt kan een zachter klimaat ook zorgen voor andere fysio's (Bueno-Sancho, et al., 2017). In het algemeen vinden de T0-bespuitingen ook veelal in het zuidwesten plaats.



Figuur 11 Spuittijdstippen ingedeeld in 3 momenten

Volgens graanonderzoeker R. Timmer aan de Wageningen University of Research (WUR) is het denken in standaard tijdstippen (T1 en T2) boeren eigen traditionele gedachte en achterhaald. Er kan beter gekeken worden naar rassenkeuze en de ziektes die gemeld worden en moeten boeren meer “spelen” met middelen, doseringen en tijdstippen (Timmer, 2018).

Rassen

Naast het klimaat heeft ook het ras invloed op het spuittijdstip. Als een ras bijvoorbeeld een vroege uitstoeling heeft, betekent dit vaak ook al eerder een hogere ziektedruk. Vroeg uitstoelende rassen kunnen al een T1-bespuiting krijgen in begin tot half april. Dit betekent dus dat de periode tot aarvorming (T3) langer kan zijn en er gaten ontstaan in

het spuitschema als er wordt uitgegaan van een maand duurwerking van gewasbeschermingsmiddelen. De raseigenschappen spelen dus een enorm grote rol in het toepassen van een spuitschema.

Naast de snelheid in de ontwikkeling van het ras speelt ook ziekteresistentie een grote rol in de mate waarin een gewas gevoelig is voor pathogenen. Een hoog resistentiecijfer tegen *Septoria tritici* betekent dus dat er gespoten kan worden met een middel dat actieve stoffen bevat die minder sterk hoeven te werken op *Septoria tritici*, maar bijvoorbeeld een sterkere werking hebben op bruine roest. Zo kunnen telers schuiven in het schema met bestrijdingsmiddelen en zo de meest gunstige situatie zoeken.

De resistentiecijfers van rassen worden jaarlijks opnieuw beoordeeld. Op de landelijke rassenlijst staan de cijfers van het driejarige gemiddelde. Door bestrijdingsmiddelen toe te passen, zullen pathogenen zich aanpassen en kan er op een schimmel als gele roest een andere fysio ontstaan die minder gevoelig is voor de gekozen actieve stof in het spuitschema. Het veranderde fysio van gele roest heeft dus ook invloed op de weerbaarheid van het ras. Een ras dat resistent is tegen gele roest met 'fysio a' zal minder resistent zijn tegen gele roest met 'fysio b'. Dit wordt, net als het minder gevoelig raken voor actieve stoffen door pathogenen, "*shifting*" genoemd. In tabel 1 is zichtbaar dat onder andere het ras Benchmark in 2016 nog een hoger resistentiecijfer had dan in 2018. Dit geldt ook voor het ras Julius. Het ras Tabasco heeft daarentegen 2 jaar later nog steeds hetzelfde resistentiecijfer en is vooralsnog niet gevoeliger voor andere gele roest fysio's.

Op de ziekte *Septoria tritici*, in de rassenlijst genoemd onder de verzamelnaam 'bladvlekkenziekte', lijken rassen minder snel te reageren dan gele roest en resistente rassen blijven langer weerbaar.

In hoofdstuk 1.4.1 is al verwezen naar mutatie van *Septoria tritici* fysio's door de toename van het SDHI gebruik. Dit kan ertoe leiden dat ook in hogere mate *shifting* plaats gaat vinden van *Septoria tritici* resistente rassen. Moderne veredelings technieken kunnen in dit geval oplossingen bieden met een bredere resistentie.

Volgens Boven, Product Manager bij Wiersum Plantbreeding, berusten resistenties in tarwe op meerdere gekoppelde genen en is veredeling op gen-niveau een uitdaging en kost dit nog jaren (Boven, 2018).

Uit recente publicatie blijkt dat onderzoekers voor het eerst een natuurlijk resistentiegen voor *Septoria tritici* hebben geïsoleerd. (Saintenac, et al., 2018) Het gen 'Stb6' dat geïsoleerd is geeft meer inzicht in het ontdekken van andere resistentiegenen, wat de ontwikkeling van resistente rassen kan versnellen.

Ziektecijfers in de rassenlijst worden gerangschikt van ziek (een score van 0) naar schoon (een score van 10). Een hoog cijfer duidt dus op een gunstige waardering van de betrokken eigenschap. Dit in tegenstelling tot de opbrengstcijfers, die relatief zijn en een score jaarlijks wordt bijgesteld aan de hand van gemiddelden.

Tabel 1 Shifting tussen 2016 (L) en 2018 (R) (CSAR, 2017)

Rubricering ¹⁾	Rasnaam	Lengte stro (rel.)	Stevigheid	Vroegheid aar	Vroegrijpheid	Resistentie tegen					
						Schot	Gefte roest	Brune roest	Meseldauw	Bladvlekkenziekte	Fusarium in de aar
Baktarwe											
A	Julius	106	8,0	6,0	5,5	7,0	8,0	7,0	7,0	8,5	6,5
A	Kelvin	98	7,5	7,0	6,5	7,0	8,0	9,0	7,5	7,0	6,5
N	KWS Livius	107	7,5	6,5	6,5	5,5	8,5	6,5	6,5	8,5	7,0
N	RGT Reform	94	7,5	6,5	7,0	7,0	7,5	8,0	7,5	7,5	7,0
Vultarwe											
B	Alves	105	7,0	7,0	7,5	7,0	8,0	7,0	7,0	7,5	6,5
Overige tarwe											
A	Amalia	101	8,5	6,0	5,5	7,0	7,0	8,5	7,5	8,0	7,0
A	Henrik	101	7,5	6,5	7,5	7,0	8,0	7,0	7,5	7,0	7,0
A	Tabasco	95	7,5	5,5	5,5	6,5	8,5	8,5	8,5	8,0	6,5
N	Anapolis	96	6,5	6,5	7,0	7,0	8,5	7,5	8,5	7,5	7,0
N	Mediator	97	8,0	7,5	6,5	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5	7,0
N	Benchmark	102	7,5	7,0	6,5	6,5	7,5	6,5	7,5	7,5	6,5
N	Johnny	103	7,5	6,5	7,0	5,0	8,0	7,5	8,5	7,5	6,5
B	Delmare	97	6,5	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5	7,5	6,0	6,5
B	Elixer	102	5,0	7,0	6,5	6,5	8,0	7,0	7,0	8,0	7,0
B	Homeros	93	6,5	7,0	6,5	7,0	5,5	7,0	8,5	8,0	5,5
B	Lear	99	6,5	5,0	6,0	6,0	5,0	8,5	8,5	7,0	6,0

Rubricering ¹⁾	Rasnaam	Lengte stro (rel.)	Stevigheid	Vroegheid aar	Vroegrijpheid	Resistentie tegen					
						Schot	Gefte roest	Brune roest	Meseldauw	Bladvlekkenziekte	Fusarium in de aar
Baktarwe											
A	Julius	108	8,0	5,5	5,5	7,0	7,0	6,5	7,0	8,0	6,5
A	Kelvin	101	7,5	7,0	6,5	7,5	8,0	9,0	7,5	7,5	6,5
A	RGT Reform	95	8,0	6,5	7,0	7,0	7,0	8,0	7,5	7,0	7,0
N	KWS Talent	111	7,0	7,5	7,0	7,0	8,5	8,0	7,5	7,5	7,0
N	RGT Libravo	94	7,5	7,0	7,5	7,5	8,5	6,5	7,0	6,5	7,0
N	WPB Calgary	98	7,0	8,0	7,0	6,5	8,5	8,0	8,5	7,5	6,5
Vultarwe											
N	Stereo	94	7,5	6,5	7,0	7,0	8,0	9,0	6,0	8,0	7,0
N	RGT Salerno	99	7,5	7,5	7,0	6,5	8,5	8,0	7,5	8,0	6,0
Overige tarwe											
A	Anapolis	97	7,0	6,5	7,0	7,0	8,5	7,0	8,0	7,0	7,0
A	Benchmark	103	7,0	7,0	6,5	6,5	6,0	6,0	7,5	7,5	6,5
A	Henrik	104	7,5	6,5	7,5	6,5	8,0	7,0	7,5	7,0	7,0
A	Tabasco	96	7,5	5,5	5,5	6,5	8,5	8,5	8,5	7,0	6,5
N	Diantha	104	8,0	5,5	6,5	6,5	7,5	7,0	8,0	8,0	7,0
N	Graham	92	8,0	7,5	7,0	7,0	8,5	6,0	7,5	7,5	7,0
N	Bennington	97	8,0	6,0	6,0	6,0	8,5	7,0	7,5	8,0	6,0
N	Daytona	102	7,5	6,0	6,5	7,0	8,5	7,5	8,0	7,5	7,0
N	Racoon	100	7,0	5,5	6,0	6,0	8,5	9,0	8,0	8,5	6,5
B	Amalia	102	8,5	5,5	5,5	7,0	5,0	8,5	8,0	7,5	7,0
B	Johnny	104	7,5	6,5	7,0	5,0	4,0	8,0	8,5	7,0	6,5
B	Mediator	99	8,0	7,5	7,0	6,5	4,0	7,0	8,0	7,5	7,0

1.4.3 Welke middelen passen bij de tijdstippen?

Om tot een optimale positionering van producten te komen, is het belangrijk om de sterke en zwakke punten van actieve stoffen te kennen. Iedere actieve stof heeft een bepaald werkingsmechanisme, ook wel Mode Of Action (MOA) genoemd, en zijn ingedeeld in functionele groepen. Deze MOA's staan op de lijst van de Fungicide Resistance Action Committee (FRAC), een organisatie die het werkingsspectrum in beeld brengt en eventueel resistentiegevoeligheden van actieve stoffen in kaart brengt en jaarlijks publiceert. Op hun lijst staat ook vermeld of actieve stoffen een resistentierisico hebben en in welke mate (FRAC, 2018).

Ieder pathogeen is verschillend en heeft een andere benadering nodig. Iedere MOA heeft bovendien een ander aangrijpingspunt op de levenscyclus van een pathogeen. Ook vind er *shifting* bij de tarweziektes plaats en stelt een pathogeen zijn afweermechanisme aan. Dit zorgt ervoor dat het werkingsmechanisme van een actieve stof soms niet meer dezelfde kracht heeft als toen het werd geïntroduceerd. Jaarlijks publiceert het AHDB een lijst met de effectiviteit, uitgedrukt in een score, van actieve stoffen op pathogenen (zie Tabel 2). Niet alle actieve stoffen zijn toegelaten op de markt.

Tabel 2 Schema AHDB ziektescore (2018)

Chemical group	Active ingredient	Activity rating					
		Eyespot	Mildew	Septoria tritici	Yellow rust	Brown rust	Ear blight ¹
Amidoxine	cyflufenamid	-	4	-	-	-	-
Anilinopyrimidine	cyprodinil	4	2	-	-	-	-
Benzophenone	metrafenone	3	4	1	-	-	-
Chloronitrile	chlorothalonil ²	-	1	4	-	-	-
Dithiocarbamate	mancozeb ³	-	1	3	1	1	-
Imidazole	prochloraz (poraz)	3	1	1	1	1	-
MBC	carbendazim	1	1	1	1	1	2
	thiophanate-methyl	-	-	-	-	-	2
Morpholine	fenpropidin	-	3	1	2	2	-
	fenpropimorph	-	2	1	2	3	-
Phthalimides	folpet ²	-	-	2	1	1	-
Quinazolinone	proquinazid	-	4	-	-	-	-
Quinolene	quinoxifen	-	2	-	-	-	-
SDHIs	fluxapyroxad ⁴	-	-	4	3	4	-
	penthiopyrad ⁴	-	-	4	3	4	-
SDHIs + other ²	bixafen + fluopyram + prothioconazole	4	3	5	4	5	4
	bixafen + prothioconazole	4	3	5	4	5	4
	boscalid + epoxiconazole	4	2	3	4	4	-
	fluxapyroxad + epoxiconazole	4	2	5	5	5	2
	fluxapyroxad + metconazole	-	2	5	4	5	3
	fluxapyroxad + pyraclostrobin	-	2	4	4	5	-
	isopyrazam + epoxiconazole	2	2	4	5	5	-
	penthiopyrad + chlorothalonil	-	-	4	3	3	-
Spiroketalamine	solatenol + prothioconazole ⁵	-	3	5	-	-	4
	spiroxamine	-	2	-	2	4	-
Strobilurin (QoI)	azoxystrobin	-	1	1	3	4	-
	picoxystrobin	1	1	1	4	3	-
	pyraclostrobin	1	1	1	4	5	-
	trifloxystrobin	-	1	1	2	2	-
Strobilurin mixtures ²	dimoxystrobin + epoxiconazole	-	-	2	4	4	3
	fluoxastrobin + prothioconazole	4	2	3	4	5	3
Triazole ³	cyproconazole	1	2	1	4	3	-
	difenoconazole	-	1	2	1	3	-
	epoxiconazole	2	2	3	5	4	2
	fluquinconazole	-	2	2	3	3	3
	flutriafol	-	1	1	2	2	-
	metconazole	-	2	2	3	4	3
	propiconazole	1	1	1	2	2	-
	prothioconazole	4	3	3	4	2	4
	tebuconazole	-	2	1	4	4	3

1.5 Doelstelling

Nadat er antwoorden op hoofdvraag en deelvragen zijn geformuleerd, kan het eindproduct, een bespuitingsschema, ontwikkeld worden. Dit schema zal veelal adviserend zijn en moet breed inzetbaar zijn. Het zal zich richten op het ras Benchmark, maar daarnaast moet het ook mogelijk zijn om andere rassen te testen. Volgens graanonderzoeker R. Timmer moet de bestrijdingsstrategie aangepast worden op het

ras en speelt rassenkeuze dus een grote rol in het opstellen van een schema (Timmer, 2018).

Het eindproduct zal inzicht geven aan met name de teler en adviseur, maar ook aan de afnemer van het product. Op basis van een tabel kan een bespuitingsschema opgesteld worden dat voldoet aan de diverse oogpunten en toetsingscriteria. Bovendien moeten nieuwe trends in de tool verwerkbaar zijn.

Een afnemer kan bijvoorbeeld eisen dat er producten worden gebruikt die een zo laag mogelijke milieubelasting hebben. Ook kan een adviseur in het kader van resistentiemanagement een bespuitingsschema opstellen met de sterkste middelen op de juiste positie en op deze wijze gericht ziekten bestrijden en inzichtelijke keuzes maken tot afwisselen. Een teler kan gemakkelijk de kostprijs van het op te stellen adviesschema uitrekenen en kan dus snel zien wat de kosten voor ziektebestrijding zullen zijn van zijn tarweteelt.

Naast het opstellen van een adviesschema worden er ook interviews afgenomen bij wetenschappers en personen uit de granenbranche. Als er hieruit relevante trends en onderwerpen naar voren komen, kunnen deze ook verwerkt worden in de studie.

2. Onderzoeksmethode

2.1 Literatuuronderzoek

Er is veel literatuur beschikbaar over graan, met name over de toepassing, effectiviteit en invloed van gewasbeschermingsmiddelen, resistentiegevoeligheid en toxiciteit. Vooral in het Verenigd Koninkrijk financiert de overheid nog veel onderzoek en worden onderzoeksresultaten vaak openbaar gemaakt. Engeland behoort net als Nederland en enkele omliggende landen tot de European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO, z.d.). Deze groep vormt een klimatologische zone waarin actieve stoffen in gewasbeschermingsmiddelen eenzelfde beoordeling krijgen en toelatingsonderzoeken vrijwel overeenkomstig zijn met de Nederlandse markt.

2.2 Kwalitatief onderzoek: interviews

Door middel van enkele interviews met gerenommeerde personen uit de granensector worden er trends waargenomen. Deze personen zijn onderzoeker of hebben op een andere wijze een belangrijke rol in de Nederlandse graanmarkt. Deze trends kunnen vernieuwende inzichten geven voor dit onderzoek en de bouwstenen leggen voor toekomstig onderzoek. Het interview zal bestaan uit open vragen en verwijzen naar trends en de gedachtegang inclusief onderbouw van de geïnterviewde persoon. Het interview kan uit volgende vragen bestaan:

- Hoe denkt u over de huidige maatschappelijke druk die op chemische gewasbeschermingsmiddelen ligt?;
- Wat zijn de gevaren van het verlagen van doseringen?;
- Welke trend(s) in relatie tot ziektebestrijding neemt u waar?;
- Welke trend(s) kunnen de toekomst van ziektebestrijding veranderen?;
- Kunnen we zonder triazolen nog een effectief bespuitingsschema in elkaar zetten?;
- Welke niet chemische oplossing is voor de hand liggend?;
- In de sector wordt gesproken over rassenmengsels welke minder gevoelig zouden zijn voor ziekteontwikkeling. Ziet u dit als een mogelijke ontwikkeling?;
- Welke kansen ziet u in de veredeling, zoals hybride tarwerassen en betere resistenties?;
- Wat is naar uw idee de beste strategie voor een goede ziektebestrijding (niet alleen chemisch, maar ook inclusief andere maatregelen). En als telers die tips volgen, gaan ze dan ook minder spuiten? Of anders?;
- Waarom wordt in de teelt van wintertarwe eigenlijk 'standaard' op T1 en T2 gespoten? Zou er niet veel meer gewerkt moeten worden met waarschuwingssystemen waarmee je dan op basis van lokale info besluiten kunt nemen? Er kunnen best jaren zijn dat men een T1 overslaat, maar er kunnen ook jaren zijn waarbij je (in theorie) dan T0, T1, T1,5 en T2 moet spuiten (bij zware ziektedruk).

2.3 Uitwerking adviesmodule

Er wordt een adviesmodule opgezet waaruit een spuitschema kan worden gehaald die voldoet aan verschillende criteria. Uit de module kunnen meerdere adviezen tot stand

komen. Heeft een teler in de toekomst te maken met strengere eisen aan zijn middelengebruik ten aanzien van milieubelasting of resistentiemanagement dan kan hier een specifiek schema uit worden opgemaakt. Ook kan er op basis van dit advies worden geconcludeerd dat het ras Benchmark ongeschikt is in de gewenste teeltstrategie en de rassenkeuze aangepast dient te worden.

3. Resultaten

Of een toekomstbestendig schema in het tarweras Benchmark op verschillende wijzen geïnterpreteerd kan worden, blijkt uit de verschillende aspecten die om de hoek komen kijken. De term ‘toekomstbestendig’ is namelijk relatief en kan zowel beredeneerd worden vanuit de kostprijs, milieubelasting als teelttechnisch oogpunt. Op basis van het vooronderzoek zijn de volgende feiten aan bod gekomen die bijdragen aan een toekomstbestendig spuitschema.

3.1 Spuitschema

Een bespuitingsschema voor de bestrijding van ziekten wordt opgesteld door de focus te leggen op *target diseases*, die leidend zijn voor de positionering van middelen. De focus ligt in de praktijk met name op bescherming tegen gele roest, *Septoria tritici* (in de rassenlijst benoemd onder de verzamelnaam bladvlekkenziekte), meeldauw en bruine roest. Deze groep ziekten valt onder de groep schimmelziekten. De mate waarin een ziekte aanwezig is in een gewas is afhankelijk van factoren als klimaat, de gewasontwikkeling en bovenal het ras. De rassenkeuze heeft een grote invloed op de ziektedruk. Resistenties voor bepaalde ziektes zorgen ervoor dat gewassen in mindere mate geïnfecteerd kunnen worden. Echter, volledige rassenresistentie is nog geen realiteit en bovendien muteren schimmelziektes, waarbij andere fysio's ontstaan.

Tijdstippen

Onder zachtere klimatologisch omstandigheden, met name in het zuidwesten van het land, komt gele roest soms al vroeg in het seizoen (maart-april) voor en vindt er regelmatig een T0-bespuiting plaats. Bij rassen met een hoog resistentiecijfer tegen gele roest kan de T0-bespuiting overbodig zijn. T1 en T2 zijn de meest uitgevoerde spuitmomenten. Op T3 vindt de bespuiting tegen aarfusarium plaats. Dit komt echter in mindere mate voor, zo blijkt uit een onderzoek voor de gewasbeschermingsmiddelenindustrie (SCIB), waarbij op basis van panelonderzoek marktanalyses zijn gedaan (Branches & Trends, 2017). De cijfers kunnen enigszins vertekend zijn, omdat telers de gewasschaal niet altijd correct opgeven en T0, T1 en T2 regelmatig onjuist opgeven. In de bijlage staat verdere uiteenzetting van de cijfers.

Tabel 3 Omzet per spuitmoment op Nederlandse markt (cijfers: SCIB)

Overzicht totaal	Sum of Turnover
T0	€ 2.258.058,00
T1	€ 918.161,00
T2	€ 10.061.656,00
T3	€ 116.219,00
Grand Total	€ 13.354.094,00

Volgens graanonderzoeker Timmer moet worden afgestapt van deze standaard tijdstippen en moet er meer maatwerk gebeuren. Timmer stelt dat er in het schema “gespeeld” kan worden met lagere doseringen en gekozen worden voor bespuitingen die plaatsvinden tussen T1, T2 en T3. Deze worden ook T1,5- en T3-bespuitingen genoemd.

Welke methode ook gehanteerd wordt, afwisseling van de middelen in een spuitschema is van groter belang om resistentie te voorkomen.

Resistentiemanagement

Dit onderzoek focust op het ras Benchmark, dat relatief gevoelig is voor gele roest. Enkele jaren terug was het ras minder gevoelig en had het een hoger resistentiecijfer op de rassenlijst. Door *shifting*, waarbij het resistentieniveau verschuift, is deze score negatief veranderd. Het resistentiecijfer voor bladvlekkenziekte, waar *Septoria tritici* onder valt, is vooralsnog redelijk stabiel. Verandering van deze rassenresistenties kunnen een grote invloed hebben op het spuitschema. Ziektebestrijdingsproducten die momenteel in de markt verkrijgbaar zijn en ontwikkeld worden, focussen vooral op de bestrijding van *Septoria tritici*.

In 2018 is een gen in wintertarwe ontdekt dat specifiek verantwoordelijk is voor resistentie tegen de ziekte *Septoria tritici*. Planten kunnen hiermee in de toekomst weerbaarder worden en de huidige SDHI's zijn in dat geval misschien minder hard nodig. Bovendien kunnen bij dit gen ook zwakkere middelen uit andere chemische groepen ingezet worden. Dit geeft meer variatiemogelijkheden in het schema.

3.2 Toekomstbestendigheid

Een toekomstbestendig spuitschema moet voldoen aan verschillende aspecten. Het moet IPM zijn en daarbij moeten afwegingen gemaakt worden. Zo moet een teler beslissen hoeveel hij investeert in middelen om zijn gewas vrij van ziekten te houden en wordt er een schadedrempel gehanteerd. Het ras met de gewenste resistentie-eigenschappen moet leidend zijn en aan de basis liggen van de ziektebestrijdingsstrategie. Voorlichting van adviseurs moet voldoen aan de NEFYTO-gedragscode. Dit houdt in dat het belang van de eindgebruiker leidend moet zijn en er geen commerciële belangen mogen spelen voor de fabrikant en distributeur. Bovendien wordt er bij de totstandkoming van een bespuitingschema vaker nadruk gelegd op de milieubelasting. Dit speelt een grote rol in een toekomstbestendig schema en wordt hier uitgelicht.

Effectiviteit chemische groepen

Europese autoriteiten, zoals EFSA volgt de chemische groep met triazolen van dichtbij, wat ervoor zorgt dat de meest belastende en resistentiegevoelige triazolen waarschijnlijk op korte termijn uitgefaseerd zullen worden. De EFSA gaf al een negatief advies voor propiconazool. De effectiviteit wordt jaarlijks door onder andere het AHDB getoetst en hieruit blijkt dat door mutaties van schimmelziektes fysio's ontstaan die niet of minder gevoelig blijken voor actieve stoffen uit de triazolengroep.

Niet alleen de triazolen hebben een verminderde effectiviteit, dit geldt ook voor de meest recente groep middelen uit de SDHI-groep. Deze zijn tegenwoordig prominent in spuitschema's gepositioneerd. Het verleden van oudere SDHI's laat zien dat hun werking afneemt.

Ook de werking van strobilurines op schimmelziekten is wegens resistentie verminderd. Met name op *Septoria tritici* hebben ze vrijwel geen effect meer. Momenteel worden

is een adviesschema tot stand gekomen. De effectiviteitsscore is gestoeld op het AHDB-effectiviteitsschema en de jaarlijks gepubliceerde *Handleiding gewasbescherming akkerbouw en veehouderij* (Delphy, 2018). De milieubelastingspunten komen uit de rekenmodule van de Milieumeetlat voor de open teelt van de CLM.

Op basis van deze gegevens is een adviesmodule uitgewerkt (zie Tabel 4). Deze module kan op verschillende wijze beoordeeld worden: op basis van de kostprijs voor de teler, de milieubelasting en de effectiviteit. Het uitgangspunt is te allen tijde de adviesdosering van de fabrikant. Als deze verandert, dan veranderen ook de kostprijs en de milieubelasting. Uit het onderzoek is gebleken dat de effectiviteit op 75% van de dosering nog steeds vergelijkbaar is. Echter, de duurwerking van een middel neemt af en wordt daarom niet als uitgangspunt gebruikt in deze berekeningen. Uit de module blijkt ook dat producten met solo strobilurines wegens resistentie nauwelijks effect hebben op meeldauw en *Septoria tritici*. Daarentegen is de milieubelasting bij deze middelen minimaal. Producten die meerdere actieve stoffen bevatten, hebben doorgaans een effectievere werking op deze twee ziektes. In veel gevallen betreft het een combinatie van actieve stoffen uit de DMI- (triazolen) en de SDHI-groep. De meeste triazolen solo hebben ook een verminderde effectiviteit op *Septoria tritici* en meeldauw. De werking komt met name uit het SDHI-component en de synergistische werking tussen een triazool en een actieve stof uit de SDHI-groep.

3.6 Ziektebestrijding in het ras Benchmark

De CSAR-rassenlijst (zie Tabel 5) van 2018 laat zien dat het ras Benchmark matig scoort op roesten (cijfer: 6) en relatief goed op meeldauw en bladvlekkenziekte (cijfer: 7,5). Dit betekent dat de bestrijding van roesten een hogere prioriteit heeft. Bij een zachter klimaat is de kans op roest hoger en kan het ras Benchmark vatbaarder zijn dan rassen met een hoger resistentiecijfer.

Tabel 5 Rassenlijst wintertarwe 2018

Rubricering ¹⁾	Rasnaam					Resistentie tegen					
		Lengte stro (rel.)	Stevigheid	Vroegheid aar	Vroegrijpheid	Schot	Gele roest	Bruine roest	Meeldauw	Bladvlekkenziekte	Fusarium in de aar
Baktarwe											
A	Julius	108	8,0	5,5	5,5	7,0	7,0	6,5	7,0	8,0	6,5
A	Kelvin	101	7,5	7,0	6,5	7,5	8,0	9,0	7,5	7,5	6,5
A	RGT Reform	95	8,0	6,5	7,0	7,0	7,0	8,0	7,5	7,0	7,0
N	KWS Talent	111	7,0	7,5	7,0	7,0	8,5	8,0	7,5	7,5	7,0
N	RGT Libravo	94	7,5	7,0	7,5	7,5	8,5	6,5	7,0	6,5	7,0
N	WPB Calgary	98	7,0	8,0	7,0	6,5	8,5	8,0	8,5	7,5	6,5
Vultarwe											
N	Stereo	94	7,5	6,5	7,0	7,0	8,0	9,0	6,0	8,0	7,0
N	RGT Salerno	99	7,5	7,5	7,0	6,5	8,5	8,0	7,5	8,0	6,0
Overige tarwe											
A	Anapolis	97	7,0	6,5	7,0	7,0	8,5	7,0	8,0	7,0	7,0
A	Benchmark	103	7,0	7,0	6,5	6,5	6,0	6,0	7,5	7,5	6,5
A	Henrik	104	7,5	6,5	7,5	6,5	8,0	7,0	7,5	7,0	7,0
A	Tabasco	96	7,5	5,5	5,5	6,5	8,5	8,5	8,5	7,0	6,5
N	Diantha	104	8,0	5,5	6,5	6,5	7,5	7,0	8,0	8,0	7,0
N	Graham	92	8,0	7,5	7,0	7,0	8,5	6,0	7,5	7,5	7,0
N	Bennington	97	8,0	6,0	6,0	6,0	8,5	7,0	7,5	8,0	6,0
N	Daytona	102	7,5	6,0	6,5	7,0	8,5	7,5	8,0	7,5	7,0
N	Racoon	100	7,0	5,5	6,0	6,0	8,5	9,0	8,0	8,5	6,5
B	Amalia	102	8,5	5,5	5,5	7,0	5,0	8,5	8,0	7,5	7,0
B	Johnny	104	7,5	6,5	7,0	5,0	4,0	8,0	8,5	7,0	6,5
B	Mediator	99	8,0	7,5	7,0	6,5	4,0	7,0	8,0	7,5	7,0

4 Discussie

Het bespuitingsschema kan op verschillende wijzen worden opgebouwd. Er wordt rekening gehouden met drie tijdstippen: T1, T2 en T3. Bij het ras Benchmark, dat gevoelig is voor roest, is T0 van belang, met name in de zachtere klimatologische omstandigheden van zuidwestelijk Nederland. De resultaten hebben de verschillende belangen beschreven die spelen bij de totstandkoming van een bespuitingsschema.

De consument en de maatschappij eisen een minimale milieubelasting en veilige producten. Vanuit de teelttechnische gedachte moeten middelen met een zo hoog mogelijke effectiviteit zo lang mogelijk gebruikt worden. Verschillende groepen actieve stoffen afwisselen is daarbij essentieel. Dit belang speelt met name bij de teler, adviseur en fabrikant. Omdat het doel van een boerenbedrijf is om voedsel te produceren dat waarde creëert, heeft het teelttechnische aspect ook indirect belang voor de maatschappij. Continuïteit is tenslotte van groot belang om inkomsten te garanderen. Voor de teler spelen ook de kosten van een schema mee. Lage graanprijzen vragen om een prijstechnisch interessant schema, waarbij de afweging wordt gemaakt of een extra toepassing of een duurder, maar effectiever middel loont.

4.1 Adviesschema

Het AHDB publiceert jaarlijks een effectiviteitsonderzoek van graanfungiciden op basis van eigen en externe proeven. Zo ontstaat een objectief beeld over de effectiviteit van actieve stoffen. De middelen zijn uitgewerkt in het AHDB-schema met ziektescores (zie Tabel 2). Het onderzoek werd wel uitgevoerd in Engeland, waar sommige middelen zijn verboden die in Nederland wel worden gebruikt en andersom, en dus is het schema niet volledig te verwerken in een Nederlands advieschema. In Nederland vindt geen soortgelijk effectiviteitsonderzoek plaats en hanteren de adviseur en teler de jaarlijks gepubliceerde *Handleiding gewasbescherming akkerbouw en veehouderij* van Delphy. Hierin staan ook effectiviteitsgegevens en zijn actieve stoffen aangeduid wanneer ze een verminderde werking hebben wegens resistentie of er al volledige resistentie is. De gegevens die Delphy publiceert zijn verzameld bij de fabrikanten van gewasbeschermingsmiddelen en zijn mogelijk niet geheel objectief. De middelen zijn niet onderling vergeleken in effectiviteitsproeven. Wel kan vergeleken worden met de AHDB-tabel. In veel van de gevallen zijn de resultaten overeenkomstig.

Uit beide tabellen valt op te maken dat de meeste triazolen redelijk tot goed scoren op roesten. Een uitzondering is propiconazool, waarvan de werking minimaal is. Op basis van de recente EFSA-publicatie lijkt deze actieve stof ook te verdwijnen (EFSA, 2017).

Tabel 6 Effectiviteitsschema graanfungiciden AHDB (2018)

Chemical group	Active ingredient	Activity rating					
		Eyespot	Mildew	Septoria tritici	Yellow rust	Brown rust	Ear blight ¹
Amidoxine	cyflufenamid	-	4	-	-	-	-
Anilinopyrimidine	cyprodinil	4	2	-	-	-	-
Benzophenone	metrafenone	3	4	1	-	-	-
Chloronitrile	chlorothalonil ³	-	1	4	-	-	-
Dithiocarbamate	mancozeb ²	-	1	3	1	1	-
Imidazole	prochloraz (poraz)	3	1	1	1	1	-
MBC	carbendazim	1	1	1	1	1	2
	thiophanate-methyl	-	-	-	-	-	2
Morpholine	fenpropidin	-	3	1	2	2	-
	fenpropimorph	-	2	1	2	3	-
Phthalimides	folpet ³	-	-	2	1	1	-
Quinazolinone	proquinazid	-	4	-	-	-	-
Quinolene	quinoxifen	-	2	-	-	-	-
SDHIs	fluxapyroxad ⁴	-	-	4	3	4	-
	penthiopyrad ⁴	-	-	4	3	4	-
SDHIs + other ²	bixafen + fluopyram + prothioconazole	4	3	5	4	5	4
	bixafen + prothioconazole	4	3	5	4	5	4
	boscalid + epoxiconazole	4	2	3	4	4	-
	fluxapyroxad + epoxiconazole	4	2	5	5	5	2
	fluxapyroxad + metconazole	-	2	5	4	5	3
	fluxapyroxad + pyraclostrobin	-	2	4	4	5	-
	isopyrazam + epoxiconazole	2	2	4	5	5	-
	penthiopyrad + chlorothalonil	-	-	4	3	3	-
	solatenol + prothioconazole ³	-	3	5	-	-	4
Spiroketalamine	spiroxamine	-	2	-	2	4	-
Strobilurin (QoI)	azoxystrobin	-	1	1	3	4	-
	picoxystrobin	1	1	1	4	3	-
	pyraclostrobin	1	1	1	4	5	-
	trifloxystrobin	-	1	1	2	2	-
Strobilurin mixtures ²	dimoxystrobin + epoxiconazole	-	-	2	4	4	3
	fluoxastrobin + prothioconazole	4	2	3	4	5	3
Triazole ²	cyproconazole	1	2	1	4	3	-
	difenoconazole	-	1	2	1	3	-
	epoxiconazole	2	2	3	5	4	2
	fluquinconazole	-	2	2	3	3	3
	flutriafol	-	1	1	2	2	-
	metconazole	-	2	2	3	4	3
	propiconazole	1	1	1	2	2	-
	prothioconazole	4	3	3	4	2	4
	tebuconazole	-	2	1	4	4	3
	others	-	-	-	-	-	-

Tabel 7 Adviesschema graanfungiciden zonder milieubelastingspunten

Actieve stof	Merknaam	MIDDELEN			ZIEKTEN			
		adviesdosering	prijs/l	kosten	meeldauw	septoria	gele roest	bruine roest
others								
chloortalonil	Balear 720 SC	1,4	€ 11,50	€ 16,10	(+)	++	(+)	(+)
chloortalonil	Daconil e.a.	1	€ -	€ -	(+)	++	(+)	(+)
mancozeb	Dithane DG e.a.	2	€ 7,00	€ 14,00	(+)	++	+	+
metrafenone	Flexity	0,5	€ -	€ -	+++(+)	(+)	-	-
cyflufenamide	Nissodium e.a.	0,5	€ 97,00	€ 48,50	+++(+)	+	-	-
pyrifonone	Property 180 SC	0,5	€ -	€ -	+++(+)	(+)	-	-
prochloraz	Sportak EW e.a.	1	€ 45,00	€ 45,00	+++(+)	(+)	+	+
triazolen								
prochloraz / tebuconazole	Ampera	1,5	€ 22,50	€ 33,75	+	++	+++(+)	+++
chloortalonil / propiconazole	Bravo Premium	2	€ 12,50	€ 25,00	+	++	++	++
epoxiconazole / folpet	Epox Extra	1,8	€ 16,00	€ 28,80	+	+++	+++	+++
epoxiconazole / fenpropidin	Epox Top	2,25	€ 20,00	€ 45,00	++	+++	+++	+++
tebuconazole / chloortalonil	Fezan Plus	3	€ -	€ -	++	++	+++	+++
epoxiconazole / fenpropimorf	Opus Team	1,5	€ 30,00	€ 45,00	++	+++	++++	++++
epoxiconazole / metconazole	Osiris	2	€ 20,00	€ 40,00	++	+++	++++	++++
prothioconazole / tebuconazole	Prosaro	1	€ 49,00	€ 49,00	++	+++	++++	+++
bromuconazole / tebuconazole	Soleil	1,2	€ 30,00	€ 36,00	++	+++	++++	+++
tebuconazole	Tarcea 250 EW	1	€ -	€ -	+	+	+++	+++
propiconazole	Tilt 250 EC	0,5	€ -	€ -	+	+	++	++
strobilurines								
picoxystrobin	Acanto	1	€ -	€ -	-	-	++(+)	+++
azoxystrobin	Amistar e.a.	1	€ 43,00	€ 43,00	-	-	+++	++(+)
strobilurines mixtures								
fluoxastrobin / prothioconazole	Fandango	1,5	€ 51,50	€ 77,25	++	+++	+++	+++(+)
azoxystrobin / chloortalonil	Olympus	1,5	€ 21,00	€ 31,50	++	+++	+++	++(+)
trifloxystrobin / cyproconazole	Sphere	0,5	€ 110,00	€ 55,00	++	+++	+++	+++
SDHI + others								
fluxapyroxad / epoxiconazole	Adexar	2	€ 41,50	€ 83,00	++	++++	++++	++++
bixafen / fluopyram / prothioconazole	Asdra Xpro	1,5	€ -	€ -	++	++++	+++(+)	++++
bixafen / prothioconazole	Aviator Xpro	1,25	€ 60,00	€ 75,00	++	+++(+)	+++(+)	++++
fluxapyroxad / epoxiconazole / pyraclostrobin	Cerix	2,5	€ 33,50	€ 83,75	++	++++	++++	++++
benzovindiflupyr / prothioconazole	Elatas Era	1	€ -	€ -	++	++++	++++	++++
isopyrazam / epoxiconazole	Seguris	1	€ 62,00	€ 62,00	++	++++	++++	++++
bixafen / prothioconazole / tebuconazole	Skyway Xpro	1,25	€ 60,00	€ 75,00	++(+)	+++(+)	+++(+)	++++
boscalid / epoxiconazole	Venture	1,5	€ -	€ -	++	+++	+++(+)	+++(+)
penthiopyrad / chloortalonil	Treoris	2,5	€ 26,50	€ 66,25	+	+++(+)	+++	+++
penthiopyrad	Vertisan	1,5	€ 35,00	€ 52,50	-	+++(+)	+++	+++

Effectiviteit

>(+) 

>+ 

>+ 

>+ 

>+ 

Resistentiegevoeligheid

Resistent matige werking 

Resistent geen werking 

In de groep triazolen lijken met name de stoffen epoxiconazool en prothioconazool het op beide roesten zeer goed te doen. Deze twee stoffen worden in veel nieuwe middelen op de markt gecombineerd met een SDHI. Actieve stoffen uit deze groep hebben een effectieve werking op *Septoria tritici*. In Tabel 6 en Tabel 7 laten deze combinaties (onder het label “SDHI + others”) goede resultaten zien. Op meeldauw heeft geen enkele actieve stof een erg hoge effectiviteit. De solo-actieve stoffen cyflufenamide en metrafenone laten een relatief goede score zien in beide tabellen en kunnen bij een hoge meeldauwdruk een goede aanvulling zijn. De twee strobilurines in de Nederlandse markt, picoxystrobine en azoxystrobine, laten nauwelijks nog effectiviteit zien.

Uit de literatuur is gebleken dat bij *Septoria tritici* en meeldauw geen werking is van de strobilurines, maar dat er op roest mogelijk nog enige effectiviteit kan zijn. Daarom is het behoud van deze groep actieve stoffen met een beperkte werking van belang. Nu triazolen onder een vergrootglas liggen, kunnen deze stoffen in de toekomst broodnodig zijn. Mogelijk hebben de fysio's van muterende pathogenen zich dermate aangepast aan de groep triazolen en SDHI's en zijn strobilurines weer effectiever. Zoals in Tabel 6 te zien is, bevat het product Ceriax drie actieve stoffen uit drie verschillende groepen. De combinatie triazool (epoxiconazool), SDHI (fluxapyroxad) en strobilurine (pyraclostrobine) laat hier een zeer goede effectiviteit zien. Uit Tabel 7 valt op te maken dat de hoge effectiviteit op bruine roest met name komt door de actieve stof pyraclostrobine. Dit is een van de weinige strobilurines die nog een sterke werking heeft op bruine roest.

De milieubelastingspunten, zichtbaar in Tabel 4, zijn bij de nieuwe middelen ('SDHI+others') die bestaan uit twee of drie actieve stoffen over het algemeen wat hoger dan bij de groep strobilurines en de groep 'others'. Vaak zijn dit mixen van triazolen met actieve stoffen uit de groep SDHI's. Daarentegen hebben strobilurines met een matige werking op veel pathogenen een kleinere milieubelasting. In een schema waarbij milieubelasting centraal staat, kunnen deze actieve stoffen dus mogelijk nog een positie krijgen. Of dit ook werkelijk toekomstbestendig is, lijkt gezien de matige effectiviteit en resistentiegevoeligheid discutabel en daarom krijgt deze groep niet de voorkeur.

4.2 Interview graanspecialisten

De geïnterviewde graanspecialisten beamen dat de druk van de maatschappij op chemische gewasbescherming hoger wordt. Ook vanuit de sector komt initiatief om zorgvuldig om te gaan met gewasbeschermingsmiddelen. Een mogelijkheid is om doseringen te verlagen. Cijfers uit het Verenigd Koninkrijk tonen aan dat dit nog steeds een goede effectiviteit kan geven. Dit hangt wel af van het te gebruiken middel en de gewastoeestand.

Ten aanzien van ziektebestrijding in wintertarwe is een belangrijke trend waarneembaar. De ziekte gele roest komt steeds vaker voor en er ontwikkelen nieuwe fysio's. Dit lijkt bij andere ziektes minder snel te evolueren.

Dat het behoud van triazolen noodzakelijk is, blijkt uit de reacties van de experts. Zonder triazolen kunnen doseringen niet verlaagd worden en dienen sterke preventieve middelen uit andere groepen ingezet te worden. Strobilurines kunnen wel nog een rol hebben, ondanks hun verminderde effectiviteit.

Een niet-chemische oplossing voor ziektebestrijding is om de plant te versterken door resistente rassen. Om hoge opbrengsten te blijven behalen, zal chemie echter een rol blijven spelen.

De twee geïnterviewden verschillen zijn het eens dat rassenmengsels geen bijdrage kunnen leveren aan een betere ziektebestrijding. Integendeel zelfs, want dit zorgt voor een niet werkbare teelt en het lijkt een commerciële tool te zijn voor de distributie.

Veredeling biedt veel mogelijkheden. Nieuwe technologieën als genetische modificatie (GMO) en de veredelingsstechniek CRISPR-CAS kunnen een grote bijdrage leveren in de ontwikkeling van resistenties. De maatschappij moet hier echter wel voor openstaan.

Bij een goede ziektebestrijdingsstrategie zijn de raseigenschappen van belang. Rassenkeuze hoort centraal te staan en het toedienen van de juiste middelen en doseringen is maatwerk. Zo kan gekeken worden naar het verlagen van doseringen of het uitsparen van een bespuiting als het ras een hogere resistentie heeft voor een bepaalde ziekte op een tijdstip.

Wat betreft het spuiten op bepaalde tijdstippen is Timmer zeer stellig. Hij pleit al jaren om van de T1-, T2- en T3-methodiek af te stappen. De focus ligt volgens hem vaak op T1 en T2. Aan T3, waar vaak aarfusarium het probleem is, wordt geen aandacht besteedt. Rassen zijn niet zo sterk op aarfusarium en de dosis bij T2 kan dus beter verlaagd worden om ook nog op T3 te spuiten. Voor een zinvolle T3-bespuiting moeten de spuitmomenten dan wel iets eerder worden uitgevoerd. Boven ziet meer in een digitaal waarschuwingssysteem dat de ziektedruk aangeeft. Er kan dan beter worden ingespeeld op de actuele ziektedruk.

4.3 Ras Benchmark in het spuitschema

Zoals te zien is in Tabel 5, is het ras Benchmark vrij gevoelig voor gele roest en bruine roest. Gele roest wordt in de praktijk bestreden op T0 en T1, terwijl bruine roest zich met name openbaart op T2 (zie Figuur 10). Hier dient rekening mee gehouden te worden in het spuitschema. Om roest goed te bestrijden, zijn triazolen nodig, maar dient in het kader van resistentiemanagement ook afgewisseld te worden. Als roest op twee tijdstippen bestreden moet worden, betekent dit in theorie dat er ook twee keer een product met triazool gebruikt moet worden. In het geval van het ras Benchmark is de kans dus groot dat deze benadering van toepassing is.

Omdat roest in een zachter klimaat beter gedijt, moet hier rekening mee gehouden worden bij de rassenkeuze. In het zuidwestelijke teeltgebied in Nederland zijn de klimatologische omstandigheden doorgaans zachter. De kans op roest in het ras Benchmark is hier dan ook groter dan in andere teeltgebieden in Nederland. Daartegenover staat een opbrengst van 103 punten, wat relatief goed is. Extra kosten aan ziektebestrijding zou bij een hogere opbrengst rendabel kunnen zijn, mits de tarweprijzen hoog genoeg zijn. Dit wordt verder besproken in de kostprijsdiscussie.

4.4 Milieubelasting, kostprijs en effectiviteit

Vanuit het oogpunt van milieubelasting scoren vooral de middelen met een gematigde werking goed. Vaak zijn het dit oudere middelen die bestaan uit een of twee actieve stoffen. In het schema staat een minimale milieubelasting centraal, maar dient er te allen

tijde een goed resistentiemanagement overwogen te worden bij middelenkeuze. Dit wil zeggen: maximale afwisseling van actieve stoffen binnen de groepen en waar mogelijk tussen de groepen met actieve stoffen. In het kader van resistentiemanagement is dit een vereiste.

Op basis van de kostprijs kan een zo optimaal mogelijk schema worden opgesteld met een goede effectiviteit en de benodigde afwisseling. Alleen denken in kostprijs is in de praktijk een kortetermijngedachte, zodra duurdere middelen ook meer opbrengst kunnen realiseren. Met een kostprijsschema wordt hier echter geen rekening mee gehouden en de praktijk hanteert dit geregeld.

Wanneer milieubelasting en de kostprijs niet in overweging worden genomen, is de keuze uit middelen aanzienlijk. In Tabel 6 geven de donker- en lichtgroene cellen de sterke werking aan. De effectieve middelen bevinden zich met name in de groep 'SDHI+others', dit zijn de nieuwere producten in de markt. Tabel 4 laat wel zien dat deze middelen vaak een hogere milieubelasting hebben en de kostprijs van de adviesdosering relatief hoog is.

Naast de tabellen uit de gids van Delphy voor de effectiviteit kan ook gekeken worden naar het schema van AHDB (Tabel 7). Deze bron bevestigt de effectiviteit in veel gevallen die in de gids van Delphy zijn omschreven.

4.5 Spuitschema

Een bespuitingsschema is afgestemd met middelen die de *target disease* moeten bestrijden. Van belang is om tussen de tijdstippen waarop gespoten wordt, T0 (in sommige gevallen), T1, T2 en T3, te wisselen met actieve stoffen en het best ook tussen de chemische groepen die bestaan uit triazolen en SDHI's. Strobilurines zijn veelal resistent gebleken en dienen geen prominente plek te krijgen in de schema's.

Bij het wegvallen van triazolen en SDHI's kunnen strobilurines echter wel nog van pas komen. Ook wanneer bestrijding van schimmelziektes minder hard nodig is, bij een ras met een hoog resistentiecijfer, kunnen actieve stoffen worden toegepast met een mindere effectiviteit die goedkoper of minder milieubelastend zijn.

Het resistentiecijfer op roest in het ras Benchmark is de laatste jaren omlaag gegaan. Er zijn nieuwe roestfysio's ontstaan, waartegen het ras niet weerbaar is. Roest ontwikkelt zich snel onder zachte klimaatomstandigheden. In het zuidwesten van Nederland zijn deze omstandigheden het gunstigst. Voor een goede ziektebestrijding in gebieden waar de roestdruk hoger is, dient er dus gewerkt te worden met effectieve middelen tegen gele roest en kan een T0-bespuiting noodzakelijk zijn.

Volgens de geïnterviewde graanspecialisten zijn enkele bespuitingen niet altijd noodzakelijk en is de sector eraan toe om op een andere wijze te kijken naar ziektebestrijding. Er kunnen met resistente rassen, passende bemesting, en lagere doseringen goede resultaten bereikt worden. Kort samengevat: een geïntegreerde aanpak is nodig, waarbij om eenduidig te blijven niet wordt afgeweken van traditionele tijdstippen.

Toekomstbestendig

Om de tarweteelt continuïteit te geven, heeft ziektebestrijding een belangrijke rol. De kosten van ziektebestrijding mogen niet te hoog zijn, het milieu moet gespaard blijven en resistentie, die in het verleden heeft plaatsgevonden en nog steeds plaatsvindt, moet beperkt worden. Om het milieu te sparen kan gewerkt worden met *low-impact* middelen die het bodemleven en grondwater zo weinig mogelijk belasten.

Milieubelasting (Tabel 8)

Door een schema op te stellen op basis van milieubelastingspunten, is de impact op het bodemleven en grondwater zo beperkt mogelijk. Het schema bestaat uit producten die beschikbaar zijn in de Nederlandse markt. Dat enkele producten hier commercieel nauwelijks verkrijgbaar zijn, is niet van belang. Milieubelasting staat hier immers centraal, met te allen tijde resistentiemanagement als rode draad.

Er zijn enkele schema's mogelijk (zie Tabel 8), gerangschikt volgens drie keuzes: keuze A, B en C. Keuze A is het meest gunstig voor het milieu en keuze B en C zijn de tweede en derde keuze.

Tabel 8 Advieschema op basis van milieubelastingspunten

Tijdstip	T0	MBP (1,5-3 OS)	T1	MBP (1,5-3 OS)	T2	MBP (1,5-3 OS)	T3	MBP (1,5-3 OS)	Totaal
Pathogeen	Gele roest/meeldauw		Gele roest/septoria tritici		Septoria tritici/bruine roest		Aarfusarium		
Keuze A	Ampera	27	Epox Extra	0	Aviator Xpro	3	Ampera	27	57
B	Epox Extra	0	Elatus Era	7	Aviator Xpro	3	Ampera	27	37
C	Bravo Premium	12	Epox Extra	0	Elatus Era	7	Ampera	27	46

Ampera op T0 heeft een lage milieubelasting, is sterk bij met name gele roest en heeft een matige werking op meeldauw. Epox Extra op T1 werkt goed op gele roest en *Septoria tritici* en bevat de actieve stof epoxiconazool. Het is een correcte afwisseling na Ampera, dat tebuconazool bevat. Aviator Xpro is een SDHI die ook een triazool bevat, namelijk prothioconazool. Dit product is zeer sterk op gele roest, *Septoria tritici* en bruine roest en heeft tevens een lage belasting voor het bodemleven en grondwater. Keuze B heeft enkele milieubelastingspunten meer, is technisch erg sterk, maar resistentie-technisch minder optimaal. Zowel Elatus Era als Aviator Xpro bevatten prothioconazool.

Keuze C bevat het product Bravo Premium. Dit is geschikt voor T0, maar bevat de actieve stof propiconazool, die een negatief EFSA-advies heeft gekregen en op korte termijn zal verdwijnen. Keuze C is wat betreft milieubelasting goed, maar niet toekomstbestendig en daarmee dus ongeschikt.

Kostprijs (Tabel 9)

Wanneer de kostprijs leidend is, maar er technisch wel voldoende wordt afgewisseld binnen de groepen (en waar mogelijk tussen de groepen) met actieve stoffen, kan er geconcludeerd worden dat keuze A het meest duurzaam is en niet keuze C, die wel de

laagste kostprijs heeft. Keuze C bestaat onder andere uit Bravo Premium en propiconazool en is niet toekomstbestendig.
Keuze B bevat de producten Opus Team en Ampera, die relatief duurder zijn. Zoals eerder werd benadrukt, geeft een lage kostprijs niet noodzakelijk een hoger financieel resultaat.

Tabel 9 Advieschema op basis van kostprijs

Tijdstip		T0	Kostprijs	T1	Kostprijs	T2	Kostprijs	T3	Kostprijs	Totaal
Pathogeen		Gele roest/meeldauw		Gele roest/septoria tritici		Septoria tritici/bruine roest		Aarfusarium		
Keuze A		Epox Extra	€ 28,80	Soleil	€ 36,00	Epox Extra	€ 28,80	Ampera	€ 33,75	€ 127,35
B		ampera	€ 33,75	Epox Extra	€ 28,80	Opus Team	€ 45,00	Ampera	€ 33,75	€ 141,30
C		Bravo Premium	€ 25,00	Epox Extra	€ 28,80	Soleil	€ 36,00	Osiris	€ 33,75	€ 123,55

De producten met een lagere kostprijs bevatten wat oudere stoffen en worden generiek geproduceerd door fabrikanten, waardoor de prijs vaak lager uitvalt. Oudere stoffen geven doorgaans een lagere effectiviteit, wat ook blijkt uit de schema's van Delphy en AHDB. Bij een hoge ziektedruk van gele roest en een ras als Benchmark, dat relatief gevoelig is voor gele roest, kan keuze A dus mogelijk niet voldoende beschermen en voor een forse opbrengstreductie zorgen. Om dit door te rekenen zijn er te veel variabelen die een rol kunnen spelen. Dit vraagt dus om meer onderzoek.

Effectiviteit (Tabel 10)

Als milieubelasting en de kostprijs niet leidend zijn, maar de effectiviteit met een optimale benutting van het afwisselen van actieve stoffen, komen vier keuzes tot stand. Zoals in het onderzoek naar voren is gekomen, is het erg druk op de fungicidenmarkt, met veel nieuwe producten uit de SDHI-groep die gecombineerd worden met de nieuwste triazolen (epoxiconazool en prothioconazool). Daarom zijn meerdere schema's denkbaar.

Er is gefocust op resultaten van AHDB in combinatie met de gegevens van Delphy en gekozen voor de meest optimale afwisseling. Prothioconazool komt geregeld terug in spuitschema's, maar om de effectiviteit te behouden is het beter om deze actieve stof niet te vaak in een schema te gebruiken. Dit is een toekomstbestendige keuze. In grote lijnen doen de keuzes gerangschikt op effectiviteit niet veel voor elkaar onder.

Tabel 10 Advieschema op basis van effectiviteit

Tijdstip		T0	T1	T2	T3
Pathogeen		Gele roest/meeldauw	Gele roest/septoria tritici	Septoria tritici/bruine roest	Aarfusarium
Keuze A		Ampera	Seguris	Ascra Xpro	Osiris
B		Osiris	Ascra Xpro	Elatus Era	Osiris
C		Prosaro	Ascra Xpro	Cerix	Prosaro
D		Soleil	Aviator	Cerix	Prosaro

5 Conclusies en aanbevelingen

Inmiddels is duidelijk hoe een toekomstbestendig bespuitingsschema eruit kan komen te zien. De opgestelde bespuitingsschema's hebben alle een eigen waarde die onderling verschillen. Er kan beredeneerd worden vanuit milieu en maatschappelijk oogpunt, vanuit teelttechnisch oogpunt met maximale effectiviteit en resistentiemanagement en vanuit de kostprijs. Een toekomstig bespuitingsschema kan er dus op verschillende manieren uitzien, afhankelijk van het doel. Is de vraag om een product te leveren waarvan de ziektebestrijding is uitgevoerd met zogenaamde *low-impact* middelen, dan kan gehoor worden gegeven aan deze vraag. Samengevat geven de verschillende uitgangspunten overzicht, verheldering en bewustwording aan de teler en adviseur.

5.1 Conclusie

Op basis van de schema's vanuit verschillende oogpunten en tijdstippen, kan worden geconcludeerd dat het lastig is om één optie te kiezen. Daarom moet gekeken worden naar de situatie in het gewas. Is de druk laag, dan kan een product met een lagere effectiviteit maar met een gunstigere kostprijs en milieuprofiel toegepast worden. Is de ziektedruk hoog, dan is het van belang om een sterker product te gebruiken. In het geval van een kouder voorjaar met nauwelijks gele roest kan een T0-bespuiting zelfs niet nodig zijn.

Zoals blijkt uit het onderzoek, is het standaard toepassen van tijdstippen en het uitwerken van schema's alvorens een ziektedruk wordt signaleerd niet IPM. Er dient dus een andere gedachte te komen en meer gehandeld te worden op basis van waarneming en de dosering en het spuittijdstip aan te passen volgens de situatie. Het ras Benchmark lijkt dan in zachtere klimaatomstandigheden ongeschikt, omdat het risicovoller is op gele roest. Dit is een toekomstbestendige manier van denken, waarbij een gestandaardiseerd schema niet volledig passend is. Het kan echter een handvat zijn voor de boer en zijn adviseur.

5.2 Aanbevelingen

Op basis van de discussiepunten kunnen aanbevelingen worden gedaan. De aanbevelingen zetten vooral aan tot nadenken en het vormen van een andere interpretatie van de ziektebestrijding, die momenteel vooral nog op erg traditionele wijze plaatsvindt. Ook is aanvullend onderzoek nodig om tot betere inzichten te komen wat het eindsaldo voor de teler is van de adviserende schema's.

Maak in teeltgebieden met een zachter klimaat een andere rassenkeuze dan Benchmark en kies hier voor een ras met een hoger resistentiecijfer voor gele roest. Zo kan een T0 bespuiting vaker worden uitgespaard en is ook op T1 de druk van gele roest minder hoog.

Laat in de keuze het afwisselen binnen en waar mogelijk tussen groepen leidend zijn en hou daarbij rekening met een minimale milieubelasting. Een duurdere bespuiting kan ook meer opbrengst geven en geeft zekerheid voor een gezond gewas.

Pas alleen een bespuiting toe wanneer het nodig is. Een T0- of T3-bespuiting is niet altijd noodzakelijk.

Hou het gewas en de ziektedruk in de omgeving nauwlettend in de gaten. Een T1 bespuiting kan dan soms later plaatsvinden, wat ook wel T1.5 genoemd wordt. Een T2 kan bij een lagere druk ook met een lagere dosering worden toegepast. De effectiviteit is bij het verlagen tot circa 75% van de adviesdosering vaak nog ruim voldoende. De duurwerking neemt echter wel af bij verlaagde doseringen. Wanneer nodig kan dan ook een verlaagde dosering worden gebruikt op T3. Concreet betekent dit dat er op andere momenten en soms vaker een bespuiting uitgevoerd dient te worden, maar dan wel met een lagere dosering. Als de ziektedruk hoog is, kunnen meerdere bespuitingen plaatsvinden, maar met een lagere dosering, wat kan resulteren in een vergelijkbare of mogelijk lagere milieubelasting en een betere gewasbescherming.

Nieuwe producten (vaak SDHI in combinatie met triazolen) zijn niet altijd nodig. Minder intensief gebruik geeft deze producten een langere levensduur en verlaagt de kostprijs. Als de ziektedruk laag is en de aantasting matig, kan voor de bestrijding van gele en bruine roest ook gebruik worden gemaakt van strobilurines. Deze zijn tenslotte alleen hun volledige effectiviteit verloren op *Septoria Tritici*. Het gebruik hiervan geeft ruimte voor meer variatie van groepen in het schema met mogelijkheid voor lagere milieubelasting.

Om te onderzoeken welke invloed de drie adviesschema's hebben op opbrengst en gewasgezondheid, dient er nader onderzoek uitgevoerd te worden. Laat het schema te allen tijde aansluiten op de rassenkeuze. Hier moet tenslotte meer op gestuurd gaan worden.

6 Bijlage

Interview 1: Wageningen Plant Research, ing. RD (Ruud) Timmer, Onderzoeker granen, eiwitgewassen en quinoa, Gehouden op 20 maart 2018

1. Hoe denkt u over de huidige maatschappelijke druk die op chemische gewasbeschermingsmiddelen ligt?

“De druk vanuit de maatschappij is terecht. De trends zijn veilig voedsel, milieu sparen, veilige omgeving en veilig toepassen. We moeten opgeven om te suggereren dat het onschadelijk is. We kunnen beter laten zien dat we het keurig volgens de regels doen.”

2. Wat zijn de gevaren van het verlagen van doseringen?

“Ik ben geen tegenstander van verlaging. Bij bepaalde middelen kan dit goed. Ik kijk jaarlijks naar de dose response curves uit Engeland en hierin kun je mooi zien dat reductie van 100% naar 75% naar 50% tegen sommige ziekten prima werkt. In het verleden is er in veel herhalingen gespoten met een kwart of een derde dosering en dit was geen succes. Je moet bij halve doseringen alert zijn om wel op tijd terug te komen. Er zijn behalve gevaren ook heel veel mogelijkheden. Het hangt af van het aantastingsniveau, ras en de hoeveelheid bespuitingen.”

3. Welke trend(s) in relatie tot ziektebestrijding neemt u waar?

“Als ik naar de boeren kijk dan vind ik dat er heel weinig trends zijn. Over het algemeen wordt er erg conservatief gehandeld. Er zou meer gekeken moeten worden naar resistenties en gepast middelengebruik. Dit is een onderwerp waar nog veel mee moet gebeuren. Ik zie de laatste zes jaar dat we ieder jaar te maken hebben met gele roest. Dit kan zomaar iets met klimaatverandering te maken hebben. De druk is behoorlijk toegenomen.”

4. Welke trend(s) kunnen de toekomst van ziektebestrijding veranderen?

“Met name de trends uit de maatschappij zullen grote invloed hebben op de teelt. De productie en gebruik van granen gaat scheef lopen. Door de toename van de wereldbevolking en vleesgebruik kan er schaarste komen. De productie heeft het gebruik goed bij kunnen houden, maar bij droogte in grote teeltgebieden kan er zomaar een keerpunt komen. De productie van granen moet daarom op hoog niveau blijven om voedseltekorten te voorkomen. Een goede ziektebestrijding is daarom belangrijk.”

Ik zie de biologische landbouw niet als oplossing, wegens de lagere productie. Dit is een luxe en we kunnen het ons permitteren om met lagere opbrengsten rond te komen. Dit kan in de toekomst zomaar anders worden.”

5. Kunnen we zonder triazolen nog een effectief bespuitingsschema in elkaar zetten?

“Als triazolen weg zouden vallen, hebben we een groot probleem. Het is een belangrijke groep in combinatie met andere middelen. De druk op andere groepen wordt alleen maar groter. Ook de strobilurines hebben ondanks de mindere effectiviteit nog een rol in het schema.”

6. Welke niet-chemische oplossing is voor de hand liggend?

“Resistentieontwikkeling bij nieuwe rassen biedt goede oplossingen. Ik verwacht dat chemie altijd een rol zal blijven houden in ziektebestrijding, ondanks dat er jaren zijn geweest waarbij chemie niet noodzakelijk is geweest wegens lage ziektedruk. Ook zonder chemie zullen er resistenties bij rassen verbroken worden.”

7. In de sector wordt gesproken over rassenmengsels die minder gevoelig zouden zijn voor ziekteontwikkeling. Ziet u dit als een mogelijke ontwikkeling?

“Je kunt de gewassen nooit optimaal telen. Ik heb hier nog nooit enig voordeel van gezien. Een goede bestrijdingsstrategie is veel belangrijker. Het gemiddelde van de resistentie is het gemiddelde van gemixte rassen. Er vinden nog steeds uitwisselingen plaats van ziektes tussen minder resistente rassen. Kies voor ras met meeste resistentie.”

8. Welke kansen ziet u in de veredeling, zoals hybride tarwerassen en betere resistenties?

“Ik zie hier heel veel kansen voor en naar mate technische mogelijkheden toenemen zoals hybride of GMO-tarwe liggen er enorme mogelijkheden voor het inkruisen van resistenties. De maatschappij moet wel bewustwording krijgen van de voordelen.”

9. Wat is naar uw idee de beste strategie voor een goede ziektebestrijding (niet alleen chemisch, maar ook inclusief andere maatregelen). En als telers die tips volgen, gaan ze dan ook minder spuiten? Of anders ?

“Met name de bestrijdingsstrategie afstemmen op het ras. Rassenresistentie moet de basis zijn voor de teelt. Kies niet voor een ziektegevoelig ras. Het is per ras anders, maar ook per jaar anders. Kies voor een geïntegreerde aanpak en doseer met middelen.”

10. Waarom wordt in de teelt van wintertarwe eigenlijk 'standaard' op T1 en T2 gespoten? Zou er niet veel meer gewerkt moeten worden met waarschuwingssystemen waarmee je dan op basis van lokale info besluiten kunt nemen? Er kunnen best jaren zijn dat men een T1 overslaat, maar er kunnen ook jaren zijn waarbij je (in theorie) dan T0, T1, T1,5 en T2 moet spuiten (bij zware ziektedruk).

"Ik pleit er al jaren voor om van de standaardtijdstippen (T1 en T2) af te stappen. Dit is een aan boeren eigen traditionele gedachte. Kijk naar het ras en naar de ziektes die gemeld worden. Speel met middelen, doseringen en tijdstippen. Er is hier maar een enkele boer die hier niet voor openstaat. Boeren denken dat ze risico's nemen en dit opbrengst kost. Ik mis de T3-besputting in dit verhaal. De besputting op aarfusarium is de belangrijkste besputting. In de praktijk is vaak twee weken eerder een T2 gespoten en men pakt geen T3 meer. In het begin van het seizoen moet dit al het uitgangspunt zijn. De meeste rassen zijn niet erg sterk op aarfusarium. Kies dus voor een T3-besputting en houd het ras zo lang mogelijk groen.

Daarom kun je gemakkelijk met sommige middelen terug in dosering op T2. De dose response curve laat zien dat er voldoende effectiviteit is. Er kan dan gesproken worden van T1,5-besputting. Ook dit hangt af van het ras. Teel geen rassen waar je ook T0 moet spuiten. Dit is iets van de laatste vier jaar. "

**Interview 2: Wiersum Plantbreeding B.V., Hindrik Jan Boven, Product Manager,
Gehouden op 15 maart 2018**

- 1 Hoe denkt u over de huidige maatschappelijke druk die op chemische gewasbeschermingsmiddelen liggen?

“De druk op het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen wordt groter vanuit de consument, mede door een sterke lobby vanuit de milieu- en natuurbeweging. Opvallend is dat er het laatste jaar ook duidelijk meer druk vanuit onze eigen sector is voor verandering. Ik heb het dan over mensen met een moderne agrarische onderneming. Denk daarbij niet alleen aan de bodem, maar ook minder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en een gezonder bouwplan.”

- 2 Wat zijn de gevaren van het verlagen van doseringen?

“Het verlagen van doseringen kan resistentie in de hand werken. Maar op een klein gewas kan uiteraard met lagere doseringen worden gewerkt.”

- 3 Welke trend(s) in relatie tot ziektebestrijding neemt u waar?

“Er is een snellere verandering in nieuwe fysio's van gele roest. Nu de nieuwe fysio's bijna overal in Europa voorkomen zou het best kunnen dat er de komende jaren minder nieuwe fysio's of met een kleine genetische wijziging voorkomen. Dit hoeft niet te betekenen dat er grote verschuivingen in de ziekten-resistenties van rassen voorkomen. Gele roest kan vroeg in het voorjaar al schade doen, wat een extra bespuiting kan betekenen. Bij andere ziekten zijn er ook verschuivingen in fysio's, maar deze vallen in de praktijk nauwelijks op.”

- 4 Welke trend(s) kunnen de toekomst van ziektebestrijding veranderen?

“Vanuit de kwekershoek is uiteraard de inzet van gezonde tarwerassen een plus, maar omdat er telkens nieuwe fysio's zijn kan het snel wijzigen. De resistenties in tarwe berust op meerdere gekoppelde genen, voordat uitgezocht is welke genen in de tarwe nodig zijn, dan zijn we nog wel een paar jaar verder.”

- 5 Kunnen we zonder triazolen nog een effectief bespuitingsschema in elkaar zetten?

“Met een goed preventief schema zou dat kunnen. Maar om ook tegelijkertijd minder bespuitingen en minder hoeveelheid actieve stof toe te passen lijkt mij niet kansrijk bij het huidige palet aan middelen.”

- 6 Welke niet-chemische oplossing is voor de hand liggend?

“Zorgen voor een sterke plant. Een lagere N-gift geeft een lagere meeldauw gevoeligheid om maar een voorbeeld te noemen. Maar dan worden er ook lagere opbrengsten behaald.”

- 7 In de sector wordt gesproken over rassenmengsels die minder gevoelig zouden zijn voor ziekteontwikkeling. Ziet u dit als een mogelijke ontwikkeling?

“Het zou de ziektedruk wat kunnen afremmen. Zonder gewasbeschermingsmiddelen zouden gevoelige planten alsnog erg ziek worden en minder opbrengst geven. Op dit moment (constatering) worden er rassenmengsels (granen, mais) bedacht uit commercieel oogpunt. Hun eigen merkrassen met iets meer marge of er wordt een deel slecht verkoopbare rassen in gestopt.”

- 8 Welke kansen ziet u in de veredeling, zoals hybride tarwerassen en betere resistenties?

“Bij hybride rassen verandert het heterosis effect niet. De basis van een ras blijven linierassen. Met moderne technieken als bijvoorbeeld CRISPR-cas9 kunnen gerichtere resistenties worden ingebouwd, maar zoals eerder omschreven kan dat na een jaar snel veranderen.”

- 9 Wat is naar uw idee de beste strategie voor een goede ziektebestrijding (niet alleen chemisch, maar ook inclusief andere maatregelen). En als telers die tips volgen, gaan ze dan ook minder spuiten? Of anders ?

“Keuze voor gezonde rassen met een goede fusariumresistentie en dan alleen een T1 en T2 met verschillende actieve stoffen. Alleen bij slechte omstandigheden een T3. Daarnaast door extra bladbemestingen de plant sterk houden.”

- 10 Waarom wordt in de teelt van wintertarwe eigenlijk ‘standaard’ op T1 en T2 gespoten? Zou er niet veel meer gewerkt moeten worden met waarschuwingssystemen waarmee je dan op basis van lokale info besluiten kunt nemen? Er kunnen best jaren zijn dat men een T1 overslaat, maar er kunnen ook jaren zijn waarbij je (in theorie) dan T0, T1, T1,5 en T2 moet spuiten (bij zware ziektedruk).

“Omdat daarmee de belangrijkste periode is afgedekt met betrekking tot ziekten en groei, namelijk vanaf 1 mei tot eind juni. Wat voor 1 mei gebeurt heeft behoudens een sterke gele roest aantasting weinig effect op de eindopbrengst. Een waarschuwingssysteem kan daarbij iets helpen met de timing iets eerder of later afhankelijk van het seizoensverloop. Het is een afweging tussen kosten bespuitingen en de uiteindelijke opbrengst waarbij de prijs die de tarwe zou kunnen opbrengen mede bepalend is.”

Uiteenzetting cijfers SCIB

Overzicht product	Sum of TURNOVER	
WW-F-T0		
Adexar	€	76,713
Allegro	€	4,849
Ampera	€	169,229
Aviator Xpro	€	118,909
Balear 720 SC	€	778
Bravo Premium	€	320,093
Cerix	€	27,997
Corbel	€	12,905
Daconil 500 vloeibaar	€	61,798
Dithane DG NewTec	€	59,319
DuPont TREORIS	€	88,183
Epoxy Top	€	67,154
Flexity	€	7,059
Manzeb	€	5,487
Mastana SC	€	11,295
Milcozeb DG	€	10,554
Nissodium	€	10,186
Opus Team	€	358,309
Osiris	€	52,882
Penncozeb	€	4,452
Penncozeb SC (prv. Brabant Mancozeb Flowable)	€	4,057
Prosaro	€	4,465
Seguris	€	470,926
Skyway Xpro	€	234,241
Soleil	€	24,874
Tebucur 250 EW	€	12,668
Thiovit Jet	€	255
Tridex DG	€	8,777
Venture	€	16,478
Vondac DG	€	13,167
WW-F-T0 Total	€	2,258,058
WW-F-T1		
Adexar	€	46,941
Ampera	€	46,297
Aviator Xpro	€	113,923
Balear 720 SC	€	1,652
Bravo Premium	€	6,739
Dithane DG NewTec	€	38,041
Epoxy Top	€	6,224
Opus Team	€	74,049
Osiris	€	9,769
Prosaro	€	12,703

Seguris	€	332,233
Skyway Xpro	€	197,426
Soleil	€	12,037
Tridex	€	8,652
Tridex DG	€	11,476
WW-F-T1 Total	€	918,161
WW-F-T2		
Acanto	€	1,526
Adexar	€	1,844,533
Allegro Plus	€	25,586
Ampera	€	22,510
Aviator Xpro	€	1,529,909
Balear 720 SC	€	19,911
Bravo Premium	€	32,641
Cerix	€	2,266,704
Corbel	€	13,551
Daconil 500 vloeibaar	€	6,865
Dithane DG NewTec	€	7,456
DuPont TREORIS	€	66,966
Epoxy Top	€	23,927
Nissodium	€	4,394
Opus Team	€	88,262
Osiris	€	137,863
Penncozeb SC (prv. Brabant Mancozeb Flowable)	€	7,220
Priori Xtra	€	313,510
Prosaro	€	606,263
Seguris	€	1,110,665
Seguris Flexi	€	31,646
Skyway Xpro	€	1,776,691
Soleil	€	17,737
Sphere	€	10,020
Tebucur 250 EW	€	77,604
Tridex DG	€	17,696
WW-F-T2 Total	€	10,061,656
WW-F-T3		
Prosaro	€	39,635
Skyway Xpro	€	62,059
Sphere	€	14,525
WW-F-T3 Total	€	116,219
Totaal	€	13,354,095

Bibliografie

- Adama. (z.d.). Sneeuwschimmel [Afbeelding]. Opgehaald van <http://ane.campaigns.adama.com/sneeuwschimmel-in-tarwe>
- AHDB. (2016). *Wheat disease management guide*. Stoneleigh Park, Verenigd Koninkrijk: AHDB Cereals & Oilseeds. Opgehaald van <https://cereals.ahdb.org.uk/media/176167/g63-wheat-disease-management-guide-february-2016.pdf>
- AHDB. (2017). Fungicide performance update for wheat, barley and oilseed rape [Collegeslides]. Opgehaald van <https://cereals.ahdb.org.uk/media/1326769/Fungicide-performance-data-2017-7-December-2017.pdf>
- AHDB. (2018).
- Boven, H. J. (2018, maart). Product Manager. (R. Boon, Interviewer)
- Branches & Trends. (2017). *Marktonderzoek gewasbeschermingsmiddelenindustrie*. Branches & Trends.
- Bueno-Sancho, V., Persoons, A., Hubbard, A., Cabrera-Quio, L. E., Lewis, C. M., Corredo-Moreno, P., . . . Hodson, D. P. (2017). Pathogenomic Analysis of Wheat Yellow Rust Lineages Detects Seasonal Variation and Host Specificity. *Genome Biology and Evolution*, 9(12), 3282-3296. doi:<https://doi.org/10.1093/gbe/evx241>
- CBS. (2018, 21 maart). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar regio [Dataset]*. Opgehaald van <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=80780ned&D1=23-24,43,50,86&D2=0&D3=8-17&HD=180306-2155&HDR=G1,G2&STB=T&CHARTTYPE=1>
- CLM Milieumeetlat. (z.d.). Hoe werkt het? - Open teelt. Opgehaald van <https://www.milieumeetlat.nl/nl/hoe-werkt-het-open-teelt.html>
- CSAR. (2017). *Rassenlijstbulletin Wintertarwe 2017*. Opgehaald van http://www.rassenlijst.info/wp-content/uploads/2017/08/Persbericht_wintertarwe_31082017_DEF.pdf
- Darwinkel, A. (1997, 15 maart). Teelthandleiding wintertarwe - Gewasbescherming. Opgeroepen op 7 maart, 2018, van <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/teelthandleiding-wintertarwe-gewasbescherming>
- Delphy. (2018). *Handleiding gewasbescherming akkerbouw en veehouderij*. Assen, Nederland: Delphy Akkerbouw.
- Delphy. (z.d.). *Bladvlekkenziekte*. Delphy.
- Dooley, H., Shaw, M. W., Spink, J., & Kildea, S. (2015). Effect of azole fungicide mixtures, alternations and dose on azole sensitivity in the wheat pathogen *Zymoseptoria tritici*. *Plant Pathology*, 65(1), 124-136.
- EFSA. (2017). Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance propiconazole. *European Food Safety Authority Journal*, 15(7), 1-28. Opgehaald van <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2017.4887/epdf>
- Ehler, L. E. (2006). Integrated pest management (IPM): definition, historical development and implementation, and the other IPM. *Pest Management Science*, 62(9), 787-789. doi:<https://doi.org/10.1002/ps.1247>
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. (z.d.). EPPO Zonal Maps. Opgehaald van https://www.eppo.int/PPPRODUCTS/zonal_efficacy/EPPO_zonal_maps_3.pdf

- FRAC. (2018). *FRAC Code List ©*2018: Fungicides sorted by mode of action*. Opgehaald van http://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac_code_list_2018-final.pdf?sfvrsn=6144b9a_2
- Kleinkauf, N., Verweij, P. E., Arendrup, M. C., Donnelly, P. J., Cuenca-Estrella, M., Fraaije, B., . . . Denning, D. W. (2013). *Risk assessment on the impact of environmental usage of triazoles on the development and spread of resistance to medical triazoles in Aspergillus species*. Stockholm, Zweden: ECDC. Opgehaald van <https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/risk-assessment-impact-environmental-usage-of-triazoles-on-Aspergillus-spp-resistance-to-medical-triazoles.pdf>
- Kwiatkowski, C. A., Wesołowski, M., Harasim, E., Gawęda, D., & Drabowicz, M. (2013). The effect of reduced rates of crop protection agents and adjuvants on productivity, weed infestation and health of spring barley (*Hordeum sativum* L.). *Acta Agrobotanica*, 66(3), 103.
- Large, E. C. (1954). Growth stages in cereals. *Plant Pathology*, 3(4), 128-129. doi:10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x
- NEFYTO. (z.d.). Geïntegreerde gewasbescherming. Opgehaald van <https://www.nefyto.nl/Gewasbescherming/Geintegreerde-gewasbescherming>
- Rehfus, A., Strobel, D., R., B., & Stammler, G. (2017, juni). Mutations in *sdh* genes in field isolates of *Zymoseptoria tritici* and impact on the sensitivity to various succinate dehydrogenase inhibitors. *Plant Pathology*, 67, 175-180. doi:10.1111/ppa.12715
- Research, W. U. (2018). *Agrarische prijzen [Dataset]*. Opgehaald van <http://www.agrimatie.nl/Prijzen.aspx>
- Saintenac, C., Lee, W. S., Cambon, F., Rudd, J. J., King, R. C., Marande, W., . . . Kanyuka, K. (2018). Wheat receptor-kinase-like protein Stb6 controls gene-for-gene resistance to fungal pathogen *Zymoseptoria tritici*. *Nature Genetics*, 50(3), 368-374. doi:10.1038/s41588-018-0051-x.
- Snelders, E., Camps, S., Karawajczyk, A., Schaftenaar, G., Kema, G., Lee, H. v., . . . Verweij, P. (2012). Triazole Fungicides Can Induce Cross-Resistance to Medical Triazoles in *Aspergillus fumigatus*. *Public Library of Science ONE*, 7(3), 1-11. doi:10.1371/journal.pone.0031801
- Timmer, R. (2018). Onderzoeker granen. (R. Boon, Interviewer)
- Van Dijk, W., Spruijt, J., Runia, W., & Van Geel, W. (2012). *Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven*. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/256035>