



Natuurinclusieve maatregelen in de bollenteelt

De onderbouwing

Bente Mariën, Cheyenne Vonk en Tessa Riem
19 januari 2024



Documenttitel Natuurinclusieve keuzes
in de bollenteelt

Projectcode BO-23400139

Opdrachtgever Living Lab B7

Contactpersoon Nathalie Roefs

Projectleider Marente Lokin

Auteurs Bente Mariën

Cheyenne Vonk

Tessa Riem

Plaats: 's-Hertogenbosch

Datum: 19 januari 2024



Voorwoord



Als onderdeel van onze beroepsopdracht “natuurinclusieve bollenteelt” hebben wij een visueel eindproduct gemaakt: het keuzeweb. Het keuzeweb bestaat uit een overzicht van natuurinclusieve en extensieve keuzes die gemaakt kunnen worden in de bollenteelt. Het document wat voor u ligt is de onderbouwing van het keuzeweb en geeft uitgebreidere informatie over de onderwerpen en maatregelen die zijn weergegeven in het keuzeweb. Het document is opgedeeld in verschillende onderwerpen: virussen, schimmels, plagen, onkruidbeheersing en bodemtoevoegingen. Binnen deze onderwerpen worden definities, algemene informatie en verschillende maatregelen behandeld die eventueel gehanteerd kunnen worden in de teelt van tulpen. Bij een gedeelte van de onderwerpen is een tabel te vinden met de afweging hoe natuurinclusief de benoemde maatregelen zijn. Dit document moet ervoor zorgen dat telers en studenten een beter inzicht krijgen in de mogelijkheden tot het meer natuurinclusief telen.

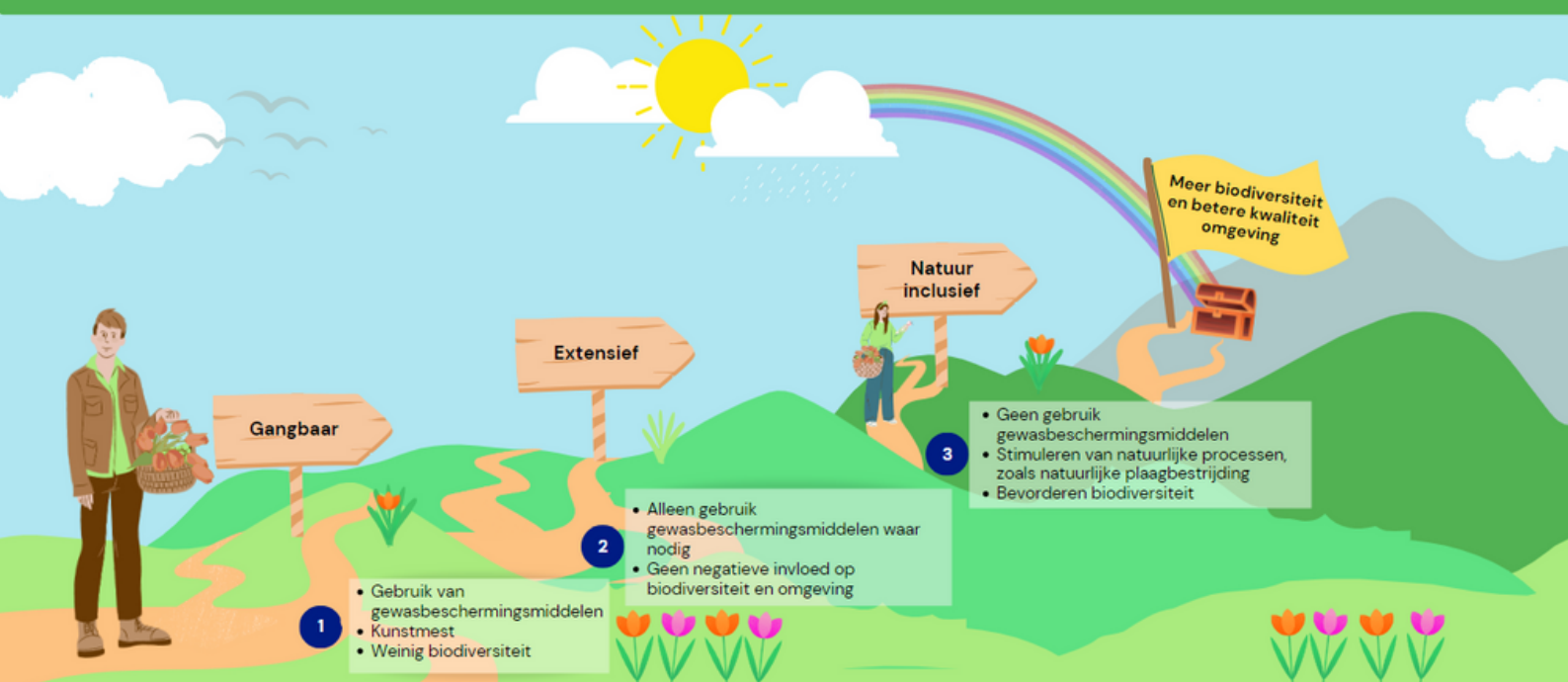
Bente Mariën, Cheyenne Vonk en Tessa Riem
's-Hertogenbosch, 19 januari 2024

Bij natuurinclusieve landbouw draait het voornamelijk om de zorg voor de natuur, het beter benutten van natuurlijke processen zoals biologische plaagbestrijding en het hebben van minder impact op de natuur. Het uiteindelijke doel van natuurinclusieve landbouw is om de biodiversiteit te verhogen (van Doorn et al, 2016). Bij extensieve landbouw zorgt de input, die een teler moet leveren voor een gerealiseerde output, dat het niet ten koste gaat van langdurig behoud en de kwaliteit van bodem en water. Daarnaast heeft het minder tot geen nadelige gevolgen voor de biodiversiteit in tegenstelling tot de gangbare teelt. Er worden bijvoorbeeld minimale hoeveelheden bestrijdingsmiddelen gebruikt (van Eldik et al, 2021).

Door het Louis Bolk Instituut is in 2017 een onderscheiding van niveaus op basis van natuurinclusiviteit op agrarische bedrijven opgesteld. Het gaat om niveaus 0 t/m 3 waarbij niveau 0 onderscheiden wordt als minimale biodiversiteit op het bedrijf en niveau 3 als een maximaal adaptief bedrijfssysteem, waarbij de aandacht volledig ligt op gesloten kringlopen, optimalisering van habitats en maximale versterking van de biodiversiteit. Binnen de door ons gebruikte definitie valt natuurinclusieve landbouw onder niveau 2: op het bedrijf wordt gefocust op verbetering van de functionele biodiversiteit door onder andere verbetering van bodem-, gewas- en diercycli. Extensieve landbouw valt onder niveau 1: gangbare bedrijven die focussen op het behoud van de biodiversiteit. Zie [Maatregelen natuurinclusieve landbouw](#) voor meer informatie over de verschillende niveaus (Erisman et al., 2017).

Binnen het keuzeweb is onderscheid gemaakt tussen natuurinclusieve, extensieve en gangbare maatregelen. De maatregelen en de indeling daarvan is gebaseerd op informatie vanuit de literatuur en de praktijk. Waarbij een onderverdeling is gemaakt die voornamelijk gebaseerd is op de invloed die de zij hebben op de biodiversiteit en de omgeving. De natuurinclusieve maatregelen hebben een positief effect, de extensieve maatregelen hebben geen positief of negatief effect en de gangbare maatregelen hebben een negatief effect op de biodiversiteit en omgeving.

Transitie bollenteelt



Inhoudsopgave

Virussen	06
Tulpen mozaïekvirus	07
Tulpenvirus X	09
Ratelvirus	11
Augustaziek	12
15	Schimmelziekten
16	Tulpenvuur
18	Zuur
20	Rhizoctonia
22	Samenvattend advies gewasbescherming tulpen
Plagen	23
Bladluizen	24
Tulpengalmijt	29
Aaltjes	32
37	Onkruidbeheersing
39	Mechanische maatregelen
40	Fysische maatregelen
41	Preventieve maatregelen
Organische meststoffen	42
45	Nutriënten
47	Macronutriënten
50	Micornutriënten
Biostimulanten	52
Microbiële producten	54
Non-microbiële producten	57
Literatuur	60
66	Bijlagen
66	Bijlage 1: Overzicht maatregelen virussen en schimmelziekten
68	Bijlage 2: Overzicht mogelijke maatregelen tegen bladluizen
70	Bijlage 3: Overzicht mogelijke curatieve maatregelen tegen bladluizen
71	Bijlage 4: Maatregelen tegen de tulpengalmijt
72	Bijlage 5: Aaltjesschema
73	Bijlage 6: Overzicht waardplantstatus groenbemesters
74	Bijlage 7: Overzicht van het effect van organische stof
75	Bijlage 8: Overzicht mechanismen achter biostimulanten



Virussen

Virussen vormen een groot probleem in de bollenteelt. Zo kunnen ze zorgen voor minder opbrengst door het aanbrengen van schade aan de bollen of het verlagen van de sierwaarde (Schadewijk, 2006). In het volgende gedeelte worden een aantal van de meest voorkomende tulpenvirussen besproken. Hierbij gaat het over de symptomen, verspreiding en bestrijding van de virussen.

Tulpenmozaïkvirus

Symptomen

Het Tulpenmozaïkvirus (TBV) is een virus wat voornamelijk door bladluizen wordt overgedragen. Het tulpenmozaïkvirus veroorzaakt in tulpen de meeste schade van alle virussen. Zo kan het directe schade veroorzaken zoals kwaliteitsverlies en opbrengstverlies. Deze schade is een gevolg van de symptomen van TBV. Zo kan het zorgen voor onder andere bladkleur verandering, stengelverkleuring en bloemkleurbreking, zie afbeelding 1. De symptomen zijn over het algemeen goed zichtbaar, dit alleen in een vrij korte periode. Daarnaast is de symptoomontwikkeling afhankelijk van het cultivar (de Kock et al., 2008a; de Kock et al., 2013).

Verspreiding

De verspreiding van TBV in de tulpenteelt vind plaats door middel van bladluizen (van Dam & Verbeek, 2014). Luizen kunnen al vroeg in het seizoen aanwezig zijn. Het voorkomen van TBV kan ook door het gebruiken van minder vatbare cultivars. De meeste bladluizen oriënteren zich vaak op gele en geelgroene kleuren. Door de gele bloemen vroeg te koppen kan virusverspreiding beperkt worden. In de praktijk gebeurt het koppen altijd later en wordt vaak dieper gekopt waardoor bladtopen ook geraakt worden, daarnaast wordt er ook gekopt als het gewas vochtig is. Al deze factoren kunnen mogelijk bijdragen aan een sterkere virusverspreiding dan bij een drooggewas. Bij een toetsplantenonderzoek werd meer virusoverdracht waargenomen bij vochtige gewassen dan bij droge gewassen (de Kock et al., 2008a).



Afbeelding 1. Symptomen van het Tulpenmozaïkvirus (MAX vandaag, 2022).

Bestrijding

Omdat de verspreiding voornamelijk komt door bladluizen is het van belang om deze te bestrijden binnen de teelt. In de gangbare teelt gebeurt dit doormiddel van het bespuiten van gewassen met pyrethroiden. Daarnaast is er gekeken naar de effecten van minerale olie voor een betere bescherming tegen de overdracht van TBV. Deze worden in combinatie gebruikt met pyrethroiden. Het effect van bescherming wordt op dat moment met 30% verhoogd. Daarentegen kan het gebruik van minerale olie een opbrengstderving geven van 5%. Een factor die een belangrijke rol speelt in de keuze voor het gebruik van minerale olie is de groei­kracht van het cultivar. In het onderzoek is de minerale olie onder specifieke omstandigheden gesproken. Nog niet alles is bekend over de werking van minerale olie op de overdracht van TBV. In onderzoek zijn een aantal, elkaar versterkende, werkingen aangetoond. Als eerst wordt de binding van het virus aan de stiletten van de bladluis verhinderd. Hierdoor kan de bladluis het virus niet meer opnemen. Ook kan een minerale olie een resistentie bevorderend effect hebben op de plant, waardoor de plant minder gevoelig is voor het virus. Echter is nog niet bekend welke invloed een minerale olie heeft op virusdeeltjes die al aan stiletten waren gebonden voordat de bladluis met de olie in aanraking komt. Vaak wordt er van uit gegaan dat deze deeltjes van de stiletten afgewassen worden (van Dam & Verbeek, 2014). Alhoewel bladluizen al vroeg actief kunnen zijn word bij de advisering van gewasbeschermingsmaatregelen aangegeven pas begin mei te starten met de bespuitingen van pyrethroiden. Als er een warm voorjaar is wordt er geadviseerd om vanaf half april te spuiten (de Kock et al., 2008a). In proeven naar de overdracht van bladluizen lijkt het erop dat zij worden aangetrokken door zieke planten en de bloemen. Op gekopte bloemen kunnen bladluizen nog minimaal acht uur in staat zijn om het virus op te nemen en over te dragen. Daarom is het aan te raden om de gekopte bloemen gelijk te verwijderen of te versnipperen, zodat dit materiaal snel verdroogt en onaantrekkelijk wordt voor bladluizen. Het is voor de lelie en tulp gekeken naar virusbeperking met nieuwe middelen zonder chemie. Deze blijven tot nu toe minder effectief dan huidige middelen met glysafaat (Stijger et al., 2022a).

Andere voorzorgsmaatregelen voor verspreiding van TBV zijn:

- Het alleen planten van virusvrije partijen en virusvrije partijen telen uit de buurt van verdachte of zieke partijen.
- Ziekzoeken, hierdoor wordt elke virusbron verwijderd zodat verdere verspreiding voorkomen kan worden.
- Virusziek plantmateriaal zo snel mogelijk afvoeren.
- Voorkom virusverspreiding tijdens het koppen.
- Gereedschap reinigen (De Kock et al., 2009).

In tabel 1 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.



Tabel 1. Overzicht maatregelen tegen het tulpenmozaïkvirus en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Pyrethroïden spuiten	Bestrijden bladluis	-
Gebruik minerale olie in combinatie pyrethroïden	Bescherming gewas tegen bladluis	-
Middelen met glyfosfaat	Voorkomen virusoverdracht	-
Gekopte bloemen verwijderen of versnipperen	Voorkomen virusoverdracht	+/-
Planten virusvrije partijen	Voorkomen virusoverdracht	+
Ziekzoeken	Voorkomen virusoverdracht	+
Reinigen gereedschap	Voorkomen virusoverdracht	+

Tulpenvirus X

Symptomen

Tulpenvirus X (TVX) is een virus wat zorgt voor infecties bij tulpen. Bij de infectie ontstaan geelgroene en wit- of bruine strepen en ovale vlekken. Deze symptomen kunnen optreden over het gehele bladoppervlak of plaatselijk. In de bloemen komen de symptomen in kleinere vormen voor en hoe goed deze zichtbaar zijn, is afhankelijk van de bloemkleur, zie afbeelding 2. In een groot deel van de bloemen kan het virus voorkomen zonder dat de symptomen aanwezig zijn (De Kock & Van Dam, 2008b; De Kock et al, 2008c).



Verspreiding

De verspreiding van het virus vindt voornamelijk plaats tijdens de bewaring van de bollen door de tulpengalmijt. Daarnaast is gebleken dat stromijt ook TVX over kan brengen. Daarentegen is de stromijt minder efficiënt dan de tulpengalmijt, maar deze kan in grote aantallen voorkomen en niet door alle middelen bestreden worden, waardoor de stromijt een grotere bijdrage levert dan verwacht. Daarnaast kan TVX overdracht plaatsvinden tijdens het mechanisch koppen van tulpen. Hierbij is aangetoond dat TVX via een besmet mes verspreid kan worden en dat sommige tulpenrassen gevoeliger zijn dan andere. Daarnaast zijn er aanwijzingen gevonden dat de fysiologische omstandigheden samen met omgevingsfactoren zoals temperatuur, wind en zon, invloed hebben op de verspreiding van TVX (De Kock et al, 2008d; De Kock & van Dam, 2008b). Ander manieren van verspreiding zijn nog de bollenmijt en bodem gebonden verspreiding, hierbij wordt nog onderzoek gedaan naar de betrokkenheid van een eventuele vector (De Kock et al., 2012).



Afbeelding 2.
Symptomen van
Tulpenvirus X (Alb. Groot
B.V., 2020)

Bestrijding

Afhankelijk van het cultivar is symptoomontwikkeling van TVX voor de bloei tot de bloei en later pas te zien. Een methode die wordt gebruikt om verdere verspreiding van het virus te voorkomen is ziekzoeken. Ziekzoeken wordt gedaan door 'ziekzoekers'. Zij zoeken zo vroeg mogelijk naar symptomen en halen besmette tulpen van het land (Van Doorn et al., 2008). Dit wordt zo goed mogelijk gedaan, want niet elk cultivar laat symptomen zien. Ook kan verspreiding worden voorkomen door de bestrijding van tulpengalmijt (in de gangbare teelt met pirimifos-mehyl). Bestrijding gebeurt tijdens de bewaring en hierbij kan ook ULO-bewaring toegepast worden. Hierbij worden de tulpen in gasdichte bewaarcellen bewaard, waarbij er een heel laag zuurstofgehalte aanwezig is en een verhoogd CO₂ gehalte (De Kock & van Dam, 2008b). Andere maatregelen om TVX te voorkomen is het gescheiden bewaren van galmijt besmette en verdachte partijen, voorkomen van verspreiding via de bodem en goed onkruidbeheer. Het aantal waardplanten voor TVX is namelijk hoger dan eerst gedacht en het kan dus op meer soorten onkruid overleven. Uit onderzoek blijkt dat het virus drie maanden kan overleven in verschillende bodemsoorten zoals grond, klei of zavel en dat het virus uit de grond nog steeds planten kan infecteren (WUR, 2020). Het reinigen van machines en niet te laat koppen van tulpen kan de verspreiding van TVX ook voorkomen (De Kock et al., 2012). Het is dus belangrijk om schoon te werken en onkruid zo veel mogelijk tegen te gaan (Stijger et al., 2022b). In tabel 2 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Tabel 2. Overzicht maatregelen tegen het tulpenvirus X en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Spuiten met Movento	Bestrijden tulpengalmijt	-
Bollen in ULO-bewaring	Bestrijden tulpengalmijt	+
Gescheiden bewaren besmette en verdachte partijen	Voorkomen virusoverdracht	+
Ziekzoeken	Voorkomen virusoverdracht	+
Onkruidbeheer	Voorkomen virusoverdracht	+
Reinigen machines	Voorkomen virusoverdracht	+
Tijdig koppen tulpen	Voorkomen virusoverdracht	+/-



Ratelvirus

Symptomen

Symptomen van het Ratelvirus zijn ruitvormen tot strepen op het bloemdek, voornamelijk bij de bladbasis. Bij de roze en rode rassen komen intens rode strepen voor. Bij de donkerrode tulpen zijn de strepen bijna zwart en bij witte glazig doorschijnend. Op de bladeren van de tulpen ontstaan licht geelgroene doorschijnende strepen of ruitvormige figuren (afbeelding 3). Deze lopen soms evenwijdig met de nerven. Als de planten een primaire ziekte hebben komt het symptoom voornamelijk bij de bladbasis voor. Is het een secundaire ziekte, dan is het meer over het bladoppervlak verspreid. Gevolgen van besmetting zijn groeiremmingen, dit is herkenbaar aan de verkorte steel. Bij het broeien van besmette bollen worden vaak bloemen van mindere kwaliteit geproduceerd, zo kunnen er naast de hoofdbloem ook kleinere bloemen ontstaan. Bij primaire besmetting hebben deze bloemen vaak donkere strepen en de hoofdbloem niet. Als er van deze planten nieuwe bollen worden geplant, wordt bij een gedeelte maar het ratelvirus vastgesteld. De ziekte is alleen in vegetatieve nakomelingen terug te vinden als de ouderplanten op besmet terrein hebben gestaan en daar geïnfecteerd zijn (Slogteren, 1958; Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000).



Afbeelding 3. symptomen van het ratelvirus

Verspreiding

Het ratelvirus wordt verspreid in de grond door vrij levende aaltjes van het geslacht (Para)Trichondorus, die voorkomen in zand- en lichte zavelgronden. Verschillende typen van het tabaksratelvirus zijn gekoppeld aan de aaltjessoorten. Een primaire aantasting kan ontstaan als vatbare cultivars vroeg in de herfst (oktober) worden geplant op zand- of licht zavelgrond waarin een besmette populatie aaltjes voorkomt. De aantasting kan worden bevorderd door een tussenteelt van Italiaans raaigras en gele mosterd, daarentegen heeft bladrammenas een remmend effect op het optreden van ziekte in een volggewas (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). De besmetting van gewassen vindt vooral plaats via de bodem. Partijen waarbij een deel van de gewassen besmet was, en geteeld werden op onbesmette grond, werd nauwelijks een overgang van het virus van zieke op gezonde planten geconstateerd. Als een plant besmet is, wordt het virus alleen doorgegeven op het vegetatieve nakomelingschap. Hierbij kan het ook zijn dat maar een deel ziek is. De resultaten hiervan verschillen per ras. Ratelzieke planten kunnen vrij makkelijk herkend en verwijderd worden, waardoor er na verwijderen een gezonde partij over blijft. Zieke planten brengen op een gezonde bodem het virus minder over. Dit kan komen door verschillende factoren in de bodem die virusoverdracht makkelijker maken (Slogteren, 1958).

Bestrijding

De primaire besmetting van het ratelvirus komt vanuit de grond. Om deze besmetting te voorkomen moet er goed gezocht worden naar ratelzieke planten en moeten deze verwijderd worden. Het belangrijkste is dat gezonde partijen niet op een besmette grond terecht komen (Slogteren, 1958). Het ratelvirus kan bestreden worden door zieke planten te verwijderen of vernietigen, onkruiden te bestrijden, op verdachte zand- en lichte zavelpercelen vatbare cultivars laat planten (november) of grondontsmetting toe te passen (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). In tabel 3 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Tabel 3. Overzicht maatregelen tegen het ratelvirus en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), virus en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Verwijderen/ vernietigen zieke planten	Voorkomen virusoverdracht	+
Onkruidbeheer (herbiciden)	Voorkomen virusoverdracht	-
Onkruidbeheer (mechanisch)	Voorkomen virusoverdracht	+



Augustaziek

Symptomen

Symptomen van Augustaziek bestaan uit dwerggroei van planten met chlorotische en bruin-necrotische strepen op de bladeren, waarbij de bloei zelfs achterwege kan blijven en zij vroegtijdig afsterven. Hierdoor maken ze geen of vrijwel geen nieuwe bollen aan. Dit is het oudste en bekendste beeld van augustaziek, waarbij de symptomen al snel na opkomst van het gewas zichtbaar zijn (Derks et al., 2006). Daarnaast zijn er ook symptomen waarbij het gewas wel zijn normale lengte bereikt. Hierbij bestaan symptomen uit ovale en ronden necrotische vlekken op bladeren, deze treden vooral later in het seizoen, tijdens of na de bloei, op. Deze planten sterven ook eerder af dan gezonde planten. In de bloemen is een streepvormige verkleuring te zien langs de randen en op de nerven. Ook in de bollen vind er aantasting plaats. Zo kunnen daar ook bruin-necrotische vlekken optreden, symptomen aan de bollen blijven bij veel cultivars grotendeels of helemaal achterwege, zie afbeeldingen 4A, 4B en 4C (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000).

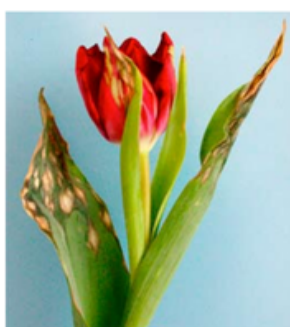
Verspreiding

Augustaziek wordt veroorzaakt door het tabaksnecrosevirus. Dit virus wordt verspreid door zwermsporen van de grondsimmel *Olipidium brassicae*. De schimmel komt op alle grondsoorten in veel percelen voor. De schimmel en het virus hebben veel waardplanten en voornamelijk verschillende onkruiden kunnen als waardplant dienen, zo komen ze voor op klaver, melkdistel en paardenbloem (Bijman et al., 2004). Een perceel dat niet besmet is, kan besmet raken door een teelt van zieke partijen of door het verspreiden van ziek pel afval over het perceel. Besmette percelen en broeigronden kunnen jaren besmet blijven en de mate van optreden van

augustaziek kan per jaar verschillen. vaak verdwijnt de virusaantasting in de loop van jaren uit de partijen van veel cultivars. Eerstejaarsymptomen tijdens het groeiseizoen treden vaak lokaal op. Verspreid staande zieke planten duiden vaak op tweedejaarsymptomen waarbij de aantasting in het vorige groeiseizoen heeft plaatsgevonden. Symptomen kunnen ook verschillen afhankelijk van vroeg of laat planten. Na vroeg planten is er vaak een hoger percentage aan dwerggroei planten dan met laat planten. Bij de nateelt van zieke bollen zal de symptoomvorming tot de helft afnemen bij gevoelige cultivars, bij minder gevoelige groepen kan dit met nog meer terugtrekken. Tijdens het broeien van de bollen kan aantasting plaatsvinden via de broeigrond, ook kunnen symptomen zichtbaar zijn als gevolg van op het veld ziek geworden bollen (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). Opvallend is dat de ziekte in bepaalde jaren voorkomt. Dit houdt verband met een samenloop van ziekte bevorderende factoren, zoals een hoge bodemtemperatuur en een vochtige grond. Voornamelijk bij een bodemtemperatuur hoger dan 9°C neemt de kans op infectie toe, maar lagere temperaturen sluiten infectie niet uit. De ziekte komt ook vaker voor op lager gelegen, iets vochtiger plaatsen of op gronden met een slechte structuur die langduriger nat blijven. Niet alle tulpenplanten die zijn besmet vanuit de grond hoeven symptomen te ontwikkelen. Dit is ook afhankelijk van bepaalde omstandigheden, namelijk kou. Bollen in bevroren grond verkort de incubatietijd tussen het moment van besmetting en de symptoomvorming op de bladeren. Isolatie zal dus het ontstaan van ziekteverschijnselen kunnen beperken of voorkomen (Vink, 2012).



Afbeelding 4A. Symptomen Augusta-ziek op jonge tulpenplant (Vink, 2012).



Afbeelding 4B. Symptomen Augusta-ziek necrotische vlekken bladeren (Vink, 2012).



Afbeelding 4C. Symptomen Augustaziek op bloem (Vink, 2012).

Bestrijding

De primaire besmetting van het ratelvirus komt vanuit de grond. Om deze besmetting te voorkomen moet er goed gezocht worden naar ratelzieke planten en moeten deze verwijderd worden. Het belangrijkste is dat gezonde partijen niet op een besmette grond terecht komen (Slogteren, 1958). Het ratelvirus kan bestreden worden door zieke planten te verwijderen of vernietigen, onkruiden te bestrijden, op verdachte zand- en lichte zavelpercelen vatbare cultivars laat planten (november) of grondontsmetting toe te passen (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). Om Augustaziek te voorkomen wordt aangeraden om laat te planten (november) als besmettingsgevaar bestaat. Daarnaast kunnen aangetaste partijen laat gepland worden op

zandgronden om de aantasting over enkele jaren te laten verdwijnen. Ook kan verdacht pel afval afgevoerd worden (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). Het gebruik van schoon plantgoed (zonder wortelresten) en het verwijderen van zieke planten in een zo vroeg mogelijk stadium zijn ook effectieve beheersmaatregelen (Derks et al., 2006). Daarnaast is aan te raden om structuurbederf en natte grond te voorkomen, de grond gelijk na het planten van de bollen niet te droog te laten worden, toepassen van ruime vruchtwisseling op besmette percelen en zorgen voor een goede onkruid bestrijding (Vink, 2012). In tabel 4 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Tabel 4. Overzicht maatregelen tegen het Augustaziek en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Verwijderen/ vernietigen zieke planten	Voorkomen virusoverdracht	+
Verdachte partijen laat planten	Voorkomen virusoverdracht	+
Verdacht pel afval afvoeren	Voorkomen virusoverdracht	+
Gebruik maken van schoon plantmateriaal	Voorkomen virusoverdracht	+
Voorkomen structuurbederf	Voorkomen virusoverdracht	+
Niet planten op natte grond	Voorkomen virusoverdracht	+
Grond na planten niet laten droogvallen	Voorkomen virusoverdracht	+
Toepassen van ruime vruchtwisseling op besmette percelen	Voorkomen virusoverdracht	+
Onkruid beheer (herbiciden)	Voorkomen virusoverdracht	-
Onkruid beheer (mechanisch)	Voorkomen virusoverdracht	+



Schimmelziekten

In de bollenteelt kunnen plant pathogene schimmels veel schade veroorzaken. Dit kan leiden tot minder opbrengst door bijvoorbeeld een verkeerde groei van de tulp en aantasting van de bol (Boer et al., 2003). In het volgende onderdeel worden een aantal veel voorkomende schimmelziekten bij tulpen besproken.

Tulpenvuur

Symptomen

Een van de belangrijkste schimmelziekten die in bolgewassen voorkomen zijn Botrytis-soorten. Onder gunstige omstandigheden (vochtig en niet te koud) kan het zich en lelies en tulpen snel verspreiden. De symptomen kunnen bestaan uit spetters tot grotere aangetaste bladoppervlakken en bloemen (van Doorn, 2010). Symptomen kunnen al aanwezig zijn voor opkomst op de spruit. Dit is dan een waterige grijsbruine plek die onder vochtige omstandigheden snel groter wordt. De schimmel kan door het eerste blad groeien en zo onderliggende bladeren aantasten. Hierdoor wordt de groei van de spruit geremd en komt deze nauwelijks of niet boven en sterft af of het aangetaste bladdeel groeit krom. Symptomen op bladeren en stengels worden bij de eerste infecties zichtbaar als donkergroene spetters. Deze worden grijsbruin, soms nog omgeven door een donkergroene waterige zone. Onder vochtige omstandigheden kan het uitgroeien tot grote bruine grijsgroene vlekken. Hierop kunnen sporen zichtbaar zijn na verloop van tijd. Na het kappen van de bloemen kan het wondvlak van de stengel geïnfecteerd raken waardoor de bloemsteel eerder verschrompelt en bruin wordt, zie afbeeldingen 5A en 5B. Daarnaast kunnen er nog symptomen bij de bol voorkomen. Wanneer de huid van een jonge bol nog wit is op het tijdstip van infectie, scheurt het weefsel onregelmatig en ontstaan er soms zwarte randen. Mocht de infectie niet zo heftig zijn of op een later tijdstip plaatsvinden zal de huid geen symptomen vertonen, maar is de onderliggende rok wel aangetast. Hierop zijn ronde/ ovale plekken zichtbaar die scherp zijn begrensd door een smalle donkere rand. Daarnaast hebben ze een geel grijs centrum dat later bruin kan worden. Tijdens bewaring worden de plekken niet groter maar na het planten kunnen de plekken zich snel uitbreiden (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000).

Verspreiding

Er komen tenminste tien Botrytis-soorten voor in bolgewassen, maar de meeste zijn waardplantenspecifiek. De soort *B. cinerea* is daarentegen polyfaag en tast veel verschillende gewassen aan.

Deze soort wordt in bolgewassen aangetroffen op afgestorven plantendelen in het veld en tijdens bewaring, vooral in tulp. Op de afgestorven delen vormt de schimmel sporen waarmee hij zich verder verspreidt. De schimmel kan dan aan het eind van het groeiseizoen sclerotiën maken (zwarte ingedroogde structuren) waarmee hij de winter kan overleven (van Doorn, 2010). Infectie van planten is zichtbaar door de verschijning van spetters. De schimmel kapselt zich in door lokaal omliggende plantencellen af te laten sterven. In de spetter kan de schimmel zich niet vermeerderen of verspreiden. Bij een lange vochtperiode of bladbeschadiging is de plant niet meer bestand tegen de verspreiding van de schimmel en ontwikkelt deze zich tot vuurvlekken. De sporen van de schimmel verspreiden zich via wind en regen en veroorzaken voornamelijk bij vochtige omstandigheden infecties. Doordat de schimmel de winter kan overleven, vormt deze in het voorjaar nieuwe sporen die naburige tulpenteelten kunnen infecteren in het begin van het groeiseizoen (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000).



Afbeelding 5A. Symptomen Vuur op de bloem (Van der Veek, 2023).



Afbeelding 5B. Symptomen vuur op blad (Van der Veek, 2023).

Bestrijding

Om vuur te bestrijden worden relatief veel fungiciden toegepast (de Boer & Pennock-Vos, 2003). Er wordt nog veel onderzoek gedaan naar de biologische bestrijding hiervan. De Praktijkonderzoek Plant en Omgeving Sector Bloembollen voert proeven uit, in het kader van vermindering van afhankelijkheid van chemische bestrijdingsmiddelen, met antagonisten (concurrerende schimmels) om deze ziekte aan te pakken. In het laboratorium zien de resultaten er perspectiefrijk uit (Jansma, 2003). In het veld bleken de antagonisten niet of nauwelijks vuur te beheersen. Vervolgonderzoek zal uitzoeken welke factoren invloed hebben op een goede werking van antagonisten in het veld (de Boer & Pennock-Vos, 2003). Een preventieve aanpak voor het voorkomen van vuur is een teelt van

vuurongevoelige gewassen en toepassen in een brede gewasrotatie. Daarnaast is het van belang om gewasresten goed te verwijderen aangezien de schimmel vooral groeit op afgestorven delen. Daarnaast worden er gewasbeschermingsmiddelen gebruikt en kan onderploegen helpen (Van Doorn et al., 2010). Andere maatregelen zijn nog: bollen uitzoeken en ontsmetten volgens geldende adviezen, aangetaste tulpen verwijderen, bloemen koppen en verwijderen, blad- en stengelresten na het oogsten opruimen en het land ploegen in plaats van spitten (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). In tabel 5 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Tabel 5. Overzicht maatregelen tegen het tulpenvuur en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Toepassen fungiciden	Bestrijden vuur	-
Gebruik antagonisten	Bestrijden vuur	+
Brede gewasrotatie met vuurongevoelige gewassen	Voorkomen vuur	+
Bloemen koppen en verwijderen	Voorkomen vuur	+/-
Verwijderen gewasresten	Voorkomen groei schimmel	+/-
Aangetaste tulpen verwijderen	Voorkomen virusoverdracht	+
Ploegen i.p.v. spitten	Voorkomen vuur	+/-

Zuur

Symptomen

Zuur is een van de meest voorkomende bewaarziektes in de tulp en wordt veroorzaakt door de schimmel *Fusarium oxysporum* sp. *Tulipae*. Symptomen van Zuur zijn droogrot van bollen en een slechte bolkwaliteit door de productie van ethyleen (De Boer et al., 2011). Op de buitenste rok ontstaan grijze ingezonken plekken met een donkere rand. De plekken kunnen tijdens de bewaring snel groter worden en kunnen ringen vormen in verschillende kleuren. Onder vochtige omstandigheden is het aangetaste weefsel bedekt met wit tot lichtroze schimmelpluis, waarin de sporen gevormd worden. De aantasting kan zich verspreiden naar de binnenkant en zo de hele bol aantasten. Een van de gassen die ontstaat uit een zure bol is ethyleen en deze kan schade veroorzaken bij niet aangetaste tulpenbollen. Bij ziek weefsel op bollen of in de omgeving van zieke bollen ontstaan kleverig druppels die langzaam verhareren. Het aangetaste weefsel krimpt en wordt hard en kalkachtig, vaak is het dan bedekt met een wit poederlaagje dat bestaat uit sporen en resten van schimmeldraden. Ook kan het zijn dat de schimmel alleen door de buitenste rok heen komt. Gevolgen hiervan zijn onopvallende symptomen die moeilijk te onderscheiden zijn met symptomen van andere schimmels. De symptomen bestaan dan uit kleine vlekjes die grijs tot geelbruin zijn, zie afbeelding 6. De schimmel kan op deze manier maanden in de bol overleven zonder hem verder te infecteren, om later weer actief te worden na het planten, dat is afhankelijk van de bodemtemperatuur. Symptomen die ontstaan op het veld zijn een zwakke spruit, of de bol komt niet goed uit. Deze bollen zijn in het voorjaar dan ook vaak verrot. Vaak vertonen bollen die licht aangetast zijn of alleen in de buitenste rok zijn aangetast geen symptomen en is maar een klein percentage van de jonge bollen aangetast. Daarentegen kunnen bij een warm voorjaar planten vroegtijdig afsterven en veel bollen tonen bij de oogst duidelijk symptomen. Daarnaast kunnen de tulpen ook in de kas symptomen vertonen. Vaak gebeurt dit als ze bij 5°C zijn gekoeld en daarna bij een bodemtemperatuur van 15°C of hoger worden geplant. Op dat moment kunnen ze plotseling achterblijven in de groei en vergelen. Vaak hebben ze een andere vorm en zijn ze verdroogd (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000).

Verspreiding

Door het uitscheiden van Ethyleen kunnen gezonden bollen aangetast worden tijdens de bewaring. Daarnaast kan de schimmel onder vochtige omstandigheden tijdens de bewaring vanuit een zieke bol een naastgelegen bol aantasten. Dit gebeurt voornamelijk via verwondingen. Vaak worden zieke bollen secundair door mijten aangetast. Door de aantasting van mijten veranderen de bollen in een korrelige massa en verspreiden ze een muffe geur. Bevochtigde sporen van de schimmel worden door sterk drogen gedood. Tijdens de verwerking en bewaring van de oogst kunnen sporen zich makkelijk verspreiden via water, handen, machines of lucht. Als de sporen om een beschadigd oppervlak terecht komen, kunnen de sporen snel kiemen en de buitenste rok infecteren. De schimmel kan minstens 6 jaar in de grond overleven zonder de tulp in de vorm van rustsporen. Besmetting uit de grond kan plaatsvinden bij onvoldoende wisseling binnen de teelt, waardoor de ziekte zich makkelijker verspreidt. Deze manier van infectie is alleen van belang als de tulpen in een warm najaar vroeg gepland worden. De schimmel dringt de bolbodem binnen via de uitgroeiende wortels. Bij jonge bollen vind de infectie makkelijker plaats in de laatste weken met een bodemtemperatuur vanaf 15°C. infecties die niet tot uiting komen maken na de oogst en het verplaatsen naar de kas vrijwel geen kans om actief te worden door de korte periode (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000).



Afbeelding 6. Symptomen *Fusarium* in tulp (University of Massachusetts Amherst, 2023).

Bestrijding

Zuur kan op verschillende manieren bestreden worden. Zo moet het plantgoed uitgezocht worden voor het ontsmetten van de planten volgens de geldende adviezen. Daarnaast is het bij warmere temperaturen aan te raden om het planten uit te stellen tot een bodemtemperatuur lager dan 12°C. Daarnaast moet het oplopen van de bodemtemperatuur beperkt worden door de bovengrondse plantendelen en winterdek pas kort voor het rooien te verwijderen. De bollen moeten op tijd gerooid worden voor ze bruin beginnen te kleuren. Ook moeten er maatregelen genomen

worden om beschadiging van de bollen te voorkomen zodat de schimmel minder makkelijk kan infecteren. Ander maatregelen zijn: de bollen snel drogen, bewaar ruimte goed schoonmaken voor de inbreng van de partij en aangetaste partijen apart opslaan, zodat de schimmel geen schade kan toebrengen aan gezonde bollen. Als laatst is aan te raden om een vruchtwisseling toe te passen om het land (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). In tabel 7 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Tabel 6. Overzicht maatregelen tegen zuur en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Bollen ontsmetten	Voorkomen infectie	-
Bollen planten bij bodemtemperatuur lager dan 12°C	Voorkomen infectie	+
Oplopen bodemtemperatuur beperken	Voorkomen infectie	+/-
Rooien voor bollen bruin worden	Voorkomen infectie	+/-
Beschadiging bollen voorkomen	Voorkomen infectie	+
bewaarruimte goed schoonmaken	Voorkomen aantasting	+
Aangetaste partijen apart opslaan	Voorkomen aantasting	+
Vruchtwisseling toepassen	Voorkomen zuur	+

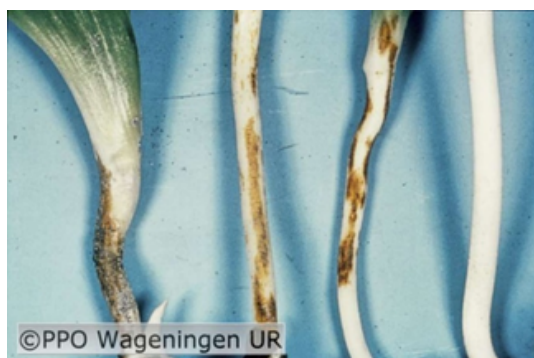
Rhizoctonia

Symptomen

Een groot probleem in de tulpenteelt is rhizoctonia solani (van Os & van der Bent, 2005). De bekende symptomen van infectie zijn bruin tot zwarte verkleuring van de wortelhals, waarbij weefsel verzwakt is en indroogt. Dit kan zorgen voor afsterving of verwelking van de bloemen en rond de plantvoet kan op de grond ook wit schimmelweefsel zitten (Eurofins, z.d.). Symptomen van rhizoctonia komen vooral als plekken voor, zie afbeeldingen 7A en 7B. In de volleggrondsteelt in een warme kas komen de ontstaan op de spruit oranje tot bruine vlekjes en streepjes. Tijdens de verdere ontwikkeling ontstaan er in dat blad scheuren en gaten, waardoor het blad aangevreten lijkt. In de meest ernstige gevallen zijn alle bladtoppen misvormd. De planten bloeien meestal normaal, maar bij de broei op kisten ontstaan er zwartbruine vlekjes, strepen en scheurtjes op de gele pennen. In het veld blijven de symptomen vaak beperkt tot ernstige misvormingen aan de top van het onderste loofblad. Bij hybride cultivars kan het ziektebeeld bestaan uit het niet opkomen van bollen of het afsterven van planten. De plekken op de planten kunnen zich ondergronds op het stengeldeel uitbreiden tot het bladvoet van het onderste loofblad. In dat blad ontstaat dan een afstervend, geelwit weefselbaan. De bollen van zieke planten kunnen na het oogsten beschadigd zijn, dit is vaak een donkerbruine plek op de huid die alleen zichtbaar is bij vroeg gerooide bollen. Bij ergere aantasting scheurt de huid. De schimmel kan ook op bollen voorkomen als het gewas bovengronds niet is aangetast. Tot is te zien dat de schimmel aanwezig is door grijs tot lichtbruin schimmelpluis waar gronddeeltjes aan kleven (Laboratorium voor Bloembollen-onderzoek, 2000).

Verspreiding

De schimmel komt voor bij temperaturen tussen van 5 tot 30°C en in alle grondsoorten. De schimmel kan overleven van dood plantmateriaal in de grond. De schimmel heeft koude minnende stammen en warme minnende stammen, waardoor bollen het hele seizoen aangetast kunnen worden. De aantasting komt vanuit besmette grond, of vanuit bollen die eventueel ook geen duidelijke ziekteverschijnselen vertonen. Rhizoctonia wordt voornamelijk gevonden bij tulpen die in de kas tot bloei komen. Maar kan ook voorkomen bij de dahlia, gladiool, hyacint en iris (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). Rhizoctonia kan in de grond overleven in de vorm van rustsporen. Infectie en verspreiding vind plaats bij aanwezigheid van waardplanten en gunstige omstandigheden om te kiemen. Sporen kunnen snel via water verspreiden (Eurofins, z.d.).



Afbeelding 7A. Symptomen aantasting jonge spruiten (van der Graaf, 2022).



Afbeelding 7B. Symptomen bolaantasting (van der Graaf, 2022).

Bestrijding

Om *Rhizoctonia* te voorkomen en bestrijden worden bollen in de gangbare teelt vaak uitgezocht en ontsmet volgens de geldende adviezen. Daarnaast kan de grond behandeld worden met fungicide volgens de geldende adviezen (Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, 2000). Voor bestrijding is maar één fungicide beschikbaar en door het vaker toepassen bestaat de kans op resistentie. Daarom is het van belang dat de bodem weerbaarder wordt. Daarnaast kan een dik strodek de schimmel onderdrukken, hierbij is het effect wel wat beperkt en de maatregel duur (van Os & van der Bent, 2005).

Mogelijke andere maatregelen zijn nog bollen bestemd voor de broei planten zo dat de neus boven de grond uitsteekt, zo worden ze minder aangetast. Ook de besmette kas of kuilgrond stomen of bij broei op kisten de dekgrond behandelen met een fungicide (van der Graaf, 2022). Een manier om te zorgen voor een afname in de schimmelpopulatie is het toepassen van een ruime vruchtwisseling (Lamers, 2022). Hierbij is het van belang om het voorgaande gewas niet groen onder te werken, maar juist af te laten sterven. Dit omdat *Rhizoctonia* snel afsterft zonder gastheer (Höfte & de Carvalho França, 2011). In tabel 7 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Tabel 7. Overzicht maatregelen tegen het *Rhizoctonia* en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Bollen ontsmetten	Voorkomen <i>Rhizoctonia</i>	-
Grond behandelen met fungiciden	Voorkomen <i>Rhizoctonia</i>	-
Dik strodek	Voorkomen groei <i>Rhizoctonia</i>	+/-
Bollen voor broei met neus boven grond planten	Voorkomen aantasting	+
Besmette kas of kuilgrond stomen	Voorkomen aantasting	+/-
Bij broei op kisten dekgrond behandelen met fungiciden	Voorkomen aantasting	-
Ruime vruchtwisseling toepassen	Afname <i>Rhizoctonia</i>	+

Samenvattend advies gewasbescherming tulpen

Maatregelen om de tulpen te beschermen tegen de verspreiding van virussen en schimmelziekte vallen samen te vatten in de meest effectieve en toepasbare maatregelen. Zie voor het volledige overzicht met voor- en nadelen bijlage 1 (De Boer et al., 2007). De kleuren van de maatregelen geven aan hoe natuurinclusief de maatregel is. Groen is goed, oranje is matig en rood is slecht.

1. Laat planten: laat planten (vanaf november) bij een zo laag mogelijke bodemtemperatuur zorgt voor minder kans op infectie door Fusarium en Olpidium (overdrager van Augustaziek). Door laat te planten met een bodemtemperatuur van < 10°C wordt ook de infectiekans van ratelvirus verlaagd. Laat planten is niet mogelijk op zwaardere gronden.

2. Vroege cultivars bij elkaar planten: het bij elkaar planten van vroege cultivars kan zorgen voor het eerder stoppen van Botrytis bestrijding. Daarnaast kan het ook helpen om gevoelige en ongevoelige cultivars bij elkaar te planten in verband met Botrytis bestrijding. Dit wordt toegepast voor zover mogelijk. Daarnaast kan het bij elkaar planten ook bepaald worden op rooitijdstip en virusdruk.

3. Gericht rooitijdstip kiezen: Fusarium en Penicillium zorgen voor verkleuring van de huid. Zodra de huid begint de kleuren moet er op tijd geroooid worden. Tegen Fusarium helpt het vroeg rooien, maar te vroeg zorgt voor meer kans op Penicillium. Rooien als de huid verkleurt is een prima middenweg. Ook kan vroeg rooien groeischeuren voorkomen

4. Verwerkingslijn controleren op beschadiging: Er is een zuurcheck ontwikkeld waarmee de verwerkingslijn nagelopen kan worden op zwakke plekken. Hiermee kan elke teler op zijn eigen bedrijf bepalen waar het grootste risico zit met betrekking tot zuur. De checklist kost tijd om te doorlopen maar kan een meerwaarde hebben.

5. Luis en virusbestrijding: Vaak beginnen telers al vroeg met luizen en virusbestrijding op het moment dat er nog geen vliegende luizen aanwezig zijn, omdat dit een optimale werking heeft. Er wordt wel al onderzoek gedaan naar de omstandigheden dat de eerste vliegende luizen aanwezig zijn en om op dat moment dat ook pas te gaan bestrijden.

6. Bloemkoppen afvoeren: bloemen zijn erg gevoelig voor Botrytis. Door het verwijderen van de bloemen kan verdere aantasting of besmetting voorkomen worden. Bij machinaal koppen moet de machine uitgerust worden met een opvangbak.

7. ULO bewaring: door tulpenbollen voor een korte tijd onder zuurstof arme omstandigheden te bewaren kunnen galmijten gedood worden. op deze manier kan de plaag bestreden worden, als dit op het juiste moment wordt toegepast. Voor ULO behandeling zijn gasdichte ULO cellen nodig.

8. Zieke partijen apart planten: om te zorgen dat zieke partijen, schone partijen besmetten wordt aangeraden om viruszieke partijen apart te planten van de schone partijen. Nadeel is dat de virusdruk voor het planten vaak nog niet bekend is.

9. Veurbehandeling in gangbare teelt: Veurbehandeling wordt toegepast tegen Rhizoctonia. Het gebruik van middelen beperken de toepassing in de veur in plaats van bebehandeling of volvelds behandeling. Het middel wordt op de bollen gespoten bij het planten en over de vallende grond. Hiervoor zijn wel aanpassingen nodig aan de plantmachine en de toepassing is niet voor elke grondsoort geschikt.





Plagen

In de bollenteelt zijn er verschillende plagen die overlast en schade veroorzaken. Hierbij kun je denken aan verschillende soorten bladluizen, mijten en aaltjes. Deze groepen worden in dit gedeelte van het informatiedocument nader besproken en toegelicht.

Bladluizen

Gedurende hun levenscyclus hebben sommige bladluizen een waardplantwisseling. Dit gebeurt meestal in de wintermaanden en de nieuwe waardplant wordt dan de winterwaard genoemd. Vaak zijn dit houtachtige plantsoorten. Andere soorten bladluizen kunnen de gehele cyclus verblijven op dezelfde of een verwante plantsoort.

De bladluizen die een plaag vormen in landbouwgewassen hebben vaak een waardplantwisseling gedurende het jaar. In de bollenteelt is de erwtenbladluis hier een uitzondering op. Deze verblijft het gehele jaar op dezelfde waardplant. Bladluizen kunnen ook verschillen in de plantensoorten waar ze van voeden. Zo zijn er bladluizen die polyfaag, oligofaag en monofaag zijn:

- Polyfagen bladluizen hebben veel verschillende soorten planten waar ze van kunnen voeden.
- Oligofagen bladluizen voeden zich met aan beperkt aantal plantsoorten.
- Monofagen bladluizen beperken zich tot een plantsoort (Allema et al., 2020).

Bladluizen kunnen een vector zijn van plantenvirussen, zo ook in de bollenteelt. De virusopname door een bladluis vindt altijd plaats vanuit een viruszieke plant. De overdracht van virussen door bladluizen is afhankelijk van specifieke interacties. Hierdoor kan niet elke bladluis-soort dezelfde virussen doorgeven. Er zijn drie mechanismen waarop virusoverdracht kan plaatsvinden: persistent, semi-persistent en non-persistent.

Bij persistente virusoverdracht wordt het virus door de bladluis opgenomen. Voordat de bladluis het virus kan doorgeven moet het eerst zijn gecirculeerd door het lichaam om vervolgens via het speeksel een nieuwe plant te kunnen infecteren. Bij non-persistente virusoverdracht wordt het virus al opgenomen wanneer een bladluis een proefboring doet. Dit komt doordat de virusdeeltjes aan de punt van de stylet blijven zitten. Het virus hoeft bij non-persistente virusoverdracht dus niet via het lichaam gecirculeerd te worden. Het virus kan na opname meteen worden afgegeven. Na het enkele keren aanprikken van een plant is de bladluis weer virusvrij. Semi-persistente virusoverdracht zit tussen persistente- en non-persistente virusoverdracht in.

Bij vegetatief vermeerderde gewassen zoals bloembollen zijn de bronnen van het virus de bollen zelf. Er zijn vier bladluissoorten die hier een rol in spelen: erwtenbladluis (*Acyrthosiphon pisum*), zwarte bonenluis (*Aphis fabae*), vuilboomluis (*Aphis frangulae*) en de wegedoorn-luis (*Aphis nasturtii*) (Allema et al., 2020).



Preventieve maatregelen bladluizen

Er is veel onderzoek gedaan naar het voorkomen van hoge populatiedichtheden aan bladluizen in de akkerbouw. In de bollenteelt is hier minder over bekend. De maatregelen die zijn onderzocht in de akkerbouw kunnen echter wel van betekenis zijn in de bollenteelt. Er zijn verschillende preventieve maatregelen die genomen kunnen worden in de akkerbouw/bollenteelt, zie bijlage 2 (Allema et al., 2020). De eventuele bruikbaarheid van deze maatregelen in de tulpenteelt wordt hieronder toegelicht. Er worden zowel maatregelen genoemd die praktisch en direct beschikbaar zijn, als maatregelen die nog wetenschappelijke bevestiging missen of wellicht lastig toe te passen zijn in openteelten. In tabel 8 wordt een overzicht weergegeven van de preventieve maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Voorkom (te) hoge stikstofgift

Grote hoeveelheden stikstof in de plant leidt tot een hogere voedingskwaliteit van het floëmsap voor bladluizen. Een hogere voedingskwaliteit kan zorgen voor een snellere intrinsieke voortplanting (Dixon, 1991; Poehling et al., 2017). Ook leidt een hoger stikstofgehalte tot het vaker landen van bladluizen op de plant. Daarom is het belangrijk om de stikstofgift te beperken of goed af te stemmen om zo de bladluipopulatie in toom te houden. Dit is een maatregel die voor alle gewassen geldt (Allema et al., 2020).

Voorkom kaliumgebrek

Een te kort aan kalium leidt tot een verminderde weerbaarheid van de plant tegen bladluizen (Myers en Gratton, 2006; Walter en Difonzo, 2007). De osmotische waarde van het floëmsap wordt in stand gehouden door kalium. Een te kort aan dit element zorgt ervoor dat er meer voedingsstoffen in het floëmsap komen en dus aantrekkelijker wordt voor bladluizen (Allema et al., 2020).

Toevoegen silicium

Silicium speelt een rol in het verdedigingsmechanisme van de plant tegen schimmels en insecten waaronder bladluizen. Silicium wordt door planten in de wortels opgenomen in de vorm van monokiezelsilicium (Kvedaras et al., 2010; Allema et al., 2020). Neerslag van silicium in de epidermis bemoeilijkt het prikken of het eten van het blad voor insecten (Yoshida, 1975). Ook blijkt silicium een rol te spelen bij het induceren van de afweer en het aantrekken van natuurlijke vijanden (Kvedaras et al., 2010; Allema et al., 2020). Silicium kan als plantenvoeding worden toegevoegd of als extract van heermoes (Allema et al., 2020). Zie het hoofdstuk "Biostimulanten" voor verdere uitleg over silicium.

Minimale grondbewerking

Minimale grondbewerking vermindert negatieve gevolgen op natuurlijke vijanden die in de bodem overwinteren of daar hun levenscyclus voltooien (Allema et al., 2020).

Vermijden van insecticiden met nevenwerking op natuurlijke vijanden

Door selectieve insecticiden te gebruiken spaar je de natuurlijke vijanden. Dit leidt er indirect voor dat er minder vaak ingegrepen hoeft te worden, omdat de natuurlijke vijanden aanwezig blijven (Allema et al., 2020).

Afdekken van rijen

Om je planten te beschermen tegen vliegende bladluizen kan je ze afdekken met bijvoorbeeld gaas, folie of een vliesdoek. In de bollenteelt gebeurt dit met een strolaag. Naast dat de bedekking zorgt voor fysieke barrière, is de kleur van de bedekking ook van belang. Zo leidt een groene kleur tot verwarring bij bladluizen en een witte kleur zorgt voor afstoting. Het afdekken van het gewas is echter heel duur in vergelijking met gangbare gewasbescherming. De rendabiliteit zal dus verschillen per gewas (Allema et al., 2020).

Kaolien voor weren invliegende bladluizen

Het gebruik van kaolien in poedervorm kan worden toegepast om bladluizen te weren. Het poeder laat een witte laag achter op het blad en door de reflecterende werken worden bladluizen afgeweerd (Barker et al., 2007). De witte laag kan de fotosynthese beperken, maar het is wel snel weg na regen. Hierdoor zou het gedurende een korte periode een uitkomst bieden tegen bladluizen bijvoorbeeld in de luizenvlucht (Allema et al. 2020).

Ondergroei

Bodembedekking wordt vooral toegepast in de groenteteelt. Dit wordt gedaan voor het vergroten van de opbrengst, om water vast te houden, het voorkomen van onkruiden, het verbeteren van de biologische en chemische samenstelling van de bodem of het verhogen van de bodemtemperatuur (van Emden en Harrington, 2017 en Allema et al., 2020). In een onderzoek op een proefveld met kool en klaverondergroei daalde het aantal bladluizen met 78-95%. Deze afname in bladluizen is waarschijnlijk te danken aan het feit dat de luizen de plant minder gemakkelijk konden vinden (Finch en Kienegger, 1997). Ook kan kunstmatige bodembekleding een uitkomst bieden. Dit is vooral veel onderzocht in tuinbouwgewassen. Het gebruik van bijvoorbeeld plastic, aluminium en afbreekbare bodembekleding verlaagt het aantal bladluizen en virusinfecties met 50-70% (Greer en Dole, 2003). Misschien biedt bodembekleding ook een uitkomst in de bollenteelt.

FAB-randen

FAB staat voor Functionele Agro Biodiversiteit en omvat maatregelen die een boer of tuinder kan nemen om natuurlijke vijanden te stimuleren (Allema et al. 2020). Bij toepassing wordt de teler vaak aangemoedigd om alleen in te grijpen als de schadedrempel wordt overschreden. Daarom heeft de toepassing van FAB-randen ook een indirect positief effect op de natuurlijke plaagbestrijding, omdat bestrijdingsmiddelen minder snel gebruikt zullen worden (van Alebeek et al., 2007). In akkerbouwgewassen waarin bladluisovergedragen virussen een belangrijk probleem zijn worden FAB-randen in de praktijk momenteel niet of nauwelijks overwogen en verder moet er goed opgelet worden dat er geen plantensoorten in de rand staan die als waardplant voor een virus kunnen dienen (Allema et al., 2020).

Vanggewassen voor verminderen virusoverdracht

Gebruik maken van vanggewassen kan de bladluizendruk verlagen. Een vanggewas is namelijk aantrekkelijker voor een plaagsoort (bladluis) dan het gewas. Hierdoor gaat de plaagsoort zich vooral vestigen in het vanggewas. Ook zorgt het vanggewas voor een fysieke barrière zodat de plaagsoort (invliegende bladluizen) zich minder snel kan vestigen in het gewas. Voor een fysieke barrière is het echter wel belangrijk dat het vanggewas hoger is dan het gewas dat je wilt beschermen. Als laatst kan een vanggewas fungeren als een filter tegen niet-persistente virussen. Een besmette

bladluis geeft het virus af wanneer hij het vanggewas aanprijkt. Hiermee wordt voorkomen dat de bladluis het verder verspreidt naar het gewas (van Emden en Harrington, 2017; Allema et al., 2020)

Bankierplanten

Een bankierplant is een plant die je bij het gewas kan plaatsen om zo natuurlijke vijanden aan te trekken. Op een bankierplant zitten plaagsoorten die onschuldig zijn voor het gewas, maar zo wel de populatie aan natuurlijke vijanden in stand houdt (Frank, 2010; Allema et al., 2020). In de bollenteelt kan bijvoorbeeld (Artemisia vulgaris) gebruikt worden als bankierplant. Uit onderzoek bleek het percentage natuurlijke vijanden op bollenvelden met artemisia hoger te zijn dan op velden zonder artemisia (Kazatzidis en Külling, 2012).

Verhogen algehele biodiversiteit

Hogere heterogeniteit in het landschap leidt tot een grotere natuurlijke plaagonderdrukking. Kleine houtige landschapselementen zijn bijvoorbeeld van belang voor het in stand houden van de insectenpopulaties (Allema et al., 2020). Kleine landschapselementen houden deze insectenpopulaties instant doordat ze dienen als overwinteringshabitat. Deze insectenpopulaties bestaan voor een gedeelte uit natuurlijke vijanden. Deze zijn in de landbouw van groot belang voor natuurlijke plaagbeheersing. Uit onderzoek is gebleken dat de meeste akkerbouwbedrijven een oppervlakte van 1-2% aan natuurlijke begroeiing hebben. Om een goede natuurlijke plaagbeheersing te hebben is er echter een oppervlakte van 14% nodig. Hierin kunnen de natuurlijke vijanden dan bijvoorbeeld overwinteren (van Alebeek et al., 2009).



Priming

Bij priming wordt de afweer van de plant verstrekt waardoor er bij vraat een snellere afweerreactie plaats vindt (Stenberg et al., 2015; Mar-tinez-Medina et al., 2016). In een onderzoek met tomatenplanten werden de zaden met jasmonzuur en/of β -aminoboterzuur behandeld. Hieruit bleek dat de planten uit deze zaden een betere weerstand hadden tegen plaaginsecten zoals luizen (Worrall et al., 2012). Of dit ook zo werkt voor andere gewassen is nog onbekend.

Biostimulanten

Biostimulanten hebben een positief effect op de plant of de rhizosfeer van de plant. Hierdoor wordt de opname van nutriënten uit de bodem beter waardoor de plant minder stress heeft (Pinxterhuis en Termorshuizen, 2020). Voor verdere informatie over biostimulanten, zie het hoofdstuk "Biostimulanten".

Tabel 8. Overzicht preventieve maatregelen tegen bladluizen en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Voorkomen te hoge stikstofgift	Beheersing bladluipopulatie	+
Voorkom kalium gebrek	Weerbaarheid plant	+
Toevoegen silicium	Weerbaarheid plant + aantrekken natuurlijke vijanden	+
Minimale grondbewerking	In stand houden van natuurlijke vijanden	+
Vermijden insecticiden met neven effecten op natuurlijke vijanden	In stand houden van natuurlijke vijanden	+/-
Afdekken van rijen	Weren van invliegende bladluizen	+/-
Kaolien	Weren van invliegende bladluizen	+/-
Ondergroei	Vergroten opbrengst, water vasthouden, voorkomen van onkruid, verbeteren biologische- en chemische samenstelling van de grond, het verhogen van de bodemtemperatuur en afname in aantal bladluizen	+
FAB-randen	Aantrekken natuurlijke vijanden	+
Vanggewassen	Bladluizen druk verlagen	+
Bankierplanten	Aantrekken natuurlijke vijanden	+
Verhogen algehele biodiversiteit	Aantrekken natuurlijke vijanden	+
Biostimulanten	Positief effect op de plant + rhizosfeer	+
Priming	Weerbaarheid plant	+

Curatieve maatregelen bestrijden bladluizen

Er zijn verschillende curatieve maatregelen die mogelijk in de bollenteelt genomen kunnen worden tegen bladluizen. Verschillende maatregelen zijn hieronder uitgewerkt. Een volledig overzicht van de maatregelen is te vinden in bijlage 3 (Allema et al., 2020). In tabel 9 wordt een overzicht weergegeven van curatieve maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Pyrethrinen

Pyrethrinen worden gewonnen uit de gedroogde bloemen van de Dalmatische pyrethrum. Pyrethrinen tast het zenuwstelsel van met name vliegende insecten aan en is beperkt schadelijk voor natuurlijke vijanden. Pyrethrinen breekt snel af onder zonlicht, daarom is het beter om het s 'nachts toe te passen (Allema et al., 2020).

Azadirachtine

Azadirachtine wordt gewonnen uit zaden van de neemboom (*Azadirachta indica*) nadat de olie is verwijderd. De olie kan ook effectief zijn (vooral tegen geleedpotigen met een week lichaam). De azadirachtine zelf zorgt ervoor dat de vervelling van insecten verstoord wordt en maakt de vrouwelijke dieren onvruchtbaar. Azadirachtine breekt snel af onder zonlicht, daarom is het beter om het s 'nachts toe te passen. Ook heeft het geen snelle werking op de insecten. Echter is azadirachtine niet schadelijk voor zoogdieren, vissen, bestuivers en de natuurlijke vijanden (Weinzierl, 1998; Isman, 2006; Allema et al., 2020).

Koolzaadolie

Koolzaadolie zorgt ervoor dat de cuticula van het insect weker wordt. Hierdoor kunnen pyrethrinen beter binnendringen in het insect. Ook zorgt koolzaadolie voor een betere uitvloeiing van de

pyrethrinen en heeft het een plakwerking op de bladluizen. Koolzaadolie wordt in de tulpenteelt in combinatie met pyrethrinen gebruikt (Allema et al., 2020).

Biologische bestrijding

In open teelten is het sturen van biologische bestrijding (natuurlijke vijanden) lastig. Het gebruik van biologische bestrijding in open teelten is doorgaans moeilijker kosteneffectief in te zetten in vergelijking met de glasteelt. Ondanks dat het moeilijker is, is het niet onmogelijk. In Brazilië worden bijvoorbeeld op grote schaal sluipwespen en wantsen geproduceerd in open teelten (Allema et al., 2020).

Vetzuren en kaliumzouten

Vetzuren en kaliumzouten zijn als gewasbeschermingsmiddel toegelaten onder de merknaam Flipper. Het is een middel dat onder de oude regeling uitzondering bestrijdingsmiddelen (RUB) valt (Allema et al., 2020). Flipper is een product van plantaardige oorsprong. Het wordt gemaakt op basis van carbonzuren en kaliumzouten. Flipper kan worden ingezet bij de bestrijding van veel verschillende soorten, zoals de witte vlieg, spintmijt, trips en bladluis etc. Ook is Flipper veilig voor bestuivers en de meeste natuurlijke vijanden. Daarnaast mag het ook gebruikt worden in de biologische teelt (Bayer CropScience SA-NV, 2017).

Tabel 9. Overzicht curatieve maatregelen tegen bladluizen en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Pyrethrinen	Aantasting zenuwstelsel bladluizen	+/-
Azadirachtine	Aantasting vervelling + vruchtbaarheid bladluizen	+/-
Koolzaadolie + pyrethrinen	Weken van de cuticula + plakwerking	+/-
Biologische bestrijding	Meer natuurlijke vijanden	+
Vetzuren en kaliumzouten	Bestrijden natuurlijke vijanden	+

Tulpengalmijt

De tulpengalmijt (*Aceria tulipae*) is een mijtensoort die grote problemen veroorzaakt in de tulpenteelt. Na het rooien van de bollen in juni/juli zijn er vaak nog galmijten op de bollen aanwezig. Wanneer de bollen in bewaring gaan, kunnen deze mijten zich gaan vermeerderen (Bulle et al., 2005). Deze overlevende mijten vormen later een groot probleem en groeien uit tot een plaag. Hierbij speelt de temperatuur een grote rol. De schade die optreedt kan ervoor zorgen dat de bollen niet groeien. Ook kunnen de bloemen schade ondervinden. Daarnaast kan de tulpengalmijt het tulpenvirus-x overbrengen (Beeldbank, 2023).

Wanneer een tulp besmet is met de tulpengalmijt kan het leiden tot verschillende symptomen. Deze kunnen zich uiten in het gewas, op de bloem en op de bol. Of er symptomen optreden en welke dit zijn is afhankelijk van het cultivar, de zwaarte van besmetting en de omstandigheden (PPO Bloembollen, 2011). De desbetreffende symptomen zijn:

In het gewas:

- Trage of geen beworteling.
- Gevouwen spruiten groeien niet of moeilijk door de neus
- Bollen komen niet op, dun of schraal gewas
- Ongelijk gewas

Op de bloem:

- Witte, ovale tot langgerekte vlekjes op de bloem, zie afbeelding 8
- Moeilijk zichtbaar op lichtere cultivars

Op de bol:

- Op zijn vroegst zes weken na de oogst, maar alleen op de kale bolhuiden
- Verkleuring van de cellen, rood tot paars of crème, zie afbeelding 9
- Dofheid van bolrokken
- Wit "poeder" bij grote aantal mijten

Mogelijke maatregelen

Er zijn verschillende maatregelen die genomen kunnen worden tegen galmijten. Deze maatregelen zijn onder te verdelen in: bestrijding, schade beperking en het voorkomen van verspreiding (PPO Bloembollen, 2011). Voor extra toelichting over de maatregelen zie bijlage 4. In tabel 10 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Bestrijden van galmijten

- Ultra Low Oxygen (ULO) (ULO is een bestrijdingsmethode waarbij bollen worden blootgesteld aan een zeer lage zuurstofconcentratie. ULO is geschikt voor biologische telers).
- Inzetten van Movento



Afbeelding 8. Symptoom van tulpengalmijt in de bloem (Conijn, 2023).



Afbeelding 9. Symptoom van tulpengalmijt in de bol (Conijn, 2023).

Schade in besmette partijen beperken

- Plantgoed eerder planten.
- Bewaren bij lagere temperatuur (max. 17°C).
- Vroeger koelen en broeien.

Verspreiding preventie door bedrijfshygiëne

- Schoonmaken van lege cellen.
- Ontsmetten van cellen en fust.
- Rooi en verwerk besmette/verdachte partijen indien mogelijk als laatst.
- Reinig machines na besmette/verdachte partijen.
- Verwijder pel resten, uitgevallen bollen en vuil.
- Handen wassen en kleding wisselen na werken met besmette partijen.
- Bewaar besmette/verdachte partijen apart.
- Voorkom luchtstromen van besmet materiaal naar schone partijen.

- Teel afgebroeide, besmette partijen niet door.
- Let op met de teelt van Allium en Ornithogalum (dit zijn waardplanten voor de tulpengalmijt).

Overige maatregelen

Uit onderzoek zijn nog een aantal alternatieve maatregelen naar voren gekomen die gebruikt kunnen worden om de tulpengalmijt te bestrijden. Naar deze maatregelen is nog wel extra praktijkonderzoek nodig.

- Voor het planten van de bollen, mijten beheersen doormiddel van een boldompeling met een schimmelpathogeen en olie (in de biologische teelt toepasbaar) (Bulle et al., 2005).
- Tulpengalmijten bestrijden met roofmijt (*Neoseiulus paspalivorus*) (van Kuik et al., 2014).
- Tulpengalmijten bestrijden door het gebruik van galmug (*T. tyroglyphi*) (Leman et al., 2022).



Tabel 10. Overzicht maatregelen tegen het tulpenmozaïkvirus en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Ultra Low Oxygen (ULO)	Bestrijden galmijt	+
Plantgoed eerder planten	Schade in besmette partij beperken	+
Bewaren bij maximale temperatuur van 17°C	Schade in besmette partij beperken	+
Vroeger koelen en broeien	Schade in besmette partij beperken	+
Schoonmaken lege cellen	Preventie verspreiding	+
Schoonmaken cellen en fust	Preventie verspreiding	+
Verdachte partij als laatst verwerken	Preventie verspreiding	+
Machines reinigen	Preventie verspreiding	+
Afval verwijderen	Preventie verspreiding	+
Handen wassen / kleding wisselen	Preventie verspreiding	+
Besmette partijen apart bewaren	Preventie verspreiding	+

Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Luchtstromen voorkomen	Preventie verspreiding	+
Besmette partijen niet doortelen	Preventie verspreiding	+
Let op teelt met waardplanten	Preventie verspreiding	+/-
Boldompeling met schimmelpathogeen	Bestrijden galmijt	+/-
Inzetten roofmijt	Bestrijden galmijt	+
Inzetten galmug	Bestrijden galmijt	+
Gebruik van Movento	Bestrijden galmijt	-



Aaltjes

Er zijn veel verschillende soortgroepen aaltjes, zoals cysteaaltjes, wortelknobbelaaltjes, wortellesieaaltjes, stengelaaltjes, bladaaltjes en vrijlevende aaltjes. Niet al de aaltjes in deze groepen vormen een probleem in de tulpenteelt. De aaltjes die voornamelijk schade aanrichten bij tulpen zijn stengelaaltjes, wortellesieaaltjes en bladaaltjes. Binnen deze groepen zijn er een aantal aaltjes die flinke schade kunnen toebrengen aan het gewas. Voor het aaltjesschema van de tulp, zie bijlage 5. In tabel 11 wordt een overzicht weergegeven van maatregelen en of het een natuurinclusieve maatregel is.

Stengelaaltjes

Stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) in de tulp behoren tot quarantaine ziekten. Hierdoor zijn er wettelijke maatregelen van kracht. Ook is het verplicht om bij aantasting een melding te doen bij de bloembollenkeuringsdienst (BKD) (Wageningen UR, 2019d). Stengelaaltjes kunnen zich goed vermeerderen in de tulp en veroorzaken daarom ook grote schade. De snelheid waarmee dit gebeurt is afhankelijk van het type waardplant, de temperatuur en de hoeveelheid vocht. De minimumtemperatuur voor de vermeerdering van stengelaaltjes ligt tussen de 1 en 5 graden. Ook wanneer er geen waardplant aanwezig is kunnen stengelaaltjes in leven blijven. De aaltjes gaan dan in rust, zo kunnen ze nog vele jaren overleven (Wageningen University & Research, 2016). Wanneer een tulp wordt aangetast door stengelaaltjes ontstaan er verschillende symptomen. Zo ontstaan er op de bovengrondse delen van de tulp lichtgele/witte vlekjes of zwellingen die tot grotere vlekken kunnen samensmelten. Op die vlekken ontstaan scheurtjes met witte rafelige randjes op de opperhuid. Ook in de bloemen kunnen de zwellingen uitgroeien. Het bloemblad boven de zieke plek blijft dan geheel of gedeeltelijk groen. Wanneer de tulp ernstig is aangetast kan het zo zijn dat deze kromgroeit en de bloem scheef komt te staan. Tijdens de bewaring van aangetaste bollen vindt er vaak een secundaire aantasting door schimmels of mijten plaats (Wageningen UR, 2019d).

Bestrijding stengelaaltjes

- Op teeltplaatsen waarop besmette partijen zijn gevonden mogen geen bloembolwaardplanten meer geteeld worden. Als er na onderzoek blijkt dat er geen stengelaaltjes meer aanwezig zijn mag er weer geteeld worden er krijgt het perceel de status "vrij".
- Bij de vondst van stengelaaltjes in een partij bloembollen legt de BKD een aantal maatregelen op de partij en op andere partijen binnen het bedrijf.

- Als er stengelaaltjes worden aangetroffen mogen deze bollen niet meer verhandeld worden door de doorteelt. Het is onder strikte voorwaarden wel mogelijk om binnen het eigen bedrijf verder te werken met de besmette bollen wanneer er geen symptomen aanwezig zijn. Dit gebeurt in samenspraak met de BKD, deze legt strenge eisen op en houdt nader toezicht.
- Wanneer er geen afdoende bestrijding is van de aaltjes moeten partijen die besmet zijn vernietigd worden, onder het toezicht van de Bloembollenkeuringsdienst (Wageningen UR, 2019d).
- Toepassen nematicide Velum Prime (Nieuwe Oogst, 2022)

Destructoraaltje

Destructoraaltjes (*Ditylenchus destructor*) kunnen zich goed vermeerderen op hardschalige tulp en veroorzaken vervolgens grote schade. Het aaltje komt bij een aantal soorten tulpen voor met een harde en stugge huid, zoals *T. praestans*, *T. saxatilis*, *T. sylvertris*, *T. tarda*, *T. urumiensis* etc.. Wanneer een tulp is aangetast is dat te merken aan het niet opkomen van de bollen, zwakke planten met lichtgroen blad, een fletse bloemkleur of snel verwelkte bloemen. Na het rooien van de bollen zijn er weinig symptomen te zien van de destructoraaltjes. De aanwezigheid van een kloof in de bolbodem kan echter wel een eerste indicatie zijn dat een bol ziek is. Bij bollen die ernstig ziek zijn breekt tijdens de bewaring de wortelkrans niet door. Ook het voortijdig uitlopen van spruiten in sommige dikke bollen is een kenmerk van aantasting binnen de partij. De verspreiding van de destructoraaltjes vindt voornamelijk plaats met aangetast plantmateriaal, maar ook via besmette grond. Wanneer er geen waardplanten aanwezig zijn kunnen deze aaltjes maar 2 jaar overleven (Wageningen UR, 2019c).



Bestrijding destructoraaltje

- Het verwijderen van aangetaste planten.
- Plantgoed na rooien direct 1-3 weken bij 30°C bewaren. Daarna 24 uur voorweken met een warmtebehandeling van 2,5 uur bij 43,5°C. Vervolgens moeten de bollen gedroogd worden en bewaard worden bij een normale temperatuur.
- Het 8 weken inunderen van besmette grond.
- Gebruik maken van een vruchtwisseling van 1 op 3 met niet-waardplanten (Wageningen UR, 2019c).



Wortellesieaaltjes

Wortellesieaaltjes (Pratylenchus-soorten) veroorzaken wortelrot in een verschillend aantal gewassen, zo ook in bloembollen. Deze aaltjes kunnen zich op een groot aantal gewassen vermeerderen zonder dat ze schade aanrichten. Wortellesieaaltjes zijn endoparasieten, dit bekend dat ze in de wortels van de plant leven. Ook zijn ze in vergelijking met andere aaltjes hun hele leven mobiel. Wortellesieaaltjes leven dus in de wortels van een gewas. Dit doen ze door de wortel binnen te dringen om vervolgens een weg te banen richting het centrale gedeelte. De cellen waar de aaltjes zijn, worden leeggezogen. Deze cellen sterven vervolgens af en verkleuren bruin. De bruine vlekjes die achterblijven worden lesions genoemd en zijn een kenmerk van de Pratylenchus-soorten. Wanneer een wortel zodanig is aangetast zal deze helemaal weg rotten. In de tulpenteelt ontstaat er vooral schade door het wortellesieaaltje (Pratylenchus penetrans) (Wageningen UR, 2019a).

Bestrijding wortellesieaaltjes

Het wortellesieaaltje kan worden bestreden met de teelt van afrikaantjes (Tagetes). Afrikaantjes hebben een sterk bestrijdende werking op dit soort aaltjes. Het is echter een kostbare oplossing en geldt alleen voor de bestrijding van het wortellesieaaltje. Afrikaantjes kunnen vanaf mei-juli worden ingezaaid. Vervolgens zijn er twee tot drie maanden nodig voordat het gewas voldoende gegroeid is. Het is echter wel belangrijk om onkruid te bestrijden tijdens deze periode. Wanneer dat niet wordt gedaan kunnen de aaltjes zich gaan vermeerderen door deze onkruiden (Wageningen UR, 2019a). Ook kan tegen wortellesieaaltjes de nematicide Velum Prime toegepast worden (Nieuwe Oogst, 2022).

Bladaaltjes

Krokusnolaaltjes (Aphelenchoides subtenuis) kunnen zich vermeerderen op de tulp en veroorzaken schade. De symptomen die ontstaan lijken op die van de destructoraaltjes. In de loop van de bewaring ontstaan er vlekken op de bolbodem in een of meerdere rokken. Schade door dit aaltje komt in de tulp niet vaak voor (Wageningen UR, 2019b).

Bestrijding bladaaltjes

- Het verwijderen van aangetaste bollen voor het pootten.
- Direct na het rooien het plantgoed gedurende 1-3 weken bewaren bij 30° Celsius. Daarna 24 uur laten voorweken en daarna 2,5 uur behandelen in water van 43,5° Celsius. Als laatst de bollen snel drogen en bewaren bij een normale temperatuur.
- In geval van een besmette grond deze 8 weken inunderen.
- Gebruik maken van een vruchtwisseling van 1 op 3, waarbij ook rekening gehouden wordt met andere waardplanten (Wageningen UR, 2019b).



Tabel 11. Overzicht maatregelen tegen verschillende soorten aaltjes en de mate van natuurinclusiviteit. In de tabel wordt gewerkt met + (goed), +/- (neutraal) en - (slecht).

Aaltje	Maatregel	Doel maatregel	Natuurinclusieve keuze
Wortellesieaaltjes	Teelt afrikaantjes	Bestrijding	+
	Toepassen grondbehandeling met nematicide Velum Prime.	Bestrijding	-
Bladaaltjes & destructoraaltjes	Het verwijderen van aangetaste bollen/planten	Voorkomen van besmetting	+
	Direct na het rooien het plantgoed gedurende 1-3 weken bewaren bij 30° Celsius. Daarna 24 uur laten voorweken en daarna 2,5 uur behandelen in water van 43,5° Celsius. Als laatst de bollen snel drogen en bewaren bij een normale temperatuur.	Bestrijding	+
	Gebruik maken van een vruchtwisseling van 1 op 3, waarbij ook rekening gehouden wordt met andere waardplanten (Wageningen UR, 2019b).	Bestrijding	+
Stengelaaltjes	Op teeltplaatsen waarop besmette partijen zijn gevonden mogen geen bloembolwaardplanten meer geteeld worden. Als er na onderzoek blijkt dat er geen stengelaaltjes meer aanwezig zijn mag er weer geteeld worden er krijgt het perceel de status "vrij".	Bestrijding	+/-
	Bij de vondst van stengelaaltjes in een partij bloembollen legt de BKD een aantal maatregelen op de partij en op andere partijen binnen het bedrijf.	Bestrijding	+/-
	Als er stengelaaltjes worden aangetroffen mogen deze bollen niet meer verhandeld worden door de doorteelt. Het is onder strikte voorwaarden wel mogelijk om binnen het eigen bedrijf verder te werken met de besmette bollen wanneer er geen symptomen aanwezig zijn. Dit gebeurt in samenspraak met de BKD en legt ook strenge eisen op en houdt nader toezicht.	Voorkomen verdere besmetting	+/-
	Wanneer er geen afdoende bestrijding is van de aaltjes moeten partijen die besmet zijn worden vernietigd worden, onder het toezicht van de Bloembollenkeuringsdienst (Wageningen UR, 2019d).	Voorkomen verdere besmetting	+/-
	Toepassen dompelbehandeling met nematicide Velum Prime.	Bestrijding	-
	Inunderen 10-12 weken.	Bestrijding	+/-

Aaltjes Beheersing Strategie

Er zijn vele verschillende soorten aaltjes. Het is daarom moeilijk om een standaard aanpak op te stellen die van toepassing is op alle aaltjes. Wel kan er een Aaltjes Beheersing Strategie (ABS) worden opgesteld. Hierin worden alle aspecten meegenomen die belangrijk kunnen zijn in het maken van een plan van aanpak. De verschillende aspecten zijn: inventarisatie, preventie, vruchtwisseling en aanvullende maatregelen (Wageningen UR, 2019e).

Inventarisatie

Bij het aspect inventarisatie wordt er gekeken naar de grondsoort, historie en bemonsteringen.

Grondsoort

Het inzichtelijk maken van de grondsoorten die voorkomen op het bedrijf en percelen. Ook het percentage aan organische stof kan van belang zijn in het maken van een aanpak tegen aaltjes. Zo kunnen aaltjes vaak meer schade aanrichten wanneer het organisch stofgehalte laag is. Over het algemeen geldt ook dat kleigronden minder schadegevoelig zijn in vergelijking met zandgronden. Op zandgronden kunnen namelijk alle soorten aaltjes voorkomen en op kleigronden is dit niet zo (Wageningen UR, 2019f).

Historie

Het in kaart brengen van de gewassen en rassen die geteeld zijn op het perceel in het verleden is van belang bij het maken van een plan van aanpak tegen aaltjes. Ook is de informatie over ontsmetting en granulaten hierbij van belang (Wageningen UR, 2019f).

Bemonsteringen

Bekijk voor ieder perceel of er bemonsteringen zijn uitgevoerd en wat de resultaten hiervan waren. Ook is het van belang om te weten waar en wanneer in het teeltseizoen deze monsters genomen zijn. Vervolgens kan er een overzicht gemaakt worden van de aangetroffen aaltjes. Wanneer een perceel groter is dan 1 ha zijn de aantallen aaltjes slecht te koppelen aan de eventuele gewasschade dat is opgetreden. De getallen kunnen wel dienen als indicator (Wageningen UR, 2019f).

Preventie

Bij het aspect preventie wordt er gekeken naar het plantmateriaal, bedrijfshygiëne en onkruidbeheersing (Wageningen UR, 2019g).

Plantmateriaal

Uitgangsmateriaal kan een bron van aaltjes zijn. Er zijn verschillende vragen die gesteld kunnen worden om meer zekerheid te krijgen over aaltjes vrij uitgangsmateriaal, zoals:

- Welke garantie de afnemer geeft over het aaltjes vrij zijn van het materiaal?
- Heeft de leverancier zijn perceel bemonsterd op aaltjes (Wageningen UR, 2019g)?

Bedrijfshygiëne

Ook hier zijn er een aantal vragen die gesteld kunnen worden, bijvoorbeeld:

- Wanneer worden de machines schoongemaakt in de oogsttijd?
- Hoe "schoon" zijn de werknemers?
- Hoe wordt omgegaan met sorteergrond dat terug op het perceel moet (Wageningen UR, 2019g)?

Onkruidbeheersing

Aaltjes kunnen zich ongemerkt vermeerderen bij onkruiden. Ondanks dat er niet al te veel bekend is over de waardplantstatus van onkruiden ten opzichte van aaltjes is het beter om hier geen risico op te nemen. Onkruidvrij telen is dan de veiligste optie (Wageningen UR, 2019g).



Vruchtwisseling

Bij het aspect vruchtwisseling zijn er ook een aantal factoren waar naar gekeken kan worden: gewasvolgorde en rassenkeuze, teeltfrequentie en groenbemesters (Wageningen UR, 2019h).

Gewasvolgorde en rassenkeuze

Maak een aaltjesschema met daarin de gewassen die afgelopen jaren geteeld zijn en leg deze naast de bemonsteringen die zijn gedaan op het perceel. Bekijk vervolgens de schadegedraging van eventuele rassenkeuze de schadegevoeligheid van het gewas niet vergelijkbaar zijn met de eerder geteelde gewassen. Zo kan aaltjes vermeerdering en schade voorkomen worden (Wageningen UR, 2019h).

Teeltfrequentie

Houdt bij de teeltfrequentie rekening met gewassen die het aantal schadelijke aaltjes kunnen vermeerderen. Dit kunnen gewassen zijn die al geteeld zijn of die nog geteeld worden (Wageningen UR, 2019h).

Groenbemesters

Het kiezen van de juiste groenbemester is lastig. Het is belangrijk om deze af te stemmen op de aanwezige aaltjes in de bodem, zodat deze niet de kans krijgen om zich te kunnen vermeerderen (Wageningen UR, 2019h). Naast onkruid kunnen ook groenbemesters zorgen voor aaltjes vermeerdering. De waardplantstatus van groenbemesters en aaltjes is voor veel soorten nog niet bekend. Voor sommige groenbemester is dit echter wel bekend, zie bijlage 6 voor een overzicht.



Aanvullende maatregelen

Wanneer de eerdere stappen niet toereikend genoeg zijn geweest en aaltjes problemen beginnen te veroorzaken is het goed om maatregelen klaar te hebben. Voorbeelden van maatregelen zijn: biologische grondontsmetting (met een zorgvuldige uitvoering), inundatie of bij *Pratylenchus penetrans* de teelt van *Tagetes*, zie bestrijding wortelziekteaaltjes (Wageningen UR, 2019i).

Biologische grondontsmetting

Bij biologische grondontsmetting wordt makkelijk afbreekbaar organisch materiaal door de bodem gemengd en daarna afgedekt met luchtdicht plastic. De bodemorganismen breken het organisch materiaal af wanneer de bodemtemperatuur boven de 16°C is. Hierbij verbruiken de bodemorganismen het zuurstof. Er ontstaat dan een anaerobe omgeving. Wanneer dit gebeurt gaat de afbraak van het organisch materiaal verder in de vorm van vergisting of anaerobe fermentatie. Tijdens deze processen ontstaan er vluchtige stoffen en oplosbare verbindingen die dodelijk zijn voor vele ziekteverwekkers. De biologische grondontsmetting moet minimaal vier weken duren en plaatsvinden in de zomer (Wageningen University & Research, 2023).

Inundatie

Inundatie is het voor een langere tijd het onder water zetten van een perceel. Op deze manier worden verschillende ziekte en plagen bestreden zoals aaltjes. Met behulp van inundatie kunnen een aantal soorten aaltjes goed bestreden worden, zie tabel 12 (de Kool, 2008).

Tabel 12. Overzicht bestrijdingseffect van inundatie op verschillende soorten aaltjes (de Kool, 2008).

Aaltjes	Latijnse naam	Bestrijding door inundatie
Wortelziekteaaltjes	<i>Pratylenchus penetrans</i>	Goed
Stengelaaltjes	<i>Ditylenchus disaci</i>	Goed
Krokusaaltjes	<i>Aphelenchoides subtenuis</i>	Goed
Destructoraaltjes	<i>Ditylenchus destructor</i>	Matig



Onkruidbeheersing

Onkruid vormt een groot probleem in de bollenteelt. Het onkruid kan gaan concurreren met de bolgewassen waardoor deze minder goed kunnen gaan groeien (Booij & van der Weide, 2005). Ook kan onkruid ervoor zorgen dat er het aantal schadelijke aaltjes in de bodem toeneemt en kan het een bron zijn van virussen (Booij & van der Weide, 2005; de Kock et al., 2013).

In de gangbare bollenteelt wordt onkruid vaak nog bestreden met herbiciden. Deze middelen bevatten glyfosaat en staan tegenwoordig vaak negatief in het nieuws (Bulle et al., 2010; NOS Nieuws, 2023). Er zijn echter vele groenere keuzes die gemaakt kunnen worden betreffende de onkruidbeheersing in de bollenteelt. In de review van Kurstjens (1998) worden bijvoorbeeld vele verschillende maatregelen besproken betreffende mechanische en fysieke onkruidbestrijding, zie de lijst hieronder. In tabel 13 is te zien welke techniek en technologie wordt gebruikt bij de verschillende onkruidbestrijding technologieën (Kurstjens, 1998).

Tabel 13. Toepassing van onkruidbestrijding technologieën in technieken (Kurstjens, 1998).

technologie \ techniek	technologie										
	maaien	kneuzen	afsnijden	ontwortelen	blootleggen	begraven	verwijderen	afdekken	electr. schok	verhitten	bevrozen
maaier	X										
onkruidtrekker				X	X		X				
hogedruk waterstraal			X				X				
gestuurd mes			X				X				
rijenfrees			X		X	X					
borstelwals		X		X	X	X					
kopborstel		X		X	X	X	X				
rugblazer				X	X		X				
ster-eg				X	X	X					
rolcultivator				X	X	X					
vingerwieder				X			X				
schoffel			X		X	X					
triltandcultivator			X		X	X					
anaarders			X			X					
torsiewieder				X		X					
eg				X	X	X					
plasticfolie / plantdoek								X			
cellulosepulp								X			
gewasresten / stro								X			
heet water									X		
koolzuursneeuw										X	
vloeibare stikstof											X
afvlammen										X	
Low Temp. Weeder										X	
infraroodstraler										X	
magnetron											X
electrocutie-geleiding									X	X	
electrocutie-vonkoverslag	X								X		
CO ₂ laser	X		X								

Mechanische maatregelen

Eggen

Eggen kan toegepast worden voor de gewasopkomst, kort erna of in latere stadia. Voor opkomst eggen zorgt ervoor dat voornamelijk vroeg kiemende onkruiden bestreden worden, maar het kan ook kieming van andere soorten vergemakkelijken (Koch, 1959; Kees, 1962; Ascard 1995). Het succes van eggen is afhankelijk van de onkruidsoort, bodemvochtgehalte en zaai- en bedbereiding. Kort na gewasopkomst wordt zowel onkruid als gewas in zekere mate beschadigd, voornamelijk door bedekking met grond. In latere gewasstadia worden de verende tanden opzij gedrukt door meer weerstand van het gewas, zo kunnen ze alleen tussen de rijen werken. Onkruiden geworteld in de gewasrij kunnen niet altijd bestreden worden. Eggen is afhankelijk van het weer, zo moet het uitgesteld worden vanwege regen. Een mechanische onkruidbestrijding door volvelds eggen lijkt mogelijk te zijn tot half mei volgens onderzoek van Groen & Vlaminkroon (2006). Het eggen moet een aantal keer herhaald worden. Daarna kan er tussen de regels geschoffeld worden. Alleen onkruid groei in de regel kon niet mechanisch verwijderd worden.

Schoffelmachine en strokencultivator

Schoffelen is minder afhankelijk van weer- en grondcondities dan eggen. Wel moet er minstens een zonnige dag zijn geweest voor voldoende verdroging (Dierauer & Stöppler-Zimmer, 1994). Aanaardend schoffelen heeft een goed effect in de rij als onkruiden klein genoeg zijn (Dierauer & Stöppler-Zimmer, 1994). Maar door de snijdende werking kunnen ook grotere onkruiden bestreden worden en meerjarige kunnen worden geremd (van der Schans et al., 1993; Rasmussen & Ascard 1995). Eggen na schoffelen zorgt voor een betere bestrijding. Hierdoor worden meer afgesneden planten blootgelegd, waardoor ze sneller uitdrogen. Schoffelen is tijdrovender dan eggen.

Rijenfrees en borstelwals (voornamelijk in rijen)

De intensief snijdende en mengende werking van een rijenfrase zorgt voor een goede bestrijding, maar de effectiviteit is niet hoger dan schoffelbewerking (Pullen & Cowell, 1998). Door een kleine haplengte wordt de grond intensief bewerkt. De aangedreven borstelwals ontwortelt kleine onkruiden en ontleent de bladeren van groter of meerjarig onkruid (Geier en Vogtmann 1986; Mattsson et al., 1990; Pedersen, 1990; Rasmussen & Ascard, 1995). Op vochtige grond levert de borstelwals ook een goed bestrijdingseffect,

daarentegen zorgt de schoffelmachine op een droge bodem voor een beter effect (Pedersen, 1990; Pullen, 1997). Omdat langst metalen beschermplaten de borstelharen werken, wordt het onkruid tot dicht bij de rij verwijderd, terwijl de afstand tussen rijen klein kan zijn. Bij deze maatregelen kan wel schade aan het gewas veroorzaakt worden.

Sterg-eg, kooicultivator en strokencultivator

Een sterg-eg wordt vooral voor opkomst van gewassen toegepast. De kromme lepels/ haken werken tot 2,5 centimeter diep en ontwortelen opkomende en zeer kleine onkruiden met ondiep kiemende zaden. De tanden zorgen voor kleine gaatjes in de grond en laten grote delen van het oppervlak met rust, in tegenstelling tot eggen. Een kooicultivator zorgt ervoor dat kluiten verkleind worden en kleine ontwortelde onkruiden worden blootgelegd. Een strokencultivator kan zorgen voor intensieve grondverstoring tussen rijen en daarmee 70% van nog niet gevestigde onkruiden bestrijden (Lovely et al., 1958; Mulder & Doll, 1993; Schweizer et al., 1994; Vangessel et al., 1995).

Blazers

Blazers worden gebruikt voor het wegblazen van ruggen losse grond. Deze blazers blijken ook effectief voor de bestrijding van klein onkruid in de rij. De horizontale luchtstroom zorgt voor de verwijdering van grond met de daarin gegroeide onkruiden. Voornamelijk klein, ondiep geworteld onkruid kan worden bestreden in de rijen van dieper verankerde gewasplanten (Kurstjens, 1998).



Fysische maatregelen

Afbranden

Dit wordt voornamelijk gebruikt voor opkomst van langzaam kiemende gewassen en na opkomst van gewassen als uien, suikerbieten, maïs etc. bij afbranden worden bovengrondse plantedelen verhit door een open vlam zonder echte verwarming van de bodem (Hege, 1990; Bertram, 1996). Mechanische bewerking kan ook niet-opgekomen onkruiden bestrijden, daarentegen wordt bij branden de grond niet verstoord, zodat de kieming van onkruidzaad ook niet bevorderd kan worden of het gewas beschadigd. Het gasverbruik van een brander is voornamelijk afhankelijk van onkruidtype, onkruidgrootte en het type brander, weers- en bodemomstandigheden, onkruidichtheid en tolerantie van onkruidtype. Voor opkomst branden, geeft het gewas een betere mogelijkheid op opkomst dan kiemend onkruid. Bij het selectief branden na opkomst van het gewas is de effectiviteit afhankelijk van de verhouding gevoeligheid gewas en onkruid. Door het gebruik van ventilatoren versterkte warme luchtstroom kan deze beschaduwing gecompenseerd worden (Kurstjens, 1998).

Infrarood

Bij infraroodbranders worden platen verhit die vervolgens warmtestraling afgeven. Doormiddel van een infraroodbrander kan de warmte gelijkmatiger verdeeld worden over een lange strook. Hiermee kan de capaciteit verhoog worden, voor verwijdering van onkruid is namelijk niet alleen de maximumtemperatuur van belang maar ook de tijdsduur (Bertram, 1996). Doordat er nu straling wordt gebruikt in plaats van een gasstroom zijn ruwheid van het oppervlak en de aanwezigheid van planten factoren die een andere rol kunnen spelen. Zo kunnen grote planten schaduwstraling veroorzaken.



Gefocusseerd licht

Met gefocusseerde zonnestraling door gebruik van een lens, kunnen kiemplaten bestreden worden op droge grond. Daarnaast kunnen planten ook hun bladeren verliezen bij iets langere blootstelling op natte grond. Daarnaast werkt het ook voor op de grond liggende zaden van 10 onkruidsoorten. Na een blootstelling van 20 seconden bleken de zaden voor 100% bestreden te zijn. Deze methode wordt nog niet in de landbouw gebruikt, maar is voornamelijk getest.

Afdekken

In de bollenteelt wordt voornamelijk stro gebruikt als afdek materiaal als isolatie of voor een onderdrukkende werking tegen onkruid. Houtvezel kan ook een belangrijke rol spelen in de onderdrukking van onkruid. Uit een praktijk experiment met een bollenteler is gebleken dat het gebruik van houtvezel (een reststroom van de meubelindustrie) erg goed werkt tegen de opkomst van onkruid (B. Mulders, Pers. Comm.). John Huiberts een biologische bollenteler gaat onkruid tegen door middel van een groenbemester John zaait na het pootten van zijn bollen zijn groenbemester in. Rond de kerst haalt hij deze eraf door 2 cm in de grond te gaan met zijn machine. Vervolgens wordt de groenbemester gemulcht en blijft achter op het land. Hierdoor komt het onkruid minder snel en in mindere mate op (J. Huiberts, Pers. Comm.; Huiberts bloembollen, z.d.). Daarnaast zijn er nog andere materialen die gebruikt kunnen worden als afdek materiaal. Zo wordt er in andere teelten gebruik gemaakt van plasticfolie, plantdoeken en houtsnippers. In een onderzoek van van Zuilichem et al., 2003 werd onderzoek gedaan naar de werking van verschillende afdek materialen tegen onkruid in de bloembollenteelt. Hieruit kwamen de volgende resultaten:

- Strodek à 89% minder onkruid
- Animalstar (korrels van geperst tarwestro) à 83% minder onkruid
- Wulpak (korrels van schapenwol) à 17% minder onkruid
- Biotop (vloeibaar opgebrachte pap van o.a. stro- en houtvezels) à 55% minder onkruid

Deze resultaten van het strodek en animalstar zijn vooral interessant voor de onkruidbestrijding in de bloembollenteelt.

Preventieve maatregelen

Zaai-bedbereiding

De toplaag van de grond wordt verstoord, waardoor de temperatuur- en vochthuishouding verandert, licht toetreedt en eventuele kluiten worden verkleind. De verstoring en weersomstandigheden die daarbij komen kijken beïnvloeden de kieming en opkomst van onkruidzaden. Ook is er de vals zaai-bed techniek. Hierbij wordt het zaai-bed 10-14 dagen voor de zaai gemaakt. Juist om de onkruidkieming in de toplaag te stimuleren. Daarna vindt er bewerking plaats die het onkruid bestrijdt, met als gevolg dat het gewas langer schoon blijft. Hierbij moet wel irrigatie toegepast worden, door een lage temperatuur en bodemvochtgehalte kan de kieming beperkt worden (Bond & Baker 1990; Rasmussen en Ascard, 1995; Lubberman, 2023). Deze maatregel werkt niet bij najaars geplante bollen, maar is bijvoorbeeld wel toepasbaar bij dahlia's (Snoek et al., 2002).



Onkruidzaad

Onkruidbeheersing vindt meestal vroeg in het groeiseizoen plaats, omdat onkruiden beter te bestrijden zijn in een jong stadium, de concurrentiepositie van het gewas vooral wordt bepaald tijdens de begingroei. Daarnaast kan men niet door volgroeide gewassen rijden en kunnen laat gekiemde of ontsnapte onkruiden weinig opbrengstderiving tot gevolg hebben. Maar laat kiemende onkruiden zorgen voornamelijk voor de aanvoer van nieuw zaad. Er zijn een aantal mogelijkheden om de toename in onkruidzaadvoorraad te remmen. Zo is het aan te raden om te zorgen dat onkruiden het reproductiestadium niet bereiken en zo geen levensvatbaar zaad kunnen produceren. Daarnaast kan onkruidzaad verzameld worden voor het op de grond terecht komt. Het verminderen van de levensvatbaarheid of stimuleren van kieming van zaden na de oogst. Zorgen dat onkruidzaad op een bepaalde diepte zit waarbij kieming niet mogelijk is (Kurstjens, 1998).





Organische meststoffen

Een natuurlijke bodemvruchtbaarheid vraagt om duurzaam bodembeheer. Organische meststoffen zijn hierin onmisbaar. Zij verbeteren bodemstructuur, zorgen voor de opbouw van organische stof en leveren nutriënten voor de gewassen. Dit heeft een direct effect op de gewasopbrengst. Bemesting kan daarnaast ook een rol hebben in het weren van ziektes en plagen. De toevoeging van organisch stof is een belangrijke factor binnen het onderwerp bemesting (Nutrinorm, 2016a).

Organische stof is namelijk belangrijk voor de levering van stikstof, fosfaat en andere nutriënten aan gewassen. Dit gebeurt op twee manieren. Enerzijds doordat er nutriënten vrijkomen bij de afbraak van organische stof. Anderzijds doordat organische stof in staat is om nutriënten op een losse wijze vast te houden en uit te wisselen met het bodemvocht. Daarnaast kan organische stof tot 20 keer zijn eigen gewicht aan water opnemen. Daardoor speelt organische stof een belangrijke rol in de vochthuishouding. Die functie is belangrijker in bodems die van zichzelf weinig water kunnen vasthouden, zoals zandgronden, dan in bodem die leem of klei bevatten. Ook bevordert organische stof de bodemstructuur. Organische stof zorgt ervoor dat minerale bodemdeeltjes aan elkaar gekit worden, waardoor stabiele bodemaggregaten ontstaan. Hoe hoger het gehalte aan organische stof, hoe hoger het aandeel aan stabiele bodemaggregaten en hoe beter de bodemstructuur. Bovendien wordt de bodem dan minder stuifgevoelig en is de kans op winderosie kleiner (Zwart et al., 2013). Zie bijlage 7 voor een overzicht van de voordelen van organische stof in de bodem.

Dierlijke mest

Drijfmest uit de rundveehouderij is vaak rijk aan stikstof, maar bevat weinig koolstof. De stikstof is in dit geval voornamelijk in minerale vorm aanwezig. Varkensmest is een slechte toevoeging van organische stof, maar bevat veel minerale stikstof. Daarentegen bevat varkensmest ook veel fosfaat, wat vaak als nadeel wordt beschouwd in de akkerbouw. De samenstelling van leghennenmest is afhankelijk van het type stal, maar bevat over het algemeen relatief veel stikstof en fosfaat. Dierlijke meststoffen bieden nutriënten, maar dragen ook bij aan de opbouw van organische stof. Varkensmest is vanwege het hoge fosfaat gehalte minder gewenst als bemesting. Rundveemest heeft een relatief snelle werking. De werking van leghennenmest is tevens snel, maar ook leghennenmest bevat vaak relatief veel fosfaat (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Aan het uitrijden van dierlijke mest, zie afbeelding 10, kunnen dus ook nadelen zitten zoals een te hoog fosfaat gehalte of door wet en regelgeving.



Afbeelding 10. Het uitrijden van dierlijke mest (Meinen, 2020).



Afbeelding 11. Het strooien van compost (Olijve, 2017).

Compost

Hoewel compost in de landbouw veelal gebruikt wordt voor het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem, zie afbeelding 11, heeft compost ook andere positieve eigenschappen. Zo verbeterd compost de bodemstructuur en daarmee het waterbergend vermogen. Als direct gevolg van het verhogen van het organische stofgehalte en het verbeteren van de bodemstructuur wordt het bodemleven versterkt en is er meer ziektevering. Daarnaast zorgt compost voor zowel een korte als lange termijn mineralenbeschikbaarheid. Een ander voordeel van het gebruik van compost is dat de tijdlijn voor toevoeging langer is dan het toevoegen van dierlijke mest (Nutrinorm, 2016b; Willekens & Janmaat, 2014).

De samenstelling van groencompost varieert vaak, maar over het algemeen worden ze als "schoon" beschouwd. Hoewel groencompost weinig fosfaat bevat, is de stikstof in geheel organische vorm aanwezig. Wel bepaalt de grofheid van het materiaal de werking op de bodemstructuur. GFT-compost is vaak rijker in samenstelling dan groencompost. GFT-compost bevat veel stikstof en ook fosfaat kan afhankelijk van oorsprong rijkelijk aanwezig zijn. Voor beide soorten compost is het van belang om een analyse uit te voeren, zodat de concrete waarden bekend zijn. Groencomposten hebben een stikstofwerking van 10% en een fosfaatwerking van 50%. Hoewel groencompost dus ook als bemesting aangevoerd kan worden, heeft het vooral waarde als aanvoer van organische stof. GFT-composten zijn wat dat betreft beter geschikt als bron van mineralen. GFT-compost heeft een werking die in sommige gevallen gelijk is aan rundveemest. Hoewel GFT-compost wel bijdraagt aan het organisch stof gehalte, draagt het nauwelijks bij aan de opbouw van de bodemstructuur (Koopmans & Zwijnenburg, 2015).

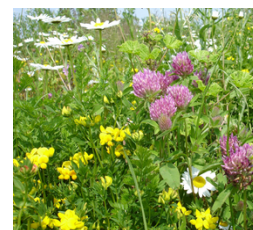
Bokashi



Afbeelding 12. Het aanrijden en voorbereiden van organisch materiaal voor fermentatie tot Bokashi (Abeling, 2023).



Afbeelding 13. Steenmeel (SBB, 2022).



Afbeelding 14. Een bloeiend groenbemestermengsel (ZLTO, z.d.).

Steenmeel

Steenmeel bestaat uit fijn gemalen gesteente (kleiner dan 0,1 mm), zie afbeelding 13. Het kan afkomstig zijn van sedimentaire of van vulkanische gesteenten, zoals respectievelijk kalksteen of basalt. Vooral vulkanische gesteenten bevatten veel silicaten die bij verwerking hoofdelementen zoals calcium, magnesium, kalium en natrium leveren en sporenelementen zoals ijzer, koper, molybdeen en zink. Steenmeel bevat echter nauwelijks stikstof en ook het fosfaatgehalte is met 0,1% tot 2% enorm laag. Hoewel steenmeel qua directe beschikbaarheid van nutriënten erg beperkt is vanwege de langzame verwerking, kan steenmeel wel enorm lang nutriënten leveren. Ook staat steenmeel bekend voor de pH verhogende werking en kan het rol spelen bij de vastlegging van koolstof in de bodem. De werking van steenmeel verschilt enorm afhankelijk van de herkomst en het gebruikte gesteente. Er is nog niet veel kwantitatieve informatie bekend over de levering van nutriënten uit steenmeel. Steenmeel kan echter zowel als bodemverbeteraar en als meststof een rol spelen in de landbouw (Nutrinorm, 2016c).

Groenbemesters

De definitie van groenbemesters luidt als volgt: een gewas dat voor het in stand houden of verbeteren van de fysische, chemische en biologische bodemvruchtbaarheid wordt geteeld. Een groenbemester levert meestal dan ook geen economische winst op als eindproduct, maar wordt geteeld met als doel de bodemvruchtbaarheid te verhogen. Hoewel het telen van een groenbemester tijd en geld kost, zijn er voordelen te koppelen aan groenbemesters. Zo zorgt een groenbemester voor betere vochtverdamping in natte periodes en een betere doorlaatbaarheid van de bodem. Doordat een groenbemester de bodem bedekt, is er minder onkruid aanwezig. Vlinderbloemige groenbemesters kunnen stikstof uit de lucht fixeren en dus zorgen voor meer stikstof in de bodem. Sommige groenbemesters, zoals afrikaantjes, kunnen geteeld worden als bestrijding van aaltjes. Daarnaast zorgen groenbemesters voor een verhoging van het organisch stofgehalte in de bodem en activeren ze het bodemleven. Er zijn talloze soorten groenbemesters en de keuze in groenbemesters is afhankelijk van het doel. Wanneer het doel is om stikstof te fixeren, is een vlinderbloemige groenbemester zoals rode of witte klaver de beste keuze, zie afbeelding 14. Maar bij een groenbemester die de winter door moet komen, is bijvoorbeeld winterrogge een goede keuze (Timmer et al., 2003). Een groenbemester kan ondergewerkt worden doormiddel van ploegen, maar ook afgemaaid en vervolgens afgevoerd worden. Tevens kan een groenbemester worden afgemaaid en gemulched waarna het achtergelaten wordt op het perceel (J. Huiberts, Pers.Comm.).

Reststromen en digestaat

Hoewel dierlijke meststoffen, compost en bokashi ook beschouwd kunnen worden als reststromen, zijn er nog meer meststoffen die onder de reststromen vallen. Digestaat is daar een van. Een veel gebruikt digestaat is het geen dat vrijkomt bij het vergisten van mest met een toegevoegd product (maïs etc.). De bacteriën zetten de snel verteerbare organische stof tijdens het proces om in methaangas en ammoniumstikstof. De samenstelling van het digestaat varieert afhankelijk van het product dat vergist is, de duur, en het type vergisting. Zo varieert de pH, het organische stofgehalte en de stikstoffractie. Bij digestaat is een groot deel van de voedingsstoffen gelijk beschikbaar voor de plant. Ook is de stikstofwerking van digestaat over het algemeen hoger dan gewone mest. Hoewel de stikstof dus makkelijk beschikbaar is, kan dit er ook voor zorgen dat de stikstof snel uitspoelt (Koopmans & Zwijnenburg, 2015). Binnen de bollenteelt worden al enkele proeven uitgevoerd met het gebruik van reststromen en digestaat (Langen, 2020).

Een voorbeeld van een uit digestaat afkomstig product is "Groene Weide Meststof". Dit is een product gemaakt door het bedrijf Groot Zevert Vergisting doormiddel van co-vergisting van dierlijke mest en co-producten. Zo creëren zij een mineralenconcentraat waar nog extra stikstof aan toegevoegd wordt, zodat het zowel aan de stikstof, kalium en zwavel behoefte van gewassen kan voldoen. Tevens wordt in Italië ook zuiveringslib uit rioolwaterzuivering door thermofiele vergisting omgezet naar een in de landbouw te gebruiken digestaat (Regelink & Schoumans, 2022).





Nutriënten

Een plant heeft voor een optimale groei genoeg nutriënten nodig. Deze nutriënten kunnen onderverdeeld worden in twee groepen. De hoofdelementen ofwel macronutriënten zijn mineralen die een plant in grote hoeveelheden nodig heeft om te kunnen groeien. Daarnaast zijn er mineralen die beschouwd worden als nutriënten die een plant in kleine hoeveelheden nodig heeft voor de groei. Deze zogenoemde sporenelementen of micronutriënten kunnen zelfs een negatieve werking hebben op de groei van de plant wanneer zij in te grote hoeveelheid aanwezig zijn (Hospers-Brands et al., 2017).

In tabel 14 is te zien welke nutriënten er voor de plant beschouwd worden als macro- en micronutriënten. Voor nutriëntopname door de plant zijn elektroladingen van belang. Het oppervlak van kleideeltjes en organische stof in de bodem is negatief geladen. Dit negatief geladen oppervlak wordt ook wel het kationenadsorptiecomplex (cation exchange capacity ofwel CEC) genoemd. Door het CEC kunnen nutriënten met positieve ladingen, zogeheten kationen (calcium, magnesium, kalium etc.), binden aan de bodemdeeltjes. Deze binding tussen de kationen en het adsorptiecomplex is echter zwak. Door omwisselreacties kunnen de kationen in de bodemoplossing terecht komen, waarnaar de plant ze via de wortels kan onttrekken. Het CEC en de nutriënten in de bodemoplossing vormen samen een evenwicht. Afhankelijk van welke nutriënten worden toegevoegd aan de bodem, kunnen er bepaalde nuttige nutriënten vrijkomen van het CEC of onnodige nutriënten kunnen juist gaan binden aan het CEC (Handboek Bodem & Bemesting, z.d.).

Macronutriënten

Calcium

Calcium (Ca) is als tweewaardig kation een tegenkation voor anorganische en organische anionen in de vacuole: de vochtblaas in de cellen van planten. Daarnaast is calcium betrokken bij de vorming en stabiliteit van celwanden en is het een intercellulaire boodschapper in het cytosol, wat de vloeistof in de vacuole is (Marschner, 2012). Verschillende enzymen die helpen bij de deling en voortplanting van cellen worden geactiveerd door calcium. Een goede calciumvoorziening is een onderdeel van de uniforme ontwikkeling van scheuten, bladeren en bloemen. Tevens kan calcium zorgen voor een betere vruchtkwaliteit. De opname van calcium is passief en daarmee volledig afhankelijk van de transpiratiesnelheid. Wanneer er een lage transpiratiesnelheid is, zal een plant naast weinig water ook weinig calcium opnemen. Een tekort aan calcium kan dus een direct gevolg zijn van een tekort aan vocht of een lage temperatuur. Calcium is binnen de plant vooral aanwezig in de celwanden en vanuit daar niet makkelijk te mobiliseren. Calciumtekort uit zich daarom eerst in jonge bladeren in de vorm van bruinkleuring (Bussink et al., 2020), zie afbeelding 15. Voor het toevoegen van calcium aan de bodem worden kalkmeststoffen gebruikt. Er zijn enorm veel kalkmeststoffen, zoals brandkalk, gips, schuimaarde (Betacal), steenmeel, zeeschelpenkalk en zeewierkalk (Nutrinorm, 2016e).



Afbeelding 15. Symptomen van een calcium te kort in de plant (Canna, z.d.).

Tabel 14. Overzicht van de macro- en micronutriënten voor planten (Hoppers-Brandset al., 2017).

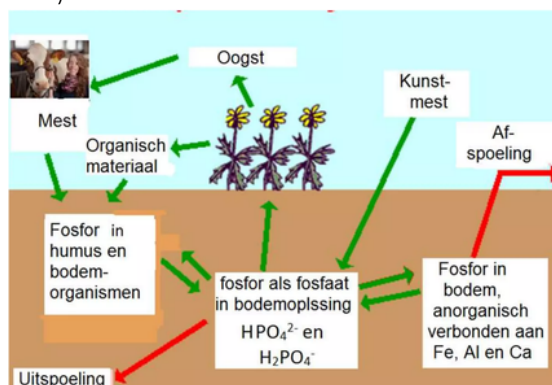
Macronutriënten	Micronutriënten
Stikstof	IJzer
Fosfor	Koper
Kalium	Zink
Calcium	Borium
Magnesium	Mangaan
Zwavel	Molybdeen
	Chloor

Magnesium

Magnesium (Mg) speelt een rol in de fotosynthese, bij de verdeling van fotoassimilaten, de eiwitsynthese en de enzymregulering. Een gebrek aan magnesium kan leiden tot verminderde groei en opbrengst (Wang et al., 2020). In verschillende fysiologische processen dient magnesium samen met kalium als kation (Marschner, 2012). Daarnaast draagt magnesium bij aan het behouden van een stabiele pH voor de activiteit van fotosynthetische enzymen. De bekendste functie heeft magnesium als centraal atoom van het chlorofylmolecuul tijdens het fotosynthese proces. Een tekort aan magnesium uit zich vaak in de oude bladeren die geel worden tussen de nerven en onder de randen (Bussink et al., 2020), zie figuur 3. Magnesium kan aan de bodem toegevoegd worden met o.a. dierlijke mest of magnesiumsulfaat in verschillende vormen (Nutrinorm, 2013).

Fosfor

Fosfor (P) komt in de bodem voor als fosfaat, een verbinding tussen fosfor en zuurstof, zie figuur 1. Fosfor is met name belangrijk voor de wortel- en jeugdgroei van een plant. Daarnaast speelt fosfor een rol bij de vorming van eiwitten en DNA (Nutrinorm, 2016f). Een gebrek aan fosfor kan de groei van een plant remmen en heeft een negatief effect op de benutting van stikstof en andere voedingsstoffen (Amery & Vandecasteele, 2015). Bladeren van de plant kleuren dof, donkergroen tot roodpaars en krullen om bij een gebrek (Nutrinorm, 2016f), zie figuur 3. Het gehalte aan fosfor in de bodem kan verhoogd worden door bemesting met dierlijke en/of organische mest. Echter is de fractie aan voor de plant direct beschikbare fosfor dan relatief klein. De opname van fosfor door de plant wordt beïnvloed door verschillende factoren, zoals de pH van de bodem, het gehalte aan organische stof en het aanwezige bodemleven. Fosfor wordt het best opgenomen door de plant bij een pH tussen de 5,5 en 6,5 en bij een hoog gehalte aan organische stof dat op een snel tempo omgezet wordt door microbiële bodemactiviteit (Sharpley & Rekolainen, 1997). Daarnaast kan het toevoegen van silicium de fosforbeschikbaarheid verhogen. Silicium komt in de bodemoplossing voor als silicaat. Silicaat kan gaan concurreren met fosfaat voor aanhechting aan het CEC (Syers et al., 2008). Daardoor blijft er meer fosfor vrij in de bodemoplossing om opgenomen te worden door de plant (Amery & Vandecasteele, 2015).



Figuur 1. De fosforkringloop (Baken, 2015).

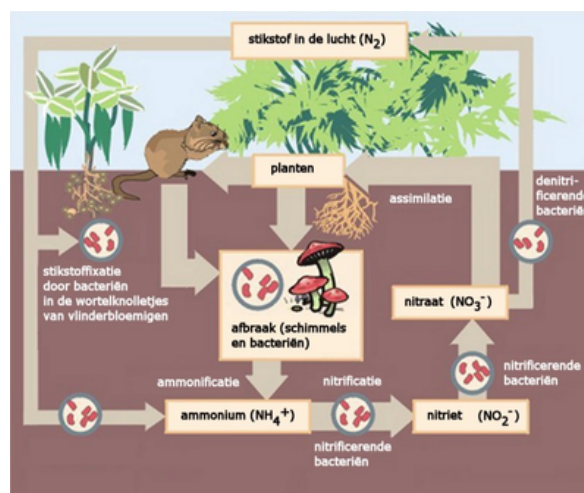
Kalium

Enzymactiviteit, kation-anion homeostase en membraanpolarisatie horen bij de belangrijkste functies van kalium (K) in de plant. Daarnaast is kalium betrokken bij celstrekking, turgorregulatie en stomatale beweging. Voor een hoge biomassa-productie en een goede ontwikkeling van de bladmassa is het van belang dat kalium in voldoende mate beschikbaar is. Ook de verhouding tussen stikstof en kalium is van belang. Kalium is namelijk betrokken bij de omzetting van stikstof naar eiwitten. Bij het transport van nitraat en aminozuren vanuit de wortels is kalium het begeleidende ion. Een tekort aan kalium kan daardoor leiden tot een ophoping van nitraat in de wortels en

uiteindelijk een groeireductie. Daarnaast kan een tekort aan kalium leiden tot een afname van het aantal bladeren en een afname van de bladgrootte (Bussink et al., 2020), zie figuur 3. Door toevoeging van kalimestoffen kan een gebrek aan kalium makkelijk bestreden worden. Kalimestoffen vallen onder te verdelen in chloorhoudend, chloorarm en chloorvrij. Er zijn verschillende soorten kalimestoffen, maar vaak is kaliumsulfaat het hoofdelement (Nutrinorm, 2016d).

Stikstof

Stikstof (N) is een van de meest bepalende nutriënten voor de groei van planten en de kwaliteit daarvan. Stikstof is een bestanddeel van in de plant aanwezige chlorofyl, aminozuren, eiwitten, nucleïnezuren, co-enzymen en membraanbestanddelen. Planten nemen stikstof enkel op in de vorm ammonium (NH_4^+) of nitraat (NO_3^-), zie figuur 2. Ammonium een positief geladen element, om elektroneutraliteit te handhaven moet een plant daarom positief geladen verbindingen (kationen) afstaan om de negatief geladen verbindingen (anionen) op te nemen. Bij nitraat werkt dit in de tegenovergestelde richting. De vorm waarin de plant stikstof opneemt heeft invloed op de gehele minerale samenstelling. Stikstof kan makkelijk toegevoegd worden in de vorm van meststoffen, zowel dierlijk als organisch. Daarnaast kunnen vlinderachtige planten, gebruikt als groenbemester, stikstof uit de lucht fixeren doormiddel van een samenwerking met rhizobium bacteriën (Bussink et al., 2020).

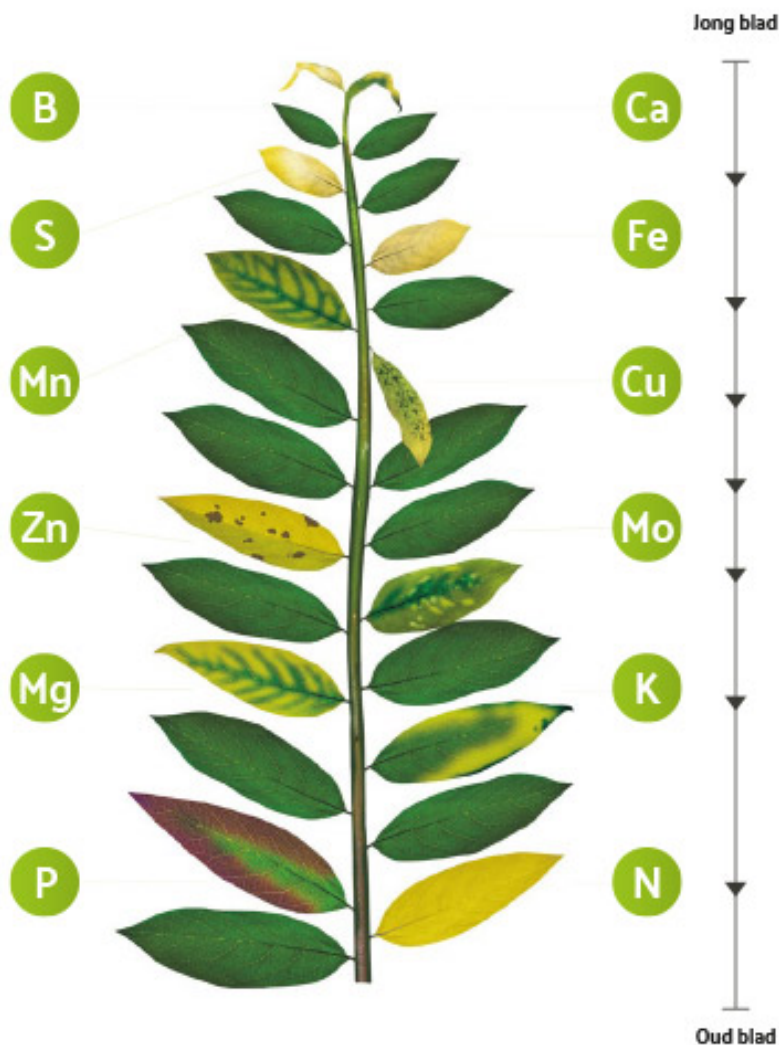


Figuur 2. De stikstofkringloop zoals deze in de bodem verloopt (EPA, z.d.).

Zwavel

Zwavel (S) wordt door planten opgenomen als sulfaat (SO_4^{2-}). Sulfaat wordt vervolgens samen met stikstof ingebouwd in het aminozuur cysteïne. In de verdere zwavelstofwisseling speelt cysteïne een centrale rol. Uit cysteïne worden bijvoorbeeld weer andere aminozuren gemaakt en cysteïne is de grondstof voor verschillende vitaminen en antioxidanten. Naast dat zwavel opgenomen wordt als sulfaat via de wortels,

kunnen zwavelhoudende gassen (zwaveldioxide en waterstofsulfide) in beperkte mate opgenomen worden via het blad. Teveel van deze gassen is echter giftig voor planten. De belangrijkste aanvoerposten van zwavel zijn meststoffen en atmosferische depositie. Andere kleinere bronnen voor zwavel zijn beregening, slootbagger en gewasbeschermingsmiddelen. De hoeveelheid zwavel in de bodem hangt sterk samen met de voorraad organische stof. Zeeklei en veen bevatten van nature pyriet. Wanneer pyriet in contact komt met zuurstof of met nitraat-houdend grondwater wordt pyriet afgebroken en komt er zwavel vrij. In bodems die geen pyriet bevatten, bevindt het grootste deel zwavel zich in het organisch stof. GFT-compost bestaat grotendeels uit organische stof, waar zwavel dus onderdeel van is. Afhankelijk van de herkomst bevat 1 ton GFT-compost ongeveer 3,8 kg zwavel. Diermelen, waaronder hoorn- en verenmeel, zijn tevens zwavelrijke meststoffen. Zij bevatten 14 tot 23 kg zwavel per ton. Dit geldt ook voor andere reststoffen, zoals kaliumsulfaat dat overblijft bij de productie van bakkersgist (Schils, 2016).



Figuur 3. Een overzicht van de symptomen die te zien zijn in het blad bij een gebrek aan een bepaald macro- of micronutriënt (Agrocentrum, z.d.).

Micronutriënten

Chloor

Chloor (Cl) is een van de micronutriënten en dus maar in kleine hoeveelheden nodig. Echter is chloor wel van belang voor verschillende fysiologische stofwisselingsprocessen. Bij osmotische en stamtalen processen is chloor altijd betrokken. Zo werkt chloor samen met kalium bij het openen van de huidmondjes. Daarnaast is bekend dat chloor de ziekteverstand en -tolerantie van planten verhoogt. Bij lage chloorgehalten in de bodem wordt chloor via actief transport opgenomen, bij een hoog chloor gehalte gebeurt het transport passief. Wanneer chloor voldoende aanwezig is verbetert het de opbrengst en kwaliteit van veel gewassen. Te veel chloor kan echter de opname van nitraat door de plant belemmeren (Bussink et al., 2020).

Borium

Celdeling binnen de plant wordt gestimuleerd door borium (B). Daarmee wordt uiteindelijk ook de groei, bloei en vruchtzetting van de plant beïnvloed. In vlinderbloemigen is borium noodzakelijk voor de samenwerking met rhizobium bacteriën en het vormen van wortelknolletjes. Borium wordt door bodemdeeltjes slechts zwak geadsorbeerd en het overgrote deel blijft dus in een oplossing. Dit heeft als gevolg dat borium direct beschikbaar en makkelijk opneembaar is voor de plant. Echter zorgt dit er ook voor dat borium gemakkelijk uit de bodem spoelt. Borium wordt doormiddel van mass flow opgenomen door de plant. Mass flow houdt in dat het nutriënt tegelijkertijd met water wordt opgenomen uit de bodemoplossing. Een gebrek aan borium wordt het eerst zichtbaar in het afsterven van de groeipunten van wortels en stengels. Bij een gebrek kan er volvelds bemest worden, maar bij gebrek verschijnselen wordt aangeraden om bladbemesting toe te passen (Brinks et al., 2020).

IJzer

IJzer (Fe) speelt een rol bij de aanmaak van chlorofyl in het bladweefsel. Bij ijzergebrek, ook wel Fe-chlorose genoemd, worden verschillende stoffen uitgescheiden door de plant om zo rond de



plantenwortel de ijzer beschikbaarheid te verhogen. Dit leidt vervolgens tot gereduceerde omstandigheden, een zuurdere rhizosfeer en het in oplossing brengen en houden van ijzer. IJzer is veel aanwezig in de bodem omdat het deel uitmaakt van de bodemmineralen, na verwerking slaat het neer als ijzerhydroxiden. De hoeveelheid ijzer in de bodemoplossing is echter relatief laag in vergelijking met de volledige ijzervoorraad in de bodem. Hoewel de kans op een gebrek of overschot aan ijzer enorm klein is, kan bemesting van de bodem met ijzerchelaten bij gebrek worden ingezet (Brinks et al., 2020).

Koper

Koper (Cu) speelt een rol in het activeren van enzymen en het katalyseren van reacties in groeiprocessen in de plant. Daarnaast draagt de aanwezigheid van koper bij aan succesvolle eiwitsynthese en is koper nauw verbonden met de productie van vitamine A (Marschner, 2012). Koper heeft een slechte mobiliteit in de plant, waardoor gebreksverschijnselen voornamelijk op treden in de jongste bladeren. Koper is in de bodem vooral gebonden aan organische stof. Zo blijkt uit onderzoek van Terrones en Supriatin, 2015 dat 95% van de koper in de bodem is gerelateerd aan organische stof. De koper beschikbaarheid van de bodem neemt af met een toenemende pH, waardoor ook de opname door de plant afneemt (Fageria et al., 2002). Het advies is om bodembemesting toe te passen bij een gebrek aan koper. Bemesting met koperzouten heeft een lage effectiviteit, daarom wordt aangeraden te bemesten met koperchelaten (Brinks et al., 2020).

Mangaan

Mangaan (Mn) speelt een belangrijke rol bij de productie van zuurstof door de plant (Marschner, 2012). De gevoeligheid voor een gebrek aan mangaan verschilt sterk per plant (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). Mangaan wordt door de plant hoofdzakelijk opgenomen doormiddel van mass flow. De in de bodem opgeloste mangaan wordt met het water mee naar het worteloppervlak getransporteerd. Hoeveel mangaan beschikbaar is



voor de plant wordt bepaald door het oplossen en neerslaan van mangaan mineralen. Vooral de pH waarde en het redoxpotentiaal in de bodem hebben invloed op de oplosbaarheid van mangaan. Over het algemeen komen mangaan gebrek evenals een overschot niet vaak voor in de praktijk. Een gebrek is echter te herkennen aan gele verkleuring tussen de bladnerven van de plant, gevolgd door chlorose en verwelking van bladeren. De jongste bladeren worden als eerst aangetast. Bemesting met bladmeststoffen is het meest effectief om het mangaan gehalte in korte tijd omhoog te krijgen (Brinks et al., 2020).

Molybdeen

Voor chemische processen in de plant die geassocieerd zijn met stikstof is molybdeen (Mo) nodig. Zowel bij het opnemen van stikstof uit de bodem en het in de plant omzetten naar eiwitten is molybdeen vereist. Een molybdeen tekort lijkt dan ook vaak op een stikstof tekort. Symptomen van een molybdeen tekort zijn het verkleuren van de bladeren en het optreden van slijmvorming. Vooral voor vlinderbloemigen is molybdeen van belang, omdat molybdeen essentieel is bij het vastleggen van stikstof uit de lucht. In de bodem is molybdeen voornamelijk aanwezig in de vorm van mineralen, zoals ijzermolybdaat, loodmolybdaat en calciummolybdaat. In deze vorm komt molybdeen langzaam vrij, waardoor er maar een kleine hoeveelheid beschikbaar is voor plantopname. Daarnaast is de beschikbaarheid afhankelijk van waterafvoer. Wanneer het redoxpotentiaal van de bodem veranderd doordat er water op het perceel blijft staan, kan de beschikbaarheid van molybdeen sterk toenemen. Hierdoor bestaat de kans dat Molybdeen beschikbaar komt in toxische concentraties. Molybdeen gebrek kan verholpen worden door een combinatie van bekalken en toevoeging van dierlijke mest. Vooral varkensmest is een goede bron van molybdeen (Brinks et al., 2020).

Zink

Zink (Zn) is een belangrijk bestanddeel van veel enzymen aanwezig in planten. Daarnaast is zink betrokken bij de synthese van aminozuren en eiwitten. Zink is tevens belangrijk voor de stressbestendigheid van planten. Qua bodemprocessen is zink vergelijkbaar met koper. Zink bindt voornamelijk aan kleimineralen, metaal(hydr)oxiden en organische stof. Door een toename van het organische stofgehalte neemt de totale hoeveelheid zink toe, maar tegelijkertijd neemt de beschikbaarheid van zink af door de sterke binding (Duffner, 2014). Door een slechte mobiliteit kan zink alleen over korte afstanden getransporteerd worden door de bodem. Voor een goede opname van zink is een groot wortelstelsel en een goede vochthuishouding van belang. Een hoge beschikbaarheid van fosfor kan de opname van zink door het gewas beïnvloeden. Een zink gebrek kan worden verholpen door het gewas te bespuiten met zinksulfaat of zinkchelaten. Tevens kan er via de bodem bemest worden, maar de effectiviteit daarvan is afhankelijk van de oorzaak van het zink gebrek (Brinks et al., 2020).

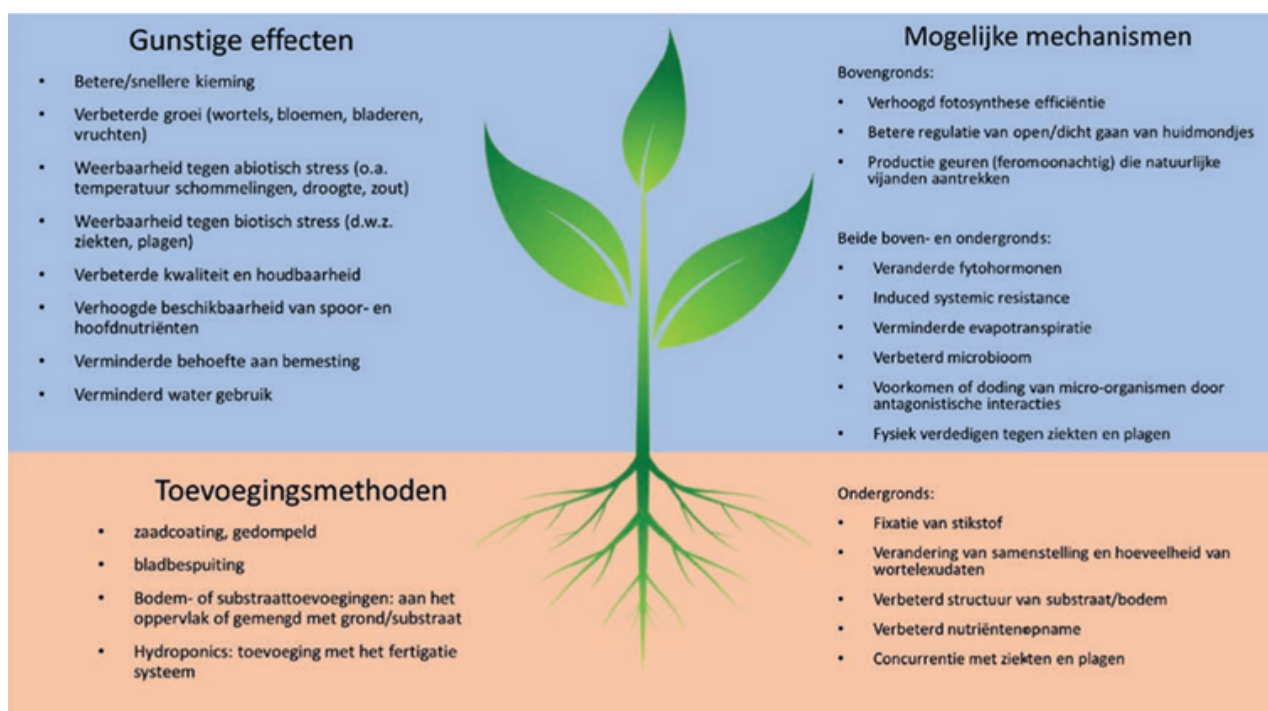




Biostimulanten

De brede fundamentele definitie van een biostimulant is een stof die een bioactieve component bevat die de efficiëntie van nutriëntgebruik en tolerantie tegen abiotische en biotische stress in planten verhoogt. (Bulgari et al., 2015; Van Oosten et al., 2017; Yakhin et al., 2017b; Ricci et al., 2019a). De EU-definitie is echter restrictiever: een product dat de plantenvoedingsprocessen stimuleert onafhankelijk van het nutriëntengehalte van het product met als enig doel het gebruik van nutriënten door de plant efficiënter te maken, de tolerantie voor abiotische stress en de kwaliteitskenmerken te verbeteren, of de beschikbaarheid van in de bodem of in de rhizosfeer vastgehouden nutriënten te vergroten (Verordening EU 2019/1009; de Long et al., 2021).

Biostimulanten kunnen uit microbiële, niet-microbiële stoffen of combinaties van deze twee bestaan. Bij microbiële stoffen gaat het om schimmels (mycorrhiza) en/of bacteriën. Bij niet-microbiële stoffen gaat het om een breed assortiment: plantendelen- en zeewierextracten, humus- of fulvinezuren, digestaat uit energiegewassen (eiwitten), andere digestaten, bijproducten van de voedselindustrie (o.a. glycoproteïnen), bipolymeren (o.a. chitosan), anorganische kationverbindingen of mengsels van microbiële en niet-microbiële ingrediënten (de Long et al., 2021). Biostimulanten kunnen ten goede komen via directe en indirecte effecten, zie figuur 4 voor een overzicht van de gunstige effecten en mogelijke werkingsmechanismen. In tabel 15 is een overzicht van de verschillende soorten biostimulanten te vinden.



Figuur 4. Een overzicht met de toevoegingsmethoden, gunstige effecten en mogelijk mechanismen achter de werking van microbiële en niet-microbiële biostimulanten (de Long et al., 2021).

Effectief gebruik van biostimulanten

De effecten van biostimulanten lijken in veel gevallen afhankelijk te zijn van omstandigheden, zoals de bodemvochtigheid, de temperatuur, het gewas, het cultivar, het gewasstadium op het moment van toevoeging en de grondsoort. Het biostimulant moet de kans krijgen om in te werken in het plantweefsel, maar ook in de microbiële processen etc. Dit is afhankelijk van een interactie tussen factoren, bijvoorbeeld hoe lang de stof vloeibaar blijft, wat de temperatuur is, de luchtvochtigheid, het moleculairgewicht en de concentratie van de stof (Kolomzanik et al., 2012).

Biostimulanten bevatten vaak meerdere actieve ingrediënten of meerdere biostimulanten met verschillende ingrediënten die gelijktijdig worden toegevoegd. Het is mogelijk dat door het gebruik van meerdere actieve ingrediënten de effecten in de praktijk niet optreden (Bulgari et al., 2015). Deze interactie-effecten kunnen zowel positief als negatief zijn.

Ook extractiemethoden en de herkomst van materialen hebben invloed op de effecten van een biostimulant. Zo kan extractie van zeewier bij een hoge temperatuur zorgen voor een groter effect tegen abiotische stress, dan extractie bij een lage temperatuur (Guinan et al., 2012). Toevoeging van plantaardige aminozuren laten positieve effecten zien op de groei en ijzeropname in planten, terwijl dierlijke aminozuren een negatief effect hebben op de groei en ijzeropname (Cerdán et al., 2013). Humus- en fulvinezuren laten verschillende effecten zien, afhankelijk van het materiaal gebruikt bij compostering en de tijd van compostering (Berbara & García, 2014; de Long et al., 2021). Afhankelijk van het doel moet de samenstelling daar dus voor geschikt zijn. In tabellen 16 en 17 zijn overzichten te vinden van de werkingen van de meest bekende biostimulanten, daarnaast is in bijlage 8 een overzicht te vinden van de mechanismen achter de werking van verschillende biostimulanten.

Tabel 15. Een samenvattend overzicht van de meest voorkomende biostimulanten (De Long et al., 2021).

Groep	Subgroep	Beschrijving
Microbiële	Algemeen schimmels	Non-parasitaire (blad, bodem, endofyten) schimmels
	Mycorrhiza	Symbiotische schimmels
	Bacteriën	Nuttige bacteriën, zoals <i>Rhizobium</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., <i>Streptomyces</i> spp., etc.
Non-microbiële	Plant- en zeewierextracten	Oliën, weefsels, sappen, delen die uit planten, algen, paddenstoelen en zeewier geëxtraheerd worden.
	Compost (humus- en fulvinezuren)	Humuszuren, fulvinezuren, humines, etc. die door microbiële en chemische afbraak van organische stoffen gecreëerd zijn.
	Digestaten uit verse gewassen en voedselindustrie bijproducten	Eiwithydrolysaten die zijn geproduceerd uit dierlijke en plantaardige residuen. Vrije aminozuren die zijn verkregen door enzymatische afbraak van agro-industriële bijproducten.
	Nutriënt polymeren	Meest voorkomende zijn chitine (gevonden in o.a. schaaldieren) en chitosan die product is van deacetylisatie van chitine.
	Anorganische verbindingen en zouten	Elementen zoals: aluminium, kobalt, natrium, selenium en silicium. Zouten zoals: chloorverbindingen, fosfaten, fosfieten, silicaten en carbonaten.

Microbiële producten

Algemene schimmels

Er zijn veel schimmelsoorten bekend die een positief effect kunnen hebben op de ontwikkeling en productiviteit van gewassen. Hoewel dit soort schimmels volgens de EU-wetgeving niet zijn toegestaan als biostimulant, mogen ze wel gebruikt worden als gewasbeschermingsmiddel. *Trichoderma* is één van die schimmels. Deze stam schimmels bestaat uit ruim 200 geïdentificeerde soorten met een wereldwijde distributie. In het algemeen is *Trichoderma* een snel groeiende schimmel die een ruim habitat inneemt, waaronder de rhizosfeer van planten. In meer dan 60% van natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen zit *Trichoderma*. Ze hebben een groot aantal nuttige functies in de bodem en het substraat: ziekten en plagen controleren, het stimuleren van de wortelgroei, productie van planthormonen, het stimuleren van nutriëntenopname en het verhogen van de weerbaarheid tegen abiotische stress. Plagen zoals wortelknobbelaaltjes kunnen gecontroleerd worden door *Trichoderma*. Er is onderzoek gedaan naar de bladtoepassing die een bepaalde soort van *Trichoderma* heeft, deze zou effect hebben op bovengrondse plagen zoals bladluis. Echter is hier nog geen concreet bewijs van en is verder onderzoek nodig (Ganassi et al., 2001; de Long et al., 2021).

Mycorrhiza

Mycorrhiza zijn schimmels die een symbiotische relatie aan gaan met de plant, zie figuur 5. Endomycorrhiza bevinden zich binnen het wortelweefsel van een plant, ectomycorrhiza bevinden zich op het worteloppervlak. Voor de landbouw zijn endomycorrhiza's het belangrijkste. Mycorrhiza hebben verschillende functies, ze verhogen nutriëntenopname (vooral fosfor), wateropname bij droogte, tolerantie tegen zoutstress en andere stress. Er zijn een aantal voorwaarden om succesvol de weerbaarheid van gewassen te verhogen aan de hand van mycorrhiza. De belangrijkste condities zijn: afwezigheid van ziekten en plagen in de entstof, aanwezigheid van nuttige bacteriën (deze ondersteunen de mycorrhiza met verschillende functies), een soort met een hoog aantal sporen en een droog entstof medium. Ook een geschikte bodem- en substraatomgeving is benodigd, daarbij gaat het om onder andere een gunstige pH, nutriëntenstatus en geschikte soorten organische stoffen. De meest gebruikte stammen mycorrhiza zijn stammen uit taxa zoals *Acaulospora* spp., *Claroideoglomus* spp., *Funneliformis* spp., *Gigaspora* spp., *Glomus* spp., *Rhizophagus* spp. en *Scutellospora* spp (de Long et al., 2021).

Functies van schimmels

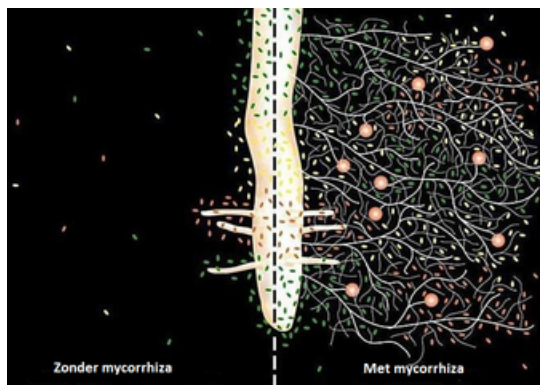
- Bouwen van een hyfen-netwerk, dus het vormen van schimmeldraden die voedingsstoffen transporteren door de gehele rhizosfeer
- Afgeven van voedingsstoffen direct in de haarwortels
- Vormen van een beschermende laag rond de haarwortels
- Vergroten van het worteloppervlak, wat de opname van voedingsstoffen en vocht verbetert (vooral fosfor)
- Omzetten van complex organisch materiaal in voor de plant bruikbare componenten
- Beschermen van wortels tegen pathogenen en plagen
- (soms) groeien in het plantweefsel en dit beschermen tegen systematische aanvallen zoals van echte meeldauw
- Vrijgeven van opgeslagen stikstof in de vorm van ammonia
- Produceren exsudaten (afvalproducten) die veelal zuur zijn, bodems met een lage pH bevatten dan ook veel schimmels (van der Spoel, 2018)

Bacteriën

Via de Europese regelgeving is het toegestaan om bacteriën *Azotobacter* spp., *Rhizobium* spp. en *Azospirillum* spp. te gebruiken als biostimulant. Deze bacteriën vallen onder de plantgroei bevorderende bacteriën en verbeteren de groei van de plant of stimuleren de weerbaarheid van planten tegen ziekten, plagen en abiotische stress. Afhankelijk van de soort bacterie, bevinden ze zich binnen of buiten het plantweefsel en komen ze in bepaalde organen van de plant voor. De werkingsmechanismen van bacteriën is per soort anders. Er zijn soorten die het plant stress hormoon ethyleen beïnvloeden, daardoor is de weerbaarheid van de plant hoger en kan de abiotische stress verlaagd worden. Andere bacteriën hebben juist een negatief effect op ziekten en plagen (de Long et al., 2021).

Rhizobium bacteriën gaan symbiotische relaties aan met de wortels van planten uit de vlinderbloemigen familie, zie afbeelding 16. Ze vormen knolletjes op de wortels waarmee ze atmosferische stikstof kunnen fixeren, deze draagt vervolgens bij aan de voeding van de planten. De efficiëntie van het proces is afhankelijk van het gewas en de bacteriesoort. Niet alleen stikstoffixatie behoort tot de voordelen van *Rhizobium* bacteriën, deze bacteriën kunnen namelijk ook invloed hebben op de kieming en groei van zaailingen (Zaim et al., 2017).

Azospirillum bacteriën zijn tevens symbiotische bacteriën en kunnen stikstof uit de lucht naar bruikbare vormen zoals ammonium omzetten.



Figuur 5. Een schematische tekening van het effect van mycorrhiza schimmels op het wortelstelsel van de plant (BAC, z.d.).

Azospirillum werkt vooral bij granen en grassen. Ook produceren de bacteriën gibberelline, dit zijn planthormonen die invloed hebben op o.a. de ontwikkeling van plantweefsels, de bloeitijd en het kiemen van de plant. Daarnaast produceren *Azospirillum* produceren antimicrobiële stoffen, die planten tegen ziekten beschermen. Binnen de stam *Azospirillum* zijn er ook vrijlevende bacteriën die stikstof fixeren. Middelen die *Azospirillum* bevatten kunnen bijdragen aan de opname van nutriënten door de plant, waaronder koolstof, stikstof, fosfor en zwavel, waardoor de voedingswaarde van het gewas verbeterd. Tevens kunnen *Azospirillum* bacteriën antischimmelstoffen aanmaken die ziekten kunnen bestrijden en ze kunnen ziekten rivaliseren (de Long et al., 2021).

Functies van bacteriën

- Creëren van een plakkerig slijm dat bodemdeeltjes helpt samen te plakken (aggregaatvorming) en de bodemstructuur verbetert.
- Produceren van hormonen, vitaminen en andere bio-stimulators
- Opslaan van nutriënten voor later gebruik, zodat deze niet uitspoelen uit de bodem
- Zodanig omzetten van nutriënten dat deze opneembaar zijn voor de plant
- Beschermen van de rhizosfeer (het gebied direct rond de wortels, ongeveer 2,5 mm dik) tegen schadelijke organismen en pathogenen
- Vrijgeven van opgeslagen stikstof in de nitraatvorm
- Soms onttrekken van stikstof in gasvorm uit de lucht, en het omzetten daarvan in een vorm die de plant kan opnemen.
- Produceren exsudaten (afvalproducten) die veelal basisch zijn, bodems met een hoge pH bevatten dan ook veel bacteriën (van der Spoel, 2018)

Microbiële mixen

Veel biostimulanten die op dit moment op de markt te verkrijgen zijn, maken gebruik van een mengsel van micro-organismen (Pylak et al., 2019). Mengsels kunnen de werking van biostimulanten verbeteren. Bijvoorbeeld doordat sommige bacteriën beter werken onder abiotische omstandigheden in de bodem. Positieve effecten voor gewassen die veroorzaakt worden door bacteriën, schimmels en andere micro-organismen gebeuren niet in een vacuüm. Er zijn altijd veel andere micro-organismen aanwezig. De gemeenschap van micro-organismen die in de buurt van wortels van planten (rhizosfeer) voorkomen worden microbiota genoemd (enkelvoud: microbiom) (de Long et al., 2021). Theoretisch gezien is het mogelijk om het microbiom van de rhizosfeer te sturen in een richting die voordelen voor het gewas heeft. Door onder andere toevoegingen van specifieke organische stoffen, die de micro-organismen als voedselbron gebruiken, kan het microbiom beïnvloed worden. Behandeling met stoffen zoals bovenstaande stimuleert de productie van bepaalde soorten organische verbindingen in wortel uitscheidingsproducten, die aantrekkelijk zijn voor nuttige micro-organismen (Carvalhais et al., 2017). Deze nuttige micro-organismen kunnen vervolgens de groei van de gewassen bevorderen en schadelijke micro-organismen tegengaan. Door gebruik te maken van verschillende enting technieken zou het mogelijk kunnen zijn om een bepaalde nuttige gemeenschap van micro-organismen aan de bodem toe te voegen. Praktisch gezien blijkt dit erg lastig en tot nu toe is het nog niet echt bruikbaar gebleken (de Long et al., 2021).



Afbeelding 16. De knolletjes die ontstaan bij een symbiose reactie tussen de rhizobium bacterie en een vlinderbloemige plant (van Steenwinkel, 2021).

Tabel 16. Samenvatting van de meest voorkomende gunstige effecten van de microbiële biostimulanten (de Long et al., 2021)

Subgroep	Beschrijving
Algemeen schimmels	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei • Hogere nutriëntenopname • Weerbaarheid tegen abiotische stress • Weerbaarheid tegen ziekten en plagen
Mycorrhiza	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei • Hogere nutriëntenopname (vooral fosfor) • Hogere nutriëntengehalten van het gewas • Verbeterde wateropname • Weerbaarheid tegen droogte, zoutgehalte • Weerbaarheid tegen ziekten en plagen
Bacteriën	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei en kieming • Verbeterde ontwikkeling van o.a. bloemen • Fixatie van atmosferische stikstof • Hogere nutriëntenbeschikbaarheid en -opname • Hogere nutriëntengehalten van het gewas • Weerbaarheid tegen droogte, zoutgehalte • Weerbaarheid tegen ziekten en plagen

Non-microbiële producten

Plantextracten

De plantextracten die het meest voorkomen worden uit delen van bladeren, olie en zaden van planten gemaakt. Plantenextracten kunnen invloed hebben op de algemene plantgroei en de productie van chlorofyl. Ook effecten op nutriënteninhoud in de bodem en planten zijn aangetoond. Daarnaast is de vermindering van abiotische stress zichtbaar. Tevens zijn effecten op nutriëntopname en verhoging van de nutriëntengehalten waargenomen bij toevoeging van plantextracten onder nutriënt beperkte condities (Carillo et al., 2019).

Daarnaast hebben veel plantextracten een antimicrobiële werking of hebben ze een effect tegen plagen. Knoflook (*Allium sativum*) is een van de meest gebruikte biostimulanten. Knoflook heeft een werking tegen bacterieziektes zoals *Agrobacterium*, *Erwinia* en *Pseudomonas* spp. en schimmelziektes zoals *Alternaria* en *Botrytis*. Een uit knoflook gemaakt gewasbeschermingsmiddel liet effecten zien tegen wortelknobbelaaltjes en had een positieve invloed op de groei in chrysaal. Ook grapefruit (*Citrus paradisi*) extracten komen regelmatig als ingrediënt voor in biostimulanten. Net als knoflook hebben deze extracten antimicrobiële eigenschappen, bijv. tegen micro-organismen zoals *Fusarium* en *Phytophthora* spp. Grapefruitextracten kunnen tevens zaadkieming, plantengroei en daarmee de opbrengst verbeteren. Andere planten die als biostimulanten gebruikt worden zijn: kurkuma (*Curcuma sanctum*), perzik (*Prunus persica*) en oregano (*Origanum heracleoticum*) (de Long et al., 2021).

Niet zo zeer een plantenextract, maar wel een aftreksel van een plantensoort is brandnetelgier. Brandnetelgier is een gegist aftreksel van de bladeren en stengels van brandnetels. Vroeger werd het veel gebruikt in moestuinen, toen zagen ze al het nut van brandnetelgier in de biologische teelt. Uit een onderzoek gedaan in 1982 door Bloksma blijkt dat brandnetelgier als bladbemesting werkt en tegen het voorkomen van vlinders en vliegen die hun eitjes afzetten op de gewassen. Daarnaast wordt in hetzelfde onderzoek genoemd dat brandnetelgier (ongegist) insecten, zoals luizen en rupsen dood of verdrijft. Tegenwoordig wordt brandnetelgier op kleine schaal in de biologische landbouw toegepast, zowel als meststof en als gewasbeschermingsmiddel. In de bollenteelt heeft brandnetelgier invloed op de virusdruk door het aantal aanwezige bladluizen te verminderen (J. Huiberts, Pers. Comm.).



Zeewierextract

Zeewieren kunnen in drie groepen verdeeld worden: Phaeophyta, Rhodophyta en Chlorophyta (bruine, rode en groene algen). In de land- en tuinbouw wordt de Phaeophyta groep met name het soort *Ascophyllum nodosum* het meest gebruikt. Ook andere geslachten uit deze groep, zoals *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp. en *Turbinaria* spp. worden gebruikt als biostimulant. Zeewierproducten hebben verschillen werkingen, zoals verbeterde kieming, groei (alle plantendelen), bloem- en fruitproductie en productkwaliteit en houdbaarheid (Craigie, 2011; Battacharyya et al., 2015). De toevoeging van *Ascophyllum nodosum* wordt zo bijvoorbeeld gebruikt om de concentratie van fenolen (antioxidanten) en de opbrengst te verhogen in aardbeien. Een andere werking van zeewieren is het activeren van genen die betrokken zijn bij het metabolisme van de plant, wat uiteindelijk leidt tot verbeterde fotosynthese, stikstofopname, celdeling etc. (Jannin et al., 2013). Zeewierextracten hebben tevens effect op o.a. toevoeging van plant- of andere hormonen, aanmaak van allelochemicaliën, een efficiëntere nutriëntopname, verandering van het metabolisme van planten en invloeden op bodemmicro-organismen (Calvo et al., 2014). Hierdoor verhoogd de weerbaarheid van de plant tegen abiotische stress (droogte, zoutgehalte, temperatuurextremen) en biotische stress (ziekten en plagen) (Khan et al., 2009; de Long et al., 2021).

Humus- en fulvinezuren

Producten die vrijkomen bij compostering kunnen ook als biostimulant gebruikt worden. Deze zo geheten humusstoffen zijn verdeeld in humuszuren, fulvinezuren en humines. Humus- en fulvinezuren zijn de meest voorkomende natuurlijke moleculen in de wereld, ze worden door microbiële en chemische afbraak gecreëerd. Humuszuren spelen in de bodem een belangrijke rol bij de beschikbaarheid van nutriënten en bij het transport van toxische chemicaliën. Humusbestanddelen hebben daarnaast invloed op de bodemstructuur en daarmee op de uitwisseling tussen bodem en atmosfeer. Tevens beïnvloeden ze de samenstelling en de functie van de rhizosfeer (directe kolonisatie van micro-organismen op de humus). De meest voorkomende morfologische verandering die humuszuren veroorzaken is een effect op de wortelontwikkeling (Calvo et al., 2014). Er is een gebrek aan kennis over hoe humus- en fulvinezuren gewassen in het veld beïnvloeden. De meeste onderzoeken naar de effecten van humus- en fulvinezuren heeft namelijk plaats gevonden in klimaatkassen. Onderzoek wat in de glastuinbouwgewassen is uitgevoerd laat positieve effecten zien op de opbrengst en kwaliteit. Ook abiotische stress, zoals zoutgehalten en droogte kunnen door humuszuren worden verminderd (Aydin et al., 2012; García et al., 2012). Dit effect wordt veroorzaakt door het verhogen van de productie van polyfenolen (afweerstoffen) (Pylak et al., 2019). Fulvinezuren hebben over het algemeen dezelfde effecten, maar de omzetting van organische stoffen in anorganische stoffen is sneller in fulvinezuren. Daardoor hebben fulvinezuren een betere beschikbaarheid voor planten. Daarnaast zijn fulvinezuren kleinere moleculen als humuszuren. Er wordt verondersteld dat fulvinezuren daardoor langer in de bodem blijven en een langer durend effect hebben (de Long et al., 2021).

Nutriënt polymeren

Nutriënt polymeren zijn polymeren van biologische oorsprong, zoals polysacchariden, cellulose, peptiden en zetmeel. Naar deze polymeren wordt ook wel gerefereerd als een "coating" en deze laten een effect zien op het vrijkomen van voedingsstoffen in de bodem (Assainar et al., 2020). Hierdoor vindt er een efficiënter gebruik van meststoffen plaats en tevens minder uitspoeling van nutriënten. Biopolymeren laten een positief effect zien op de kwaliteit van vruchten (Tarantino et al., 2018; de Long et al., 2021).

Een van de meest bekende stoffen in deze categorie zijn chitosan-achtige stoffen. Deze stoffen zijn afkomstig van de stof chitine. Chitine wordt gevonden binnen de celwanden van schimmels, het exoskelet van insecten en in de schalen van schaaldieren (Jha et al., 2014). Door behandeling van chitine met alkalische stoffen verandert het naar

chitosan. In de vorm chitosan kan chitine toegepast worden als biostimulant of gewasbeschermingsmiddel. In de praktijk worden er vaak zouten van chitosan gebruikt, deze zijn namelijk oplosbaar in water (chitosan zelf is niet oplosbaar). Chitosan heeft een effect op de weerbaarheid tegen abiotische stress (Pichyankura & Chadchawan, 2015). Tevens kan toevoeging van chitosan een effect hebben op droogte tolerantie door invloed op de huidmondjes (Iriti et al., 2009). Als zaadcoating heeft chitosan voordelen voor kiemen, groeikracht en planthormonen (El Hadrami et al., 2010). Chitosan heeft tevens antivirale, antibacteriële, antinematode en schimmelwerende eigenschappen. Zo kan de groei van micro-organismen worden geremd door chitosan, maar ook het plantafweersysteem wordt aangeschakeld door chitosan (Muzzarelli et al., 2001; Spiegel et al., 1987). Toevoeging van chitine kan het ammoniak gehalte in de bodem verhogen tot een niveau wat toxisch is voor nematoden. Chitosan stimuleert daarnaast nog micro-organismen die chitinase enzymen produceren. Deze enzymen lossen de eierschalen van nematoden op en remmen de vervelling (Chen & Peng, 2019; de Long et al., 2021).

Anorganische verbindingen en zouten

Chloorverbindingen, fosfaten, fosfieten, silicaten, carbonaten en sporenelementen zijn de meest voorkomende anorganische zouten. Abiotische stress door droogte of zout kan verminderd worden door gebruik van een biostimulant bestaande uit anorganische verbindingen (du Jardin, 2012). Fosfiet is een anorganisch zout wat effect heeft op nutriëntopname, wortelgroei en zaadkieming (Rafiee et al., 2016). Ook andere zouten toonde positief effect op de zaadkieming (Adetunji et al., 2020). Uit een review van Deliopoulos et al. 2010 blijkt dat 34 verschillende anorganische zouten een effect hebben op vermindering van schade van 49 schimmelziekten in 35 verschillende soorten planten. Het gaat hierbij om zowel boven- als ondergrondse schimmelziekten. Daarnaast kunnen zouten die fosfaten bevatten ook effecten hebben op bacteriën, virussen en plagen (de Long et al., 2021). Onderzoek uitgevoerd door de Long et al., 2020 toont dat de daling in schade veroorzaakt door wortelknobbelaaltjes in chrysanten daalt wanneer de bodem behandeld wordt met zee mineralen.

Digestaten

Met oog op kringlopen en een circulaire landbouw worden tevens veel biostimulanten gemaakt uit bijproducten van de akkerbouw, veeteelt of industrie. Deze worden veel al gevormd door chemische of enzymatische hydrolyse van bijproducten ontstaan uit vergisting (du Jardin, 2012). Het resultaat van de hydrolyse is een mengsel van poly- en oligopeptiden, aminozuren en verschillende eiwitten. Deze

producten worden in de EU definitie digestaten, eiwithydrolysaten en glycoproteïnen genoemd. Toevoeging van een biostimulant bestaande uit eiwithydrolysaten kan een effect hebben op de groei en productiviteit van gewassen. Tevens kan een efficiënte nutriëntopname voortkomen uit toevoeging van eiwithydrolysaten (Kunicki et al., 2010; Colla et al., 2015). Effecten op gewasprestaties kunnen ook voorkomen uit eiwithydrolysaten. Eiwithydrolysaten kunnen namelijk vergelijkbare effecten hebben als planthormonen en ze hebben een effect tegen abiotische stress (de Long et al., 2021). Sporenelementen (micronutriënten), zoals aluminium, kobalt, koper, ijzer, mangaan, natrium, selenium en silicium zijn elementen die de plantengroei bevorderen en tevens essentieel kunnen zijn voor bepaalde gewassen. Zo kan aluminium de concentraties fosfor in bladeren verhogen (Osaki et al., 1997). Kobalt kan de kwaliteit van een gewas

verbeteren door het verhogen van gehalten aan macro- en micronutriënten. Tevens verhoogt kobalt het aantal rhizobium knobbels in vlinderbloemigen, waardoor de beschikbare hoeveelheid stikstof in de bodem toeneemt (Gad, 2006). Op koper gebaseerde biostimulanten kunnen de groei van planten verbeteren door productie van belangrijke enzymen (Luziatelli et al., 2015). Productie van plantweefsel, enzymen en metabolisme kan positief beïnvloed worden door de toevoeging van mangaan (Alejandro et al., 2020). Uit onderzoek van Pilon-Smits et al., 2009 blijkt dat silicium effecten heeft op de groei en opbrengst van verschillende gewassen. Zo zou onder andere de blootstelling van het blad aan licht verbeteren, evenals de weerbaarheid tegen abiotische stress en de gevoeligheid voor pathogenen en wortelparasieten zou verminderen (de Long et al., 2021).

Tabel 17. Samenvatting van de meest voorkomende gunstige effecten van de non-microbiële biostimulanten (de Long et al., 2021)

Subgroep	Beschrijving
Plant- en zeewierextracten	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei en kieming • Verbeterde opbrengst • Verbeterde bodemgezondheid • Hogere nutriëntenbeschikbaarheid en -opname • Hogere nutriëntengehalten van het gewas • Weerbaarheid tegen droogte, zoutgehalte, temperatuurextremen • Weerbaarheid tegen ziekten en plagen
Compost (humus- en fulvinezuren)	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei • Betere uitwisseling tussen bodem en atmosfeer • Verbeterde opbrengst en gewaskwaliteit • Hogere nutriëntenbeschikbaarheid en -opname • Verbindingen met zware metalen • Weerbaarheid tegen droogte, zoutgehalte • Positieve invloed op de rhizosfeer
Digestaten uit verse gewassen en voedselindustrie bijproducten	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei • Verbeterde opbrengst • Verbindingen met zware metalen/giftige stoffen • Hogere nutriëntenbeschikbaarheid en -opname • Hogere nutriëntengehalten van het gewas • Weerbaarheid tegen droogte, temperatuurextremen
Nutriënt polymeren	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei • Verbeterde opbrengst • Verbindingen met zware metalen/giftige stoffen • Hogere nutriëntenbeschikbaarheid en -opname • Hogere nutriëntengehalten van het gewas • Weerbaarheid tegen droogte, temperatuurextremen • Weerbaarheid tegen ziekten en plagen
Anorganische verbindingen en zouten	<ul style="list-style-type: none"> • Verbeterde algemene groei en kieming • Verbeterde opbrengst • Hogere nutriëntenbeschikbaarheid en -opname (vooral sporenelementen) • Hogere nutriëntengehalten van het gewas • Weerbaarheid tegen droogte, zoutgehalte • Weerbaarheid tegen ziekten en plagen (misschien)

Literatuur

- Abeling, S. (2023). *Is bokashi het alternatief voor compost?* Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.limburg.nl/nieuws/2238634/is-bokashi-het-alternatief-voor-compost>
- Adetunji, A.E., Varghese, B., Pammenter, N.W. (2020). *Effects of inorganic salt solutions on vigour, viability, oxidative metabolism and germination enzymes in aged cabbage and lettuce seeds*. *Plants* 9.
- Agrocentrum. (z.d.). *Elementen*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://agrocentrum.nl/elementen/>
- Alb. Groot B.V. (2020). *Tulpenvirus X overleeft acht maanden in de bodem*. Geraadpleegd op: 16 november 2023. <https://tinyurl.com/2pyrsuc>
- Alejandro, S., Höller, S., Meier, B., Peiter, E. (2020). *Manganese in plants: from acquisition to subcellular allocation*. *Front. Plant Sci.* 11.
- Allema, B., van Rozen, K., Helsen, H., Huiting, H., Verbeek, M., van Tol, R. (2020). *Natuurvriendelijke bestrijding van bladluizen*. Wageningen Research, Rapport WPR-851
- Amery, F., Vandecasteele, B. (2015). *Wat weten we over fosfor en landbouw? Deel 1: Beschikbaarheid van fosfor in bodem en bemesting*. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO).
- Ascard, J. (1995). *Thermal weed control by flaming: Biological and technical aspects*. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Engineering, Alnarp, Report 200
- Assainar, S.K., Abbott, L.K., Mickan, B.S., Storer, P.J., Whiteley, A.S., Siddique, K.H.M., Solaiman, Z.M. (2020). *Polymer-coated rock mineral fertilizer has potential to substitute soluble fertilizer for increasing growth, nutrient uptake, and yield of wheat*. *Biol. Fertil. Soils* 56.
- Aydin, A., Kant, C., Turan, M. (2012). *Humic acid application alleviate salinity stress of bean (Phaseolus vulgaris L.) plants decreasing membrane leakage*. *African Journal of Agricultural Research* 7.
- BAC. (z.d.). *Het nut van Mycorrhizza*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.baconline.nl/kenniscentrum/blog/1061-het-nut-van-mycorrhizza>
- Baken, A. (2015). *Over fosfor en fosfaat*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.slideshare.net/baken001/over-fosfor-en-fosfaat-accon-avm-9-dec-2015-abakenplanetnl>
- Barker, J. E., Holaschke, M., Fulton, A., Evans, K. A., & Powell, G. (2007). *Effects of kaolin particle film on Myzus persicae (Hemiptera: Aphididae) behaviour and performance*. *Bulletin of Entomological Research*, 97(5), 455-460.
- Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., Prithiviraj, B. (2015). *Seaweed extracts as biostimulants in horticulture*. *Scientia Horticulturae* 196.
- Bayer Crop Science, Conijn, C. (2023). *Tulpengalmijt laat zich niet zomaar te grazen nemen*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.akkervijzer.nl/artikel/816937-tulpengalmijt-laat-zich-niet-zomaar-te-grazen-nemen/>
- Bayer CropScience SA-NV. (2017). *Flipper: nieuw, groen en zeer breed toepasbaar*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://agro.bayer.nl/Uit-de-praktijk/Publicatie/Koeriers/Uien-Koerier-mei-2017/Flipper-alg>
- Beeldbank Gewasbescherming. (2023). *Tulpengalmijt*. Groen Kennisnet. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://www.beeldenbankgewasbescherming.nl/space/BEEL/9045742/Tulpengalmijt>
- Berbara, R.L., García, A.C. (2014). *Humic substances and plant defense metabolism*. Springer
- Bertram, A. (1996). *Geräte- und verfahrenstechnische Optimierung der thermischen Unkrautbekämpfung*. Dissertation. Institut für Landtechnik der Technischen Universität München, Weihenstephan. 195 p.
- Best4Soil. (2023). *Aaltjesschema 2023*. Wageningen University & Research.
- Bijman, V., Derks, T., Blom-Barnhoorn, G. (2004). *Laat kennis over voorvrucht meespelen bij Augustaziek*. *Bloembollenvisie* 45. p. 24
- Bloksma, J. (1982). *Mogelijkheden voor ziekten- en plaagbestrijding bij de ekologische teelt van koolgewassen*. *Ekologische Landbouw Konsulentschap*.
- Bond, W.; Baker, P.J. (1990). *Patterns of weed emergence following soil cultivation and its implications for weed control in vegetable crops*. *British Crop Protection Council Monograph No. 45, Crop Protection in Organic and Low Input Agriculture*, p. 63-68.
- Booij, K., van der Weide, R. (2005). *Een andere kijk op onkruid, Interacties tussen onkruidbeheer, onkruid, plagen en natuurlijke vijanden*. *Plant Research International B.V., Wageningen*. 38 p.
- Brinks, H., van Rotterdam, D., Houben, S. (2020). *De effecten van (blad)bemesting met sporenelementen - Literatuuronderzoek, praktijkervaringen en toetsing van de huidige adviezen*. Delphy en NMI.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., Ferrante, A. (2015). *Biostimulants and crop responses: a review*. *Biological Agriculture & Horticulture* 31.
- Bulle, A., Conijn, C., & Bredeveld, M. (2005). *Bestrijding van mijtplagen in de bloembollenteelt met mijtpathogenen*. Wageningen, Praktijk onderzoek Plant & Omgeving B.V.
- Bulle, A., Koster, A., Dijkema, M. (2010). *Alternatieven voor Gramoxone en Actor in de bloembollenteelt*. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*. 57 p.
- Bussink, W., Specken, J., de Haan, J. (2020). *Effecten bemesting K, Mg, Ca, N, Cl en hun interacties op de gewasopbrengst en -kwaliteit*. *Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1763.N.19*, pp 43
- Calvo, P., Nelson, L., Klopper, J.W. (2014). *Agricultural uses of plant biostimulants*. *Plant and soil* 383.
- Canna. (z.d.). *Calcium - Tekorten gids*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.canna.nl/calcium-tekorten-gids>

Literatuur

- Carillo, P., Colla, G., El-Nakhel, C., Bonini, P., D'Amelia, L., Dell'Aversana, E., Pannico, A., Giordano, M., Sifola, M.I., Kyriacou, M.C. (2019). *Biostimulant application with a tropical plant extract enhances Corchorus olitorius adaptation to sub-optimal nutrient regimens by improving physiological parameters*. Agronomy 9.
- Carvalhais, L.C., Schenk, P.M., Dennis, P.G. (2017). *Jasmonic acid signalling and the plant holobiont*. Microbiology 37.
- Cerdán, M., Sánchez-Sánchez, A., Jordá, J.D., Juárez, M., Sánchez-Andreu, J. (2013). *Effect of commercial amino acids on iron nutrition of tomato plants grown under lime-induced iron deficiency*. Journal of plant nutrition and soil science 176.
- Chen, Q., Peng, D. (2019). *Nematode Chitin and Application*. Advances in experimental medicine and biology 1142.
- Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R., Roupahel, Y. (2015). *Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture*. Scientia Horticulturae 196.
- Craigie, J.S. (2011). *Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture*. Journal of applied phycology 23.
- De Boer, M. & Pennock-Vos, I. (2003). *Beheersing van Botrytis spp., veroorzaker van 'vuur' in bolgewassen, met behulp van antagonistische micro-organismen*. Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging 34(1), p. 18.
- De Boer, M., Breeuwsma, S., Pennock-Vos, I., Bijman, V., van der Brent, J., Raaijmakers, J. (2003). *De rol van antagonistische micro-organismen in geïntegreerde beheersing van schimmelziekten in de bollenteelt*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 1 p.
- De Boer, M., de Haan, J., Slabbekoorn, H. (2007). *Maatregelen duurzame gewasbescherming Actualisatie 2007*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., 28 p.
- De Boer, M., Duyvesteyn, R., Breeuwsma, S., van der Lee, T., Verstappen, E., Jalink, H., Dijksterhuis, J. (2011). *Fusarium Screen voor tulp, thema: duurzame gewasbescherming*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- De Kock, M., van Dam, M., Stijger, I., Conijn, C., Geerlings, M. (2008d). *Verspreiding van Tulpenvirus X in Tulp*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 1 p.
- De Kock, M. & van Dam, M. (2008b). *De verspreiding van TVX: complex maar beheersbaar*. Bloembollenvisie, p. 28-29
- De Kock, M., Lemmers, M., Dulleman, A., Pham, K. (2013). *Onderzoek naar mogelijke TBV-reservoirs in onkruid*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, WUR, 25 p.
- De Kock, M., Lommen, S., Lemmers, M. (2012). *Tulpenvirus X - Steeds meer kennis en adviezen*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 1 p.
- De Kock, M., van Dam, M., Lemmers, M. (2009). *TBV: onzichtbare risico's vragen om aangepaste bestrijding luis*. Bloembollenvisie, p. 22-23.
- De Kock, M.J.D., Stijger, C.C.M.M., van Dam, M., Lemmers, M., Pham, K. (2008a). *Beperken van verspreiding van Tulpenmozaïekvirus (TBV) in tulpen*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., 26 p.
- De Kock, M.J.D., van Dam, M., Geerlings, M.J.A., Lemmers, M.E.C., Stijger, C.C.M.M., Conijn, C. (2008c). *Beperken van verspreiding van Tulpenvirus X in tulpen*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., 36 p.
- De Kool, S.A.M. (2008). *Inundatie in de bloembollenteelt: telen met toekomst*.
- De Long, J., Streminska, M.A., van der Salm, C. (2021). *Biostimulanten: soorten en werkingsmechanismen*. Wageningen UR.
- De Long, J.R., Streminska, M., Persijn, A., Huisman, M., van der Salm, C. (2020). *Green Challenges: Bestrijding van Meloidogyne spp. (wortelknobbelaaltjes) in chrysant met biologische bestrijdingsmiddelen en biostimulanten*. Stichting Wageningen Research.
- Deliopoulos, T., Kettlewell, P.S., Hare, M.C. (2010). *Fungal disease suppression by inorganic salts: a review*. Crop Protection 29.
- Derks, A.F.L.M., Pham, K.T.K., Lemmers, M.E.C., Blom-Barnhoorn, G.J., Bijman, V.P., Stijger, C.C.M.M. (2006). *Augustaziekte in tulpen: een intrigerende virusziekte*. Gewasbescherming 37(5), p. 261-265.
- Dierauer, H.U., Stöppler-Zimmer, H. (1994). *Unkrautregulierung ohne Chemie*. Ulmer Verlag, Stuttgart. 134 p.
- Dixon, A. F. G. (1991). *Ecological interactions of aphids and their host plants*. In R. K. Campbell & R. D. Eikenbarys (Eds.), Aphid-plant genotype interactions (pp. 7-19). Elsevier.
- Du Jardin, P. (2012). *The science of plant biostimulants - A bibliographic analysis, ad hoc study report*. European Commission.
- Duffner, A. (2014). *Chemical and biological rhizosphere interactions in low zinc soils*. Wageningen University.
- El Hadrami, A., Adam, L.R., El Hadrami, I., Daayf, F. (2010). *Chitosan in plant protection*. Marine drugs 8.
- EPA. (z.d.). *Nitrogen cycle*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nitrogen_Cycle.jpg
- Erisman, J.W., van Eekeren, N., van Doorn, A., Geertsema, W., Polman, N. (2017). *Maatregelen natuurinclusieve landbouw*. Louis Bolk Instituut, Wageningen Environmental Research rapport 2821. 50 p.
- Eurofins. (z.d.). *Rhizoctonia solani*. Geraadpleegd op: 16 november 2023. <https://www.eurofins-agro.com/nl/nl/rhizoctonia-solani>
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Clark, R.B. (2002). *Micronutrients in crop production*. Advances in Agronomy, volume 77.

Literatuur

- Finch, S., & Kienegger, M. (1997). *A behavioural study to help clarify how undersowing with clover affects host-plant selection by pest insects of brassica crops*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 84(2), 165-172.
- Fokkema, R. (2020). *Bokahsi als bodemverbeteraar*. Kenniswerkplaats Noordoost Fryslân.
- Frank, S. D. (2010). *Biological control of arthropod pests using banker plant systems: Past progress and future directions*. *Biological Control*, 52(1), 8-16.
- Gad, N. (2006). *Increasing the efficiency of nitrogen fertilization through cobalt application to pea plant*. *Res J Agric Biol Sci* 2.
- Ganassi, S., Moretti, A., Stornelli, C., Fratello, B., Pagliai, A.B., Logrieco, A., Sabatini, M.A. (2001). *Effect of Fusarium, Paecilomyces and Trichoderma formulations against aphid Schizaphis graminum*. *Mycopathologia* 151.
- García, A.C., Berbara, R.L.L., Fariás, L.P., Izquierdo, F.G., Hernández, O.L., Campos, R.H., Castro, R.N. (2012). *Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress*. *Afr. J. Biotechnol.* 11.
- Geier, B.; Vogtmann, H. (1986). *The multiple row brush hoe - a new tool for mechanical weed control*. *Weed Control in Vegetable Production, Proceedings of a meeting of the EC experts' group held in Stuttgart*. p. 179-185.
- Greer, L., & Dole, J. M. (2003). *Aluminum foil, aluminium-painted, plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables*. *HortTechnology*, 13(2), 276-284.
- Groen, N.P.A., Vlaming-Kroon, E.A.C. (2006). *Bollenteelt van irissen*. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*. 105 p.
- Guinan, K., Sujeeth, N., Copeland, R., Jones, P., O'Brien, N., Sharma, H., Prouteau, P., O'Sullivan, J. (2012). *Discrete roles for extracts of Acophyllum nodosum in enhancing plant growth and tolerance to abiotic and biotic stresses*. *World Congress on the use of biostimulants in agriculture 1009*.
- Handboek Bodem & Bemesting (z.d.). *CEC bezetting Ca/Mg/K*. Geraadpleegd op: 16-11-2023. <https://tinyurl.com/2kus2wj5>
- Hege, H. (1990). *Themische Unkrautbekämpfung*. *Gemüse* 7, p. 344-346.
- Hoek, H. (2016). *Brochure stengelaaltjes*. Wageningen University & Research.
- Höfte M., de Carvalho França, S. (2011). *Beheersing van Rhizoctonia solani op sla door het bevorderen van de bodemweerbaarheid*. Universiteit Gent.
- Hospers-Brands, M., Staps, S., Voshol, P. (2017). *Trends in bodem- en gewaskwaliteit - Literatuurstudie*. Louis Bolk Instituut.
- Huiberts bloembollen. (z.d.). *Mechanisatie*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://huibertsbloembollen.nl/mechanisatie/>
- Iriti, M., Picchi, V., Rossoni, M., Gomarasca, S., Ludwig, N., Gargano, M., Faoro, F. (2009). *Chitosan antitranspirant activity is due to abscisic acid-dependent stomatal closure*. *Environ. Exp. Bot.* 66.
- Isman, M. B. (2006). *Botanical Insecticides, Deterrents, and Repellents in Modern Agriculture and an Increasingly Regulated World*. *Annual Review of Entomology*, 51(1), 45-66.
- Janmaat, L. (2015). *Verwerken van maaisel voor landbouwkundig gebruik - Waarde van compost, bokahsi en bermgraskuil als meststof*. Louis Bolk Insituut.
- Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P., Laïne, P., Goux, D., Garnica, M., Fuentes, M., San Francisco, S., Baigorri, R., Cruz, F. (2013). *Brassica napus growth is promoted by Ascophyllum nodosum (L.) Le Jol. seaweed extract: microarray analysis and physiological characterization of N, C, and S metabolisms*. *Journal of Plant Growth Regulation* 32.
- Jansma, J. E. (2003). *Biologische bloembollen : pionieren in een kleurrijke teelt*. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, 12 p.
- Jha, S., Kumar, C., Modi, H. (2014). *Microbial chitinases: Manifestation and prospective*. *Microbes in Process*. Portland, ME, USA.: Nova Science Publisher 151-162.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H. (2001). *Trace elements in soils and plants*. CRC Press.
- Kazatzidis, J., & Külling, C. (2012). *Bestrijdingsmiddelen halveren, kan dat?* (Issue december). www.servaplant.nl
- Kees, H. (1962). *Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung durch Netzegge und Stoppelbearbeitungsmassnahmen unter besonderer Berücksichtigung des leichten Bodens*. *Dissertation, Universität Stuttgart-Hohenheim*, 101 p.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S, Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hogdes, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., Prithiviraj, B. (2009). *Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development*. *Journal of plant growth regulation* 28.
- Koch, W., (1959). *Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung durch Saatpflege und Stoppelbearbeitungsmassnahmen*. *Dissertation, Universität Stuttgart-Hohenheim*.
- Kolomaznik, K., Pecha, J., Friebrová., Janáčová, D., Vasek, V. (2012). *Diffusion of biostimulators into plant tissues*. *Heat and mass transfer* 48.
- Koopmans, C., Zwijnenburg, A. (2015). *Reststromen veilig en duurzaam inzetten in de akkerbouw*. Louis Bolk Instituut.
- Kunicki, E., Grabowska, A., Sekara, A., Wojciechowska, R. (2010). *The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (Spinacia oleracea L.)*. *Folia Horticulturae* 22.
- Kurstjens, D.A.G. (1998). *Overzicht van mechanische en fysische technologie voor onkruidbestrijding*. *Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek*. 103 p.
- Kvedaras, O. L., An, M., Choi, Y. S., & Gurr, G. M. (2010). *Silicon enhances natural enemy attraction and biological control through induced plant defences*. *Bulletin of Entomological Research*, 100(3), 367- 371.

Literatuur

- Laboratorium voor Bloembollenonderzoek. (2000). *Ziekten en afwijkingen bij bolgewassen, deel 1: Liliaceae*. Lisse, 2000.
- Lamers, J. (2022). *Rhizoctonia solani (lakschurft) in de aardappelteelt*. Geraadpleegd op: 26-01-2024. <https://edepot.wur.nl/160168>
- Leman, A., van Holstein-Saj, R., Le Hesran, S., Poiesz, F., & Messelink, G.J. (2022). *Biologische bestrijding van kleine mijten in Amaryllis, tulp en bromelia*. Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw.
- Langen, E. (2020). *Digestaat slijten aan bollenkwekers*. Greenity. <https://edepot.wur.nl/539656>
- Lovely, W.G.; Weber, C.R.; Staniforth, D.W. (1958). *Effectiveness of rotary hoeing for weed control in soybeans*. *Agronomy Journal* 50, p. 621-625.
- Lubberman, R. (2023). *Onkruidbestrijding op biologische zandgrond*. Afstudeerwerkstuk, Aeres Hogeschool. 68 p.
- Luziatelli, F., Ficca, A., Colla, G., Svecova, E., Ruzzi, M. (2015). *Effects of a protein hydrolysate-based biostimulant and two micronutrient based fertilizers on plant growth and epiphytic bacterial population of lettuce*. *World Congress on the Use of Biostimulants in Agriculture* 1148, pp. 43-48.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants (Third edition)*. Elsevier Ltd.
- Martinez-Medina, A., Flors, V., Heil, M., Mauch-Mani, B., Pieterse, C. M. J., Pozo, M. J., Ton, J., van Dam, N. M., & Conrath, U. (2016). *Recognizing Plant Defense Priming*. *Trends in Plant Science*, 21(10), 818- 822.
- Mattsson, B.; Nylander, C.; Ascard, J. (1990). *Comparison of seven inter-row weeders*. *Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Agrarbiologie, Linz / Donau* 20, p. 91-107.
- MAX Vandaag. (2022). *Mozaïekvirus bij kamerplanten: dit is het en dit moet u er aan doen*. geraadpleegd op: 16 november 2023. <https://tinyurl.com/k69vwerc>
- Meinen, E. (2020). *NVWA controleert het uitrijden van mest*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/237197-nvwa-controleert-uitrijden-mest/>
- Mulder, T.A.; Doll, J.D. (1993). *Integrating reduced herbicide use with mechanical weeding in corn (Zea mays)*. *Weed Technology* 7, p. 382-389.
- Muzzarelli, R., Tarsi, R., Filippini, O., Giovanetti, E., Biagini, G., Valardo, P. (1990). *Antimicrobial properties of N-carboxybutyl chitosan*. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 34.
- Myers, S. W., & Gratton, C. (2006). *Influence of potassium fertility on soybean aphid, Aphis glycines Matsumura (Hemiptera: Aphididae), population dynamics at a field and regional scale*. *Environmental Entomology*, 35(2), 219-227.
- Nieuwe Oogst (2022). *Bescherm lelies tegen Pratylenchus-aaltjes met Velum Prime*. Geraadpleegd op: 26-01-2024. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/03/01/bescherm-lemes-tegen-pratylenchus-aaltjes-met-velum-prime>
- NOS Nieuws. (2023). *Omstreden onkruidmiddel glyfosaat mag nog tien jaar worden gebruikt in EU*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://nos.nl/artikel/2498019-omstreden-onkruidmiddel-glyfosaat-mag-nog-tien-jaar-worden-gebruikt-in-eu>
- Nutrinorm (2013). *Magnesium bemesting van gras*. Geraadpleegd op: 20-11-2023. <https://nutrinorm.nl/bemesting/magnesium-bemesting-van-gras/>
- Nutrinorm (2016a). *Welke soorten organische mest zijn er*. Geraadpleegd op: 21-11-2023. <https://nutrinorm.nl/meststoffen/welke-soorten-organische-mest-zijn-er/>
- Nutrinorm (2016b). *Wat is goede compost?* Geraadpleegd op: 20-11-2023. <https://nutrinorm.nl/meststoffen/wat-is-goede-compost/>
- Nutrinorm (2016c). *Steenmeel*. Geraadpleegd op: 16-11-2023. <https://nutrinorm.nl/bemesting/steenmeel/>
- Nutrinorm (2016d). *Hoe is chloorschade aan gewassen te voorkomen*. Geraadpleegd op: 17-11-2023. <https://tinyurl.com/2h6e6463>
- Nutrinorm (2016e). *Samenstelling van kalkmeststoffen*. Geraadpleegd op: 20-11-2023. <https://nutrinorm.nl/meststoffen/samenstelling-van-kalkmeststoffen/>
- Nutrinorm (2016f). *Waarom heeft een plant fosfor nodig?* Geraadpleegd op: 20-11-2023. <https://tinyurl.com/ysvxb5y>
- Qlijve, A.J. (2017). *Sam de Visser strooit compost tegen uitval uienplantjes*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.akkerwijzer.nl/artikel/124040-sam-de-visser-strooit-compost-tegen-uitval-uienplantjes/>
- Osaki, M., Watanabe, T., Tadano, T. (1997). *Beneficial effect of aluminum on growth of plants adapted to low pH soils*. *Soil Sci. Plant Nutr.* 43.
- Pedersen, B.T. (1990). *Test of the multiple row brush hoe*. *Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Agrarbiologie, Linz / Donau* 20, p. 109-125.
- Pichyangkura, R., Chadchawan, S. (2015). *Biostimulant activity of chitosan in horticulture*. *Scientia Horticulturae* 196.
- Pilon-Smits, E.A., Quinn, C.F., Tapken, W., Malagoli, M., Schiavon, M. (2009). *Physiological functions of beneficial elements*. *Current opinion in plant biology* 12.
- Pinxterhuis, G., & Termorshuizen, A. (2020). *Biostimulanten in de akkerbouw*. *Gewasbescherming*, 51(1), 13-17.
- Poehling, H.-M., Thieme, T., & Heimbach, U. (2017). *IPM Case Studies: Grain*. In H. F. van Emden & R. Harrington (Eds.), *Aphids as Crop Pests*.
- PPO Bloembollen. (2011). *Beheersing tulpengalmijt in teelt, handel en broeierij*. WUR/PPO.
- Pullen, D.W.M.; Cowell, P.A. (1997). *An evaluation of the performance of mechanical weeding mechanisms for use in high speed inter-row weeding of arable crops*. *Journal of Agricultural Engineering Research* 67, p. 27-34.
- Pylak, M., Oszust, K., Frac, M. (2019). *Review report on the role of bioproducts, biopreparations, biostimulants and microbial inoculants in organic production of fruit*. *Environmental science and bio/technology* 18.
- Rafiee, H., Naghdi Bade, H., Mehrfarin, A., Qaderi, A., Zarinpanjeh, N., Sekara, A., Zand, E. (2016). *Application of plant biostimulants as new approach to improve the biological responses of medicinal plants - A critical review*. **Natuurinclusieve keuzes in de bollenteelt** 63

Literatuur

- Rasmussen, J.; Ascard, J. (1995). *Weed control in organic farming systems*. Ecology and integrated farming systems. IACR Long Ashton Research Station, Bristol, UK. p. 49-67.
- Regelink, I.C., Schoumans, O.F. (2022). *Meststoffen en kunstmestvervangers uit reststromen: Ervaringen vanuit het EU H2020 project SYSTEMIC*. Geraadpleegd op: 17-11-2023. <https://tinyurl.com/2crtwjf2>
- Ricci, M., Tilbury, L., Daridon, B., Sukalac, K. (2019). *General principles to justify plant biostimulant claims*. Front, Plant sciences.
- Schadewijk, T. (2006). *Virustoetsing en virusdiagnostiek door de Bloembollenkeuringsdienst*. Mededelingenblad van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging 37 (5), p. 204-207.
- Schils, R. (2016). *30 vragen en antwoorden over zwavel*. Alterra Wageningen UR.
- Schweizer, E.E.; Westra, P.; Lybecker, D.W., (1994). *Controlling weeds in corn (Zea mays) rows with an in-row cultivator versus decisions made by a computer model*. Weed Science 42, p. 593-600.
- Sharpley, A.N., Rekolainen, S. (1997). *Phosphorus in agriculture and its environmental implications*. CAB International, Cambridge.
- Slogteren, D. H. M. (1958). *Ratelvirus als oorzaak van ziekten in bloembolgewassen en de mogelijkheden de infectie door middel van grondontsmetting te bestrijden*. Tijdschrift Over Plantenziekten, 64(5-6), p. 452-462.
- Snoek, A.J., Wondergem, M.J., Jansma, J.E., J.A.A. van Zuilichem (2002). *Biologische bloembollenteelt - Ervaringen proefbedrijven 'De Noord' en 'De Zuid'*. Wageningen University
- Spiegel, Y., Chet, I., Cohn, E. (1987). *Use of chitin for controlling plant parasitic nematodes: II. Mode of action*, Plant and Soil 98.
- Staatsbosbeheer (SBB). (2022). *5 vragen over het gebruik van steenmeel bij stikstofschaade*. Geraadpleegd op 07-12-2023. <https://www.staatsbosbeheer.nl/wat-we-doen/natuurverhalen/2022/07/5-vragen-over-het-gebruik-van-steenmeel>
- Stenberg, J. A., Heil, M., Åhman, I., & Björkman, C. (2015). *Optimizing Crops for Biocontrol of Pests and Disease*. Trends in Plant Science, 20(11), 698-712.
- Stijger, I., Stulemeijer, I., Kreuk, F., Verbeek, M. (2022b). *Potexvirusen volgen in water, grond en bollen*. Greenity, p. 14-15.
- Stijger, I., Verbeek, M., Stulemeijer, I., Kreuk, F. (2022a). *De weg naar een toekomst met virusvrije bloembollen*. Greenity, p. 17
- Syers, J., Johnston, A.E., Curtin, D. (2008). *Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use*. FAO Rome.
- Tarantino, A., Lops, F., Disciglio, G., Lopriore, G. (2018). *Polymer-coated rock mineral fertilizer has potential to substitute soluble fertilizer for increasing growth, nutrient uptake, and yield of wheat*. Biol. Fertil. Soils 56.
- Timmer, R.D., Korthals, G.W. Molendijk, L.P.G. (2003). *Groenbemesters Van teelttechniek tot ziekten en planten*. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
- University of Massachusetts Amherst. (2023). *Fusarium Bulb Rot of Tulips*. Geraadpleegd op 16 november 2023. <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/greenhouse-updates-april-13-2023>
- Van Alebeek, F., Bos, M., Elderson, J., Korthals, G., Meerburg, B.G., Molendijk, L., van Rijn, P., van der Wal, E., Vlaswinkel, M., Willemsse, J., & Zanen, M. (2009). *Rapportage LTO FAB II 2009*. (Z)LTO Projecten.
- van Alebeek, F., den Belder, E., van den Broek, R., Buurma, J., Elderson, J., van Rijn, P., Vlaswinkel, M., & Willemsse, J. (2007). *Eindrapportage FAB 2005-2007*. In Functionele Agro Biodiversiteit.
- Van Dam, M. & Verbeek, M. (2014). *Gebruik minerale olie tegen TBV in tulp nader bekeken*. Bloembollenvisie, p. 22-23.
- Van der Graaf, A. (2022). *Rhizoctonia-ziekte - tulp*. Groen kennisnet. Geraadpleegd op: 16 november 2023. <https://wiki-groenkennisnet.atlassian.net/wiki/spaces/BEEL/pages/9049419/Rhizoctonia-ziekte+-+tulp>
- van der Os, G.J., van der Bent, J. (2005). *Bodemweerbaarheid tegen R. solani in tulp*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 1 p.
- Van der Schans, D.A.; Geelen, P.M.T.M.; Baumann, D.T. (1993). *Onkruidbestrijding in maïs*. Themadag Duurzame Onkruidbestrijding. PAGV Lelystad, themaboekje nr. 15, p. 52-62.
- Van der Spoel, M. (2018). *Specifiek bodemleven - Wat maakt een bodem gezond?* Bomen #44, p 10-11
- Van der Veek, C. (2023). *Vuur in Tulpen*. Fluwel. Geraadpleegd op: 16 november 2023. <https://www.fluwel.nl/blogs/nieuws-1/vuur-in-tulpen>
- Van Doorn, J., Baltissen, T., Schreuder, R., Polder, G., van der Schoor, R., van der Heijden, G. (2008). *Haalbaarheidstudie automatisch ziekzoeken tulp. Vergelijking van visuele, serologische en optische technieken om Tulpenmozaïekvirus (TBV) in drie cultivars van tulp te onderscheiden*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., 39 p.
- Van Doorn, A., Melman, D., Westerink, J., Polman, N., Vogelzang, T., Korevaar, H. (2016). *Natuurinclusieve landbouw, Food-for-thought*. Wageningen, Wageningen University & Research, 32 p.
- Van Doorn, J., Pham, K., Kan, J. (2010). *Vroegtijdig vuur detecteren kan bollentelers uit de brand helpen. Identificatie en detectie van Botrytis-soorten in bloembolgewassen*. Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging 41(5), p. 219-222.
- Van Emden, H. F., & Harrington, R. (2017). *Aphids as crop pests* (Vol. 53, Issue 9).
- Van Kuik, F., da Silva, F., Lesna, I., & Sabelis, M. (2014). *Duurzame bestrijding tulpengalmijt*. Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Van Oosten, M.J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., Maggio, A. (2017). *The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants*. Chemical and biological technologies in agriculture 4.

Literatuur

- Van Steenwinkel, C. (2021). *Rhizobium leguminosarum*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://bladmineerders.nl/parasites/bacteria/proteobacteria/rhizobiales/rhizobium/rhizobium-leguminosarum/?lang=nl>
- Van Zuilichem, J.A.A., Wijnker, J.P.M., Koster, A.Th.J. (2003). *Werking afdekmaterialen tegen onkruid en neveneffecten op bloembollenteelt*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 132 p.
- Vangessel, M.J.; Schweizer, E.E.; Lybecker, D.W.; Westra, P. (1995). *Compatibility and efficiency of inrow cultivation for weed management in corn (Zea mays)*. Weed Technology 9, p. 754-760.
- Vink, P. (2012). *Augustaziek in tulpen dit jaar een actueel probleem*. Bloembollenvisie, p. 24-25.
- Wageningen University & Research. *Biologisch grondontsmetting biedt perspectief*. Geraadpleegd op: 15 november 2023. <https://www.wur.nl/nl/nieuws/biologische-grondontsmetting-biedt-perspectief-1.htm>
- Wageningen UR. (2019a). *Pratylenchus spp. (worteltesieaaltjes)*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. [https://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Pratylenchusspp\(worteltesieaaltjes\).aspx](https://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Pratylenchusspp(worteltesieaaltjes).aspx)
- Wageningen UR. (2019b). *Aphelenchoides subtenuis in tulp*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. https://www.aaltjesschema.nl/Schemainfo/APSU_ITULG.aspx
- Wageningen UR. (2019c). *Ditylenchus destructor (destructoraaltje) in tulp*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. https://www.aaltjesschema.nl/Schemainfo/DIDE_ITULG.aspx
- Wageningen UR. (2019d). *Ditylenchus dipsaci (stengelaaltje) in tulp*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. https://www.aaltjesschema.nl/Schemainfo/DIDI_ITULG.aspx
- Wageningen UR. (2019e). *Handleiding aaltjes beheersing strategie*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://tinyurl.com/ys595m2a>
- Wageningen UR. (2019f). *Inventarisatie*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://www.aaltjesschema.nl/Beheersingsplan/Inventarisatie.aspx>
- Wageningen UR. (2019g). *Preventie*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://www.aaltjesschema.nl/Beheersingsplan/Preventie.aspx>
- Wageningen UR. (2019h). *Vruchtwisseling*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://www.aaltjesschema.nl/Beheersingsplan/Vruchtwisseling.aspx>
- Wageningen UR. (2019i). *Aanvullende Maatregelen*. Geraadpleegd op: 17 november 2023. <https://www.aaltjesschema.nl/Beheersingsplan/Aanvullend.aspx>
- Walter, A. J., & DiFonzo, C. D. (2007). *Soil potassium deficiency affects soybean phloem nitrogen and soybean aphid populations*. Environmental Entomology, 36(1), 26-33.
- Wang, Z., Hassan, M., Nadeem, F., Wu, L., Zhang, F., Li, X. (2020). *Magnesium fertilization improves crop yield in most production systems: a meta-analysis*. Frontiers in Plant Science. Vol 10, artikel 1727.
- Weinzierl, R. A. (1998). *Botanical Insecticides, soaps, and oils*. In J. E. Rechcigl & N. A. Rechcigl (Eds.), Biological and Biotechnological Control of Insect Pests. CRC Press.
- Westerink, J., van Rooij, S. (2018). *De bokashi-keten als natuurlijke verbinding tussen land en stad*. Geraadpleegd op: 16-11-2023. <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=24367>
- Willekens, K., Janmaat, L. (2014). *BioKennis bericht: Bodemvruchtbaarheid*. ILVO en Louis Bolk Instituut.
- Worrall, D., Holroyd, G. H., Moore, J. P., Glowacz, M., Croft, P., Taylor, J. E., Paul, N. D., & Roberts, M. R. (2012). *Treating seeds with activators of plant defence generates long-lasting priming of resistance to pests and pathogens*. New Phytologist, 193(3), 770-778.
- WUR. (2020). *Tulpenvirus X is taaiër dan gedacht*. Wageningen University & Research Nieuws. Geraadpleegd op: 16 november 2023. <https://tinyurl.com/4epb3fej>
- Yakhin, O.I., Lubyantsev, A.A., Yakhin, I.A., Brown, P.H. (2017). *Biostimulants in plant science: a global perspective*. Front. Plant sciences.
- Yoshida, S. (1975). *The physiology of silicon in rice*. Asian and Pacific Council. Food and Fertilizer Technology Center. Technical Bulletin No. 25, 27.
- Zaim, S., Bekkar, A.A., Belabid, L. (2017). *Rhizobium as a crop enhancer and biofertilizer for increased non-legume production*. Rhizobium biology and biotechnology, Springer.
- ZLTO. (z.d.). *Bijen hebben baat bij groenbemester*. Geraadpleegd op: 07-12-2023. <https://www.zlto.nl/paginas/openbaar/testimonials/bijen-hebben-baat-bij-groenbemester>
- Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A., van der Burgt, G.J. (2013). *Tien vragen en antwoorden over organische stof*. Alterra Wageningen UR en Louis Bolk Instituut.

Bijlagen

Bijlage 1: overzicht maatregelen virussen en schimmelziekten

Maatregelen	Type maatregel	Implementatiegraad	Belemmeringen	Bijdrage aan het verlagen van de milieubelasting	Toegepast in biologische landbouw	Korte toelichting
Good practices						
1. Laat planten; bij een zo laag mogelijke bodemtemperatuur, < 10°C i.v.m. Fusarium, Augustaziek en rateivirus	1	1		1	ja	Toepasbaarheid afhankelijk van regio (grondsoort) en ziekteproblemen
2. Vroege cultivars bij elkaar planten i.v.m. eerder stoppen met Botrytis bestrijding en gevoelige en ongevoelige cultivars bij elkaar planten i.v.m. Botrytis bestrijding	1	1		3	n.v.t.	Voor zover mogelijk wordt dit toegepast, er zijn ook andere belangrijke criteria om partijen bij elkaar te planten zoals rooitijdstip en virusdruk
3. Kies gericht rooitijdstip i.v.m. Fusarium en Penicillium: als huid begint te kleuren, dit betekent op tijd rooien	1	1		5	ja	
4. Verminder de kans op zuur door controleren van de verwerkingslijn op beschadiging, bollen droog bewaren etc.	1	2		4	ja	De Zuurcheck is een goed hulpmiddel om op het eigen bedrijf na te gaan waar de risico's op zuur het grootst zijn
5. Vroege toepassing van Actellic	5	1	3	3	n.v.t.	Direct na pellen, liefst eerder, maximaal 1 week na het rooien
Best practices						
6. Veurbehandeling tegen Rhizoctonia	5	2	1,4	3	n.v.t.	Plantmachine dient hiervoor te worden aangepast, toepasbaarheid is afhankelijk van regio (grondsoort)
Kennisontwikkeling						
7. Luis-virusbestrijding vanaf eerste waarneming luizenvluchten	3	3	4	3	n.v.t.	Er wordt momenteel in Zeeland monitoringsonderzoek gedaan.

Type maatregel	Implementatiegraad	Belemmeringen	Bijdrage aan het verlagen van de milieubelasting	Toepassing in de biologische landbouw
1.preventie 2.teelttechniek 3.waarschuwings- en adviesystemen 4.niet-chemische gewasbescherming 5.chemische gewasbescherming 6.emissiebeperking	1.maatregel >30% toegepast in de praktijk 2.maatregel <30% toegepast in de praktijk 3.maatregel in onderzoek	1.kosten 2.opbrengstreductie 3.arbeid 4.risico 5.risicobeleving en onbekendheid 6.toelating ontbreekt	1.verminderde afhankelijkheid van chemie 2.groot 3.matig 4.klein 5.geen	ja maatregel toegepast in de biologische landbouw nee maatregel niet toegepast in de biologische landbouw n.v.t. maatregel niet van toepassing

Figuur 2. een overzicht van maatregelen tegen virussen en ziekten. Hierbij zijn verschillende factoren meegenomen om de toepasbaarheid van maatregelen te bepalen (De Boer et al., 2007). Actellic is al een aantal jaar niet meer toegestaan in de teelt, deze maatregel kan niet toegepast worden. Het gehele figuur is verdeeld over twee pagina's.

Maatregelen	Type maatregel	Implementatiegraad	Belemmeringen	Bijdrage aan het verlagen van de milieubelasting	Toegepast in biologische landbouw	Korte toelichting
Beperkt toepasbare maatregelen						
8. Bloemkoppen afvoeren van het perceel om infectiebron van Botrytis weg te nemen	1	2	1,3	3	ja	Deze maatregel kost teveel arbeid en tijd en is in de ogen van de praktijk onvoldoende effectief.
9. ULO behandeling in bewaring tegen galmijt	4	2	1,3,4	2	ja	Deze maatregel wordt niet toegepast vanwege logistieke problemen en kosten. Een vroege behandeling met Actellic volstaat. Wordt alleen in de biologische teelt toegepast.
10. Viruszieke partijen apart planten (>50m afstand)	1	2		1	ja	Deze maatregel wordt nauwelijks toegepast aangezien de virusdruk in een partij vaak nog niet bekend is op het tijdstip van plannen en planten.
Type maatregel 1.preventie 2.teelttechniek 3.waarschuwings- en adviesystemen 4.niet-chemische gewasbescherming 5.chemische gewasbescherming 6.emissiebeperking	Implementatiegraad 1.maatregel >30% toegepast in de praktijk 2.maatregel <30% toegepast in de praktijk 3.maatregel in onderzoek	Belemmeringen 1.kosten 2.opbrengstreductie 3.arbeid 4.risico 5.risicobeleving en onbekendheid 6.toelating ontbreekt	Bijdrage aan het verlagen van de milieubelasting 1.verminderde afhankelijkheid van chemie 2.groot 3.matig 4.klein 5.geen	Toepassing in de biologische landbouw ja maatregel toegepast in de biologische landbouw nee maatregel niet toegepast in de biologische landbouw n.v.t. maatregel niet van toepassing		

Bijlage 2: overzicht mogelijke maatregelen tegen bladluizen

Tabel 18. Overzicht preventieve maatregelen in de akkerbouw en bollenteelt. Kleurcode staat voor de status van de maatregel: *groen*= maatregel wordt (deels) toegepast, *blauw*= maatregel in ontwikkeling en *paars*= maatregel is technisch effectief, maar vragen over toepasbaarheid (Allema et al., 2020).

Maatregel	Gewas	Beschrijving maatregel	Status maatregel
Teeltsystemen			
Mengteelt met rassen	Granen	Mixen van graanrassen met verschillende gevoeligheid voor bladluis (toepasbaar voor de bollenteelt)	Resultaat hangt af van de gebruikte rassen, hier is nog onduidelijkheid over
Mengteelt met gewassen	Graan	Mengteelt van graan en vlinderbloemigen	Afzet nodig voor gemengd product of oogst scheiden, maar dan hogere kosten; telen in stroken kan deze bezwaren wegnemen
	Pootaardappel	Mengteelt van aardappel-gerst/wikke: (minder virusoverdracht)	Meer onderzoek zal moeten uitwijzen of deze maatregel effectief is en hoe deze inpasbaar is
Strokenteelt	Spruitkool	Minder bladluizen in spruitkool in strokenteelt met stroken van 8 meter	Meer onderzoek zal moeten uitwijzen of strokenteelt kan bijdragen aan bladluis beheersing; inpassen maatregel vraagt beperkt aanpassen mechanisatie
	Suikerbiet	Stroken van 9 meter afgewisseld met granen	Meer onderzoek zal moeten uitwijzen of strokenteelt kan bijdragen aan bladluis beheersing; inpassen maatregel vraagt beperkt aanpassen mechanisatie
	Soja	Minder bladluis in strokenteelt met stroken van 18 of 36 meter	Meer onderzoek zal moeten uitwijzen of strokenteelt kan bijdragen aan bladluis beheersing; inpassen maatregel vraagt beperkt aanpassen mechanisatie
Bodembedekking	Pootaardappel	Stro als bodembedekking geeft grote reflectie en minder bladluizen en virus	Perspectiefvol, maar implementatieonderzoek is nodig
	Kool	Ondergroei met klaver	Nadere verkenning nodig, inpasbaarheidsvragen
	Spruitjes	Ondergroei met Engels raaigras	Nadere verkenning nodige inpasbaarheidsvragen
Rijbedekking	Sla, kool en pootaardappel	Afdekken voor minder invliegende bladluizen	Maatregel bekend, toepassing gehinderd door praktische bezwaren (veranderend microklimaat en kosten-baten afweging)
Kaolien	Alle gewassen	Weren van bladluizen door reflecterende werking	Korte werking en verlies fotosynthese capaciteit maakt het beperkt bruikbaar
Minimale grondbewerking	Graan	Gewasresten bovenin bodem houden en bodem minimaal verstoren	Wordt steeds meer toegepast

Bemesting	Alle gewassen	Voorkomen van hoge stikstofgift	Maatregel is bekend en wordt (deels) toegepast
	Kool	Organische bemesting heeft op deel van bladluizen negatieve invloed	Nadere verkenning nodig, effectiviteit- en inpasbaarheidsvragen
	Alle gewassen	Zorgen voor voldoende kalium	Maatregel is bekend
	Alle gewassen	Silicium bevordert afweer van de plant	Maatregel is deels bekend
Selectief spuitschema	Alle gewassen	Sparen van natuurlijke vijanden	Maatregel is bekend
Biostimulanten		Rhizobium bacteriën, humuszuren en endifyten stimuleren weerbaarheid tegen bladluizen	Onderzoek in vroeg stadium; verwacht geen problemen met inpasbaarheid
Priming		Jasmonzuur, β -aminoboterzuur induceren verhoogde weerstand tegen bladluizen	Onderzoek in vroeg stadium; verwacht geen problemen met inpasbaarheid
Habitatmanagement	Alle gewassen	Verhogen van algehele biodiversiteit (e.g. houtwallen, slootkant- wegbermbeheer, oeverhoeken)	Effect onzeker en niet stuurbaar op bedrijfsniveau
	Virusoverdracht	Voorkomen overdracht van virus vanuit naburige (on)kruiden	Onderzoek in vroeg stadium; vragen over inpasbaarheid
Vegetatiemanagement			
FAB-randen	Graan, consumptie-, zetmeelaardappel	Bloemenmengsels voor stimuleren natuurlijke vijanden	Bloemenranden worden aangelegd voornamelijk voor andere doeleinden
Bankierplanten	Lelie, tulp	Artemisia voor (vroeg) luizenbestrijding	Nadere verkenning nodig, effectiviteits- en inpasbaarheidsvragen
Vanggewassen	Poot aardappel	Lagere virusinfectie in velden omgeven door sorghum, tarwe, soja of grasstrook	Onderzoek in vroeg stadium; implementatie bekend opofferen van productiegrond
	Sperziebonen	Lagere virusinfectie in veld omgeven door mais of sorghum	Onderzoek in vroeg stadium; implementatie bekend opofferen van productiegrond
	Tuin/veldbonen	Veld omgeven door gerst gaf enige bescherming tegen virus	Onderzoek in vroeg stadium; implementatie bekend opofferen van productiegrond

Bijlage 3: overzicht mogelijke curatieve maatregelen tegen bladluizen

Tabel 19. Overzicht curatieve maatregelen in de bollenteelt (tulpen) die genomen kunnen worden tegen bladluizen. Groen= middel wordt (deels) toegepast en blauw= in ontwikkeling en paars= technisch effectief, maar vragen over inpasbaarheid (Allema et al., 2020).

Maatregel	Werking	Invloed op grondwater, bodem- en waterleven	Effect op bestuivers en bestrijders	Status maatregel (Ctgb)
Synthetische middelen				
Middelen op basis van flonicamid	Lokaal systemische werking	Minimaal	Beperkt	Reguliere toelating
Plantextracten				
Pyrethrinen	Contactwerking	Beperkt	Beperkt	Reguliere toelating
Azadirachtin	Contactwerking	Minimaal	Minimaal	Reguliere toelating
Koolzaadolie (in combinatie met pyrethrinen)	Uitvloeiing pyrethrinen, plakwerking	Beperkt	Beperkt	Reguliere toelating
Biologische bestrijding				
Chrysoperla carnea	Predatie	n.v.t.	?	Status n.v.t. beschikbaar in kleinverpakking
Adalia bipunctata	Predatie	n.v.t.	?	Status n.v.t. beschikbaar in kleinverpakking
Parasiterende wespen	Predatie	n.v.t.	?	Status n.v.t. beschikbaar in kleinverpakking
Macrolophus pygmaeus	Predatie	n.v.t.	?	Status n.v.t. beschikbaar in kleinverpakking
Niet-chemische middelen en technieken				
Vetzuren, kaliumzouten	Contactwerking	Minimaal	Beperkt	Reguliere toelating, in aanvraag voor basisstof
RNA interferentie	Contactwerking	?	?	In onderzoeksfase

Bijlage 4: Maatregelen tegen de tulpengalmijt

Bestrijden van galmijten

Momenteel is Actellic-50 het enige toegestane middel. Ultra Low Oxygen (ULO) is een alternatieve bestrijdingsmethode. Voor volledige bestrijding moeten beide methodes vlak na de oogst worden toegepast. Bekijk steeds of een uitgevoerde bestrijding ook voldoende heeft gewerkt.

Ultra Low Oxygen (ULO)

Bij deze bestrijdingsmethode worden bollen blootgesteld aan een zeer lage zuurstofconcentratie. ULO is ook geschikt voor biologische telers.

Kenmerken van deze behandeling:

- Huidige toepassing is 2 x 24 uur met een week ertussen
- Beste resultaat wanneer behandeling binnen 2 weken na oogst start
- Geen problemen met emissie

Schade en verspreiding beperken

Meer dan twee weken na de oogst is volledige bestrijding van tulpengalmijt niet meer mogelijk. Onvoldoende bestreden partijen en later aangekochte partijen vormen dus een risico voor de rest van uw bedrijf. U kunt er voor zorgen dat de tulpengalmijten zo min mogelijk schade veroorzaken door hun ontwikkeling te remmen en verspreiding naar andere partijen te voorkomen. Vervolgens zult u het volgend jaar passende maatregelen moeten treffen om de mijten volledig te bestrijden.

Schade in besmette partijen beperken

De mijten vermeerderen zich het snelst bij 25-30°C in combinatie met een hoge luchtvochtigheid. Hoe lager de temperatuur, hoe trager de vermeerdering. Onderstaande maatregelen vertragen die vermeerdering en dus de schade in besmette partijen. Ook uit voorzorg toe te passen bij verdachte partijen.

- Plantgoed eerder planten (in de teelt)
- Bewaren bij lagere temperatuur (nooit boven 20°C maar liefst bij max. 17°C)
- Vroeger koelen en broeien (in ieder geval niet gebruiken voor late broei)

Verspreiding voorkomen door goede bedrijfshygiëne

Het is belangrijk om verspreiding van tulpengalmijt van besmette partijen naar andere partijen te voorkomen.

- Maak lege cellen schoon
- Ontsmet cellen en fust wanneer deze snel gebruikt worden voor nieuwe partijen tulpen (bv. gedurende 3 dagen bij 45°C verhitten, zie ook adviezen in DLV Gewasbeschermingsgids)
- Rooi en verwerk besmette en verdachte partijen indien mogelijk als laatste
- Pel partijen zo snel mogelijk na oogst
- Reinig machines na besmette en verdachte partijen met veel water maar voorkom verwaaiing door te hoge waterdruk
- Verwijder pelresten, uitgevallen bollen en vuil zo snel mogelijk van het bedrijfsterrein
- Handen wassen en kleding wisselen na werken met besmette partijen, want tulpengalmijt kan overal op zitten
- Bewaar verdachte en besmette partijen apart van schone partijen
- Voorkom luchtstromen van besmet materiaal naar schone partijen (bv. via ventilatiekanalen) galmijten kunnen zich via luchtstromen verplaatsen
- Blijf Actellic later in de bewaring gebruiken om herbesmettingen van schone partijen te beperken
- Teel afgebroeide, besmette partijen niet door
- Let op met de teelt en bewaring van *Allium* (sierteelt, consumptie-uien en knoflook) en *Ornithogalum*, dit zijn ook waardplanten voor tulpengalmijt

Figuur 3. Overzicht van maatregelen die genomen kunnen worden tegen de tulpengalmijt (PPO Bloembollen, 2017). Actellic is al een aantal jaar niet meer toegestaan in de teelt, deze maatregel kan niet toegepast worden.

Bijlage 5: Aaltjesschema

Tabel 20. Aaltjesschema voor de tulp (Best4Soil, 2023).

	Cysteaaltjes												Worteknobbelaaltjes												Worteflesesaaltjes											
	Gibberoa nastrochenis / G. patula Aardappelcysteaaltje	Heiderodera avenae Haverocysteaaltje	Heiderodera betulae Geel bietencysteaaltje	Heiderodera carotae Prencyptaaltje	Heiderodera crucifera Koolcysteaaltje	Heiderodera glycines Sojaboonocysteaaltje	Heiderodera postiringiana Erwencysteaaltje	Heiderodera schachtli Witte bietencysteaaltje	Heiderodera trifolii f. sp. trifolium Klaverocysteaaltje	Meloidogyne arenaria Prinswortelknobbelaaltje	Meloidogyne chitwoodi Naaiswortelknobbelaaltje	Meloidogyne fallax Bovenwortelknobbelaaltje	Meloidogyne hapla Noordwijlke wortelknobbelaaltje	Meloidogyne incognita Kraaiemwortelknobbelaaltje	Meloidogyne javanica Sultaniemwortelknobbelaaltje	Meloidogyne minor Wortelknobbelaaltje	Meloidogyne naasi Graswortelknobbelaaltje	Pratylenchus brachyurus	Pratylenchus convallaria Convalaria wortelbesaaltje	Pratylenchus crenatus Graanwortelbesaaltje	Pratylenchus filax Graswortelbesaaltje	Pratylenchus neglectus Bietenwortelbesaaltje	Pratylenchus penetrans Wortelbesaaltje	Pratylenchus thomasi Tansenwortelbesaaltje	Pratylenchus vulnus Poldawortelbesaaltje											
Tulp	-	-	-	-	-	?	-	-	-	?	-	?	-	?	?	-	?	-	-	-	?	••	-	-												

©2023. Dit aaltjesschema is een product van Wageningen University & Research | Open Teelten, Lelystad

Stengelaaltjes		Bladaaltjes				Vrijlevende wortelaaltjes											
<i>Ditylenchus destructor</i> Destructoraaltje	<i>Ditylenchus dipsaci</i> Stengelaaltje	<i>Aphelenchoides fragariae</i> Aardbeibladaaltje	<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i> Chrysanthembladaaltje	<i>Aphelenchoides</i> spp. Bladaaltje	<i>Aphelenchoides subterraneus</i> Krokusnotaaltje	<i>Helicotylenchus</i> sp. Vrijlevend wortelaaltje	<i>Hemicyclophora</i> spp. Vrijlevend aaltje	<i>Paratrichodorus pachydermus</i>	<i>Paratrichodorus teres</i>	<i>Paratylenchus bukowensis</i> Speidaaltje	<i>Rotylenchulus reniformis</i>	<i>Rotylenchulus uniformis</i>	<i>Trichodorus cylindricus</i> Vrijlevend wortelaaltje	<i>Trichodorus primitivus</i>	<i>Trichodorus similis</i>	<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	<i>Tylenchorhynchus</i> sp.
12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345	12345
••• R	••• R	?	-		••• R	?		• i	•	?	?	?	?	• i	• i	-	?
																	Tulp

	onbekend
	geen
	weinig (0-15%)
	matig (16-35%)
	zwaar (36-100%)

--	actieve afname
?	onbekend
-	natuurlijke afname
•	weinig
••	matig
•••	sterk
R	rasafhankelijk
S	serotypeafhankelijk
i	enige informatie

1	zand
2	dalgrond
3	zavel
4	klei
5	löss

Bijlage 6: Overzicht waardplantstatus groenbemesters

Tabel 21. Overzicht waardplantstatus groenbemesters voor verschillende aaltjessoorten (Timmer et al., 2003)

Gewas	Cysteaaltjes			Wortelknobbelaaltjes				Wortellesaaltjes		Stengelaaltjes	Vrijlevende wortelaaltjes			Virussen	Gewas
	Witte bietencysteaaltje <i>Heterodera schachtii</i>	Gele bietencysteaaltje <i>Heterodera betae</i>	Klavercysteaaltje <i>Heterodera trifolii</i> f. sp. <i>trifolium</i>	Noordelijk wortelknobbelaaltje <i>Meloidogyne hapla</i>	Graswortelknobbelaaltje <i>Meloidogyne naasi</i>	Meloidogyne-achtige wortelknobbelaaltje <i>Meloidogyne ethiowoodi</i>	Bedreiglijk maiswortelknobbelaaltje <i>Meloidogyne allax</i>	Wortellesaaltje <i>Pratylenchus penetrans</i>	Graanwortellesaaltje <i>Pratylenchus crenatus</i>	Stengelaaltje <i>Ditylenchus dipsaci</i>	<i>Tylenchorhynchus dibius</i>	<i>Roylenchus uniformis</i>	<i>Trichodorus</i> & <i>Paratrichodorus</i> spp.	Tabaksraketvirus	
Bladrammenas	-- R	-- R	-	**	-	*	*	***	?	?	?	?	*	-	Bladrammenas
Gele mosterd	-- R	-- R	-	*	-	**	**	***	?	?	?	?	*	***	Gele mosterd
Engels raaigras	-	-	-	-	***	*	***	***	**	*	***	**	**	**	Engels raaigras
Italiaans raaigras	-	-	-	-	***	**	***	***	**	*	***	**	**	**	Italiaans raaigras
Rogge	-	-	-	-	**	***	**	***	***	**	***	*	**	**	Rogge
Facelia	-	-	?	**	-	*	*	***	?	?	?	?	**	***	Facelia
Tagetes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	-	-	***	***	Tagetes
Perzische klaver	?	?	?	***	?	***	***	***	?	?	?	?	**R	***	Perzische klaver
Voederwikke	?	?	?	***	?	-R	**R	***	?	?	?	?	*	*	Voederwikke
Witte klaver	?	?	?	**R	?	**R	**R	***	?	?	?	?	**R	***R	Witte klaver
Spurle	**	?	?	**	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	Spurle
Bladhooft	***	?	-	*	-	?	?	?	?	?	?	?	**	***	Bladhooft
Rode klaver	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	Rode klaver
Soedangras	?	?	?	?	?	?	*	***	?	?	?	?	?	?	Soedangras
Raketblad	?	?	?	?	?	**	?	*	?	?	?	?	**	?	Raketblad

Legenda Vermeerdering	
?	onbekend
--	actieve afname Het gewas veroorzaakt gericht een afname van de aaltjes; dit is sterker dan bij zwarte braak.
-	niet Het aaltje kan zich niet vermeerderen. Tijdens de teelt van dit gewas daalt de populatie net zo sterk als wanneer het perceel in een volledig zwarte braak zou liggen.
*	slecht Het aaltje kan zich op dit gewas maar weinig vermeerderen; de nagelaten besmettingsniveaus zijn laag.
**	matig Het gewas laat matige besmettingsniveaus na.
***	goed Het gewas laat hoge aantallen aaltjes na.
R	rasafhankelijk Geeft aan dat binnen de weergegeven vermeerdering rasverschillen bestaan.

Legenda Schade	
	Onbekend
	niet schade is nooit gemeten, ook niet bij hoge aantallen
	weinig zelfs bij hoe aantallen aaltjes treedt slechts beperkte schade (5-15%) op
	matig bij lage aantallen aaltjes valt geen schade te verwachten. Hogere aantallen leiden tot schadeniveaus tussen de 15 en 33%
	sterk een gering aantal aaltjes kan al forse schade veroorzaken. Een teelt van een dergelijk gewas vraagt om problemen en een volledige misoogst is mogelijk.

Bijlage 7: Overzicht van het effect van organische stof

Tabel 22. Een overzicht van de effecten die organisch stof heeft op eigenschappen van de bodem (Zwart, 2013).

Eigenschap	Fysische opmerkingen	Effect op de bodem
Kleur	De donkere kleur, typisch voor vele bodems, wordt verklaard door de aanwezigheid van organische stof	Versnelt de opwarming van de bodem
Bodem biodiversiteit	Organische stof vormt een bron van voedsel en energie voor een groot aantal bodemorganismen	Vele functies geassocieerd met bodem organisch stof zijn gerelateerd aan activiteiten van bodemfauna en -flora
Waterbergend vermogen	Organische stof kan tot 20 keer zijn eigen gewicht aan water bevatten	Verhoogt voornamelijk in zandige bodems het waterbergend vermogen
Binding met kleimineralen	Organische stof vormt het cement waarmee bodemdeeltjes aan elkaar kitten tot aggregaten	Stabiliseert de bodemstructuur, minimaliseert erosie en verslemping en vergroot de doorlatendheid en gasuitwisseling
Bodemdichtheid	Organische stof heeft meestal een lagere dichtheid. Bijmenging in de bodem resulteert dus in een verlaging van de bodemdichtheid	Lagere bodemdichtheid wordt geassocieerd met een hogere porositeit van de bodem, ten gevolge van de interacties tussen organische en anorganische fracties
Oplosbaarheid in water	Organische stof geassocieerd met klei is niet oplosbaar, geïsoleerde organische stof is gedeeltelijk wateroplosbaar	Er gaat weinig organische stof verloren door uitloging
Kationen-uitwisseling	CEC van organische stof bedraagt 100 tot 300 cmol(+)/kg	Verhoogt de CEC van de bodem omdat 20 tot 70% van de CEC te wijten is aan organische stof
Mineralisatie	Afbraak van organische stof levert CO ₂ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ en SO ₄ ²⁻	Organische stof is een bron van nutriënten voor planten
Stabilisatie van contaminanten	Stabilisatie van organische materialen in humus, waaronder vluchtige organische verbindingen (vorming van gebonden residu's met pesticiden)	Stabiliteit van de bodem hangt af van de persistentie van de bodemhumus en het behoud of de toename van koolstofstocks in de bodem
Chelatie van zware metalen	Organische stof vormt stabiele complexen met Cu ²⁺ , Mn ²⁺ , Zn ²⁺ en andere polyvalente kationen	Vergroot de beschikbaarheid van micronutriënten voor de plant

Bijlage 8: Overzicht mechanismen achter biostimulanten

Tabel 23. Samenvatting van de bekende en voorgestelde mechanismen achter de werking van biostimulanten. Afkortingen: M = mycorrhiza, B = bacteriën, P = plant- en zeewierextract, C = compost (humus- en fulvinezuren), D = digestaten/bijproducten, N = nutriënt polymeren en A = anorganische verbindingen.

Groep	Mogelijke mechanismen	Subcategorie die het effect veroorzaakt
Microbiële	<ul style="list-style-type: none"> • Aanschakelen van het plantenafweersysteem (o.a. polyfenolen) • Verhoogde of beperkte productie van planthormonen (o.a. jasmijn- en salicylzuur, ethyleen, auxines, cytokines, gibberelline) • Concurrentie voor voedsel en plek met pathogenen • Productie van antagonistische stoffen (direct of indirect doding van ziekten en plagen) • Activering van bepaalde plantgenen • Verhoging van fysieke verdediging • Verandering in de bodemstructuur • Versnelde afbraak van organische stof 	<ul style="list-style-type: none"> • M, B • M, B • B • B • M, B • B • B • M, B
Non-microbiële	<ul style="list-style-type: none"> • Aanschakelen van het plantenafweersysteem (o.a. polyfenolen, tannines) • Verhoogde of beperkte producten van planthormonen (o.a. jasmijn- en salicylzuur, ethyleen, auxines, cytokines, gibberelline) • Voedselbron voor nuttige micro-organismen • Productie van antagonistische stoffen (direct of indirect doding van ziekten en plagen) • Activering van bepaalde plantgenen • Verhoging van fysieke verdediging • Distributie van nutriënten (binnen de plant) • Verandering in de bodemstructuur en het -microbioom • Versnelde afbraak van organische stof • Verandering van plantfysiologie • Barrière tegen uitdroging • Bodemvruchtbaarheid 	<ul style="list-style-type: none"> • P, C, D • P, C, D, A, N • P, C, D • P, C, A, N • P, C, N • P, A • C, D • P, C, D, N • P, C, N • C, N • N, A • C, P