

GEWASBESCHERMING

Mededelingenblad van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektkundige Vereniging

NUMMER
3

GEWASBESCHERMING | JAARGANG 55 | NUMMER 3, JUNI 2024

KNPV

***Themanummer:
Klimaatverandering en Plantenziekten***

KNPV-prijs 2024 voor Gert Kema

Omslag: Zo zou de gemiddelde tuin er in 2050 uit kunnen zien a.g.v. de huidige klimaatverandering ... (foto E. Bouma).

Gewasbescherming,

het mededelingenblad van de KNPV,
verschijnt zes keer per jaar.

Redactie

Doriet Willemen (KNPV) hoofdredacteur,
e-mail: redactie@knpv.org;
Marianne Roseboom-de Vries,
administratief medewerker,
marianne.roseboom@hotmail.com;
Erno Bouma
(HAS Green Academy), er.bouma@has.nl;
Dirk-Jan van der Gaag
(NVWA), d.j.vandergaag@nvwa.nl;
Hans Mulder
(Syngenta Seeds), mulder.jg@gmail.com;
Tjarda Everaarts (HLB), t.everaarts@hlbbv.nl;
Kyra Broeders,
kbroeders@glastuinbouwnederland.nl;
Erwin Mol (NVWA) e.s.n.mol@nvwa.nl
Rob Kerkmeester r.kerkmeester@xs4all.nl

Redactie-adres

Postbus 31, 6700 AA Wageningen
redactie@knpv.org

Abonnementen en lidmaatschappen

De lidmaatschaps/abonnementskosten
van de KNPV, inclusief het tijdschrift
Gewasbescherming (6x per jaar), bedragen:

- Nederland en België	€ 30,- ¹
- overige landen	€ 40,-
- lid-donateur (bedrijven en instellingen)	€ 75,- ¹
- student-lidmaatschap	€ 15,- ²
- losse nummers (ex. porto)	€ 6,-

Abonnement EJPP

- Personen die lid zijn van de KNPV kunnen
tegen gereduceerd tarief een abonnement
verkrijgen op het *European Journal of
Plant Pathology*; zie KNPV-website.

Lidmaatschappen en abonnementen lopen
van 1 jan. tot en met 31 dec. Ze kunnen op
elk gewenst moment ingaan. Eventuele
beëindiging dient voor 1 december
schriftelijk te worden gemeld.

Correspondentie

Alle correspondentie betreffende de leden-
administratie, contributie en adressen voor
de verzending van Gewasbescherming kunt
u richten aan:

Huijbers' Administratiekantoor,
Postbus 244, 6700 AE Wageningen,
tel.: 0317-421545,
e-mail: administratie@knpv.org.

Alle overige vragen kunt u richten aan KNPV,
Postbus 31, 6700 AA Wageningen,
e-mail: secretaris@knpv.org.
KvK nummer 40120356.
Rekeningnummers:
NL 11 INGB 0000923165 en
NL 43 ABNA 0539339768, ten name van KNPV,
Wageningen. Betalingen o.v.v. uw naam.

Gewasbescherming, het verenigingsblad van de KNPV

Het blad Gewasbescherming brengt artikelen en nieuws over onderwerpen die spelen bij
plantenziekten en -plagen. Het verschijnt zes keer per jaar in een oplage van 600 stuks
en wordt verstuurd naar de leden van de KNPV (waaronder een groeiend aantal bedrijven)
en enkele bibliotheken. Op deze manier bereikt uw artikel in een keer een grote doel-
groep, bestaande uit personen en organisaties die zich allen bezighouden met planten-
ziekten, plantgezondheid en gewasbescherming in de breedste zin van het woord.
Alle uitgaven van de afgelopen 20 jaar zijn via onze website www.knpv.org beschikbaar
en de artikelen zijn in te kijken via de site. *Full text* digitale ontsluiting van de artikelen
gebeurt via ARTIK (WUR Library – de bibliotheek van Wageningen University & Research).
Daarnaast maakt GroenKennisnet melding van de gepubliceerde artikelen.

European Journal of Plant Pathology (EJPP)

Editor-in-Chief: Frank van den Bosch
e-mail: ejpp@knpv.org

Adreswijzigingen

- zelf aanpassen op www.knpv.org
- doorgeven aan administratie@knpv.org

Koninklijke Nederlandse

Plantenziektkundige Vereniging

www.knpv.org

bestuur: Christy van Beek, Erno Bouma, Pella
Brinkman (penn.), Anne Sophie van Bruggen,
Leendert Molendijk (vz), Gera van Os,
Margot Veenenbos, Helma Verberkt,
Peter Bonants (secr), Doriet Willemen

KNPV-werkgroepen

Nadere informatie en contactgegevens
werkgroepen: www.knpv.org

Bodempathogenen en bodemmicrobiologie

secretaris: Tess van de Voorde

Fusarium

secretaris: Like Fokkens

Nematoden

secretaris: Eveline van Aalst

Fytobacteriologie

secretaris: Roland Willman

Plantweerbaarheid

secretaris: Frank Hoeberichts

Commissie Nederlandse Namen Plantenziekten

secretaris: Piet Vlaming

Studiekring voor Plantenveredeling

secretaris: Jan-Kees Goud

Nederlandse Kring voor Plantevirologie NKP

secretaris: Rene van der Vlugt

Gewasbescherming en Maatschappelijk Debat

contactpersoon: Rob Kerkmeester

Jongeren

contactpersoon: Kees Westerdijk

Fungicidenresistentie

secretaris: Ivonne Elberse

Insecticidenresistentie

secretaris: Claudia Jilesen

Onkruidbeheersing

secretaris: Erwin Mol

Richtlijnen voor auteurs

Deze zijn te vinden op de internetpagina
www.knpv.org/nl/menu/Gewasbescherming
Het volgende nummer verschijnt in oktober
Aanleverdata kopij:

In 2024:

1 juli
2 september
1 november

Druk

GVO drukkers & vormgevers B.V., Ede

Vormgeving

Michel Hildebrand
(Hildebrand DTP, Wageningen)

ISSN 0166-6495

De redactie van Gewasbescherming en het bestuur
van de KNPV aanvaarden geen aansprakelijkheid
voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen
ontstaan bij het gebruik van de gegevens die in
deze uitgave zijn gepubliceerd.

¹ Bij machtiging automatische incasso voor Nederland € 5 korting.

² Bij machtiging automatische incasso voor Nederland € 2,50 korting.

Na regen...

Leendert Molendijk

voorzitter@knpv.org

Voor veel telers en kwekers in de volle grond is het dit voorjaar vooral na regen nog meer regen gebleken en is het wachten op de zonneschijn. Greppels graven en met lede ogen toezien hoe de Phytophthora her en der al opduikt zonder dat adequate gewasbescherming mogelijk is, de percelen zijn gewoon niet bereikbaar.

Klimaatverandering en de daarmee gepaard gaande weersverandering is de nieuwe werkelijkheid waarmee we moeten leren omgaan. Kernvragen daarbij zijn hoe die weersveranderingen zich gaan ontwikkelen, hoe zullen ziekten en plagen gedijen in de veranderende omstandigheden en hoe daarop te reageren? Deze onderwerpen kwamen ruimschoots aan bod tijdens onze voorjaarsvergadering gehouden afgelopen dertig mei.

In de voorliggende editie van Gewasbescherming krijg je een goede impressie van de bijdragen

van deze middag en meer. Complimenten aan de auteurs en onze redactie die dit mogelijk hebben gemaakt.

Onze vereniging herbergt leden vanuit alle gelingen gelieerd aan de gewasgezondheid, zowel senioren met een wereld aan ervaring en jongeren met nieuw elan, sprankelende ideeën en ambities. We werken allen aan oplossingen voor de huidige knelpunten en de uitdagingen van de toekomst. Dit brengt mij tot de optimistische stelling dat er na regen weer zonneschijn komt zowel letterlijk als figuurlijk.

Ik wens jullie mede namens het bestuur veel leesgenoegen en veel inspiratie toe om een 'steen in deze nu wel erg volle vijver te gooien.'

Leendert Molendijk
Voorzitter KNPV



De deelnemers aan de KNPV-voorjaarsbijeenkomst 'Klimaatverandering en Plantenziekten' luisteren aandachtig naar het antwoord van een van de sprekers op een vraag uit de zaal (30 mei 2024).

Klimaatverandering, er is wat aan de hand!

Erno Bouma

HAS Green Academy
Onderwijsboulevard 221
5223 DE 's-Hertogenbosch
Er.Bouma@has.nl

Inleiding

De vraag 'Is er wat aan de hand met het klimaat?' zou een aantal jaar geleden nog tot discussies geleid hebben, maar de cijfers spreken inmiddels voor zich ... Uit de data van het afgelopen jaar, 2023, blijkt dat dit het warmste jaar ooit gemeten is wereldwijd. Ook in Nederland lag de gemiddelde temperatuur van 11,8 °C (in de Bilt) behoorlijk ver boven het jaargemiddelde van 10,5 °C. Hiermee werd het record verbroken van 2014 en 2020 (11,7 °C). Ook was 2023 het natste jaar dat ooit werd geregistreerd in Nederland, 1060 millimeter tegen normaal 795 millimeter en dat terwijl halverwege het jaar (juni/juli) het extreem droog was (beneden de 5% droogste periode). Daarnaast wordt het in ons land de laatste jaren steeds zonniger, 1910 uur in 2023, tegen 1770 uur gemiddeld.

Het klimaat wereldwijd is aan het opwarmen. Dat heeft ook gevolgen voor Nederland. Verwacht wordt dat we, en dan vooral onze landbouwgewassen, meer blootgesteld zullen worden aan verzilting, vernatting, droogte, ziekten en plagen, en weersextremen als late nachtvorst en intense hagelbuien. Dat is nogal wat...

Een ander prominent punt dat samenhangt met klimaatverandering, de zeespiegelstijging en de gevolgen daarvan, is buiten deze studie gelaten.

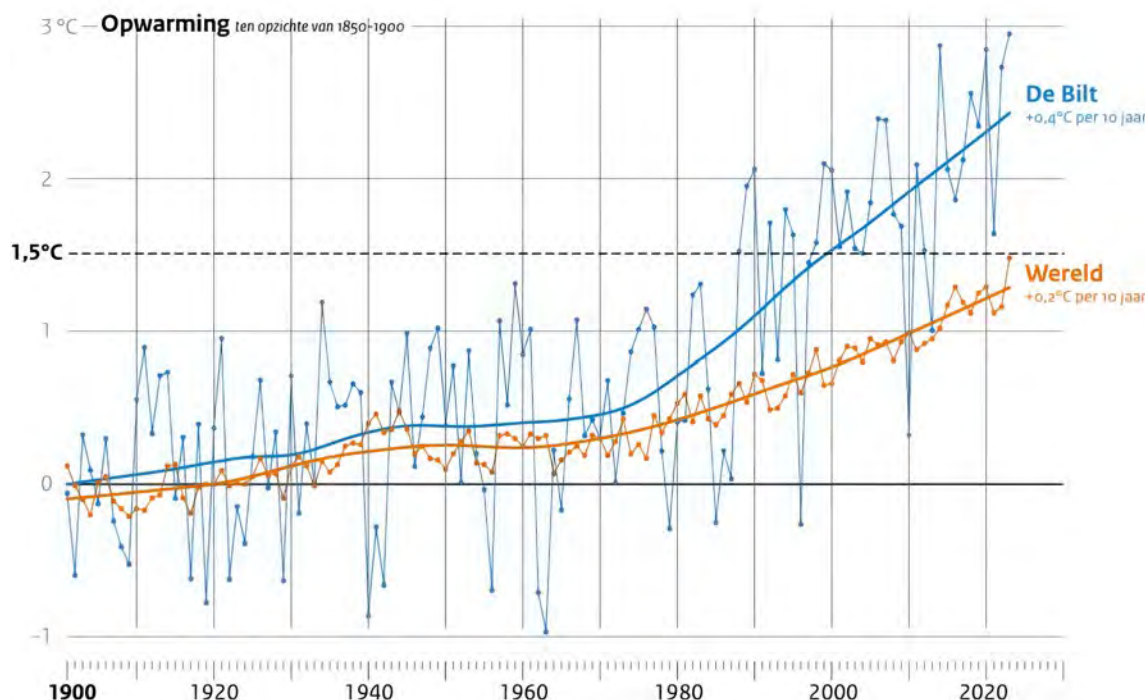
Klimaatverandering in Nederland

In Nederland is de klimaatverandering o.a. te merken in de temperatuur, de neerslag en de hoeveelheid CO₂ in de lucht. De gevolgen hiervan voor de landbouw worden hier kort aangestipt. In de volgende hoofdstukken gaan we uitgebreider in op de (in)directe effecten op ziekten en plagen bij gewassen.

Temperatuur

In figuur 1 is te zien dat de gemiddelde jaartemperatuur in Nederland gestegen is met 1,0 °C in de 20^e eeuw, wereldwijd was dat 0,6 °C (1,4 °C sinds midden 1800). Op basis van de modelberekeningen van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) heeft het KNMI een aantal scenario's doorerekend en het klimaat verandert zelfs in de meest optimistische scenario's nog een flinke tijd door, met grote gevolgen voor Nederland. Het wordt in alle seizoenen warmer, met meer tropische dagen en minder vorstdagen (KNMI, 2024).

De scenario's laten zien dat de wereldwijde opwarming verder doorgaat en in 2050 uitkomt op een stijging van 0,8 °C – 1,5 °C en de temperatuur in Nederland gaat 0,9 °C – 1,6 °C omhoog, ten opzichte van de periode 1961 – 1990.



Figuur 1: Waargenomen opwarming van de temperatuur in Nederland en mondiaal ten opzichte van 1850-1900 (bron: KNMI 2024).

Neerslag

De neerslaghoeveelheid is de afgelopen eeuw gestegen met ongeveer 15%, het IPCC-scenario geeft aan dat de hoeveelheid neerslag over het gehele jaar niet veel verandert (-2 tot +3%), maar dat de verdeling anders wordt: later in de voorjaar, de zomer en het begin van de herfst zal de neerslagduur beduidend minder worden en de buien die zullen vallen, hebben waarschijnlijk een hogere intensiteit. Het late najaar, de winter en het vroege voorjaar zullen duidelijk natter worden. Dat lijkt misschien voor de landbouw een langer groeiseizoen op te leveren, maar de vochttoestand van de grond kan in het voorjaar en in de (late) herfst juist tot inperkingen van het groeiseizoen leiden. De gewasontwikkeling na zaaien/poten (in fenologische stadia) is sinds 1990 13 tot 20 dagen vervroegd.

In noordelijke gebieden van Europa kan klimaatverandering positieve effecten hebben op de landbouw door de introductie van nieuwe gewassoorten en -variëteiten, een hogere gewasproductie en uitbreiding van de gebieden die geschikt zijn voor de teelt van gewassen. Nadelen zijn mogelijk een toename van de behoefte aan gewasbescherming, het risico op uitspoeling van voedingsstoffen en de omzet van organisch materiaal in de bodem. In zuidelijke gebieden zullen de nadelen overheersen. De mogelijke toename van waterschaarste (in het groeiseizoen) en extreme weersomstandigheden kan leiden tot lagere oogstbare opbrengsten, grotere opbrengstvariabiliteit en een vermindering van de gebieden die geschikt zijn voor traditionele gewassen. Deze effecten kunnen de huidige trends van intensivering van de landbouw in Noord- en West-Europa en extensivering in het Middellandse Zeegebied en het zuidoosten van Europa versterken.

Kooldioxide

De hogere kooldioxide (CO_2)-concentratie (voor cijfers zie pagina 94 "Oorzaken huidige klimaatverandering") heeft direct effecten op planten; de bladeren worden groter en dikker, er worden meer takken gevormd, er treedt een vergroting van de stengel- en wortellengte op en een verhoging van het drooggewicht. Bij de meeste C_3 -gewassen ontstaan minder huidmondjes per oppervlakte (veel van onze landbouwgewassen zijn C_3 -gewassen; C_4 -gewassen zijn o.a. mais, gierst en sorghum). Daardoor ontstaat er in het gewas, onder het bladerdek een vochtiger microklimaat met als gevolg een hogere ziektegevoeligheid.

Verandering in het klimaat kan leiden tot verandering in geografische verspreiding, toename van overwinteringen, veranderingen in populatiegroeisnelheden, toename van het aantal generaties, verlenging van het groeiseizoen, veranderingen in gewas-plaagsynchronisatie en verhoogd risico van invasieve migrerende organismen.

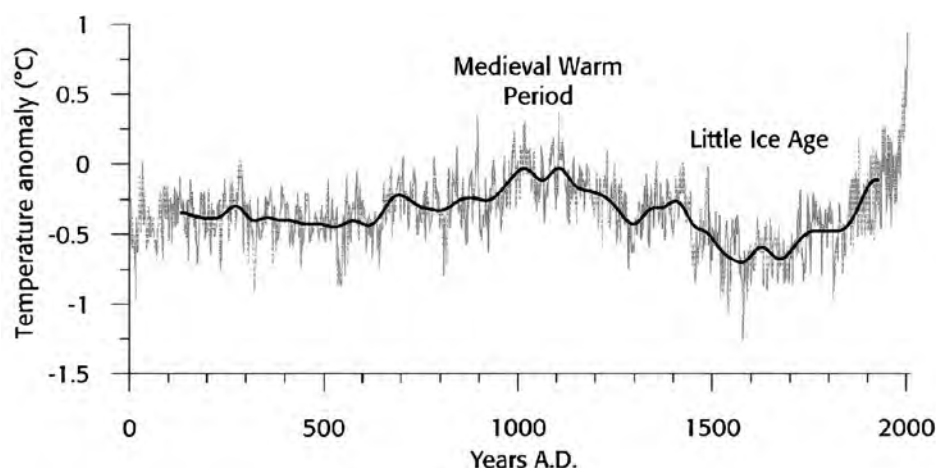
Groene bruggen (grote urbane gebieden of grote gebieden met glastuinbouw) zullen in de toekomst een groter probleem gaan geven dan ze nu doen doordat de temperatuur, de RV en de CO_2 -concentratie daar gunstiger zijn voor het overleven van (Q-organismen).

De werking van gewasbeschermingsmiddelen wordt beïnvloed door o.a. de temperatuur en vochtgehalte van de grond. Met de weersomstandigheden die worden ingeschat door de IPCC-scenario's (warmer en minder neerslag) lijkt het er op dat de omstandigheden voor een aantal toepassingen duidelijk negatiever zullen gaan uitvallen. Voor de werking van de contactfungiciden worden de omstandigheden gunstiger. Doordat het groeiseizoen vroeger en langer wordt, worden de omstandigheden voor een aantal gevestigde organismen gunstiger en zullen mogelijk een aantal nieuwe organismen de bestrijdingsdrempels overschrijden, waardoor het aantal behandelingen kan toenemen ten opzichte van de periode 2013-2023.

Klimaatverandering nader beschouwd

Klimaatverandering, nieuw fenomeen?

Klimaatcritici roepen vaak dat veranderingen van de temperatuur altijd al hebben plaatsgevonden. Daarin zit een grote kern van waarheid. Kijkend naar de data van de periode sinds de jaartelling wordt deze stelling ook bevestigd, zie figuur 2. Duidelijk is te zien op de grafiek dat rond het begin van de jaartelling en rond het jaar 1000 er warmere perioden waren. Verschillende bronnen onderbouwen deze gegevens, bijvoorbeeld het mogelijk worden van de druiventeelt rond de eeuwwisseling (jaar 0 door de Romeinen die in streken die we nu tot Nederland benoemen, aanwezig waren (ten zuiden van de grote rivieren). Daarnaast is ook een duidelijke koelere periode (Little Ice Age) waar te nemen tussen 1500 en 1700. Ook deze periode is beschreven in de literatuur (Mak, 2016) en vooral wat de gevolgen ervan waren voor flora en fauna. Verder is de gemiddelde mondiale temperatuur behoorlijk aan verandering onderhevig geweest in de periode tussen het begin van de jaartelling en de laatste ijstijd, maar dat is allemaal minder gedetailleerd in literatuur aangetroffen.



Figuur 2: Temperatuur variatie op het Noordelijk halfrond van de aarde vanaf het begin van de jaartelling (Perdikaris, 2015).

Oorzaken huidige klimaatverandering

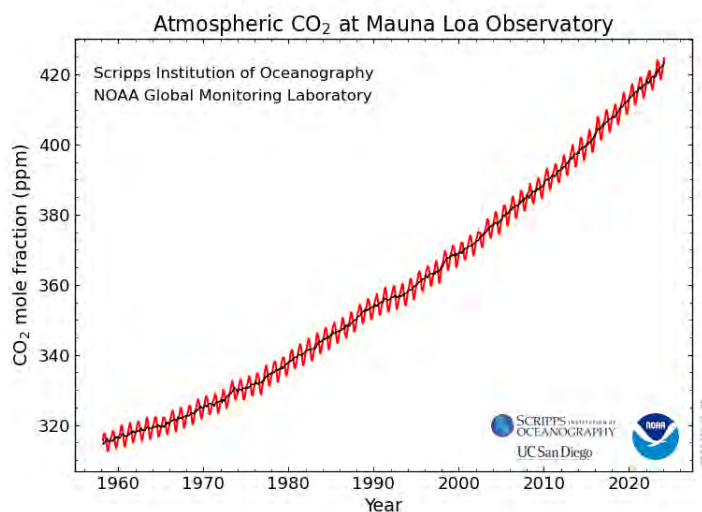
Voor het grootste gedeelte wordt de huidige verandering veroorzaakt door menselijke handelingen. De belangrijkste atmosferische componenten die deze opwarming veroorzaken zijn de welbekende broeikasgassen; naast kooldioxide (CO_2), zijn vooral distikstofoxide (N_2O) en methaangas (CH_4) van belang. Enerzijds moeten we blij zijn dat deze broeikasgassen in de atmosfeer van de aarde zitten, deze gassen zorgen ervoor dat de warmtestraling wordt vastgehouden; zonder deze gassen zou het gemiddeld zo'n 33 graden kouder zijn. Maar de laatste decennia is dit vasthouden van warmte te ver doorgeslagen. De broeikasgassen (CO_2 , N_2O en CH_4) worden in berekeningen en studies rondom klimaatverandering allen omgerekend naar CO_2 -equivalenten (lachgas (N_2O) is

298 kg CO_2 -equivalenten en één kg methaan (CH_4) staat gelijk aan 25 kg CO_2 -equivalenten.

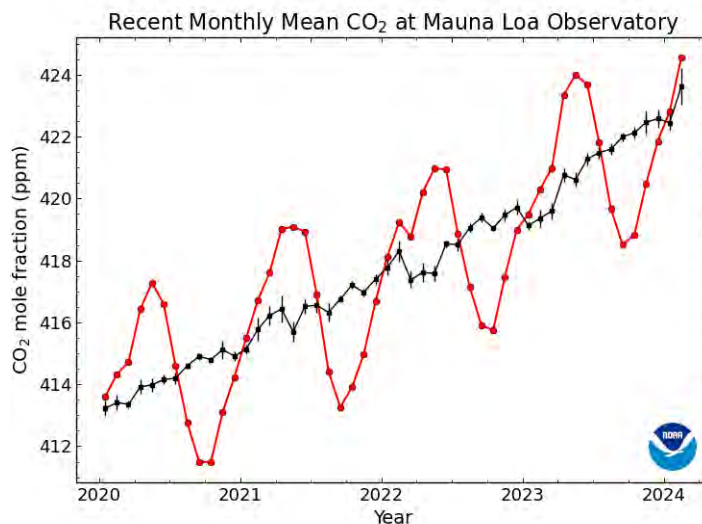
Kooldioxide (CO_2)

Tussen het einde van de 18^e eeuw en 2021 is de CO_2 -concentratie in de atmosfeer gestegen van 280 tot ongeveer 420 parts per million (ppm), een stijging van bijna 50%, waarvan de grootste stijging gerealiseerd werd in de laatste 60 jaar (van 315 naar 420 ppm CO_2), zie figuur 3.

De verschillen binnen een jaar worden veroorzaakt door de opname van CO_2 door de bladeren van gewassen en bomen gedurende het zomer/groei-seizoen en afgifte tijdens het winterseizoen door uitstoot (verwarming) en afbraak van organisch materiaal (o.a. de bladeren van gewassen en bomen), zie figuur 4.



Figuur 3: De stijging van het gehalte kooldioxide (CO_2) in de lucht tussen 1960 en 2024 (NOAA, 2024).



Figuur 4: Het stijgen en dalen van het gehalte kooldioxide (CO_2) in de lucht tussen de groeiseizoenen, 2020 en 2024 (NOAA, 2024).

Distikstofoxide (N₂O)

De mondiaal gemiddelde concentratie in de atmosfeer van distikstofoxide of lachgas (N₂O) kwam in 2021 uit op 335 ppb (deeltjes per miljard luchtdeeltjes). Dat is 24 % boven het gemiddelde pre-industriële niveau dat 270 ppb bedroeg (gemiddelde in periode 1750-1850). Eén kg lachgas staat gelijk aan 298 kg CO₂-equivalenten.

Methaangas (CH₄)

Methaan (CH₄) is het op twee na belangrijkste broeikasgas (na CO₂ en waterdamp). De mondiaal gemiddelde CH₄-concentratie is in 2018 verder gestegen naar 1859 ppb, ruim 9 ppb meer dan in 2017 (+0,5%) en ruim 69 ppb hoger dan 10 jaar geleden (+3,4%). De concentratie is in 2018 bijna 2,5 keer zo hoog als de gemiddelde pre-industriële concentratie (circa 754 ppb in periode 1750-1850). De laatste paar jaar is er enige afvlakking van het gehalte aan CH₄ en N₂O in de lucht, voornamelijk veroorzaakt door verminderde uitstoot in de industrie en bij de elektriciteits- en warmteproductie, zie ook de grafieken in figuur 5 en 6. Eén kg CH₄ staat gelijk aan 25 kg CO₂-equivalenten.

Stijgende temperatuur

Wereldwijd is in de periode 1880-2012 de gemiddelde luchttemperatuur met ongeveer 0,9 °C gestegen. Ook in Nederland is er sprake van opwarming. Tussen 1901 en 2013 nam de gemiddelde temperatuur in De Bilt toe met 1,8 °C. Het grootste deel van deze toename, namelijk 1,4 °C, vond plaats tussen 1951 en 2013 (figuur 7).

Sinds 1951 is de toename van de gemiddelde temperatuur in Nederland ongeveer twee keer zo groot als de mondiale toename van de gemiddelde temperatuur over het land- en zeeoppervlak. Deze grotere stijging in Nederland wordt onder andere veroorzaakt door onze ligging aan zee en de overheersende windrichting. De stijging van temperatuur resulteerde in een afname van het aantal vorstdagen en een toename van het aantal zomerse dagen. De tien warmste jaren ooit in Nederland, werden allen geregistreerd na 2000. In 1706 is er met de officiële metingen en de registratie ervan begonnen. Het afgelopen jaar (2023) is het warmste (en ook het natste) jaar ooit in Nederland gemeten, de gemiddelde temperatuur was 11,8 °C.

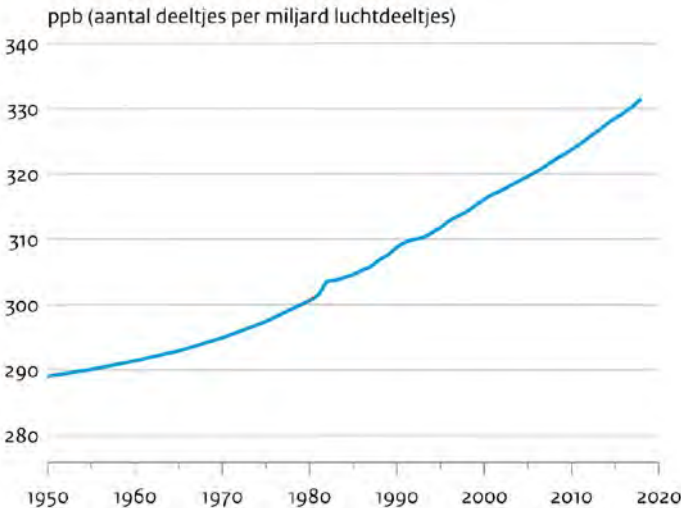
De actuele waarden worden altijd vergeleken met de klimatologische waarden, dit zijn de waarden gemiddeld over een periode van dertig jaar (nu: 1991-2020). Maar ook deze “gemiddelde” temperatuur is de laatste decennia behoorlijk hoger geworden, zie tabel 1.

Klimatologische periode	Gemiddelde temperatuur
1991 - 2020	10,5 °C
1981 - 2010	10,4 °C
1971 - 2000	9,8 °C
1961 - 1990	9,4 °C

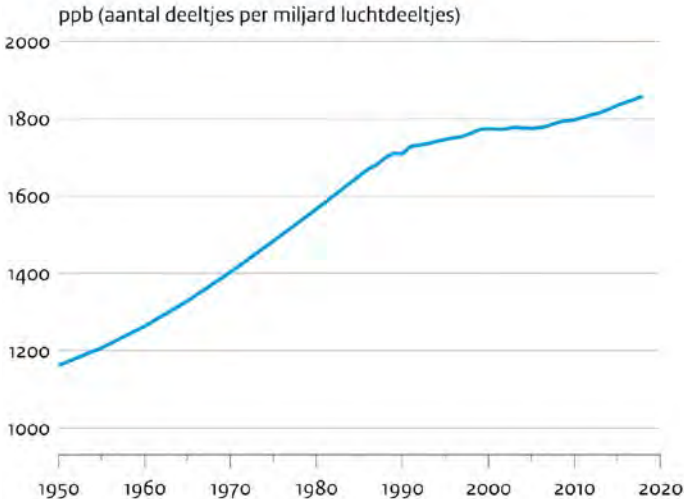
Tabel 1: de klimaat gemiddelden qua temperatuur in De Bilt (KNMI).

Niet alleen op het officiële KNMI station in De Bilt, maar ook op KNMI-stations in de regio zijn deze gevolgen van de klimaatverandering waar te nemen,

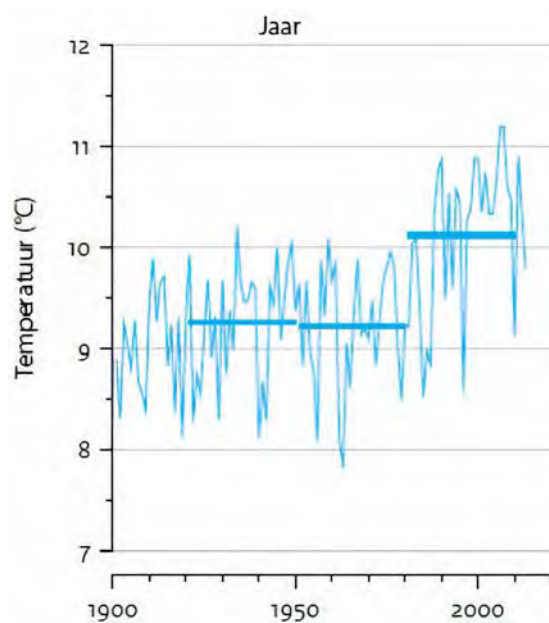
Mondiale concentratie lachgas (N₂O)



Mondiale concentratie methaan (CH₄)



Figuur 5 en 6: Ontwikkeling concentratie lachgas(N₂O) en methaan (CH₄) in de lucht, mondiaal tussen 1950 en 2020 (CBS, PBL, RIVM, WUR (2024)).



Figuur 7: Waargenomen jaargemiddelde temperatuur in De Bilt. Horizontale lijnen: klimatologische gemiddelden over 30 jaar (bron: KNMI 2024).

bijvoorbeeld op het KNMI-station Deelen, gelegen op de Veluwe (zie figuur 8).

De mondiale temperatuurstijging verloopt boven land iets sneller dan de stijging van de watertemperatuur (zie figuur 9). Wereldwijd kunnen deze temperatuursveranderingen grote gevolgen hebben, zoals verschuiving van verbouw van belangrijke landbouwgewassen naar het noorden respectievelijk zuiden omdat het te warm wordt in de oorspronkelijke gebieden. Dit kan behoorlijke sociaal/economische gevolgen hebben in bepaalde delen van de wereld.

Ook de stijging van de temperatuur van het zeewater heeft grote gevolgen. Vissen en andere organismen die mobiel zijn, kunnen migreren als de temperatuur te hoog wordt; de gebieden waar veel kabeljauw voorkomt zijn de laatste dertig jaar ongeveer 400 km naar het noorden verschoven. Maar voor bijvoorbeeld koralen (en de hele biotoop die er omheen leeft) is het behoorlijk lastig om de verandering van

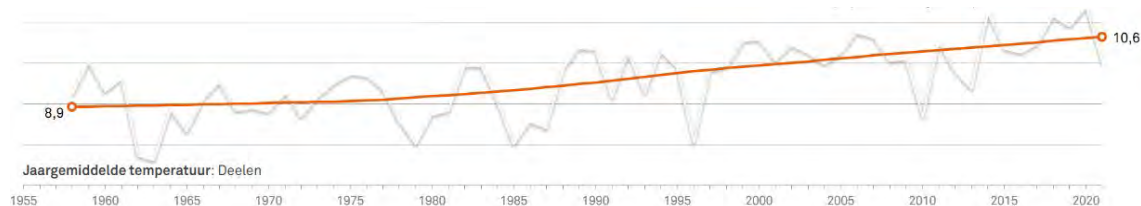
de zeewatertemperatuur en de poging tot migreren in de pas te laten lopen. Daarnaast leidt een opwarming van het zeewater onder andere tot zeespiegelstijging. Dit heeft impact op veel meer plaatsen dan gedacht, van dijkophogingen tot zoutwaterkwel.

Meer neerslag

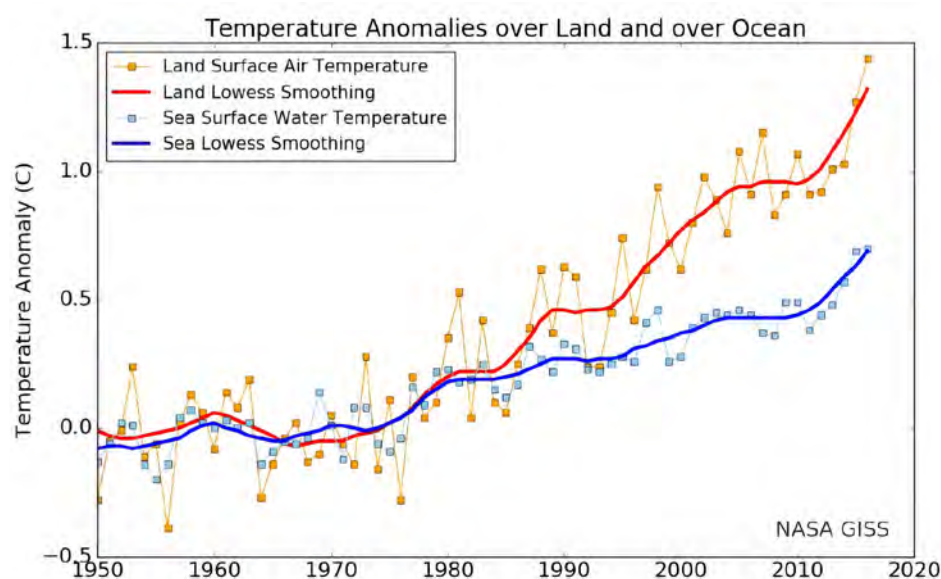
De gemiddelde neerslag in Nederland kent behoorlijke verschillen tussen de jaren, zie figuur 10. Maar gemiddeld neemt de neerslag ook toe. Lag het begin vorige eeuw nog ergens rond de 700 mm jaarlijks, nu ligt het gemiddelde rond de 850, een stijging van bijna 23 %. Regionaal kunnen stijgingen nog veel groter zijn, bijvoorbeeld in West-Nederland 35 % meer.

Gemiddeld regent het in Nederland op 192 dagen per jaar, kijken we naar de duur van de regen, dan is het 92 % van de tijd droog. Dit percentage is in de afgelopen zestig jaar praktisch niet veranderd. Het regent dus niet langer. Wel is het aantal dagen met veel neerslag toegenomen. Gemiddeld telt een jaar nu 23 dagen met meer dan 10 millimeter neerslag. Dat zijn bijna drie dagen meer dan in 1961-1990, een toename van 14 %. Het aantal dagen met meer dan 20 millimeter steeg van 3,7 naar 4,6, een toename van 24 %. De natste dagen nemen dus relatief het snelst in aantal toe (KNMI, 2024).

In warmere lucht passen meer grammen vocht per kubieke meter. Doordat de gemiddelde temperatuur hoger geworden is, kunnen de buien 's zomers dan ook zwaarder zijn: een kubieke meter lucht kan namelijk meer grammen vocht bevatten voordat het begint te condenseren. Kijkend naar de situatie voor de landbouw, laat figuur 11 zien dat het verlies van vocht uit de grond door de verdamping in het voorjaar sneller gaat dan de toevoer door neerslag waardoor er vochttekorten kunnen ontstaan die door beregning of druppelirrigatie moeten worden aangevuld. De grafiek laat een duidelijke trend zien dat het verschil groter wordt. De gemiddelde verdamping neemt toe doordat de temperatuur hoger is, maar ook doordat er gemiddeld meer straling is; beide parameters zorgen voor een grotere verdamping door planten (maar ook uit de grond).



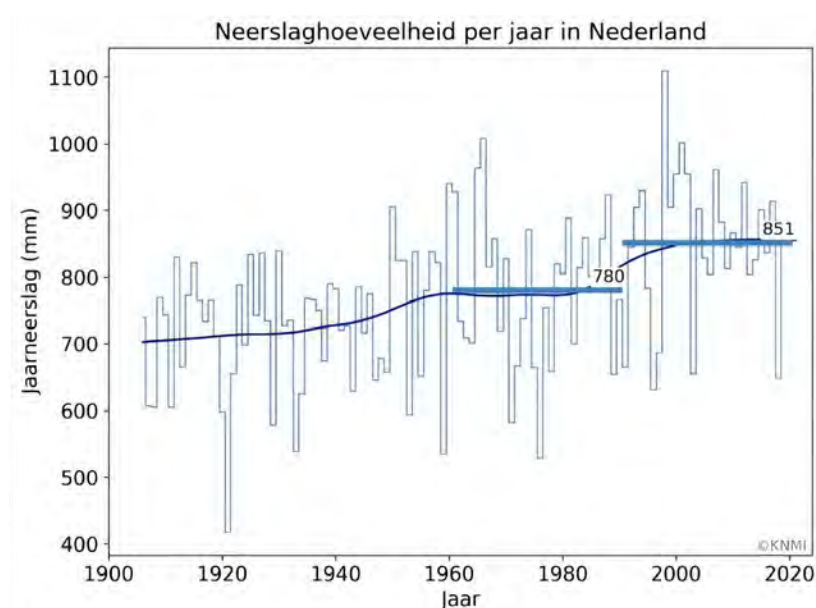
Figuur 8: Gemiddelde jaartemperatuur in Deelen tussen 1955 en 2021. De dikke rode lijn volgt een voortschrijdend 30-jaar gemiddelde (KNMI, 2022).



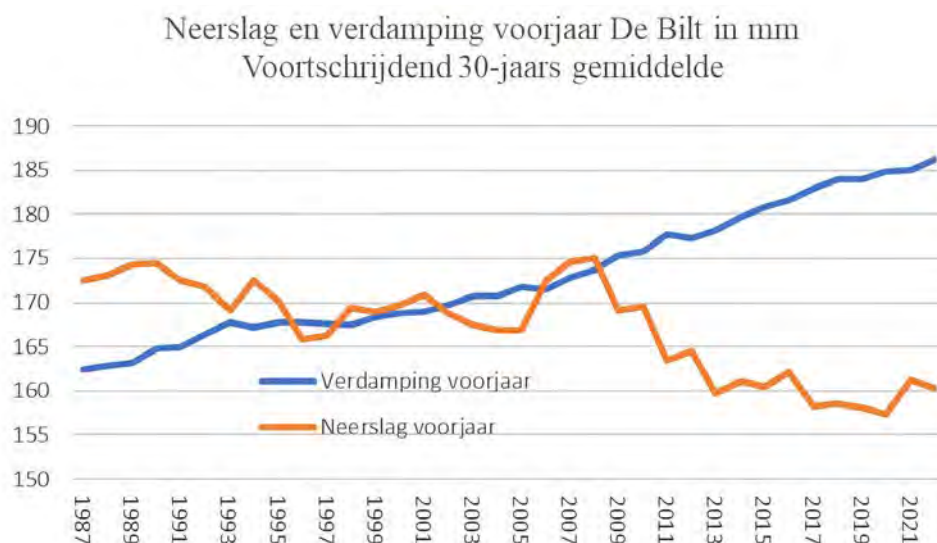
Figuur 9: Temperatuur afwijkingen boven land en boven de oceaan, bron NASA.

Hoewel de gemiddelde neerslag afneemt in de zomerperiode, neemt de kans op extreme plensbuien (veel regen in korte tijd) toe. De regen in de winter komt vaak via een lagedrukgebied over ons land of tijdens buien als koude, arctische lucht via de Noordzee onze kant uitkomt. In een warmer klimaat in de winter neemt de hoeveelheid waterdamp in de lucht

toe. Er valt daardoor uit een toekomstige depressie zo'n 6 tot 7 % meer neerslag per graad opwarming. Een aantal klimaatmodellen geeft vaker wind uit een (zuid-)westelijke richting, door het warmere klimaat. Vanuit die richting komt vaak milde vochtige lucht, waardoor de gemiddelde winterneerslag mogelijk nog wat meer toe zal nemen, (Selten, 2022).



Figuur 10: Neerslaghoeveelheid per jaar sinds 1906, gemiddeld over 13 stations verspreid over Nederland. Dikke horizontale lijnen zijn de klimaatnormalen voor 1961-1990 en 1991-2020. Bron: KNMI.



Figuur 11: Verloop van neerslag en verdamping in het voorjaar (de Bilt).

Toekomstscenario's

Wat voor situatie kunnen we met de huidige klimaatverandering verwachten rond het jaar 2050? Het KNMI heeft een aantal toekomstscenario's opgesteld voor de situatie in Nederland over 25 jaar, gebaseerd op modelberekeningen van het IPCC.

Toekomstverwachting temperatuur

De modelberekeningen van het IPCC laten zien dat de opwarming verder doorgaat en in 2050 in onze omgeving uitkomt op een stijging van 0,7 °C en 1,3 °C in de winter en 1,2 °C en 2,1 °C in de zomer, zie tabel 2. Conclusies die belangrijk zijn voor de landbouw in Nederland zijn: tot 2050 wordt er een toename verwacht van de gemiddelde temperatuur en periodes van hitte. Er komt meer zonnestraling doordat er in de lucht steeds minder deeltjes zitten

(o.a. aerosolen en stofdeeltjes), daardoor is er ook minder mist.

Toekomstverwachting neerslag

Het meest aannemelijke scenario voor de toekomst geeft aan dat de hoeveelheid neerslag en het aantal regendagen in de winterperiode toeneemt, maar in de zomerperiode juist afneemt, maar de hevigheid van extreme regenbuien in de zomerperiode toe neemt. Omdat de lucht aan de grond warmer wordt en de verschillen met de koude bovenlucht groter (meer onstabiliteit) kunnen er tijdens zware buien ook meer valwinden ontstaan; daarnaast is er in de gemiddelde windsnelheid weinig verandering. De scenario's zijn gebaseerd op Noordwest-Europa. Nederland zit op de grens van het Noordwest-Europese scenariovlak, wat betekent dat de voorspellingen lastig zijn.

2050		Ld	Ln	Hd	Hn
Winter	gemiddelde temperatuur	+0,7 °C	+0,7 °C	+1,6 °C	+1,5 °C
	gemiddelde neerslaghoeveelheid (218 mm)	+4%	+5%	+4%	+7%
Zomer	gemiddelde temperatuur	+1,2 °C	+1,1 °C	+2,1 °C	+1,7 °C
	gemiddelde neerslaghoeveelheid (235 mm)	+8%	-2%	+13%	-5%
	potentiële verdamping (286 mm)	+8%	+6%	+11%	+7%

Tabel 2: Klimaatverandering in Nederland rond 2050 ten opzichte van de referentieperiode 1990-2020, volgens de vier KNMI-klimaatscenario's Ld, Ln, Hd en Hn. De scenario's zijn gebaseerd op de hoeveelheid uitstoot van broeikasgassen (en daarmee de wereldwijde opwarming) en de mate van neerslagverandering in Nederland. Lage uitstoot, droog (Ld), Lage uitstoot, nat (Ln), Hoge uitstoot, droog (Hd) en Hoge uitstoot, nat (Hn).



*De extreme neerslag zorgde eind 2023 voor veel wateroverlast op akkers.
Dit gafo.o.a. bij de aardappel- en bietenoogst veel problemen (foto:AdobeStock).*

Referenties:

- CBS, PBL, RIVM, WUR (2024). Emissie broeikasgassen in Europa, 1990 - 2018 (indicator 0434, versie 13) www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.
- KNMI, 2022, WWW.KNMI.NL
- KNMI, 2023 Klimaatscenario's 2023
- KNMI, 2023, *De staat van ons klimaat 2023*. 2024 pp 29
- NOAA, 2024 <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- Mak, G. (2016) *De levens van Jan Six*. Pp 446 2016, Uitgeverij Atlas Contact Amsterdam
- Perdikaris, S. 2015 The Northern frontier. Northern Atlantic farming. OXBOW publishers January 2015. In book: *Earth Series 3: Agricultural and Pastoral Landscapes in Pre-Industrial Society: Choices, Stability and Change Chapter: 1.4* Publisher: Oxbow Editors: Fèlix Retamero (Editor); Inge Schjellerup (Editor); Althea Davies (Editor)
- Selten F. (2022) KNMI Droger én natter in Nederland, hoe kan dat? *Klimaatbericht KNMI*



Hitte, droogte en veel straling zorgden in de extreem warme zomer van 2018 al halverwege de teelt voor vergeelde maisplanten (foto: Gewasbescherming).



Interview met Margot Ribberink

Communicatie over klimaat draagt bij aan bewustzijn

Margot Ribberink heeft Biologie/Ecologie gestudeerd in Nijmegen en is later vooral bekend geworden als de eerste Weervrouw bij Meteo Consult/Meteo Group. Daar heeft ze vanaf 1990 het weer gepresenteerd, vanaf 2009 o.a. op RTL4. Vanaf 2019 werkt ze als zelfstandige, geeft veel lezingen, wordt regelmatig ingehuurd als dagvoorzitter en verzorgt twee dagen per week het weer voor de regionale omroepen op de radio.

Heb je de laatste dertig jaar het weer zien veranderen?

Wat erg opvalt is hoe vroeg de lente dit jaar begint. De berk bijvoorbeeld heeft nog nooit zo vroeg gebloeid, veroorzaakt door de hoge temperaturen de afgelopen wintermaanden. En dit is in vrijwel geheel Nederland het geval. De bloei zal ook korter zijn door de hoge temperatuur. De start van het groeiseizoen is al jaren veel eerder dan dertig jaar geleden. De officiële start van het groeiseizoen (1 april volgens het KNMI), dat is nu zo'n zes weken eerder. Het groeiseizoen gaat ook veel langer door in het najaar. Dat lijkt gunstig (lengte groeiseizoen), maar er komt veel meer extreem weer voor. Het is onvoorspelbaarder en grilliger geworden. De ontwikkeling van de natuur is erg vroeg, maar wat gevaarlijk is dat er nog steeds invallen kunnen zijn van koude polaire lucht en dat er dan veel koude schade ontstaat. De vroege vruchtbeginsel zijn gevoelig voor vorst en we hoeven alleen maar aan de bevroering van de perenbloesem te denken of de ontluikende knoppen van de wijnstruiken in Frankrijk, waar de laatste jaren veel schade is ontstaan. Dat hoort ook er ook bij in het nieuwe klimaat. In tijden van extreme droogte krijgen de bossen het steeds zwaarder en als er een aantal jaar achter elkaar droogte is geweest (2018-2022), dan brengt dat blijvende schade met zich mee en dat leidt tot bomen die gevoeliger zijn voor kevers (o.a. de letterzetter) en andere plagen.

Communiceren vanuit de wetenschap over het klimaat met de goede handvatten, is echt heel hard nodig!

Margot Ribberink

Je geeft veel lezingen, bespreek je dan ook de klimaatsverandering en de gevolgen?

Ja, ik merk dat mensen behoefte hebben aan duidelijke informatie over wat er gebeurt. Hoe snel stijgt de zeespiegel in Nederland en moeten we ons daar nu al zorgen over maken? Hoe zit het met de smelt van de West-Arctische ijskap en het ijs op Groenland? Is het echt zo dat de warme Golfstroom stilvalt? Communicatie over het klimaat draagt bij aan het bewustzijn. Daarnaast is het nodig om mensen aan de hand te nemen bij wat ze zelf kunnen doen. Veranderen kun je heel goed stapje voor stapje doen. Natuurlijk is de klimaatcrisis een wereldwijd probleem, ieder heeft een verantwoordelijkheid om een steentje bij te dragen, ook de grote vervuilers. Daarom is het noodzakelijk dat overheden een duidelijke langetermijnvisie opstellen over hoe we met zijn allen de CO₂-uitstoot kunnen terugdringen. Boeren kunnen hier een grote rol in spelen, bijvoorbeeld door het verbouwen van bio-based bouwmaterialen.

Wat moet er veranderen om een verdere klimaatsverandering enigszins te stoppen?

Iedereen is verantwoordelijk, we hebben allen de taak om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen: de politiek, de grote bedrijven en wijzelf. Innovaties nu en in de toekomst zijn belangrijk, maar als we ons gedrag niet veranderen, lukt het niet de uitstoot te verminderen om de temperatuur onder de 2 graden opwarming te laten blijven. Alleen samen kunnen we de opwarming van de aarde en de gevolgen van klimaatverandering, het extreme weer en de zeespiegelstijging afremmen.

Ons gedrag veranderen, betere keuzes maken voor het klimaat en de natuur lijkt lastig. Maar als je kleine stapjes neemt, lukt het iedereen. Als we allemaal minder consumeren, minder vlees eten, in ons huis en op ons werk minder energie gebruiken en in plaats van onze vervuilde auto meer op de fiets of per trein reizen, dan is dat niet alleen goed voor het klimaat en de natuur maar uiteindelijk ook voor onszelf.

Klimaatverandering en de directe invloed op plantgezondheid in de Nederlandse landbouw

Erno Bouma

HAS Green Academy
Onderwijsboulevard 221
5223 DE 's-Hertogenbosch
er.bouma@has.nl

Inleiding

De invloed van de klimaatverandering op de plantgezondheid in de Nederlandse landbouw is complex. Er zijn zowel directe als indirecte gevolgen voor de plant. In dit hoofdstuk komen de directe gevolgen aan bod.

De belangrijkste gevolgen voor de plantengroei en het optreden van ziekten en plagen worden (direct en indirect) beïnvloed door hogere gehalten aan CO₂, hogere temperaturen (en relatieve luchtvochtigheid) en meer neerslag. Gewassen zouden in principe op een hoger niveau kunnen produceren maar er moet toch per gewas bekeken worden of dit in de praktijk zo is. Er is een toename van de groei en mogelijk ook een toename van het aantal groeidagen in het seizoen, hoewel dat sterk kan worden beperkt door de bodemvochtigheid (te droog of te nat).

De veranderende omstandigheden, veroorzaakt door de klimaatverandering, leiden tot eerdere plaagaantastingen in het groeiseizoen en ook tot zwaardere aantastingen, mogelijk met nieuwe organismen die uit Zuidelijker regionen van Europa (of andere warmere gebieden) komen. Belangrijk kunnen in de nabije toekomst ook de urbane gebieden zijn waar de insectenplagen tussentijds kunnen overleven.

Ook op het gebied van ziekten (schimmel en bacterie) zullen er nieuwe organismen bijkomen en zullen al gevestigde (warmtegevoelige) organismen verder uitbreiden. Aantasting door nematoden wordt door de klimaatverandering volgens verwachting nog groter.

Een andere zorg is de neerslag. In de late herfst, de winter en het vroege voorjaar is het waarschijnlijk erg nat en vervolgens valt de neerslag in het groeiseizoen niet op het juiste moment en in de juiste hoeveelheid. Hierdoor kan er onvoldoende van het grotere potentieel aan groeimogelijkheden (door de hogere temperatuur, meer straling en hogere gehalten aan kooldioxide) geprofiteerd worden. En het kan leiden tot (veel) te laat zaaien en poten aan het begin van het seizoen en grote oogstproblemen in de oogstperiode.

Direct effect op plantgezondheid

Klimaatverandering uit zich zowel in een verschuiving van de gemiddelde klimaatomstandigheden

(o.a. temperatuur en neerslag) als in een toename van de frequentie en de ernst van weersextremen. Verwacht wordt dat de weersextremen vaak een grotere impact zullen hebben op de landbouwproductie dan de gemiddelde temperatuurstijging of de gemiddelde neerslagverandering. Om het hoofd te bieden aan de gevolgen van de toekomstige klimaatverandering zullen boeren en tuinders hun bedrijven en ook de bedrijfsvoering aan moeten passen.

De klimaatverandering heeft ook een direct effect op de aanwezigheid en het optreden van schadelijke organismen door veranderingen in seizoensgebonden voorkomen, veranderingen in populatiedynamiek en epidemiologie, en veranderingen in geografische verspreiding. Deze effecten kunnen leiden tot verschuivingen in de relevantie en verspreiding van gevestigde soorten van schadelijke organismen, maar ook tot het introduceren van nieuwe soorten, rassen of genotypen. Deze veranderingen zullen ertoe leiden dat bestaande kennis op zijn minst gedeeltelijk zijn geldigheid verliest en nieuwe beheersingsstrategieën noodzakelijk worden.

In Noord- en West-Europa kan klimaatverandering positieve effecten hebben op de landbouw door de introductie van nieuwe gewassoorten en -variëteiten, een hogere gewasproductie en uitbreiding van de gebieden die geschikt zijn voor de teelt van bepaalde gewassen (soja, zonnebloem). Nadelen zijn mogelijk het risico van uitspoeling van voedingsstoffen en de omzetting van organisch materiaal in de bodem, dus een verlaging van het organische stofgehalte en mogelijk een toename van de behoefte aan gewasbeschermingsmethoden (en/of gewasbeschermingsmiddelen).

In zuidelijke gebieden van Europa zullen waarschijnlijk de nadelen overheersen. De verwachte toename van waterschaarste en extreme weersomstandigheden (hitte) kan leiden tot lagere oogsten, grotere opbrengstvariabiliteit en een vermindering van de gebieden die geschikt zijn voor traditionele gewassen. Deze effecten kunnen de huidige trends van intensivering van de landbouw in Noord- en West-Europa en extensivering in het Middellandse Zeegebied en het zuidoosten van Europa versterken. Het weer in Europa verandert, maar ook in Nederland (zie tabel 1).

Factor	1961-1990	1991-2020	2021-2050
Gem. temperatuur - De Bilt	9,4 °C	10,5 °C	11,5 °C
Gem. neerslag - Nederland	793 mm	835 mm	875 mm
Verdamping - de Bilt	536 mm	581 mm	600 mm
Zonneschijn - de Bilt	1476 uur	1715 uur	1800 uur
Globale straling - De Bilt	346 kJ/cm²	365 kJ/cm²	380 kJ/cm²

Tabel 1: Klimaatgegevens afgelopen klimaatperioden en verwacht voor 2021-2050 (bron: KNMI, 2023).

Trends ziekten en plagen

Het directe effect van klimaatverandering op ziekten (schimmel-, virale- en bacteriële ziekten) en plagen hangt in grote mate af van de biologie van de individuele organismen (bijv. klimaatvereisten, levenscyclus en levenswijze). Voor één en hetzelfde schadelijke organisme is een combinatie van bevorderende en remmende directe invloeden van klimaatverandering zeker mogelijk en de ontwikkeling van de aantasting kan in de toekomst ook aanzienlijk schommelen, afhankelijk van de regio en van jaar tot jaar.

Rekening houdend met de verwachte weersomstandigheden (vooral temperatuur- en neerslagverandering in 2050) zijn dit de geschatte trends met betrekking tot plantenziekten:

- Verbetering van overwinteringsomstandigheden door zachte winters, bijv. roesten (*Puccinia* spp.) en echte meeldauw (*Blumeria* spp.)
- Bevordering van ziekteverwekkers met hoge temperatuurvereisten in de zomer, bijv. zwarte roest in tarwe (*Puccinia graminis*) en *Alternaria* in aardappelen (*Alternaria solani*)
- Verhoogde overdracht van virussen (bijv. BYDV, TuYV) door verbetering van de leefomstandigheden van hun vectoren
- Vestiging van nieuwe warmteminnende pathogenen of rassen/genotypes, bijv. *Xylella fastidiosa* in olijf, *Flavescence dorée* in druiven
- Ongunstige infectieomstandigheden door afnemende neerslag in lente en zomer, bijv. *Botrytis* spp., *Blumeria* spp., *Alternaria* spp.

(Jahn et al.1996, von Tiedemann 1996, Glauninger en Kersebaum 2009, Volk et al. 2010, Racca et al. 2012, Juroszek en von Tiedemann 2013, Stöfel et al. 2013)

Aangezien de meeste insectpathogenen koudbloedig (poikilotherm) zijn, worden ze bijzonder sterk beïnvloed door temperatuurveranderingen en veranderingen in lucht- en bodemvochtigheid. Dit heeft vooral effect op de mogelijkheid tot succesvol overwinteren. De huidige temperaturen in Centraal-Europa zijn vaak nog onder de soortspecifieke optima. Op dit moment zijn er de volgende trends in het voorkomen van plagen:

- Hogere voortplantingssnelheden door hogere temperaturen gedurende de lente tot de herfst, bijv. spintmijten (*Tetranychidae*), koolzaadaardvlo (*Psylliodes chrysocephala*), koolvlieg (*Delia radicum*), Coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata*) en wortelvlieg (*Psila rosae*)
- Hoger aantal generaties per seizoen, bijv. Europese maisboorder (*Ostrinia nubilalis*) en ritnaalden (*Agriotes* spp.)
- Groter overwinteringssucces, meer levende overwinteraars en vroegere aantasting door ondergrondse overwinteraars door zachtere winters, bijv. sommige bladluisoorten (o.a. *Myzus persicae*) en koolzaadsnuitkever (*Ceuthorrhynchus napi*)
- Mogelijke vestiging van thermofiele uitheemse soorten, bijv. maiswortelkever (*Diabrotica virgifera*) en Aziatische boktor (*Anoplophora glabripennis*)
- Verminderd overwinteringssucces van bovengronds overwinterende soorten door zachtere en nattere winters, bijv. koolzaadglanskever (*Meligethes aeneus*)
- Grotere sterfte van soorten die in de winter de diapauze in de grond doorbrengen doordat ze door de vochtiger omstandigheden door bodemschimmels worden aangetast (deel van de muggensoorten en de taxuskever (*Sitona lineatus*)).

(Harrington en Woiwod 1995, Jahn en Freier 2001, Glauninger en Kersebaum 2009, Vidal 2010, Lehrke 2011, Krengel et al. 2014, Seidel 2017)

Directe gevolgen nader beschouwd

Voor het nader beschouwen van de effecten van klimaatverandering kijken we naar vier parameters van de klimaatverandering: kooldioxide, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid, neerslag en straling. Met name het verhoogde gehalte aan kooldioxide (CO₂) en de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid zijn van grote invloed.



*Door hogere temperaturen in lente, zomer en herfst neemt de voortplantingssnelheid van insecten als de Coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata*) toe (foto: J.K. Goud).*

Kooldioxide

De gevolgen van kooldioxide voor groei en ontwikkeling

Een toename van het CO₂-gehalte is gunstig door toename van de fotosynthese, ten slotte heeft een plant CO₂ nodig voor de groei, ontwikkeling en opslag van reservevoedsel. Een verdubbeling van het CO₂ gehalte van 360 ppm naar 720 ppm kan, berekend met gewasgroeimodellen, een theoretische stijging van de knolopbrengst van aardappelen met tientallen procenten bewerkstelligen.

De gevolgen van kooldioxide voor ziekten, plagen, onkruiden en plantweerbaarheid

1. Ziekten

Directe schade op pathogenen als gevolg van het hogere CO₂-gehalte in de lucht is niet te verwachten, er is wel verschil in virulentie. Voor een directe

schade moet de concentratie CO₂ in de lucht 10 of 20-voud stijgen (Manning & Tiedemann, 1995).

De grotere gevoeligheid van planten voor ziekten wordt waarschijnlijk veroorzaakt door veranderingen in de anatomie van de waard en de fysiologie, zoals verlaagde (plant)voedingsstoffen concentraties, grotere opslag van koolhydraten in de bladeren, een groter bladerdek, meer epicuticulair was, extra lagen epidermale cellen, het toegenomen vezelgehalte en een groter aantal mesofylcellen (Boland et al., 2004). Veranderingen in de architectuur/opbouw van het gewas door een verhoging van het CO₂-gehalte in de lucht, kunnen leiden tot een hogere luchtvochtigheid in het gewas en tot betere omstandigheden voor overleving van ziektes, (Chakraborty & Datta, 2003; Pangga et al., 2011, Weigel et al, 2008). Daarnaast kan ook de waardplant resistentie tegen bijvoorbeeld luizen afnemen met verhoogde CO₂-gehalten in de lucht, (McMenemy et al., (2009).

Ook de C/N-verhouding in de bladeren verandert. Jonge tarwebladeren kunnen tot 14% minder stikstof bevatten. Hierdoor wordt een verminderde gevoeligheid van tarwe tegen meeldauw mogelijk verklaard (Thomson et al., 1993). Door de veranderde C/N-verhouding en door de veranderende bladfysiologie verandert de host-resistentie. Soms neemt de gevoeligheid toe, soms af (Chakraborty et al., 2000). Iedere schimmel heeft een eigen optimum qua N-gehalte in de bladeren.

Verschillende onderzoekers vonden een vertraging en afname in de penetratie van de waardplant door de pathogenen, maar eenmaal binnen groeiden deze pathogenen sneller (tot twee keer zo snel). Echte meeldauw in graan (*Erysiphe graminis*) en Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) (Lupton et al., 1995; Hibbert et al., 1996).

Naast de invloeden in de phyllosfeer, wordt ook de rhizosfeer beïnvloed door hogere CO₂-gehalten in de lucht. Kooldioxide reageert met stikstof en andere bodemfactoren en beïnvloedt op deze wijze (via de Mycorrhiza schimmels), de wortelgezondheid en voedingsstoffen opname.



*Door hogere CO₂-concentraties in de lucht verandert ook de C/N-verhouding in de bladeren. Jonge tarwebladeren kunnen tot 14% minder stikstof bevatten. Het is mogelijk een verklaring voor de verminderde gevoeligheid van tarwe tegen echte meeldauw (*Erysiphe graminis*). Overigens groeit de schimmel, wanneer hij de plant toch binnengedrongen is, juist sneller (foto: Bugwood.org, USDA).*



Perenbloesem met bruinzwarte stijlen en stampers: door de vervroegde bloei is er risico op nachtvorstschade (foto: Rasbak, GFDL).

2. Plagen

Een aantal insecten (o.a. de larven van Icarusblauwtje (*Polyommatus icarus*) ontwikkelt sneller als ze bladeren eten met een verhoogde C/N verhouding. Andere insectenlarven ontwikkelen zich juist weer langzamer, bijvoorbeeld de Coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata*). Veel insecten kunnen de lagere eiwitopname door de veranderde C/N verhouding echter goed compenseren door een sterk verhoogde vraat, dit is vooral bij insecten(larven) die het hele blad opeten. Bij mineerders is dit niet het geval.

3. Onkruid

Er zijn onderzoeksresultaten die aangeven dat de effectiviteit van glyfosaat op planten afneemt door verhoogde CO₂-gehaltes in de lucht, o.a. bij melganzevoet (*Chenopodium album*), (Ziska & Teasdale, 2000). Dit kan deels verklaard worden door het groter aantal haartjes op de plant bij hogere CO₂-gehalten, daardoor zijn de bladeren en stengels moeilijker te bevochtigen. Maar, net zoals de cultuurplanten beter groeien bij een verhoging van het CO₂-gehalte, doen onkruiden dat natuurlijk ook.

Temperatuur en Relatieve Luchtvochtigheid

De gevolgen van temperatuur en RL voor groei en ontwikkeling

De temperatuur bepaalt in grote mate de snelheid waarmee planten zich ontwikkelen en bij klimaatverandering zullen hogere temperaturen de ontwikkelingsstadia van bepaalde gewassen verkorten. Het groeiseizoen is door de hogere temperaturen een aantal dagen langer geworden en samen met de hogere gehalten aan CO₂ in de lucht kan de opbrengst in theorie stijgen. Echter de opbrengst is van meerdere parameters afhankelijk.

Vroegere bloei en rijpheid van gewassen zijn de afgelopen decennia waargenomen en gedocumenteerd, en deze zijn vaak geassocieerd met hogere temperaturen (in de lente). De landbouwpraktijken zijn echter ook veranderd en deels zijn de veranderingen ook het gevolg van een veranderd systeem of verbeterde rassen. Waarin de invloed van de temperatuur wel goed naar voren komt, is in een vervroeging van het bloeitijdstip van peren in Nederland. Sinds 1940-1950 gebruiken de perentelers vrijwel altijd twee dezelfde perenrassen (Conference en Doyenne du Comice). De bloei van de peren is in de loop van de afgelopen dertig jaar 13 tot 17 dagen vroeger geworden in Nederland. Op zich kan dit leiden tot een langer groeiseizoen en dit zou gunstig kunnen zijn, maar doordat de bloei eerder in het seizoen is komen

te liggen, is het gevaar van schade door nachtvorst ook groter geworden.

De gestegen temperatuur heeft invloed op de fenologische ontwikkeling van planten en op de verschillende fenologische fasen van verschillende Europese boomsoorten. De bladopening, groei van de hoofdscheut en bloei begint gemiddeld 3 dagen later per 100 m hoogteverschil, 0,6 dagen later per 100 km verplaatsing naar het oosten en 2,4 dagen later per 100 km verplaatsing naar het noorden; weliswaar met grote verschillen tussen jaren met koude of warme voorjaarsseizoenen (Chmielewski en Rötzer (2001).

Een analyse van het klimaat liet verder zien dat het aantal dagen met vorst afneemt. Een probleem dat hierdoor kan ontstaan is dat meer aardappelknollen in het voorjaar uitlopen op percelen waar het jaar ervoor (of twee jaar ervoor) aardappelen zijn verbouwd, doordat ze niet zijn bevroren. Probleem

met deze opslagaardappelen is dat ze niet worden beschermd tegen een infectie met aardappelziekte (*Phytophthora infestans*). Doordat ze op een gegeven moment ziek worden zullen deze planten ervoor zorgen dat de totale sporedruk in een gebied erg hoog wordt en dat de preventieve behandeling van aardappelloof op die percelen waar aardappelen worden verbouwd, steeds intensiever wordt gedurende het seizoen en dat de biologische telers een steeds groter probleem krijgen (grotere *Phytophthora*-druk). Een ander voorbeeld is het overbrengen van Barley Yellow Dwarf Virus in wintertarwe en wintergerst waarbij juist de overwinterende stadia van de luizen deze schade berokkenen. Ook van deze virale infecties wordt de laatste jaren weer meer schade ondervonden.

De teelt van twee belangrijke landbouwgewassen (aardappel en suikerbiet) zijn als voorbeeld opgenomen in twee kaders.

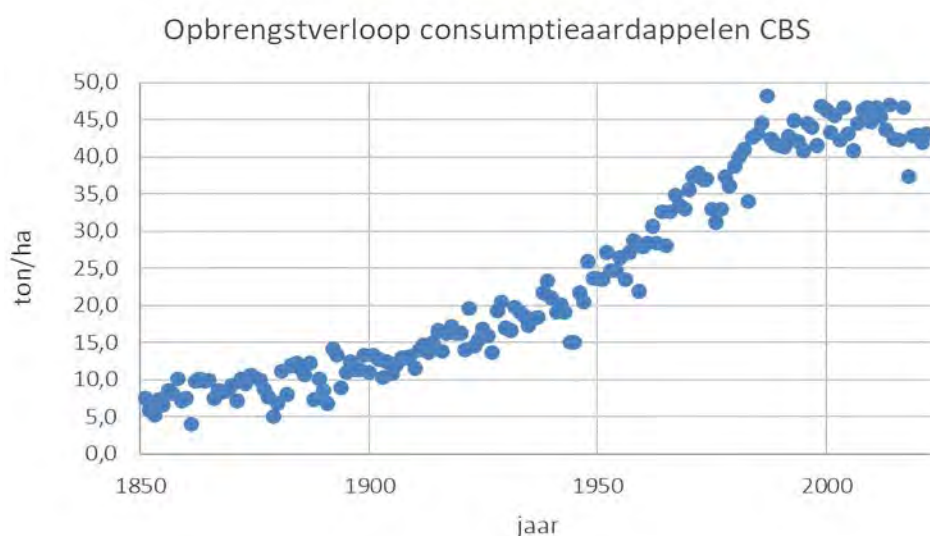
Aardappel en klimaatverandering

Een hogere gemiddelde temperatuur leidt tot een vroegere en snellere ontwikkeling in het voorjaar bij aardappelen, zodat het relatief grote stralingsaanbod in mei en juni beter benut kan worden (Struik en Haverkort, 2024). Echter, dan moet de aardappel wel op tijd kunnen worden gepoot. Een van de oorzaken waardoor aardappelen niet optimaal kunnen profiteren is dat ze in het voorjaar te laat gepoot worden (doordat de grond te lang te nat is) en in het najaar er weer oogstproblemen kunnen optreden door de te natte grond. Hierdoor is de periode tussen opkomst en knolaanleg te kort, evenals de periode tussen knolaanleg en afsterven. En dat heeft een negatief effect op de uiteindelijke opbrengst. Dit kan een goede verklaring zijn voor de afvlakking in het groeipotentieel van aardappelen (zie grafiek 1). Eigenlijk is er behoefte aan de ontwikkeling van aardappelrassen die vroeger en later worden geplant.

De wereldwijde klimaatverandering zal de productiviteit van de Europese landbouwsystemen over het algemeen waarschijnlijk verhogen, omdat de toenemende CO₂-concentratie direct zal leiden tot een hoger gebruik van CO₂ door gewassen en omdat de opwarming gunstigere omstandigheden zal scheppen voor de productie van gewassen in Noord-Europa. Dit zal echter aanpassing van de huidige landbouwsystemen aan de nieuwe klimaatomstandigheden vereisen, (Olesen et al, 2002). De aardappelen kunnen echter niet optimaal profiteren van de klimaatverandering, omdat een aardappel een plant is voor de gematigde gebieden en de huidige rassen die in Nederland gebruikt worden nog niet aangepast zijn aan de veranderde omstandigheden (hogere temperatuur, meer straling en een hoger gehalte aan CO₂).

De adaptatie van de aardappel aan de veranderde omstandigheden duurt eigenlijk te lang, deels doordat rassenveredeling een proces is dat lang duurt en voorts doordat een aardappelras aan erg veel parameters moet voldoen (geschikt voor chips, friet en tafelaardappel, moet goed bewaarbaar zijn, moet *Phytophthora* resistentiegenen hebben, etc.).

Figuur 1: opbrengstverloop consumptieaardappelen vanaf 1851 (CBS, 2020)



Suikerbiet en klimaatverandering

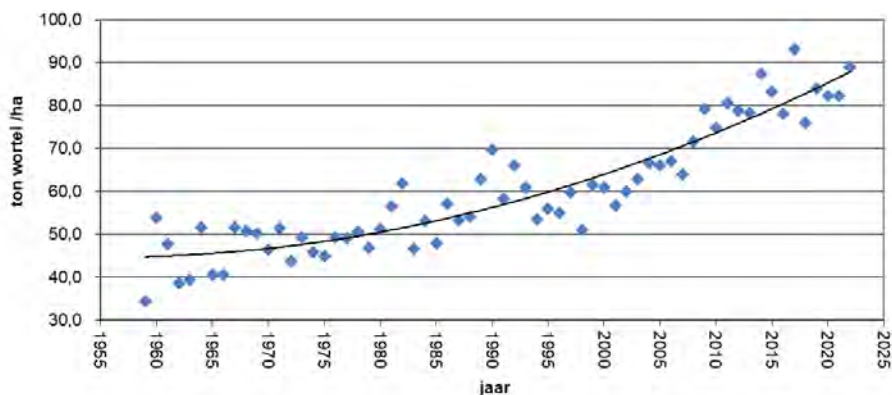
Suikerbiet reageert veel gunstiger op de klimaatverandering dan aardappel. Allereerst omdat de suikerbiet uit zuidelijker regionen komt en de huidige suikerbietrassen beter aangepast zijn aan hogere temperaturen, een hoger stralingsniveau en een hoger gehalte aan CO_2 . In een groeiseizoen kunnen bieten potentieel meer straling omzetten (grafiek 2). Ook de ontwikkeling in de POL-suiker opbrengst laat dat duidelijk zien (grafiek 3).

Een andere oorzaak van de verschillen tussen aardappel en suikerbiet is dat suikerbieten eerder gezaaid worden dan de aardappelen gepoot kunnen worden (i.v.m. de hoeveelheid losse grond en de vochttoestand vroeg in het voorjaar).

Een belangrijk stadium in de ontwikkeling van suikerbieten is de groeipuntdatum. De groeipuntdatum is het moment dat de bietwortel lineair in gewicht gaat toen men. Het bietenloof heeft de grond bedekt en de bietwortel bevat gemiddeld 4 gram suiker. Hoe vroeger de biet dat stadium bereikt, des te hoger is de potentiële suikeropbrengst.

De gemiddelde zaaidatum is in de loop van de jaren niet veel veranderd (ongeveer 4 dagen vroeger dan 60 jaar geleden). Door de temperatuurverhoging wordt de groeipuntdatum zo'n 10 dagen eerder bereikt. Uit langjarig onderzoek komt naar voren dat iedere dag dat het groeipunt eerder wordt bereikt, de wortelopbrengst 0,7 ton per ha hoger is. Door deze vervroeging van het groeipunt kan het bietengewas eerder optimaal profiteren van de hoge stralingsniveaus in juni. Dit heeft een positief opbrengsteffect van ruim 1.000 kg polsuiker per ha.

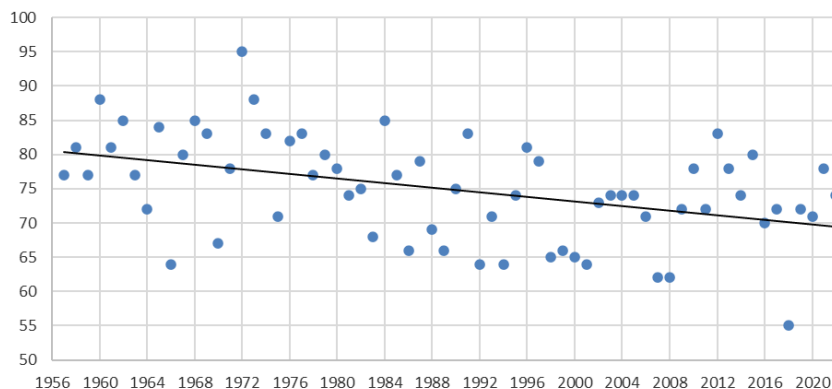
Bij gemiddeld hogere temperaturen zou in theorie eerder gezaaid kunnen worden. Een studie waarin gekeken werd waarom agrariërs niet eerder suikerbieten gingen zaaien, liet zien dat er in de praktijk een relatie is met het aantal vorstdagen. Als er geen of minder vorstdagen geweest waren, was de grond nog niet voldoende verkruid en daarmee ongeschikt om te zaaien (Oort, van et al, 2012)



Figuur 2: Wortelopbrengsten suikerbieten vanaf 1957 (Schiphouwer, T., 2023).



Figuur 3: Voortschrijdend 10-jars gemiddelde opbrengst in polsuiker (Schiphouwer, T., 2023)



Figuur 4: De ontwikkeling verloop tussen zaaidatum en groeipunt 1957 t/m 2022 (Schiphouwer, T., 2023)



Akkerbouw, boomteelt, fruitteelt en vollegrondsgroenteteelt krijgen last van verschuivingen in de tijd van schimmelziekten. Onduidelijk is nog de uitwerking van klimaatverandering op bodemschimmels zoals *Rhizoctonia solani*, die o.a. brown patch in grasvelden veroorzaakt (foto: Beeldenbank Gewasbescherming).

De gevolgen van temperatuur en RL voor ziekten, plagen, onkruiden en plantweerbaarheid

Verandering van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid kan leiden tot verandering in geografische verspreiding, toename van overwinteringen, veranderingen in snelheid van de populatie groei, toename van het aantal generaties, verlenging van het groeiseizoen (in theorie), veranderingen in gewas-plaag synchronisatie en een verhoogd risico op invasie van nieuwe plaagorganismen en “groene bruggen” voor overleving van allerlei organismen.

1. Schimmelziekten

Door de hogere temperaturen, de negatieve invloed hiervan op de waardplantresistentie en de te verwachten dichtere plantengroei, neemt de druk van snel groeiende schimmelziekten toe. Er zal een verschuiving zijn naar de schimmelziekten die sneller groeien bij een hogere temperatuur. Voorbeelden hiervan zijn bruine roestsoorten en bladvlekkenziekte bij granen, *Cercospora* en *Ramularia* bij suikerbiet, *Helminthosporium* in maïs en *Alternaria* bij aardappelen (Zeuner et al, 2008, Racca et al, 2008). Ook de druk van de aardappelziekte *Phytophthora infestans* zal toenemen. Een hogere temperatuur, meer straling, hogere CO₂-gehalten en specifieke neerslagperiodes rondom de bloei van graan leiden tot meer *Fusarium* infecties in granen. Door de hogere temperaturen zal eerder in het jaar een infectie van gele roest (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) in tarwe gaan optreden.

Maar niet alleen bij akkerbouwgewassen is dit het geval, ook de boomteelt, fruitteelt en vollegrondsgroenteteelt hebben last van verschuivingen in de tijd van schimmelziekten. Onzekere factor hierbij is de intensiteit en de hoeveelheid neerslag. Doordat niet goed in te schatten is in welke periode het valt en hoeveel er valt, is het ook lastig een nauwkeurige uitspraak te doen welke schimmel of schimmels in de toekomst zullen toenemen.

Daarnaast zullen schimmelziekten die als zwakteparasiet kiemplanten aantasten waarschijnlijk in betekenis afnemen, zoals *Pythium* en valse meeldauw. Het wordt immers droger en door de hogere temperatuur groeien planten sneller, maar in het overgangstraject van de natte winter/voorjaarsperiode kunnen de zwakteparasieten uit het schimmelryk waarschijnlijk toch nog wel problemen geven.

Onzeker is de uitwerking op bodemschimmels zoals *Rhizoctonia solani*. Deze schimmel kent een behoorlijk aantal anastomosisgroepen en iedere groep reageert weer anders op temperatuur.

2. Bacteriën

Door de verwachte temperatuurstijging en het dichtere bladerdek zullen warmteminnende bacteriën zich in de toekomst zeker uitbreiden, zeker als de neerslag in de warmere zomerperiode kort en heftiger zal zijn. *Pectobacterium* en *Xanthomonas* bijvoorbeeld zullen via speciale poriën (hydathoden) of in een aantal gevallen via de huidmondjes, gemakkelijker gezond weefsel kunnen binnendringen.

3. Nematoden

Temperatuur en vocht zijn voor nematoden belangrijke factoren voor het volbrengen van hun levenscyclus. Het zal van de soort afhangen wat de effecten van veranderende weersomstandigheden precies zijn. De temperatuur bepaalt de activiteit, het aantal generaties en de ontwikkelingssnelheid per generatie van een aaltjessoort. Door hogere temperaturen en een afnemend bodemvochtgehalte al vroeg in het voorjaar, zal de gemiddelde bodemtemperatuur behoorlijk oplopen. Hogere bodemtemperaturen vroeger in het jaar maken dat infecties vroeger in het seizoen tot stand komen en er bij gelijke of langere groeiduur van gewassen meer generaties mogelijk zijn met hogere besmettingsniveaus tot gevolg. Eén van de nematoden waar dit voor geldt is het bieten-cystenaaltje *Heterodera* spp. (Qi & Jaggard, 2008). Naar verwachting zal de overlast van nematoden door hogere bodemtemperaturen gaan toenemen in de toekomst.

Vocht is een voorwaarde voor verplaatsing van aaltjes en het kunnen bereiken van de wortels van hun gastheer. Beregenen van percelen en deze zoveel mogelijk



Cysten van het witte bietencysteeltje (*Heterodera schachtii*) vergroot onder een binoculair. Hogere bodemtemperaturen vroeger in het jaar maken dat infecties vroeger in het seizoen tot stand komen en er meer generaties mogelijk zijn met hogere besmettingsniveaus tot gevolg (foto: IRS).

op veldcapaciteit houden, maakt de omstandigheden voor aaltjes ideaal om zich te kunnen verplaatsen. Bij extreme droogte zullen nematoden naar diepere lagen gaan waar ze nog wel vocht kunnen vinden.

Aaltjesresistentie in gewassen kan verloren gaan als de worteltemperaturen te hoog oplopen. Dit speelt bijvoorbeeld bij aardappelmoetheid waar een aantal uren een temperatuur van 27 °C er voor zorgt dat het resistentiemechanisme niet meer werkt en het ras vatbaarder wordt. Wanneer er bij gebrek aan vorstperioden in de winter meer groeiende gewassen te velde staan (b.v. groenbemesters) betekent dit dat er i.p.v. een wintersterfte een opbouw van populaties zou kunnen plaatsvinden. Gebrek aan vorst zorgt ervoor dat er veel meer (aardappel)opslag de winter overleeft en in de volggewassen een bron van vermeerdering wordt.

Wanneer de synchronisatie tussen gewasgroei en populatieontwikkeling wijzigt, kan dit zowel positief als negatief op de opbrengsten en kwaliteit doorwerken. Een vroege aantasting in een langzaam groeiend gewas is schadelijker dan een latere aantasting in een vitaal en sterk groeiend gewas.

Door het ontbreken van geschikte middelen tegen nematoden zal veel meer dan in het verleden ingespeeld moeten worden op het ontwikkelen van een *Integrated Nematode Management*-strategie en moeten veranderingen in gewaskeuzes, teeltperioden en teeltwijzen bewust worden afgewogen, waarbij de biologie van de aanwezige aaltjessoorten als uitgangspunt dient.

Minder problemen koude behoevende soorten

Naast uitbreiding en introductie van nieuwe ziekten en plagen is er in sommige gevallen juist een achteruitgang van (vroeger) belangrijke ziekten en plagen. Zo is er een vermindering van problemen met gele roest (*Puccinia striiformis*) en typula (*Typula incarnata*) in de graanteelt en van Phoma (*Phoma exiqua foveata*) in de aardappelteelt, aangezien de ziekteverwekkers behoefte hebben aan een koude-periode.

4. Plagen

Overwintering

Het meest kritisch voor veel plagen zijn de minimumtemperaturen gedurende de winter, afhankelijk van de plaats waar ze overwinteren (boven of in de grond). Dit is van cruciaal belang voor de uitgangspopulatie in het voorjaar. Een voorbeeld hiervan was de maand februari in 2021. Deze maand was te warm (gemiddeld 4,3 °C vergeleken met het klimaatgemiddelde van de maand februari in Nederland, 3,9 °C). Maar in het midden van februari waren de minimum luchttemperaturen in het midden van Nederland onder de -15 °C. Afhankelijk van de overwinteringsplaats (boven of onder de grond) was dit funest voor de overleving van veel overwinterende insecten. Ook in de toekomst zullen deze fluctuaties van de temperatuur in het winterseizoen nog steeds mogelijk zijn (KNMI, 2023).

Meer generaties

De hogere temperaturen zorgen er ook voor dat in het algemeen de ontwikkelingssnelheden van de insecten groter zijn en daardoor de ontwikkeltijd per generatie korter. Niet alle insecten en mijten produceren meer dan één generatie per seizoen, maar die insecten die meerdere generaties per jaar kunnen produceren, zullen (nog) meer generaties per seizoen gaan produceren bij een hogere temperatuur. Voorbeelden van deze laatste groep zijn: fritvlieg (*Oscinella frit*), fruitmot (*Cydia pomonella*), fruitspintmijt (*Panonychus ulmi*) en de koolgalmug (*Contarinia nasturtii*). De extra generaties kunnen uitvloeien in grotere plaag aantallen en dat kan weer leiden tot toenemende plaag problemen, bijvoorbeeld bij de koolgalmug. In het verleden (tot 2010) waren er drie generaties per jaar. In de toekomst zouden het er wel vijf kunnen zijn, wat een enorme toename geeft van de omvang van de plaagpopulatie. In de vollegrondsgroenteteelt zullen ook koolmotjes (*Plutella xylostella*) meer problemen gaan opleveren, (Collier et al., 2008).

Bij een opwarming van 2 °C, komen er tot vijf generaties luizen per jaar meer tot ontwikkeling. De eerste vlucht van de perzikbladluizen (*Myzus persicae*) is 14 dagen vroeger bij iedere graad temperatuurstijging. Ook de vogelkersluizen (*Rhopalosiphum padi*) en de graanluizen (*Sitobion avenae*) reageren op dezelfde wijze (Harrington et al. 1995, 2007). Anno 2024 betekent dat dus een vervroeging van drie weken ten opzichte van midden vorige eeuw. Maar de plantdata in de periode 1990-2020 van pootaardappelen of tulpen en lelies zijn niet vervroegd (als gevolg van de neerslag). De migrerende luizen komen dus terecht in een jonger (en meer gevoelig) gewasstadium. Een jonge aardappelplant is bijvoorbeeld gevoeliger voor overdracht van het bladrolvirus.

Er zijn grote verschillen van jaar tot jaar. Het aantal dagen in de winter dat de gemiddelde temperatuur onder nul is (weergegeven door het Hellman-getal, grafiek 5) heeft hierbij een grote invloed en kan meegenomen worden om de temperatuursom-modellen te verfijnen die voor een aantal luizensoorten zijn ontwikkeld.

Verder gaan veel in de grond levende plagen meer problemen veroorzaken omdat ze door de hogere gemiddelde bodemtemperatuur meer generaties per seizoen kunnen voltooien.

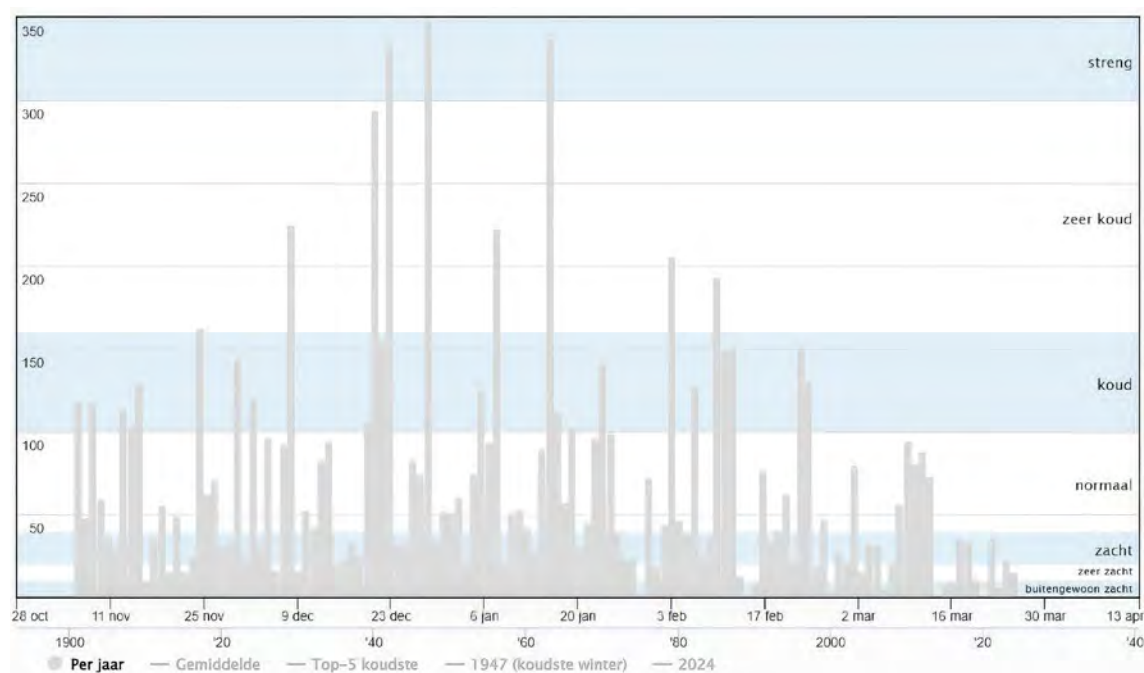
Gewas-plaag synchronisatie

Een voorbeeld waarbij de synchronisatie tussen gewas en plaag belangrijk is, is de kleine wintervlinder (*Operophtera brumata*). Het uitkomen van eitjes



Groene perzikluizen (*Myzus persicae*) op tulp. Door verschuivingen in levenswijze van gewas en insect komen de migrerende luizen vaker terecht in een jonger (en meer gevoelig) gewasstadium. Belangrijk is ook de indirecte schade die kan ontstaan door het verspreiden van virusziekten (foto: PD/NVWA).

moet synchronisch lopen met uitlopen van de knoppen van appelbomen. De jonge rupsjes kunnen alleen een knop binnendringen die zich net geopend heeft. Komen de eitjes te vroeg uit, dan verhongeren de rupsjes, omdat de knoppen nog niet geopend zijn. Later uitkomen leidt eveneens tot sterfte, omdat het oudere blad te stug is voor opname (Moraal, 2007). Bij de kokermot (*Coleophoridae hemerobiella*), die op appel leeft, is waarschijnlijk de daglengte na de winter stimulerend voor de rups om te verpoppen.



Figuur 5: Koudegetal of Hellman-getal voor de winters vanaf 1900 (KNMI).

Hierbij kan dus ook het uitkomen van de mot de synchroniciteit verliezen met de ontwikkeling van de appel, die temperatuur gestuurd is.

Interactie natuurlijke vijanden

Veel plaaginsecten hebben natuurlijke vijanden (pathogenen, parasieten en predatoren). De temperatuursverhoging kan een verstorend effect hebben op de interactie tussen plaag en natuurlijke vijand omdat niet alle organismen hier op dezelfde manier op reageren. Een voorbeeld is de verstoorde synchronisatie tussen de wintervlinder (*Erannis defoliaria*) (temperatuur gestuurd) en de koolmees (lichtprikkel gestuurd). De temperatuur is de laatste jaren wel veranderd; de lichtprikkel niet. De jongerupsen komen dus te vroeg in het jaar voor de jonge koolmezen en de koolmezen hebben een voedselprobleem voor hun jongen. Veel plaaginsecten hebben natuurlijke vijanden en vaak zijn deze temperatuur gestuurd voor het tijdstip en snelheid van hun ontwikkeling. Ze hebben door de veranderingen in temperatuur een vroegere ontwikkeling, maar een vertraagd effect vergeleken met de ontwikkeling van de plaaginsecten.

De hogere temperaturen zijn niet alleen voordelig voor de ontwikkeling van de populaties insecten; een hoge temperatuur tijdens de diapauze (rustperiode) van de insecten verzwakt ze ook behoorlijk omdat het veel meer energie kost. Het zijn koudbloedige individuen, dus hun lichaamstemperatuur is gelijk aan de omgevingstemperatuur. Hoe hoger die ligt, hoe sneller de verbranding van energie gaat. Het percentage dat sterft gedurende de rustperiode is groter en een deel komt verzwakt de winter uit. Er is door de hogere wintertemperaturen een verschuiving van de timing. De timing is in belangrijke mate afgestemd op daglengte en temperatuur. Misschien is het één van de redenen dat we de laatste jaren minder vliegende insecten zien.

Invasieve insecten

Daarnaast zorgen de hogere gemiddelde temperaturen voor “nieuwe” plaagsoorten, bijvoorbeeld de anjerbladroller (*Cacoecimorpha pronubana*), een insect dat zijn oorsprong heeft rond de Middellandse zee.

De fruitteelt maakt zich zorgen over bruin gemarmerde schildwants (*Halyomorpha halys*). Deze wants heeft zich de afgelopen decennia vanuit Azië over Noord-Amerika en Europa verspreid en wordt inmiddels in heel Nederland gevonden. Het is een warmte minnende soort; Nederland zit aan de rand van het verspreidingsgebied en de soort zal waarschijnlijk profiteren van verdere opwarming. Andere voorbeelden zijn de vuurwants (*Pyrrhocoris apterus*),

de koolwittevlieg (*Aleyrodes proletella*) en de Robinia galmug (*Obolodiplosis robiniae*).

Door de hogere temperaturen kunnen ook insecten uit bedekte teelten buiten de kassen overleven. Voorbeeld hiervan is de Californische trips (*Frankliniella occidentalis*), die 's zomers ook buiten de kassen kan overleven en voortplanten. Sommige andere organismen zijn wel van nature aanwezig, maar gaan zich bij hogere temperaturen agressief gedragen of leveren bij hogere temperaturen ineens wel schade op. Voorbeelden hiervan zijn de maïsstengelboorder (*Ostrinia nubilalis*) en de eikenprocessierups (*Thaumetopoea processionea*). En waarschijnlijk komt de dennenprocessierups (*Thaumetopoea pityocampa*) er binnen een aantal jaar ook aan. Deze dennenprocessierups heeft nu de Ardennen als habitat. Veel van deze organismen waren twintig tot dertig jaar geleden nog niet in Nederland, maar hadden Zuid-België en Noord-Frankrijk als meest noordelijke grens.

Verder is er een dreiging dat bij aanhoudende of verdere stijging van de temperatuur nieuwe schadelijke organismen in Nederland komen en zich zullen vestigen zoals de maïs wortelkever (*Diabrotica vergifera*).

5. Onkruiden

Bij onkruiden en grassen zien we een aanpassing van korte generatievolgorde door hogere temperatuur; bij C4 onkruiden is een goede aanpassing aan warm en droog weer zichtbaar door beter watergebruik (naaldaarsoorten (*Digitaria* spp.), terwijl C3-planten beter gebruik maken van de CO₂-toename. Bij paardenbloem (*Taraxacum officinale*) (C3-plant) worden meer bloemhoofdjes geproduceerd, het aantal zaden en het zaadgewicht neemt toe en ook de lengte van het parapluutje. Daarnaast kiemt het zaad beter, (McPeck & Wang, 2007).

Een hogere biomassa productie en concurrentiekracht wordt mogelijk door hogere temperaturen, vooral C4-planten (bijv. palm amarant (*Amaranthus palmeri*), knolcyperus (*Cyperus esculentus*), papegaaienkruid (*Amaranthus retroflexus*), hanenpoot (*Echinochloa crus-galli*), harig vingergras (*Digitaria sanguinalis*) en kransnaalbaar (*Setaria verticillata*) worden daardoor een steeds groter probleem; dit leidt tot de vorming van extra generaties van deze onkruiden. In cultuurgewassen kan dit leiden opbrengstverliezen. In het onkruidenpallet is er een verandering gaande. Door de meer abrupte overgang die we de laatste tien jaar vaak zien in het voorjaar van een regenachtige, gematigde periode met milde temperaturen naar een droge, schrale periode richting zomer, valt het op dat de onkruidenpopulatie verandert. Daarnaast selecteren zich

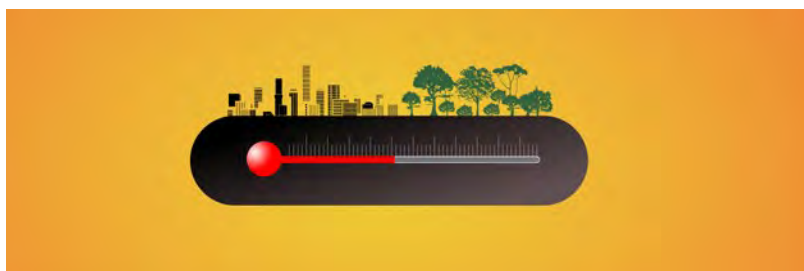
een aantal probleemkruiden die er in het verleden ook al waren, maar nu een veel sterkere rol gaan spelen; te denken valt zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*), melganzevoet (*Chemopodium alba*) en hanenpoot (*Echinochloa crus-galli*). Deels doordat deze soorten verschillende kiemprikkels (temperatuur en vochtbehoefte) hebben en deels doordat ze door de schralere omstandigheden een veel dikkere waslaag opbouwen, zijn ze lastiger te beheersen. Ook onkruiden als: alsemambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*), papagaaikruid (*Amarantus artemisifolia*) en fluweelblad (*Abutilon theophrasti*) zijn in staat door het langere groeiseizoen hun gehele levensproces, inclusief zaadproductie te volbrengen. Dat was dertig tot veertig jaar geleden nog niet mogelijk.

Neerslag

Het neerslagpatroon in de huidige klimatologische periode (1990 – 2020) is veranderd ten opzichte van dat in het midden van de vorige eeuw. Er is meer neerslag in de late herfst, winter en vroege voorjaar, en zware buien in de zomerperiode. Dit heeft de nodige gevolgen.

Groene brug

Groene bruggen zijn grote urbane gebieden of grote gebieden met glastuinbouw, waarbij deze bebouwing de temperatuur, de RV en de CO₂-concentratie in de lucht beïnvloedt. Groene bruggen zullen in de toekomst een groter probleem gaan geven dan ze nu veroorzaken. In Nederland gaat het om de grote glastuinbouwgebieden in het Westland, het gebied rond Berkel en Rodenrijs, Bleiswijk, Bergschenhoek en de Agriport A7 (gemeente Hollands Kroon). En verder in de steden rond het Groene Hart. De temperatuur is in deze gebieden gemiddeld hoger (1-1,5 °C), de RV lager en de CO₂-concentratie hoger. Er vindt al fragmentarisch onderzoek plaats (Programmabureau Klimaat voor Ruimte), maar niet naar de landbouwkundige gevolgen. Dit terwijl de fenologische verschillen duidelijk aanwezig zijn. Bomen in bebouwde kernen lopen in het voorjaar eerder uit vergeleken met exemplaren van dezelfde soort in het buitengebied en blijven vervolgens ook langer groen in het najaar. Balder geeft aan dat planten in steden behoorlijk hebben te lijden van de veranderde omstandigheden, (Balder, 2008). Verder is er een tweede effect; in deze gebieden zal de minimumtemperatuur minder ver terugzakken vergeleken met de gebieden met minder bebouwing/verwarmde kassen. Daardoor zullen de overlevingskansen voor invasieve soorten hoger zijn. Hier kunnen ook quarantaineorganismen tussen zitten.

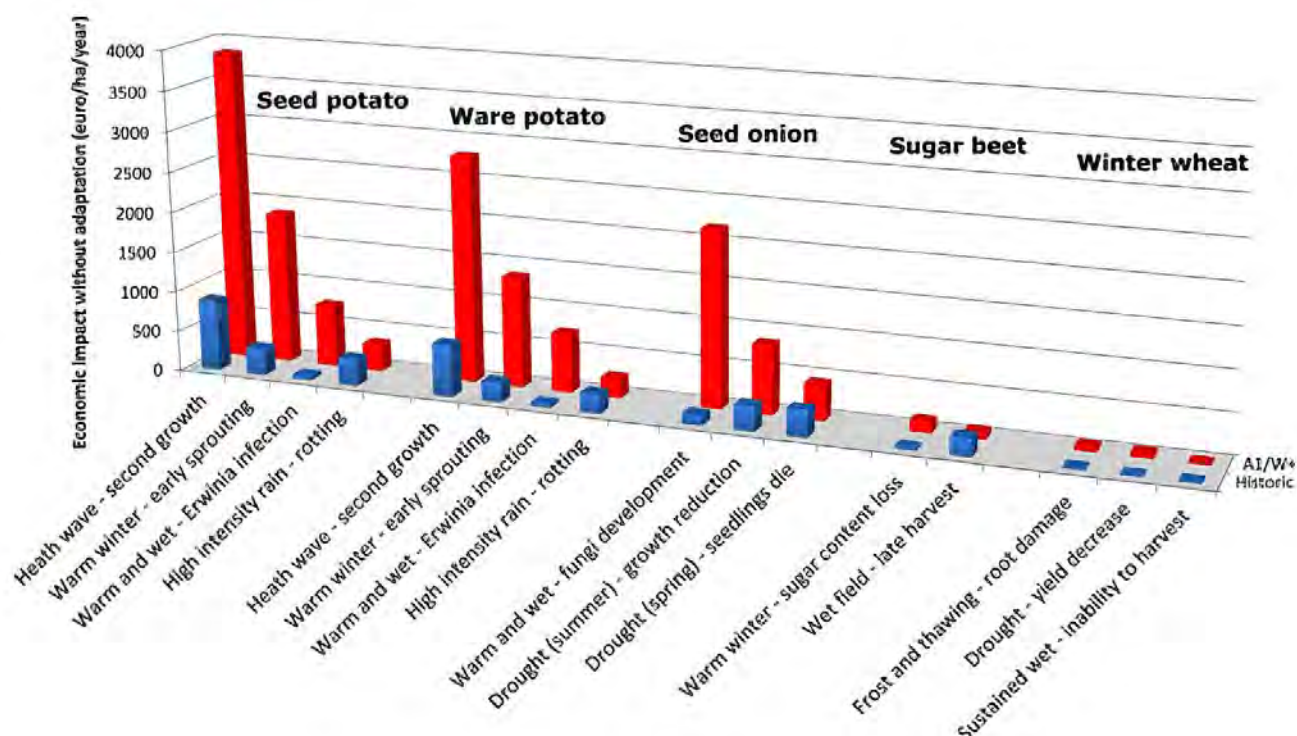


Door de toename van CO₂-concentratie in de lucht worden bij paardenbloem meer bloemhoofdjes geproduceerd, daarnaast neemt het aantal zaden en het zaadgewicht toe en ook de lengte van het parapluutje (foto: E. Bouma).

Onderzoek toonde aan dat een behoorlijk percentage (tot 59%) van het verschil tussen in de praktijk behaalde opbrengst van aardappelen op kleigrond en de maximaal mogelijke opbrengst, veroorzaakt werd door zuurstoftekort rond de wortels na intensieve regenperiodes (Ravenberger et al, 2024). Doordat de neerslag onregelmatiger valt, kunnen er ook periodes ontstaan waarbij vochttekorten optreden en de maximale producties niet behaald worden. Silva et al (2020) vond dat vochttekort tijdens het groeiseizoen tot 30-50% van de opbrengst kan kosten bij zaauien, aardappelen (pootgoed, consumptie en zetmeel), tarwe en suikerbiet (hoewel de suikerbiet door zijn erg goed ontwikkelde, diepe penwortel er over het algemeen het minst last van heeft onder Nederlandse omstandigheden).

Praktijkervaringen in extreem droge jaren (o.a. 2018), bevestigen dit. Vochttekort in de periode van het in de aar komen van wintertarwe reduceert de hoeveelheid stikstof die opgenomen wordt en als het vochttekort aanhoudt, dan reduceert dit ook het aantal korrels en het korrelgewicht (Rajala et al, 2009).

Druppelirrigatie kwam in aardappel naar voren als de beste maatregel tegen het belangrijkste klimaatrisico: te hoge temperaturen in de aardappel rug (boven 25 °C). Deze kunnen doorwas veroorzaken in poot- en consumptieaardappelen (Schaap et al, 2013). Gedurende een studie aan de hand van een tijdreeks (1951-2010) van de productie van consumptieaardappelen in Flevoland, konden de twee belangrijkste weersextremen worden geïdentificeerd die van invloed waren op de opbrengst. In ongeveer 10% van de jaren waren de opbrengtafwijkingen groter dan -20%. Deze afwijkingen konden verklaard worden door twee weersextremen, namelijk een nat begin van het groeiseizoen en een nat einde van het groeiseizoen (Reidsma et al 2015), zie ook grafiek 6.

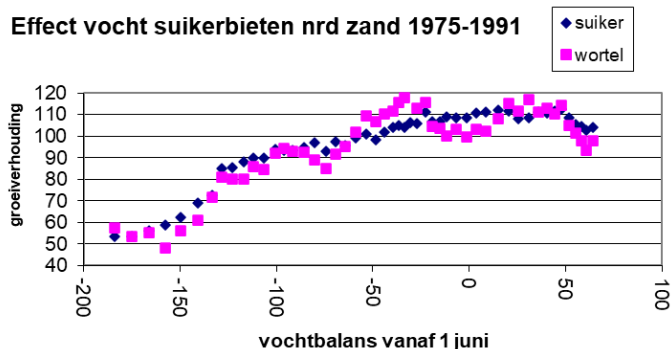


Figuur 6: Negatieve economische gevolgen van klimaatrisico's zonder aanpassing (euro ha-1 jr-1) voor de vijf belangrijkste gewassen in Flevoland voor het historische klimaat van 1990 (blauw) en het A1/W+ klimaatscenario van 2050 (groen) (Reidsma et al 2015, aangepast van: Schaap et al 2013).

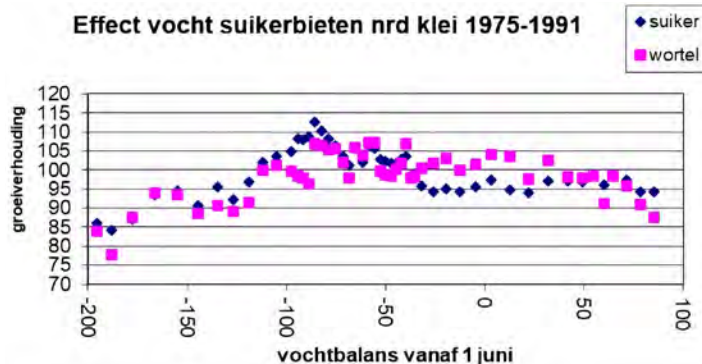
Belangrijk is dat de neerslagoverschotten op tijd kunnen worden afgevoerd, maar dat in perioden van droogte, er ook op tijd weer begonnen wordt met de wateraanvoer. Suikerbieten hebben gedurende het groeiseizoen ongeveer 5000 m² water nodig per hectare, (500 mm/ha). Bieten hebben door hun diep wortelend wortelstelsel niet snel vochttekort, maar op de wat drogere zandgronden kan dat toch tot opbrengstreductie leiden (zie grafiek 7, links). Hier is duidelijk te zien dat een vochttekort van 150 mm in het groeiseizoen een groeireductie geeft van 45-50%.

De planning van deze af- en aanvoer van water wordt in de toekomst cruciaal. Eén mogelijkheid biedt de peilgestuurde drainage, waarbij het water wel wegloopt via afvoerbuizen, maar niet rechtstreeks naar een naburige sloot. De afvoerbuizen zijn namelijk aangesloten op een verzamelbuis aan de rand van het perceel, die op haar beurt het water naar een verzamelput voert. Voordeel is dat peilgestuurde drainage helpt om water op de landbouwgronden langer vast te houden.

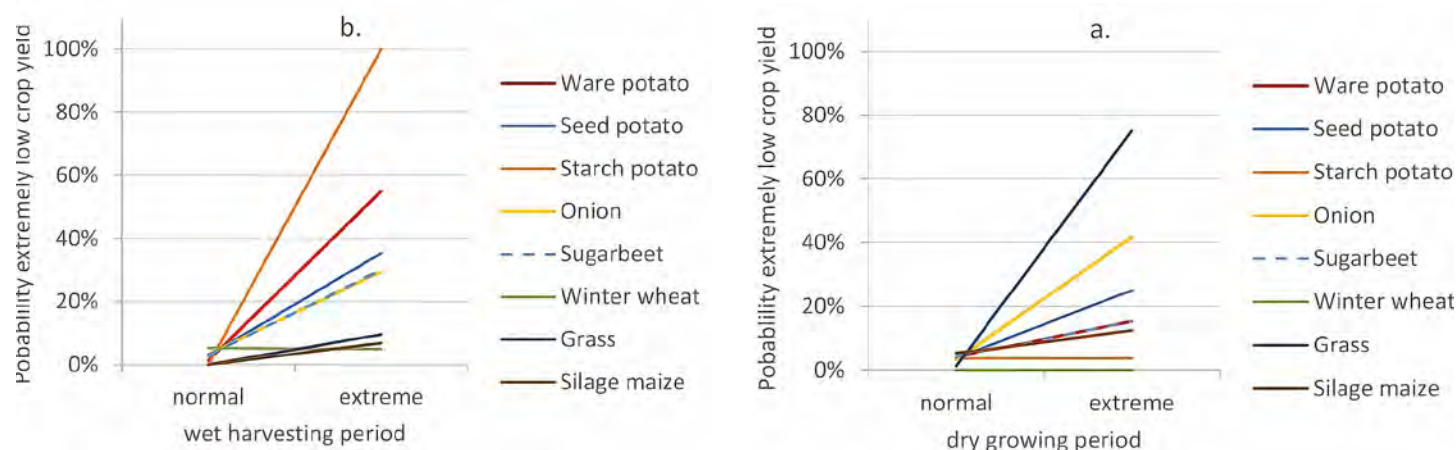
Effect vocht suikerbieten nrd zand 1975-1991



Effect vocht suikerbieten nrd klei 1975-1991



Figuur 7: Invloed vochtbalans 1975 - 1991 op de groei bij suikerbieten (Schiphouwer, T., 2023).



Figuur 8: Verhoogd risico op extreem lage gewasopbrengsten voor twee specifieke weersextremen. Merk op dat in de linker grafiek de lijnen van suikerbiet (blauw gestippeld) en consumptieaardappel (rood) elkaar overlappen en in de rechter grafiek de lijnen van suikerbiet (blauw gestippeld) en ui (geel) elkaar overlappen (van Oort et al, 2023).

Welke effecten de klimaatverandering heeft kan maar voor een deel met plantgroei- en klimaatmodellen worden doorgerekend. De voorspelling van de effecten is eigenlijk het doorrekenen van het effect van klimaatverandering op de landbouw in het recente verleden. Echter binnen de landbouw wordt volop dynamisch geacteerd op de veranderingen (o.a. teelttechniek en mechanisatie) en daardoor is het dus lastig om een juiste voorspelling te doen wat de gevolgen precies zijn. Van Oort toonde de gevoeligheid van het systeem aan; als bijvoorbeeld er niet berekend kan worden, zijn de gevolgen groot, zie grafiek 8 bij het ontbreken van een beregeningsmogelijkheid (b, rechter deel grafiek) of als er juist wel berekend kan worden (a, linker grafiek). Als de toegang tot irrigatie in de toekomst zou afnemen, zou de impact van droogte dus groot zijn, (van Oort et al, 2023).

Straling

De hoeveelheid straling is de laatste 45 jaar (1979-2024) toegenomen. De belangrijkste oorzaak van de grotere hoeveelheid straling is de schonere lucht, er zitten minder stofdeeltjes in omdat niet meer met steenkool verwarmd wordt, er grote filters zitten op de schoorstenen van de zware industrie en omdat de uitlaatsystemen van auto's dieselfilters en katalysatoren hebben gekregen. Daardoor is de lucht schoner geworden en treedt er o.a. minder mist op, (KNMI 2024).

Doordat er meer straling is en een hoger gehalte aan CO₂ zit in de lucht, kunnen planten meer fotosyntheseproducten produceren per dag gedurende het groeiseizoen. Echter, dan moeten die planten wel voortdurend van vocht worden voorzien, meer straling leidt vaak tot een verhoogde kooldioxide

opname, meer groei en daardoor ook meer verdamping, (Olesen et al, 2002). Dit is ook een factor die teruggevonden wordt in de KNMI-scenario's.

Er zijn ook negatieve effecten verbonden aan meer straling. Bladeren kunnen meer was gaan afzetten en daardoor kunnen gewasbeschermingsmiddelen moeilijker worden opgenomen. Ook kan meer straling hogere blad- en aartemperaturen geven, waardoor een deel van de oren steriel kan worden en er dus geen korrelvulling optreedt.

Referenties:

- Balder H (2008) Klimawandel und die Leistungsfähigkeit des Stadtgrüns. *Mitteilungen aus dem Julius Kühn-Institut* 417, pp 150
- Boland GJ, Melzer MS, Hopkin A, Higgins V & Nassuth A (2004) Climate change and plant diseases in Ontario. *Canadian Journal of Plant Pathology* 26: 335-350
- Bussel van L.G.L, Ewert F, Leffelaar P.A., (2011) Effects of data aggregation on simulations of crop phenology. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 142, Issues 1-2, July 2011, Pages 75-84
- Chmielewski, F. M., & Rötzer, T. (2001). Response of Tree Phenology to Climate Change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108, 101-112.
- Craufurd P.Q., Wheeler T.R., 2009 Climate change and the flowering time of annual crops. *Journal of Experimental Botany*, Volume 60, Issue 9, July 2009, Pages 2529-2539
- Chakraborty S, von Tiedemann A & Teng PS (2000a) Climate change: potential impact on plant diseases. *Environmental Pollution* 108: 317-326
- Chakraborty S, Pangga IB, Lupton J, Hart L, Room PM & Yates D (2000b) Production and dispersal of *Colletotrichum gloeosporioides* spores on *Stylosanthes scabra* under elevated CO₂. *Environmental Pollution* 108: 381-387

- Chakraborty S, Datta S, 2003. How will plant pathogens adapt to host plant resistance at elevated CO₂ under changing climate? *New Phytologist* 159, 733–42.
- Coakley SM, (1996) Plant disease in a changing global environment. *Aspects of Applied Biology* 45: 227–38
- Collier R, Fellows J, Adams S, Semenov M & Thomas B (2008) Vulnerability of horticultural crop production to extreme weather events. In: Effects of Climate Change on Plants: Implications for Agriculture *Aspects of Applied Biology* 88: 3–13
- Glauning, J.; Kersebaum, K. C. (2009): Auswirkungen von Klimaveränderungen auf biogene Schadfaktoren. In: Hg. Eitzinger, J.; Kersebaum, K. C.; Formayer, H.: *Landwirtschaft im Klimawandel – Auswirkungen und Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Mitteleuropa*, Clenze, S. 136–159
- Harrington R, Bale JS, Tatchell GM (1995) Aphids in a changing climate. In: *Harrington R, Stork NE (eds) Insects in a changing environment*. Academic Press, London, U.K., pp 126–155
- Harrington, R.; Woiwod I. P. (1995): Insect crop pests and the changing climate. *Weather* 50, pp. 200–208
- Harrington R, Clark SJ, Welham SJ, Verrier PJ, Denholm CH, Hulle M, Maurice D, Rounsevell MD, Cocu N, (2007) European Union Examine C (2007) Environmental change and the phenology of European aphids. *Glob Change Biol* 13:1550–1564
- Hibbert JM, Whitbread R & Farrar JF (1996) Effect of elevated concentrations of CO₂ and infection of barley by *Erysiphe graminis*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 48: 37–53
- Jahn, M.; Kluge, E.;ENZIAN, S. (1996): Influence of climate diversity on fungal diseases of field crops – evaluation of long-term monitoring data. *Aspects of Applied Biology* 45, pp. 247–252
- Jahn, M.; Freier, B. (2001): Changes in the occurrence of plant diseases, pests and beneficials. In: *Climate of the 21st century: chances and risks*, Hg. Lozan, J. L.; Grassl, H.; Hupfer, P., Hamburg, pp. 307–310
- Juroszek, P.; von Tiedemann, A. (2013): Climate change and potential future risks through wheat diseases: A review. *European Journal of Plant Pathology* 136, pp. 21–33
- KNMI, (2006) Klimaat voor de 21e eeuw, 4 scenario's voor Nederland. KNMI, de Bilt p. 18 (www.knmi.nl/klimaatscenario's/knmi06/samenvatting/KNMI_NL_LR.pdf) Kimball BA,
- Kobayashi K & Bindi M (2002) Responses of agricultural crops to free air CO₂ enrichment. *Advances of Agronomy* 77: 293–368
- Krengel, S.; Klocke, B.; Seidel, P.; Freier, B. (2014): Veränderungen im Auftreten von Pflanzenkrankheiten, Schädlingen und deren natürlichen Gegenspielern. In: *Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen*, Hg. Lozán, J. L.; Grassl, H.; Karbe, I.; Jendritzky, G., Hamburg
- Lehrke, U. (2011): Nematoden: Bald nur noch tolerante Sorten. *Top agrar* 2, S. 50–53
- Lupton J, Chakraborty S, Dale M & Suthorst R (1995) Assessment of the enhanced greenhouse effect on plant diseases – a case study of *Stylosanthes anthracnose*. In: *Proceedings of the 10th Biennial Australasian Plant Pathology Conference*, Lincoln University, New Zealand 28–30 August.
- Manning WJ & von Tiedemann A (1995) Climate change: Potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO₂), Ozone (O₃), and Ultra-violet-B (UV-B) Radiation on Plant Diseases. *Environmental Pollution* 88: 219–245
- McMenemy LS, Mitchell C, Johnson SN (2009) Biology of the European large raspberry aphid (*Amphorophora idaei*): its role in virus transmission and resistance breakdown in red raspberry. *Agric For Entomol* 11:61–71
- McPee TM, Wang X (2007) Reproduction of Dandelion (*Taraxacum Officinale*) in a Higher CO₂ Environment. *Weed Science* 55(4), 334–340, (1 July 2007)
- Moraal LG (2007) Indicatoren voor “Convention on Biodiversity 2010” Effecten van klimaatverandering op insectenplagen bij bomen. Werkdocument 53.7, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Wageningen
- Olesen J.E., Bindi M., 2002, *European Journal of Agronomy* Volume 16, Issue 4, June 2002, Pages 239–262.
- van Oort PAJ, Timmermans BGH, Schils RLM, van Eekeren N, (2023) Recent weather extremes and their impact on crop yields of the Netherlands. *European Journal of Agronomy* Volume 142, January 2023, 126662
- van Oort, P.A.J. Timmermans, B.G.H. van Swaaij, A.C.M. 2023 Why farmers' sowing dates hardly change when temperature rises *European Journal of Agronomy*. Volume 40, July 2012, Pages 102–111
- Pangga R, Hanan J, Chakraborty S, 2011. Pathogen dynamics in a crop canopy and their evolution under changing climate. *Plant Pathology* 60, 70–81.
- Qi A & Jaggard KW (2008) Assessing the impact of future climate change on the UK sugar beet production. In: Effects of Climate Change on Plants: Implications for Agriculture. *Aspects of Applied Biology* 88: 153–159
- Racca P, Zeuner T & Kleinhenz B (2008) Einfluss des Klimas auf die Epidemie von *Cercospora beticola* an Zuckerrüben in den letzten 10 Jahren in Deutschland. *Mitteilungen aus dem Julius Kühn Institut* 417: 271
- Racca, P.; Richerzhagen, D.; Kuhn, C.; Kleinhenz, B.; Hau, B. (2012): Einfluss des Klimawandels auf die Ontogenese und die Blattkrankheiten Mehltau (*Blumeria graminis*), Braunrost (*Puccinia triticea*) und DTR (*Drechslera tritici-repentis*) in Winterweizen in Niedersachsen. *Julius-Kühn-Archiv* 438, S. 135–136
- Rajala A, Hakala K, Mäkelä P, Muurinen S, Peltonen-Sainio P, (2009) Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity *Field Crops Research* Volume 114, Issue 2, 10 November 2009, Pages 263–271

- Ravensbergen APR, van Ittersum MK, Kempenaar C, Ramsebner N, de Wit D, Reidsma P (2024) Coupling field monitoring with crop growth modelling provides detailed insights on yield gaps at field level: A case study on ware potato production in the Netherlands *Field Crops Research* Volume 308, 15 March 2024, 109295
- Reidsma P, Wolf J, Kanellopoulos A., Schaap BE, Mandryk M, Verhagen J and van Ittersum MK 2015 Climate change impact and adaptation research requires integrated assessment and farming systems analysis: a case study in the Netherlands. *Environ. Res. Lett.* 10 (2015) 045004
- Schiphouwer T. 2023: Invloed weer en klimaat op de groei van suikerbieten. *Cosun Beet Company*, 2023 p 59
- Stöbel, B.; Freier, B.; Wechsung, F. (2013): Study on the influence of weather periods on the occurrence of leaf rust and powdery mildew in winter wheat using an interval-based correlation approach. *Journal für Kulturpflanzen* 65, S. 315–327
- Siebert S., F. Ewert F.. 2012 Spatio-temporal patterns of phenological development in Germany in relation to temperature and day length. *Agricultural and Forest Meteorology* Volume 152, 15 January 2012, Pages 44–57
- Silva JV, Tenreiro TR, Spätjens L, Anten NPR, van Ittersum MK, Reidsma P, (2020) Can big data explain yield variability and water productivity in intensive cropping systems? *Field Crops Res*, 255 (2020), Article 107828
- Seidel, P. (2017): Klimawandel als neue Herausforderung für die Modellierung von Pflanzen und Schaderregern – eine kritische Betrachtung. *Gesunde Pflanze* 69, S. 1–14
- Struik P en Haverkort A, 2024. Het klimaat verandert, dus de aardappelteelt ook. *Aardappelwereld* magazine februari 2024 nummer 2 p 27-31
- von Tiedemann, A. (1996): Global atmospheric and climatic change – what are the implications for plant protection? *Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst* 48, S. 73–79
- Thompson GB, Brown JKM & Woodward FL (1993) The effects of host carbon dioxide, nitrogen and water supply on the infection of wheat by powdery mildew and aphids. *Plant, Cell & Environment* 16: 687–94
- van Vliet AJH (2008) Monitoring, analysing, forecasting and communicating phenological changes. PhD thesis Wageningen University pp. 177
- Volk, T.; Epke, K.; Gerstner, V.; Leuthner, C.; Rotterdam, A.; Johnen, A.; von Richthofen, J. S. (2010): Klimawandel in Nordrhein-Westfalen – Auswirkungen auf Schädlinge und Pilzkrankheiten wichtiger Ackerbaukulturen. Münster.
- Vidal, S. (2010): Die Schädlinge-Armada marschiert gen Norden. *Topagrar* 1, S. 54–55
- Weigel HJ, Manderscheid R, Erbs M, Burkhart S, Pacholski A, Sticht C, Schadre S, Giesemann A & Anderson H (2008) Rotating barley, sugar beet and wheat under elevated CO₂ conditions: A synopsis of the German FACE experiment. In: Effects of Climate Change on Plants: Implications for Agriculture. *Aspects of Applied Biology* 88: 31–34
- Zeuner T, Kleinhenz B & Racca P (2008) Einfluss des Klimawandels auf das Schadeerregersauftreten am Beispiel von *Cercospora beticola* in Zuckerrüben in den nächsten 50 Jahren. *Mitteilungen aus dem Julius Kühn-Institut* 417:271–272
- Ziska LH & Teasdale JR (2000) Sustained growth, photosynthesis and increased tolerance to glyphosate observed in a C3 perennial weed, quack grass, grown at elevated carbon dioxide. *Australian Journal of Plant Physiology* 27:157–164
- Ziska LH, Teasdale JR & Bunce JA (1999) Future atmospheric carbon dioxide may increase tolerance to glyphosate. *Weed Science* 47: 608–615

Klimaatverandering en de indirecte invloed op plantgezondheid in de Nederlandse landbouw

Erno Bouma

HAS Green Academy
Onderwijsboulevard 221
5223 DE 's-Hertogenbosch
er.bouma@has.nl

Samenvatting

Eenieder is ervan overtuigd dat we een goede plantgezondheid alleen kunnen bereiken met weerbare planten. Echter, de weerbaarheid van deze gezonde planten wordt sterk beïnvloed door de gevolgen van de klimaatverandering, een grotere druk van plagen, onkruiden en (warmte minnende) ziekten. Kijkend naar de beheersing van deze problemen, dan zijn er een aantal mogelijkheden zoals bijvoorbeeld het streven naar een grotere plantweerbaarheid, verschillende niet-chemische methoden van onkruidbehandeling en de inzet van (groene) gewasbeschermingsmiddelen.

Voor de niet-chemische onkruidbehandelingsmethode zien de geschetste klimaatveranderingen er over het algemeen goed uit. Voor de effectiviteit van de meeste (groene) gewasbeschermingsmiddelen ziet het er *niet* goed uit. De werkwijze analyserend en gehouden tegen de toekomstige meteorologische omstandigheden, moeten we concluderen dat dit leidt tot (sterk) verminderde effectiviteit van de beheersingstoepassingen, vooral voor de schimmel- en onkruidbeheersingsmethoden. Belangrijk in dit krachtenveld zijn de beslissingsondersteunende systemen (BOS'en), die ook in de toekomst accuraat in te zetten blijven. Daarnaast ligt er een uitdaging voor de veredelaars om (nog) robuustere planten en gewassen te kweken.

Indirecte effecten van klimaatverandering op plantgezondheid

Weerbare planten

Het streven is te komen tot weerbare planten. Planten die door hun optimale geïntegreerde teeltwijze en hun genenpakket een behoorlijke weerstand kunnen bieden tegen ziekten en plagen en tegen de concurrentie van de onkruiden.

De weerbaarheid van een plant wordt bepaald door een breed samenspel van bouwstenen. Weerbare teeltsystemen bestaan uit bouwstenen die met elkaar een integraal geheel vormen voor een teelt, maar ook in relatie staan tot de omgeving, bijvoorbeeld met de natuur. In een weerbaar teeltsysteem is het vertrekpunt van de agrarische ondernemer het telen van sterke planten in een weerbare omgeving (Toekomstvisie Gewasbescherming, 2030). Weerbare teeltsystemen zijn dynamisch en zullen voortdurend evolueren om optimaal te blijven presteren. De uitdaging voor een agrarisch ondernemer wordt daarbij steeds groter omdat in een veranderend klimaat niet alleen de weerbaarheid van de plant verandert, maar ook de ziekte- of plaagdruk. Misschien veranderen de bouwstenen onderling de komende tijd wel zo, dat het steeds moeilijker wordt om hier op in te spelen.

Omgang met veranderende ziekten en plagen

Zoals toegelicht in het artikel over de directe gevolgen van klimaatverandering op de Nederlandse landbouw, zullen de plaagorganismen (onder andere de onkruiden, insecten, schimmelziekten, bacteriën en nematoden) beïnvloed worden door

de klimaatverandering. Verwacht wordt dat de Nederlandse landbouw gelijkblijvende problemen zal hebben door onkruiden. Een aantal koude minnende soorten verdwijnen, maar daar zijn intussen een aantal warmte minnende soorten voor teruggekomen. Waarschijnlijk treden er meer problemen op door insecten; door de veranderde omstandigheden zijn er meer generaties insecten per seizoen. Er zullen nieuwe soorten bijkomen en andere zullen migreren naar meer noordelijke regionen. Op het gebied van schimmelziekten is het interessant te zien wat er gaat gebeuren. Enerzijds is er de migratie van de soorten gestuurd door de hogere temperaturen, anderzijds wordt er een veranderend vochtregiem verwacht (kortere neerslagperiodes, maar wel intensiever) gedurende het groeiseizoen voor de gewassen. Bacterieziekten zullen waarschijnlijk toenemen. Veel bacteriën die een probleem kunnen vormen in de Nederlandse landbouw hebben voorkeur voor warmere perioden met korte perioden van neerslag. Dat is precies wat in een aantal klimaat scenario's naar voren komt. Ook uitbreiding van populaties plantenparasitaire aaltjes gaat waarschijnlijk in een hoger tempo door hogere bodemtemperaturen onder de verwachte weersomstandigheden in 2050. Een enigszins belemmerende factor in deze zou de lagere bodemvochttoestand kunnen zijn die optreedt bij minder frequente neerslag. Door de hogere temperaturen is er waarschijnlijk ook een intrinsiek gevaar voor meer quarantaine-organismen.

	Toe-/afname populatie	Toe-/afname behandelingen	Toe-/afname effectiviteit
Onkruiden	+/-	++	--
Plaaginsecten	+++	+++	+/-
Schimmelziekten	+/-	+/-	--
Bacteriën	++	?	?
Nematoden	+++	?	?

Tabel 1: Verwachte mate van toe- of afname van de populatie pathogenen en plagen, van behandelingen en van effectiviteit van de behandelingen in 2050 vergeleken met nu, op basis van voorspelde klimaatveranderingen (+ = toename, - = afname, ? = onbekend).

Uitdagingen bij behandeling

Worden de gevolgen van de klimaatverandering, zoals geschetst door het KNMI (KNMI, 2024) doorgerekend voor een aantal grote akkerbouw-, vollegrondsgroente- en boomkwekerijgewassen, dan laat dit een grotere druk van plagen, onkruiden en warmte minnende ziekten zien. Dit levert dus een flinke uitdaging voor agrarisch ondernemers op. Maar de uitdaging wordt nog groter. Soms kunnen weerbare planten een 'zetje in de rug' gebruiken of heeft het weerbare teeltsysteem ondersteuning nodig van gewasbeschermingsmiddelen. Echter, de klimaatverandering is ook van invloed op behandelingen en op de werking van middelen. In het overzicht in tabel 1 is aangegeven of er naar verwachting in 2050 een toe- of afname is van populaties van verschillende ziekte- en plaaggroepen, van het aantal behandelingen hiertegen en van de effectiviteit van de behandelingen. In de volgende passages zijn de gevolgen van klimaatverandering op verschillende behandelingen in de Nederlandse landbouw nader toegelicht (uitgaande van de scenario's voor 2050).



Zorgen voor een goede weerbaarheid van plant en teeltsysteem met de klimaatverandering is een flinke uitdaging voor agrarisch ondernemers (foto: pixabay).

Onkruidbeheersing

Onkruid groeit en kiemt in verschillende periodes (voorjaars-, najaars- en jaarrondkiemers). Voor de behandeling van de onkruiden moet er gekeken worden in de periodes kort na het kiemen hoe de weersomstandigheden de effectiviteit van de verschillende behandelingsmethoden beïnvloeden.

Onkruid kan op veel verschillende niet-chemische wijzen behandeld worden, bijvoorbeeld: branden, schoffelen, eggen, elektrocuteren en het kan worden behandeld met een laser wieder. De niet-chemische beheersingsmethoden van onkruiden hebben over het algemeen droge omstandigheden (=droog blad en droge grond) rondom de toepassing nodig voor een effectieve werking. Deels voor een voldoende drogend effect (mechanische onkruidbestrijding) alsook een voldoende duurwerking (branden, het laseren en elektrocutie).

Kijkend naar de verandering in het klimaat richting 2050 voorspeld in de verschillende scenario's, zullen door de langere drogere omstandigheden die verwacht worden, er goede mogelijkheden zijn voor deze niet-chemische toepassingen.

De chemische toepassingsmogelijkheden zijn onder te verdelen in vooropkomst behandelingen en na-opkomstbehandelingen.

Voor opkomst (bodemherbiciden)

Daar de scenario's een hogere (bodem)temperatuur en lagere hoeveelheden neerslag (en dus bodemvocht) aangeven voor de toekomst (tot 2050), is dit ongunstig voor de effectiviteit van bodemherbiciden. Door de wisselende neerslaghoeveelheden en intensiteit kan de werking van het herbicide tegenvallen. Op deze wijze wordt de werking van het herbicide door de onkruiden omzeild.

Bodemherbiciden hebben voor een betere mobiliteit in de grond een behoorlijk bodemvochtgehalte nodig, tenslotte moeten vrijwel alle bodemherbiciden door de wortels van het onkruid worden opgenomen en worden getransporteerd in het xyleem van de onkruidplanten. Ook de micro-organismen (bacteriën en schimmels) in de grond hebben voor

de afbraak de werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen voldoende vocht nodig. Het geschatte toekomstscenario tot 2050 van hogere (bodem)temperatuur en lagere hoeveelheden neerslag (en dus bodemvocht), is per saldo ongunstig voor de effectiviteit van bodemherbiciden. De opname hiervan door onkruidwortels wordt onzeker omdat het middel niet meer in opgeloste vorm bij de wortels komt, doordat er minder vocht in de grond is, Bouma, 2005). In periodes waarin er wel voldoende vocht is, zal de afbraak van de werkzame stoffen door schimmels en bacteriën in de grond in een versneld tempo doorgaan, omdat de bodemtemperaturen op een hoger niveau liggen en daardoor de bacteriën en schimmels veel actiever zijn met de afbraak.

Na opkomst (contactherbiciden)

Het is onduidelijk wat de meteorologische situatie precies voor gevolgen heeft voor de effectiviteit van de behandelingen. Onzekere factor hierbij is de intensiteit en de hoeveelheid neerslag. Neerslag is nodig om onkruiden te laten kiemen, maar ook om het herbicide opgenomen te krijgen in de onkruidplant. Veel contactherbiciden (95%) zijn namelijk waterachtig geformuleerd en de opname van de werkzame stof van deze formuleringen vindt plaats in de blad huid/cuticula (specifiek door de cutinelaag) van de bladeren (Wartena & Bouma, 1998, Bouma, 2005). Voor een goede opname door de blad huid is het noodzakelijk dat het in de periode kort voor toepassing (ong. 1-3 dagen), groeizaam weer is geweest. Onder groeizaam weer wordt verstaan: omstandigheden waarbij de grond goed van vocht is voorzien, waarbij er geen nachtvorst geweest is kort/na voor spuiten, de RV hoog is, er niet te veel straling is en de temperatuur normaal of boven normaal is. Zijn deze omstandigheden niet aanwezig kort voor of tijdens het toepassen van deze middelen, dan vindt er onvoldoende tot geen opname plaats van de waterachtig geformuleerde contactherbiciden. Met de weersomstandigheden die worden ingeschat door de ICCP-scenario's (warmer, meer straling en minder neerslag) lijkt het er op dat de gewenste omstandigheden voor een goede contactherbicide toepassing in de toekomst minder zullen voorkomen.

De overige 5% van de contactherbiciden zijn olieachtig geformuleerd. Dat wil zeggen dat de werkzame stof is opgelost in een oplosmiddel en dat de werkzame stof samen met het oplosmiddel wordt toegepast (de EC en OD-formuleringen). Deze middelen zijn minder afhankelijk van de weersomstandigheden en zijn meer klimaatrobust.

De verwachting is dat het totaal aantal toepassingen (niet-chemisch en chemisch) zal toenemen omdat de duurwerking van de niet-chemische maatregelen veel korter is dan die van de chemische maatregelen.



De effectiviteit van chemische behandelingen zal negatief beïnvloed worden door de te verwachten veranderingen in het klimaat (foto: E. Bouma).

De effectiviteit van de chemische behandelingen zal negatief beïnvloed worden door de veranderingen in het klimaat richting 2050.

Insectenbeheersing

De niet-chemische methoden voor de open teelten zijn vrij beperkt. Er is een aantal niet-chemische methoden beschikbaar waaronder Steriele Insecten Techniek (SIT) en de verwarring/verjaging van wortelvlieg door uienolie, die veel toegepast worden. Daarnaast wordt er geëxperimenteerd met natuurlijk vijanden, maar dit is nog lang niet op een niveau zoals dat toegepast wordt in de bedekte teelten. Een voorbeeld hiervan zijn behandelingen met entomopathogene nematoden, maar werking daarvan is onder meer afhankelijk van voldoende bodemvocht.

Voor een effectieve chemische bestrijding van insectenplagen met contact- en systemische insecticiden gelden dezelfde weersomstandigheden als voor de contactherbiciden, zij het iets minder strikt. De duurwerking van insecticiden is temperatuur- en lichtafhankelijk. Hoge stralingsniveaus tijdens en kort na toepassen verlagen de effectiviteit van alle insecticiden zolang ze opgelost in druppels op het blad liggen. Zodra de systemische insecticiden in het blad zijn opgenomen stopt de afbraak door straling vrijwel geheel. Bij de contactinsecticiden gaat de afbraak onverhoopt verder. Bij de meeste insecticiden (behalve de pyrethroïden) geven hogere temperaturen na toepassing wel een betere werking (deels door een intrinsiek betere werking van de actieve stof, maar ook door een hogere activiteit van de insecten); hogere temperaturen verkorten echter wel de duurwerking.

Het aantal toepassingen zal waarschijnlijk groter worden doordat schadedrempels voor verschillende insecten vaker overschreden worden. De effectiviteit



*Twee gezonde engerlingen (boven) en een dode engerling, aangetast door entomopathogene nematoden *Heterorhabditis bacteriophora*. Succesvolle toepassing van deze biologische bestrijder is o.a. afhankelijk van de vochtigheid van de bodem (foto: W. Cranshaw, Colorado State University, Bugwood.org).*

van de middelen hoeft niet negatief beïnvloed te worden indien de toepassing gebeurt onder de meest gunstige omstandigheden (gedurende de avonduren).

Beheersing van schimmelziekten

Er zijn maar weinig niet-chemische methoden om schimmelziekten tegen te gaan. De opties bestaan uit het gewas weerbaarder maken door veredeling (bijvoorbeeld een dikkere waslaag op de bladeren en stengels) en proberen de omstandigheden in het gewas minder gunstig te maken voor infecties door schimmels (meer ruimte tussen de planten).

Bij chemische behandelingen maken we onderscheid tussen curatieve en preventieve toepassing. We spreken van een curatieve behandeling wanneer een middel wordt ingezet nadat een hyfe van de schimmel de plant is binnengedrongen. De werkzame stof van het fungicide moet dan worden opgenomen in de plant (systemische werking). Dit gebeurt op dezelfde manier als bij contactherbiciden en insecticiden. Donker, groeizaam weer bevordert in het algemeen de opname. De specifiek curatieve werking is temperatuur gestuurd: bij hogere (blad) temperaturen gaat het transport van de werkzame stof door het xyleem sneller, maar bij hogere temperaturen verloopt ook de ontwikkeling van de schimmel (myceliumvorming) in het blad sneller. Over het algemeen kan men stellen dat de lengte van de curatieve werking (de duurwerking) sterk verkort wordt door hogere temperaturen (Frahm, 1991).

De preventieve werking van fungiciden is gericht op werking aan de buitenkant van bladeren en stengels. Zodra de sporen of de hyfen met het contactmiddel in aanraking komen, worden ze geremd in de groei of gedood. Deze contactwerking/hechting vindt bij

voorkeur plaats op droge bladeren. De duurwerking van de middelen wordt vaak beïnvloed door hoeveelheid, duur en intensiteit van neerslag. Kijkend naar de scenario's zien we dat dit enerzijds gunstig is (kortere neerslagduur), maar anderzijds wordt de neerslag wel heviger in de groeiseizoenen.

Of het aantal toepassingen toe- of afneemt is lastig aan te geven. De frequentie waarmee schimmelziekten een belangrijke rol gaan spelen, neemt waarschijnlijk af. Maar als de omstandigheden gunstig zijn, zal het gevaar groter en sneller kunnen zijn door de (veel) optimalere omstandigheden voor infectie en groei van de huidige populatie schimmelziekten en de nieuwe soorten schimmelziekten in het cultuurgebouw, door de gunstiger temperatuur, luchtvochtigheid en bladnatomstandigheden. Daarnaast is er nu (2024) een verschuiving te zien naar meer curatief werkende middelen die een kortere duurwerking hebben; deze kortere duurwerking wordt nog versterkt door de hogere temperaturen in het gewas. Waarschijnlijk leidt dit geheel tot meer toepassingen.

Beheersing van bacterieziekten en nematoden

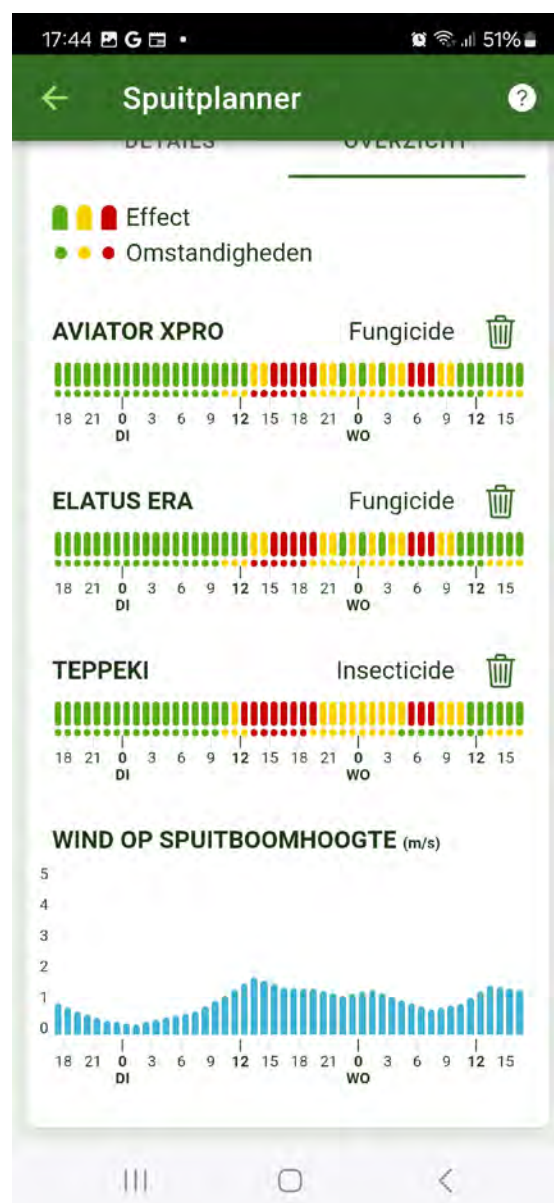
Kijkend naar de effecten van de klimaatscenario's is het te verwachten dat de problemen met voor de plant schadelijke bacteriën (o.a. *Xanthomonas*, *Pectobacterium* (Erwinia), *Xylella*), maar ook met de plantenparasitaire nematoden (o.a. cystenaaltjes, wortelknobbelaaltjes en vrijlevende wortelaaltjes) zullen toenemen. Echter zijn tegen deze plagen (vrijwel) geen chemische bestrijdingsmogelijkheden toegelaten. Het tegengaan van schade moet dus geheel komen uit een mix van cultuurmaatregelen en (partieel) resistente rassen. Ook deze maatregelen en het niveau van de (partieel) resistente rassen zijn weer afhankelijk van de temperatuurs- en vochtomstandigheden.

Groene middelen

In de nabije toekomst zullen meer groene middelen ingezet worden. Groene middelen vormen een verzameling middelen om het gewas te versterken of te beschermen. Het betreft onder meer basisstoffen, laag risico stoffen, biologische middelen (SKAL-lijst) en biostimulanten.

Vrijwel alle groene middelen die na opkomst worden toegepast, zijn contactmiddelen. Deze middelen moeten worden ingezet op een droog blad, met daaropvolgend een korte droge periode. Omstandigheden die naar verwachting in de toekomst vaak zullen gaan voorkomen. Het is nog wel een vraag of de duurwerking van deze middelen niet aanzienlijk beperkt

Beslissingsondersteunende systemen (BOS) geven op basis van de actuele meteorologische omstandigheden advies over het geschikte moment om een behandeling uit te voeren in het gewas. Hier de Fieldmate met voorbeelden van de Smartfarm app met ziektedruk en spuitplanner (foto's: AppsforAgri/E. Bouma).



wordt door een hoger stralingsniveau of door de hogere neerslagintensiteit. Uit onderzoek en ervaringen tot nu toe is naar voren gekomen dat biologische fungiciden korter werken en waarschijnlijk regelmatig moeten worden ingezet. De werking van biostimulanten, die moeten worden opgenomen of die met de wortels mee moeten groeien, zal twijfelachtiger worden. Enerzijds komt dat doordat de bodem vaker droog zal zijn door het geringer aantal keer neerslag. Anderzijds doordat de omstandigheden voor opname in het blad of stengel ongunstiger worden.

Nut van beslissingsondersteunende systemen

Beslissingsondersteunende systemen (BOS'en) zijn computer- of telefoontoepassingen (als app), waarin de meteorologische omstandigheden worden gecombineerd met vangsten, observaties van plaag/ziekte en algoritmen. Er zijn twee soorten BOS'en: één om te berekenen of een toepassing nodig is en één om te bekijken op welk moment de toepassing dan het beste kan gebeuren.

BOS: is toepassing nodig?

Om te beginnen is er een BOS om te kijken of een toepassing nodig is. De ontwikkeling van vrijwel alle schimmelziekten en insectenplagen wordt beïnvloed door de meteorologische omstandigheden (o.a. temperatuur, relatieve luchtvochtigheid/uren bladnat, neerslag, straling). De relatie en afhankelijkheid van de schimmelziekten en insectenplagen is vormgegeven in algoritmen die digitaal verwerkt zijn en als input de meteorologische omstandigheden nodig hebben. Er kan dan worden berekend aan de hand van de meteorologische omstandigheden of een bepaalde schimmel of een bepaalde plaag kan infecteren of ontwikkelen. Als dit algoritme onderdeel vormt van een beslissing ondersteund systeem, is het ook bekend of het gewas beschermd is met een fungicide of een insecticide en hoelang de bescherming nog voortduurt. Als de bescherming voorbij is of bijna voorbij is, dan wordt er een advies tot behandeling gegeven, (Bouma, 2007).

BOS: moment van toepassing?

Dan is er een BOS om te kijken op welk moment de toepassing de hoogste effectiviteit heeft. Het moment van toepassen is behoorlijk belangrijk in verband met de effectiviteit van de middelen in relatie tot het toepassingsmoment. Als het regent of als de bladnatperiode nog niet is afgelopen, dan heeft het weinig zin om contactmiddelen (o.a. herbiciden en fungiciden) toe te passen omdat deze niet kunnen hechten op het blad. Datzelfde geldt ook voor het toepassen van de meeste insecticiden midden op de dag tijdens stralingsrijke perioden. De relaties tussen de gewasbeschermingsmiddelen, biologische middelen en biostimulanten zijn ingebed in algoritmes en op deze manier kan het optimale toepassingsmoment goed inzichtelijk worden gemaakt in een venster van 48 uur vooruit, (Bouma, 2003, Bouma, 2006).

Het grote voordeel van dit soort beslissingsondersteunende systemen is dat ze gebaseerd zijn op de actuele meteorologische omstandigheden. Dit kan dus een hele grote steun geven op dit moment (anno 2024), maar ook over 25 jaar omdat dan nog steeds de actuele weersomstandigheden gemeten worden. Waarschijnlijk zijn die veranderd ten opzichte van 2024, maar de op dat moment gemeten meteorologische gegevens worden dan gebruikt voor een actueel advies.

Verstrekkende gevolgen

De gevolgen van de veranderende temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gaan verder dan het 'plant- en dierniveau'. Denk aan de geografische verspreiding, het aantal overwinteringen dat toeneemt, de snelheid van populatiegroei en de toename van het aantal generaties. Maar ook wordt het groeiseizoen langer, wijzigt de gewas-plaag synchronisatie, neemt het risico van invasieve migrerende plaagorganismen toe en ontstaan 'groene bruggen' voor overleving van allerlei organismen.

De belangrijkste punten zijn hier samengevat:

Overwintering	De minimumtemperaturen gedurende de winter zijn van cruciaal belang voor de uitgangspopulatie van ziekten en plagen in het voorjaar. Een voorbeeld: doordat het aantal nachten met vorst afneemt zullen meer opslag aardappelknollen in het voorjaar uitlopen. Deze opslagaardappelen zijn niet meer beschermd tegen een infectie met de aardappelziekte <i>Phytophthora infestans</i> , omdat ze in andere gewassen opkomen. Door zieke planten loopt totale sporendruk in een gebied hoog op. Agrariërs zullen hierdoor nog beter moeten opletten dat ze de gevaarlijke perioden in de gaten houden en mogelijk de preventieve behandeling van aardappelloof moeten intensiveren en de problemen bij biologische telers zullen sterk toenemen.
---------------	--

Ontwikkelings snelheid generaties	Hogere temperaturen zorgen in het algemeen voor hogere ontwikkelingssnelheden van insecten, wat de ontwikkeltijd per generatie verkort. Plaaginsecten die meer dan één levenscyclus per jaar doorlopen, kunnen door een korter generatie-interval nóg meer generaties per seizoen produceren.
Meer bladluis generaties	Bij een opwarming van twee graden komen er tot vijf generaties luizen meer per jaar tot ontwikkeling. De eerste vlucht van de perzikbladluis is 14 dagen vroeger bij iedere graad temperatuurstijging. De plantdata van bijvoorbeeld pootaardappelen, tulpen en lelies zijn echter niet vervroegd. De ontwikkeling van in het najaar geplante tulpen wordt vervroegd door de hogere wintertemperaturen. De luizen kunnen zo in een jonger, en dus gevoeliger, gewasstadium voor een grotere virusoverdracht zorgen.
Meer gespuis onder de grond	Een groter aantal in de grond levende pathogenen geeft meer problemen. Door de hogere gemiddelde bodemtemperatuur komen per seizoen meer generaties tot ontwikkeling. Eén van de pathogenen waar dit voor geldt zijn verschillende soorten plant-parasitaire nematoden, zoals bijvoorbeeld bietencystenaaltjes.
Groene brug: klimaatverandering op kleinere schaal	Groene bruggen zorgen in de toekomst voor grotere problemen. Groene bruggen zijn grote urbane gebieden of grote gebieden met glastuinbouw, waarvan deze bebouwing de temperatuur, RV en CO ₂ -concentratie in de lucht beïnvloedt. Te denken valt aan het Westland of Agriport A7 (Wieringermeer), of andere aaneengesloten glastuinbouw conglomeraties. Bomen lopen in het voorjaar eerder uit vergeleken met exemplaren van dezelfde soort in het buitengebied en blijven ook langer groen in het najaar. Een tweede effect in deze gebieden is dat de minimumtemperatuur minder ver zal terugzakken. Daardoor zullen de overlevingskansen voor gebiedsvreemde (invasieve) soorten hoger zijn. Dit kunnen ook quarantaine-organismen zijn (organismen die niet, of in beperkte mate, in de EU aanwezig zijn en in de wetgeving van de EU als bijzonder schadelijk zijn aangemerkt).
Quarantaine- organismen	Veel quarantaine-organismen komen uit landen met een warmer klimaat dan het Midden-Europese. Naast de geschetste scenario's van droger klimaat en minder winterse dagen, moeten we rekening houden met het gegeven dat de ons omringende gebieden (urbane regio en grote kas-gebieden) en landen (Duitsland en België) ook een hogere gemiddelde temperatuur hebben.
Afname koude behoevende schimmels	Naast uitbreiding en introductie van nieuwe ziekten en plagen zullen door de hogere temperaturen koude behoevende ziekten en plagen teruglopen. Voorbeelden zijn: gele roest (<i>Puccinia striiformis</i>), typula (<i>Typula incarnata</i>) in de graanteelt en phoma (<i>Phoma exiqua foveata</i>) in de aardappelteelt.

Hoe kunnen we dit alles beheersen in de toekomst? Het is van belang dat veredelaars rassen ontwikkelen die meer tolerant zijn voor extreme weersomstandigheden (hitte, droogte en wateroverlast en liefst ook enigszins zouttolerant). Maar ook tegen kou om eerder in het voorjaar te kunnen zaaien en poten.

Referenties:

Bouma E (2003). GEWIS, a weather-based decision support system for timing the application of plant protection products. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 33, 483-487
 Bouma E (2005). *Weer & Gewasbescherming. Uitgeverij Roodbont, Zutphen* p 84

Bouma E (2006). The use of GEWIS as a tool for application of fungicides on the right moment of the day. *PPO-Special Report no. 11 (2006)* 197-207
 Bouma E (2007). Computer aids for plant protection, historical perspective and future developments. *EPPO Bulletin/Bulletin EPPO Volume 37, Issue 2 August 2007* Pages 247-254
 Frahm, J., Volk, T. and Streit, U. (1991). PRO-PLANT-A knowledge based advisory system for cereal diseases control. *Danish Journal of Plant and Soil Science*, 85 (S2161), 101-109.
 SKAL (2024) www.skal.nl/inputlijst#/
 Wartena & Bouma (1998). *Agrarisch Weerboek. Uitgeverij Roodbont, Zutphen* p 176

Klimaatadaptatie in stedelijk gebied

Duco de Vries

HAS Green Academy
Onderwijsboulevard 221
5223 DE 's-Hertogenbosch
d.devries@has.nl

Groene oplossingen zijn onmisbaar

Het jaar 2023 zag wereldwijd temperatuurrecords sneuvelen. Weersextremen zijn niet alleen wereldwijd voelbaar, ook in Nederland worden ze steeds frequenter. Het KNMI schrijft in de klimaatscenario's '23 dat een luchttemperatuur van boven 40°C, zoals gemeten tijdens de hittegolf in juli 2019, vrijwel onmogelijk zou zijn geweest zonder klimaatverandering. We zien langere periodes van droogte, maar ook een grotere kans op piekbuien.

Klimaatverandering en leefbaarheid

De gevolgen van weersextremen hebben een grote impact op de leefbaarheid van onze planeet, vooral in dichtbevolkte stedelijke gebieden. Nederland verstedelijkt: prognoses van het CBS voorspellen een sterke bevolkingsgroei tot 2035, voornamelijk in de Randstad. Doordat de bevolkingsdichtheid aanzienlijk zal toenemen, worden ook de uitdagingen op het gebied van klimaatadaptatie alleen maar groter.

Hitte-eiland effect

Klimaatverandering heeft een grote impact op stedelijke gebieden omdat de effecten van extreme weersomstandigheden daar nog sterker zijn. Een voorbeeld hiervan is het stedelijk hitte-eiland effect, waarbij de vele verharding in steden leidt tot een grotere absorptie van zonnestraling. Dit resulteert in sterke opwarming overdag en een gebrekkige afkoeling 's nachts, waardoor stedelijke temperaturen duidelijk hoger

liggen dan die in landelijke omgevingen. Door een beperkte hoeveelheid groen stapelen de effecten zich op: er wordt weinig water vastgehouden in de bodem en er vindt dus ook minder verdamping plaats. Bovendien wordt er ook meer warmte geproduceerd door de inwoners en gebruikers zelf, bijvoorbeeld door de vele airco's. Temperatuurverschillen kunnen volgens het KNMI, voor een stad van 200.000 inwoners al oplopen tot een verschil van 7°C. Dit verschil is het grootste in de nacht. Vooral voor ouderen en mensen met een kwetsbare gezondheid zijn hoge temperaturen risicovol.

Wateroverlast

Naast hitte, vormt het risico op wateroverlast een uitdaging. De waterhuishouding in stedelijke gebieden is sterk verstoord: Het grootste deel van regenwater wordt afgevoerd via ons rioolstelsel en de hoeveelheid infiltratie in de bodem is een fractie van wat deze is in landelijk gebied. Door klimaatverandering komen piekbuien vaker voor, en in stedelijke gebieden leiden deze dus sneller tot piekafvoeren. Hierdoor raakt het rioolstelsel overbelast en blijft water op straat staan. Dit leidt tot mogelijke schade aan panden, winkels, of infrastructuur.

Klimaatadaptieve oplossingen

De sleutel ligt in een klimaatadaptieve inrichting van onze omgeving. Klimaatadaptieve oplossingen, zoals groene daken, waterpleinen en wadi's, zijn bewezen effectief in het verminderen van hittestress



Verspreid over Amsterdam komen nieuwe groene plekken. De stad wil hiermee inspelen op de gevolgen van klimaatverandering, zoals extreme wateroverlast, droogte en hitte (bron: gemeente Amsterdam).



In een woonwijk is een wadi voor waterberging ingericht als speelplaats (foto: Nanda Sluijsmans, cc-by-sa-2.0).

en het voorkomen van wateroverlast. Echter, financiering en ruimtegebrek blijven obstakels die moeten worden overwonnen. Door meer water op te vangen in de bodem, wordt regenwater vertraagd afgevoerd en piekafvoeren van extreme neerslag afgevlakt. Wanneer deze maatregelen groen (beplant) zijn, leidt dit tot minder warmteabsorptie en meer verdamping. De toepassing van wadi's (ondiepe, natuurlijke waterbergingen waar water kan infiltreren) neemt toe in Nederland, wat niet alleen het groenoppervlak in steden vergroot, maar ook de waterhuishouding herstelt.

Waterberging onder trambaan

In nieuwe gebiedsontwikkelingen is dit relatief makkelijk toepasbaar, maar juist in bestaand bebouwd gebied, waar de ruimte schaars is, vraagt klimaatadaptatie opofferingen. Alle piekbuien afvoeren via het rioolstelsel gaat simpelweg niet. Voor extreme piekbuien betekent dit dat onze openbare ruimte onderdeel moet zijn van het regenwater afvoersysteem.

Hoeveel is een parkeerplaats, rijstrook of bouwgrond waard als die ruimte ook voor waterberging gebruikt kan worden en daarmee eens per 5, 10 of 100 jaar schade kan worden voorkomen? Wanneer de ruimte er simpelweg niet is, vergt dit soms innovatieve oplossingen. De middeleeuwse binnenstad van

Amsterdam kent smalle straten, heeft een enorme gebruiksdruk en is grotendeels Unesco. Toch kan zelfs hier waterberging worden gerealiseerd, weliswaar door een knap staaltje ingenieurswerk. Onder de trambaan van de Nieuwezijds Voorburgwal ligt een ingenieus opslagsysteem van steenwol dat 700 m³ water kan bergen, waardoor het gebied beschermd is tegen extreme regenbuien.

Groene maatregelen meest effectief

Naast ondergrondse waterberging zijn er tal van andere innovatieve oplossingen waarmee water wordt vastgehouden en vertraagd. Niet alle klimaatadaptieve oplossingen zijn groen, bijvoorbeeld waterpleinen, infiltratiekragen of infiltratieriolen of de waterbergende trambaan. Deze oplossingen zijn weliswaar nuttig, maar dragen minder bij aan het verminderen van stedelijke hitte.

Klimaatadaptieve maatregelen zijn het meest doeltreffend wanneer ze groen zijn. Ze vertragen dan niet alleen de waterafvoer maar bieden ook verkoeling en creëren een leefomgeving die gunstig is voor planten, dieren en mensen. Hoewel andere oplossingen zoals infiltratieriolen en waterbergende trambanen zeker hun nut hebben, zijn groene maatregelen de meest effectieve keuze voor een veerkrachtige en duurzame stedelijke toekomst. Kortom: voor een succesvolle klimaatadaptatie zijn groene oplossingen onmisbaar.

Klimaatadaptatie in Amsterdam

Het klimaat verandert en dat heeft grote gevolgen voor Amsterdam. Als laaggelegen deltastad is Amsterdam kwetsbaar voor overstromingen als gevolg van zeespiegelstijging en extreme neerslag. In geval van een overstroming wordt de stad of delen ervan onbereikbaar, ook voor de nood- en hulpdiensten. Vitale functies kunnen uitvallen en er kan enorme schade aan infrastructuur en bebouwing ontstaan. Ook de gevolgen van extreme hitte en een toename van het aantal tropische nachten zijn groot voor Amsterdam. Dit komt onder meer door het stedelijk hitte-eiland-effect, waarbij de temperaturen in de stad circa 12 graden hoger kunnen zijn dan buiten de stad. Het zijn vaak de meest kwetsbare groepen in kwetsbare wijken die het hardst getroffen worden. Groen in de stad kan zorgen voor verkoeling en een betere waterafvoer en -berging. Maar jonge bomen en beplanting in de stad zijn kwetsbaar voor droogte. Droogte leidt ook tot grondwaterdaling en heeft daarmee invloed op bodemdaling, wat verzakkingen van groengebieden, gebouwen, wegen en rioleringen kan veroorzaken.

In de 'strategie Klimaatadaptatie (2020)' hebben we de ambitie gesteld om in 2050 zo goed mogelijk voorbereid te zijn op het veranderende klimaat. In de 'uitvoeringsagenda Klimaatadaptatie (2021)' staat hoe we hieraan werken. Hieronder volgen een paar voorbeelden.

Gezond gedrag

Om de stad beter voor te bereiden op extreme hitte zijn niet alleen maatregelen in de openbare ruimte nodig, maar speelt ook het aanpassen van gedrag een grote rol. Het is bijvoorbeeld belangrijk om op een hete dag de zon zoveel mogelijk buiten te houden om te voorkomen dat huizen te veel opwarmen. Om de bewoners van Amsterdam hier goed over te informeren werken we samen met de GGD aan een Amsterdams Hitteplan. Dit is een lokale uitwerking van het nationale hitteplan waarin is vastgelegd welke communicatie-activiteiten we ondernemen om de negatieve gezondheidseffecten tijdens hitte te beperken.

Regenwaterknelpunt

Om de stad beter voor te bereiden op wateroverlast kijken we bij regulier onderhoud welke klimaatadaptatiemaatregelen we tegelijkertijd kunnen nemen. Een goed voorbeeld hiervan is de aanpak van de Rivierenbuurt. De Rivierenbuurt was een bekend regenwaterknelpunt waar tijdens extreme regenval straten blank kwamen te staan en het water zelfs bij een supermarkt naar binnen liep. Op het moment dat er grootschalig onderhoud aan de riolering nodig was, hebben we naast het vergroten van de rioolcapaciteit ook aanpassingen gedaan aan het maaiveld. Er zijn bomen geplant, wadi's aangelegd en waar dit niet voldoende was, is ervoor gezorgd dat overtollig water kan worden opgevangen in een ondergrondse waterberging. Dit heeft de buurt niet alleen klimaatbestendiger gemaakt, maar ook mooier.

Elske van Vessem

*Coördinator Programma Klimaatadaptatie
Ingenieursbureau, Gemeente Amsterdam*



Lokale aanpak

Naast het nemen van maatregelen doen we onderzoek naar de kwetsbaarheid van Amsterdam om te bepalen welke maatregelen waar nodig zijn. We hebben voor alle vier de klimaatthema's (extremehitte, langdurige droogte, extreme regen en overstromingen) stresstesten uitgevoerd en risicokaarten opgesteld. Deze kaarten zijn te raadplegen op het 'dashboard klimaatadaptatie'. Deze lokale informatie is een belangrijke aanvulling op landelijke informatie zoals die uit de KNMI '23 scenario's omdat het ons meer inzicht geeft in de lokale situatie.

NK-tegelwippen

Klimaatverandering raakt de hele stad en iedereen die er verblijft, werkt of woont. Omdat de gemeente de stad niet alleen kan voorbereiden op het veranderende klimaat betrekken we hier zoveel mogelijk andere partijen bij via onze 'Netwerkaanpak Weerproof'. Het jaarlijkse NK-tegelwippen en de bijbehorende Tegelservice is één van de acties waarmee we onszelf en anderen stimuleren om tegels te verwijderen en daar groen voor terug te brengen. Zo bereiden we de stad stap voor stap voor op het veranderende klimaat.

Zie voor meer informatie: www.amsterdam.nl/klimaatadaptatie/



Klimaatverandering en Plantenziekten

Verslag KNPV-voorjaarsbijeenkomst 30 mei 2024

Doriet Willemen

redactie@knpv.org

Het weer heeft grote invloed op de teelt van gewassen: het bepaalt groei en opbrengst, maar ook de ontwikkeling van ziekten en plagen en onkruiden. Directe en indirecte effecten van klimaatverandering zijn dan ook van invloed op de plantgezondheid en op de Nederlandse landbouw.

Samenvatting

De gevolgen van klimaatverandering zijn nu al duidelijk voelbaar: bijna dagelijks lezen we in het nieuws berichten over droogte-, warmte of neerslagrecords, en over teeltproblemen als gevolg van natte akkers. Op de drukbezochte KNPV-bijeenkomst op 30 mei (ruim 100 deelnemers) kwamen vijf specialisten aan het woord. Uit hun presentaties bleek hoe divers de impact van het veranderende klimaat is op de plantgezondheid in Nederland. Temperatuur en neerslag hebben niet alleen grote invloed op de groei van planten en gewassen, maar ook op de ontwikkeling en vóórkomen van ziekten, plagen en onkruiden.

Door de klimaatverandering neemt de kans toe dat (nieuwe) schadelijke organismen, waaronder quarantaine-organismen, zich hier vestigen of zich sneller verspreiden. Ook dreigt verstoring van de synchronisatie tussen ziekten en plagen enerzijds en hun natuurlijke vijanden anderzijds door de hogere temperaturen van de afgelopen jaren. met als gevolg een snellere en vroeger ontwikkeling van de flora. Weersextremen hebben ook invloed op de resistentie en weerbaarheid van planten. De weersomstandigheden zijn bovendien mede bepalend voor het effect van gewasbeschermingsmiddelen (zowel chemische als biologische). Geen wonder dus dat de klimaatverandering van grote invloed is op plantgezondheid. Om de gevolgen van de klimaatverandering het hoofd te bieden zijn innovatieve teeltaanpassingen en praktijkonderzoek nodig.

Introductie

Erno Bouma (HAS)

Agrometeorologisch specialist Erno Bouma (HAS-docent tuin- en akkerbouw) gaf op de KNPV-bijeenkomst de aftrap met een introductie over het veranderende klimaat. In zijn presentatie "Klimaatverandering en de impact op de landbouw" liet hij aan de hand van meetgegevens zien hoe het de afgelopen 40 tot 45 jaar (sinds begin jaren '80)

snel warmer en natter is geworden in ons land. De veranderende temperatuur en vochtomstandigheden hebben invloed op de plaagdruk van insecten en op overwinteringskansen van nieuwe plaagorganismen. Bij granen treedt een verschuiving op in het voorkomen van graanziekten al naar gelang de behoefte aan koude en vochtigheid van de verschillende pathogene schimmels. Bij onkruiden wordt een grotere en vroegere druk verwacht. De vraag is of in de toekomst een hogere frequentie van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen nodig, mogelijk en gewenst is. Waarschijnlijk zullen de toepassingsmogelijkheden van adviesystemen steeds belangrijker worden. Voor een uitgebreid verslag verwijzen we naar de artikelen van Erno Bouma in dit nummer.

Klimaatverandering en risico's van (potentiële) quarantaine-organismen voor Nederland

Dirk Jan van der Gaag (NVWA)

Coördinerend specialistisch adviseur plantgezondheid Dirk Jan van der Gaag (NVWA) lichtte aan de hand van enkele voorbeelden toe hoe de risicobeoordeling verloopt van schadelijke (Q-)organismen. Een soort wordt tot een (potentieel) Q-organisme gerekend wanneer deze afwezig is in de EU (of slechts in een beperkt verspreidingsgebied), maar de mogelijkheid bestaat dat de soort hier kan binnenkomen, zich



Erno Bouma



Dirk-Jan van der Gaag



kan vestigen en verspreiden. Daarbij heeft vestiging onaanvaardbare economische, sociale of milieugevolgen. Uitvoerbare en effectieve maatregelen zijn beschikbaar om binnenkomen, vestiging of verspreiding van het organisme te voorkomen. Dit kunnen maatregelen zijn met grote impact. Nederland importeert veel planten, snijbloemen, groenten & fruit en andere producten uit vooral warmere regio's. De meeste Q's komen van oorsprong uit warmere regio's of regio's waar de zomer warmer is.

Door klimaatverandering nemen de vestigingskansen van veel Q's in Europa en Nederland waarschijnlijk toe. Door vergelijking van het klimaat in het huidige verspreidingsgebied van een organisme met dat in het risicogebied en met behulp van modellen kan een inschatting gemaakt worden van de vestigingskans van een schadelijk organisme. Ook wordt gekeken naar eerdere ervaringen hier of in andere landen. Hoe dit in zijn werk gaat werd toegelicht aan de hand van twee voorbeelden. Door klimaatopwarming is naar verwachting



een snellere populatie-opbouw van *Anoplophora glabripennis* (Aziatische boktor) in Nederland mogelijk. Hierdoor zal het bij een eventuele introductie ook lastiger zijn om de boktor uit te roeien. In het geval van de schorskever *Euwallacea fornicatus*, die eerder vanuit Oost- en Zuidoost-Azië geïntroduceerd is in het zuiden van Californië, Israël en Zuid-Afrika, lijkt voorlopig het Nederlandse klimaat ongunstig voor vestiging. Maar het wordt wel steeds gunstiger.

De conclusie is dat voor veel (potentiële) Q's het huidige Nederlandse klimaat nog te koud of aan de koele kant is. Door klimaatverandering neemt echter de kans op een uitbraak van veel Q's toe, terwijl de kans op eliminatie kleiner wordt.

Onderzoek naar teeltmaatregelen in de toekomstige praktijk

Vervolgens gingen twee adviseurs uit de praktijk, Diether de Jong (Agrifirm) en Marijn Nap (Vlamings), en onderzoeker Florian Gorter (WUR) in op het onderzoek dat al gedaan wordt en keken ze wat in de toekomst nodig is aan teeltaanpassingen om de klimaatverandering het hoofd te bieden. Allen waren het erover eens dat een goede samenwerking tussen praktijk en onderzoek nodig is om nieuwe bevindingen praktijkrijp te maken.

Virusoverdracht door vroege luizenvluchten in pootaardappel

Diether de Jong, Specialist akkerbouw (Agrifirm)

Zo vertelde Diether de Jong in zijn presentatie over de toegenomen druk van luizen in pootaardappel en het daardoor hogere risico op overdracht van plantenvirussen. Luchtvochtigheid en temperatuur hebben invloed op de luispopulatie. Het totaal aantal bladluizen neemt toe bij hogere temperaturen.

Maar ook het moment van de eerste vlucht is vroeger:



Diether de Jong

een graad temperatuurstijging betekent dat de luizen eerder gevangen gaan worden. De mate waarin een luizensoort fungeert als virusvector wordt weergegeven met een referentiewaarde. Zo heeft de groene perzikluis (*Myzus persicae*) de hoogste waarde (1). De geaccumuleerde vectorendruk en virusbesmettingen hebben gevolgen voor deklustering van het pootgoed. Veel middelen die nu nog gebruikt worden om luis tegen te gaan zijn in 2030 niet meer toegestaan. Er wordt dan ook gezocht naar alternatieven. Met behulp van weersmetingen en vangbakken wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een voorspellingsmodel vectordruk. Verder is uit veldproeven gebleken dat de toepassing van stro tussen de rijen effectief is om vectordruk te verminderen. Bladluizen raken verward en kunnen het gewas niet meer goed vinden. Het resultaat varieert tussen 37 en 92% minder vectordruk met stro.

Agrifirm, Wageningen Universiteit en de NAK hebben jarenlang onderzoek gedaan naar de inzet van luizengaas. Luizengaas beschermt voor 100% tegen virusoverdracht van bladluizen. Daarmee is het een interessant middel in de stammenteelt van pootaardappelen.

Plantweerbaarheid en de invloed van weer en klimaat

Marijn Nap, Technisch commercieel adviseur (Vlamings)

Adviseur Marijn Nap komt naast de al vaker genoemde gevolgen van klimaatverandering ook steeds vaker problemen in gewassen tegen als hittestress en verzilting. Hij wil graag een connectie vormen tussen onderzoek en praktijk: "Er is zoveel kennis beschikbaar, maar dit wordt te weinig vertaald naar de landbouwpraktijk. Mijn opa leerde mij al om goed naar de natuur te kijken en gebruik te maken van wat de natuur te bieden heeft." Dit kan volgens Nap zeker ook toegepast worden om iets te doen tegen de gevolgen van de klimaatverandering. Allereerst is het van belang om met behulp van een 6-stappenplan de bodem fysisch, chemisch en biologisch goed te hebben. Dat is de basis. Door een goede weerbaarheid is een plant beter bestand tegen stress. Nutriënten hebben dan ook invloed op de tolerantie van planten tegen kou, droogte en straling. Een sterk onder- of overaanbod van bijvoorbeeld kalium, stikstof of magnesium heeft een negatief effect op de weerstand. Daarbij is het goed te bedenken dat droogte (minder wortelgroei) of juist extreme nattigheid van de bodem (verzadiging) de opname van nutriënten beïnvloed en daarmee de nutriëntengehalten in het blad. Met name elementen zoals mangaan, zink en silicium maken de plant weerbaarder tegen straling. In de praktijk wordt al gebruik gemaakt van biostimulanten, zoals aminozuren,



Marijn Nap

humuszuren, algen-/zeewierextract en Status (pidolzuur). Zeewierextract wordt ingezet als preventieve anti-stress, aminozuren als curatieve anti-stress.

Invloed van weersextremen op ziekte- en plagendruk in open teelten

Florien Gorter, Bacterioloog/microbieel ecooloog (WUR)

Florien Gorter vertelde over haar net opgestarte onderzoeksproject naar het effect van weersextremen. Bij klimaatverandering zijn verschuivingen in de pathogeenpopulatie te verwachten, maar wat is het effect van weersextremen? Nederland heeft steeds vaker te maken met extreem weer, zoals hittegolven, zware neerslag in korte tijd en langdurige droogte. Dit heeft ook gevolgen voor de ziektedruk in de open teelten: de afweer van planten neemt af onder stress zoals hitte en droogte. Hoe extremer het weer, hoe groter dit effect is naar verwachting.



Florien Gorter

Haar onderzoek naar het effect van weersextremen op de ziekte- en plagendruk in de open teelten richt zich hierop.

Met behulp van nieuwe genetische technieken (metagenomica) wordt gekeken of en hoe de samenstelling van de endogene pathogeenpopulatie in grond- en gewasmonsters verandert als gevolg van hitte, droogte en wateroverlast. Met gerichte veldexperimenten in polytunnels worden periodes van droogte en wateroverlast gesimuleerd en wordt gekeken wat bijvoorbeeld bij aardappel, ui of biet de effecten zijn op infecties met ziekteverwekkende schimmels, bacteriën of virussen.

Daarnaast zal onderzocht worden of maatregelen als verruiging van aardappelruggen, compost of mulch, groenbemesters en biostimulanten effectief zijn om ziektedruk tegen te gaan tijdens extreme omstandigheden.

De powerpoints van de sprekers op de voorjaarsbijeenkomst zijn beschikbaar op de KNPV-website www.knpv.org.





Uitreiking KNPV-prijs 2024

Tijdens de voorjaarsbijeenkomst op 30 mei maakte KNPV-voorzitter Leendert Molendijk bekend dat de KNPV-prijs 2024 toegekend is aan Prof. Dr. Ir. Ing. G.H.J. (Gert) Kema.

De KNPV-prijs wordt eens in de paar jaar toegekend aan een persoon die een bijzondere bijdrage heeft geleverd aan de ontwikkeling van weerbare teelten in Nederland. Die bijdrage kan zijn op het terrein van fundamenteel onderzoek, praktijkonderzoek, voorlichting, beleid, onderwijs, handel, industrie, innovaties in de teelt of combinaties daarvan.

Vervolgens las juryvoorzitter Piet Boonekamp het juryrapport voor, waarna Gert Kema een speciaal ontworpen bronzen penning met inscriptie overhandigd kreeg uit handen van Leendert Molendijk. Aan de prijs is ook een geldbedrag (€3000,-) verbonden. Kema was vereerd met de toekenning: "Ik had dit vooraf nooit verwacht, ik vind het een hele eer!" In de aansluitende lezing blikte hij terug op zijn lange loopbaan in het vakgebied en op de vele samenwerkingen.

De KNPV-prijs is in 2024 voor de zevende maal uitgereikt. Eerder ontvingen Gerrit Bollen (1999), Jan Carel Zadoks (2002), Frank Wijnands (2005), Joop van Lenteren (2008), Jan Bouwman (2013) en Piet

Boonekamp (2021) de prijs voor hun uitzonderlijke bijdragen aan het vakgebied der plantenziekten en gewasbescherming.

Juryrapport KNPV-prijs 2024

Toegekend aan
Prof. Dr. Ir. Ing. G.H.J. (Gert) Kema

Gert Kema heeft zich gedurende zijn lange carrière op uitzonderlijke wijze ingezet voor wetenschappelijk onderzoek en onderwijs in de gewasbescherming. Eerst werkte hij aan Septoria-bladvlekkenziekte in granen en vanaf 2010 aan de teeltbedreigende schimmelziekten van de banaan. Zijn onderzoek is vastgelegd in 120 wetenschappelijke publicaties. Sinds 2018 leidt Gert Kema de vakgroep Fytopathologie en heeft in die hoedanigheid vele studenten opgeleid en vele promovendi begeleid.

Gert is een man met visie, passie en ondernemingsgeest. Hij enthousiasmeert mensen die actief zijn in onderzoek en/of praktijk. Hij geeft aan de maatschappij een grote zichtbaarheid van het onderzoek in de gewasbescherming door interviews op radio en TV en in dagbladen en door populairwetenschappelijke publicaties in binnen- en buitenland. Hij heeft zeer veel grote internationale onderzoeksprojecten opgezet samen met het (inter)nationale



De bij de uitreiking aanwezige juryleden samen met de prijswinnaar, v.l.n.r. Piet Vlaming, Piet Boonekamp, Gert Kema en Eric Kiers.

bedrijfsleven. Dit met het doel om impact te generen voor een duurzame gewasbescherming. Een unieke spin-off vormen nieuwe Nederlandse bedrijven voor bananenveredeling.

Daarnaast is Gert Kema zeer betrokken bij het welzijn van alle medewerkers en studenten binnen de leerstoelgroep Fytopathologie. Met het 10-jarige voorzitterschap van de KNPV (2001-2011) heeft Gert ook in de breedte van de gewasbescherming in Nederland een belangrijke bijdrage geleverd.

De jury heeft nog wel stilgestaan bij het feit dat de banaan geen typisch Nederlands gewas is en dat de KNPV-prijs bedoeld is voor een uitzonderlijke bijdrage aan de ontwikkeling van weerbare teelten in Nederland. Maar omdat de wereldwijde bananenteelt één van de minst duurzame is, de banaan een belangrijk importproduct voor Nederland is en één

van de belangrijkste voedingsgewassen in de wereld, zag de jury dit niet als een bezwaar. Temeer omdat Gert via de problemen in de teelt van bananen op unieke wijze de Wageningse uitgangspunten voor weerbaar telen wereldwijd heeft uitgerold en zijn (inter)nationale studenten en promovendi daarin heeft meegenomen.

De jury wil daarom met de KNPV-prijs 2024 een kroon zetten op zijn lange en vruchtbare carrière in de fytopathologie in het bijzonder en de gewasbescherming in het algemeen.

De jury:

Piet Boonekamp (Juryvoorzitter)
 André Hoogendijk (BO Akkerbouw)
 Eric Kiers (CropLife NL)
 Corné Pieterse (Universiteit Utrecht)
 Piet Vlaming (Secretaris KNPV)

Van eenjarige modellen naar meerjarige problemen

Lezing door KNPV-prijswinnaar G.H.J. Kema

Piet Vlaming

Secretaris KNPV

Na het in ontvangst nemen van de KNPV-prijs, nam Gert Kema de aanwezigen op de voorjaarsbijeenkomst mee op reis door zijn onderzoeksgeschiedenis. Het begon allemaal op de Hogere Landbouwschool (HLS) van het Koninklijk Nederlands Landbouw Comité (KNLC) in Dordrecht. In het kader van die opleiding liep hij in 1980 stage bij het Instituut voor Plantenziektkundig Onderzoek in Wageningen, waar hij elke dag vanuit Rotterdam heen reisde. Hij maakte daar kennis met gele roest. Drie mensen hebben hem in die tijd op het spoor gezet van het onderzoek: Ron Stubbs die hem vertelde al zijn hele leven aan gele roest te werken, Cor van Silfhout die hem introduceerde in wilde verwanten van tarwe en later uitdaagde Septoria onderzoek aan te pakken, en Jan Carel Zadoks. Die had laten zien dat je wiskunde kunt toepassen op epidemiologische vraagstukken en was jaren later zijn promotor. Zijn afstudeerscriptie - waarvoor hij de KNLC-prijs kreeg - bij de HLS ging over het belang van wilde tarwesoorten bij de veredeling op ziekteresistentie, met name tegen roestziekten. Mede daardoor werd hij in 1982 aangesteld bij het Nederlands Graan Centrum en gedetacheerd bij het IPO om gele roest resistentiegenen in het materiaal van Nederlandse veredelaars te identificeren. Die wilde soorten zijn te vinden in het oorsprongsgebied van tarwe: Het Midden-Oosten. Het ging om de diploïden *Triticum monococcum* en *Aegilops squarrosa* (of *T. tauschii*), de tetraploïde *T. dicoccoides*, en de hexaploïde *T. spelta*. Naast zijn baan bij het IPO begon hij in 1984 ook een studie plantenveredeling aan de toenmalige Landbouwhogeschool die hij in 1991 afrondde met een aantal artikelen over spelt tarwe, waarvan Europese accessies allemaal het Yr5 gen hebben, maar een Iraanse accessie die in 1957 werd verzameld door de Duitse botanicus Hermann Kuckuck in Sharh-Kord (Iran) heeft Yr10. Recent werd bepaald dat het "nieuwe" R-gen Yr_{NAM} identiek is aan Yr10.

Onderzoek naar de interactie tussen een pathogene schimmel en een plant heeft een lange traditie bij het Laboratorium voor Fytopathologie en resulteerde uiteindelijk in het tomaat - *Cladosporium fulvum* modelsysteem voor gen-om-gen interacties omdat Pierre de Wit en zijn medewerkers Jan van Kan en Matthieu Joosten de eerste avirulentie effectoren in filamenteuze plant-pathogene schimmels identificeerden en klonerden. Dit gen-om-gen systeem leek echter te ontbreken - of het werd ontkend - bij

de Septoria bladvlekken-ziekte in tarwe. In zijn onderzoek werkte Kema dit systematisch uit in kas- en veldproeven en ontrafelde ook de seksuele cyclus van *Zymoseptoria tritici*, de schimmel die de ziekte veroorzaakt en waarop hij in 1996 promoveerde. Eén van de meest opmerkelijke isolaten was het Nederlandse isolaat IPO323 dat een zeer differentiële interactie vertoonde op een reeks van tarwerassen. Dit legde de basis voor een geheel nieuw veld van schimmelgenetica dat resulteerde in een genetische kaart, en uiteindelijk de genomsequentie van 1000 isolaten. IPO323 werd daarmee het referentieisolaat voor het wereldwijde onderzoeksveld. Eén van de opmerkelijkste publicaties betrof de identificering van de eerste avirulentie effector in *Z. tritici*, waarbij werd aangetoond dat gen-om-gen interacties ook van belang zijn in schimmels met een dominante seksuele voortplanting, resulterend in genetisch zeer diverse natuurlijke populaties. Verder toonde hij aan dat ondanks controle van de ziekte door resistentie van de plant of door het gebruik van fungiciden, de schimmel altijd in staat blijft om zichzelf seksueel te vermeerderen. Het internationale *Z. tritici* onderzoek heeft zich ontwikkeld tot een toonaangevend model voor populatiegenetica en genomevolutie in eenjarige gewassen, en het onderzoek in Wageningen heeft daar een belangrijke bijdrage aan geleverd. Het onderzoek is nu afgesloten,

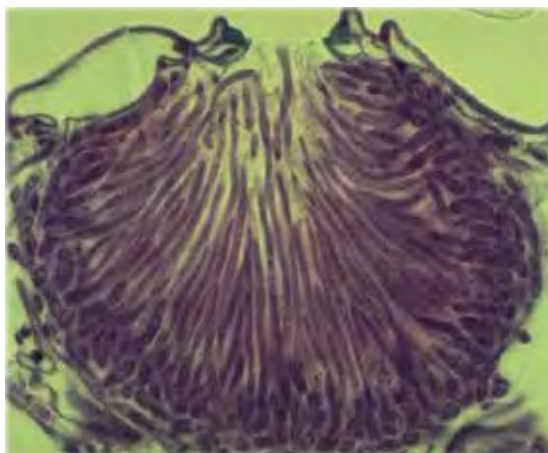


Gele roest (*Puccinia striiformis*)

de grote isolatencollectie is overgedragen aan Eva Stukenbrock, Christian-Albrechts Universiteit te Kiel in Duitsland, en vele andere buitenlandse groepen zetten het onderzoek voort. Kema benadrukte dat het werk in Wageningen is uitgevoerd door vele PhD-studenten en dat Els Verstappen een grote rol heeft gespeeld bij het dagelijks werk.

Een bezoek van de president en directeur van de nationale bananen coöperatie van Costa Rica aan Wageningen Universiteit en Research in 2003 leidde uiteindelijk tot het huidige internationaal erkende bananenonderzoeksprogramma dat vorm kreeg vanaf 2010. In eerste instantie begon Kema met onderzoek aan de Black Sigatoka ziekte die wordt veroorzaakt door de schimmel *Pseudocercospora fijiensis* (een verwant van *Z. tritici* in tarwe). Deze ziekte nam sinds 1970 snel toe en bedreigde de teelt van de vatbare Cavendish-bananen, niet alleen in Costa Rica, maar ook in andere landen. De Cavendish-banaan domineert de export (>95%) en omvat een reeks klonen (w.o. de rassen Grand Naine, Williams en Valery) die ongeveer 50% van de wereldwijde teelt omvatten. Banaan wordt vegetatief vermeerderd en de genetische diversiteit is daardoor extreem laag. Het onderzoek aan *P. fijiensis* richtte zich eerst op de resistentiemechanismen tegen fungiciden die veelvuldig worden ingezet om de ziekte te bestrijden (tot wel 70 bespuitingen per jaar in bijvoorbeeld Costa Rica). Nadien ontwikkelde het onderzoek zich ook in de richting van genetica en genoomonderzoek en de technieken om genen functioneel te analyseren. Ondanks de moeilijke hanteerbaarheid van *P. fijiensis* in het onderzoek brengt dit de zoektocht naar effectoren in een stroomversnelling.

Naast Black Sigatoka startte Gert Kema onderzoek naar *Fusarium* verwelkingsziekte (voorheen Panamaziekte). Het is een bodemziekte die 100 jaar



Dwarsdoorsnede van een pycnidium (ongeslachtelijk vruchtlichaam) van *Zymoseptoria tritici*, de schimmel die *Septoria* bladvlekkenziekte veroorzaakt.



Overstromingen en stormen als gevolg van klimaatverandering leiden tot verwoesting van grote arealen bananen en zorgen ervoor dat bodemziekten, zoals *Fusarium* verwelkingsziekte, zich over grote afstanden kunnen verspreiden.

geleden enorme epidemieën veroorzaakte. Als bestrijding werd toen in sommige gebieden inundatie ingezet, maar uiteindelijk was er geen kruid tegen gewassen en werden Cavendish bananen – vanwege de uitzonderlijke resistentie tegen *Fusarium* verwelkingsziekte – sinds de vijftiger jaren de basis voor de moderne commerciële bananenteelt. Al snel bleken deze rassen echter zeer vatbaar te zijn voor een nieuwe *Fusarium* stam die Tropical Race 4 (TR4) wordt genoemd. Cavendish bananen waren dus eens de oplossing, maar vormen nu het probleem in een niet te stuiten tweede epidemie. TR4 werd al in 1967 voor het eerst waargenomen in Taiwan en heeft zich inmiddels via de mens in alle bananen-producerende regio's gevestigd. Naast genetisch en genoomonderzoek wordt nu ook de microbiële constitutie van de bodem in het onderzoek betrokken. TR4 blijkt niet alleen in banaan voor te komen, maar kan ook symptomeloos in onkruiden overleven. Maar bij herinfectie van banaan vanuit bijvoorbeeld *Arachis pinto* – pinto pinda – blijkt de schimmel veel minder agressief te zijn. Vermoed wordt dat dit te maken heeft met geassocieerde microben. Al met al blijft banaan één van de laatste grote monoculturen en deze genetische uniformiteit is de basis van de problemen waar het gewas mee te kampen heeft. Resistentie en genetische diversiteit zijn de bouwstenen voor een duurzame gewasbescherming, zeker in meerjarige gewassen. Daarom is Yelloway opgericht, een Nederlands bananenveredelingsbedrijf in handen van Chiquita, Keygene, en het – mede door Kema opgerichte – MusaRadix dat inmiddels is uitgegroeid tot de pijler onder de duurzaamheidsstrategie van Chiquita. Tenslotte wordt de bananenteelt niet alleen bedreigd door schimmelziekten maar ook door droogte, overstromingen en stormen die als gevolg van klimaatverandering hun tol eisen en leiden tot verwoesting van grote arealen waardoor



Gert Kema vertelt over het onderzoek aan de Black Sigatoka ziekte die wordt veroorzaakt door de schimmel *Pseudocercospora fijiensis*.



Bananenplantage met aantasting door *Fusarium* verwelkingsziekte.

bodemziekten, incl. *Fusarium* verwelkingsziekte, zich over grote afstanden kunnen verspreiden, zoals in de Filipijnen, Peru en Pakistan.

Banaan is exemplarisch voor de problemen waar vele meerjarige gewassen mee kampen. Gewasbescherming in deze gewassen is van een andere orde omdat het gewas altijd aanwezig is en deze in de tropen ook vaak evergreens zijn. Het samenwerken met andere disciplines is dan een vereiste om vooruitgang te boeken, te meer omdat veel gewassen door kleine boeren worden geteeld die veelal geen toegang hebben tot de kennis die noodzakelijk is om hun gewassen te beschermen. De ontwikkelde kennis in éénjarige modelsystemen is noodzakelijk maar moet dan worden ingekaderd binnen een groter geheel. Dit heeft mede geleid tot onderzoekslijnen aan andere meerjarige gewassen. In hazelnoot is Avariato-rot (veroorzaakt door *Diaporthe eres* in combinatie met een bacterie) een groot probleem. In cacao, ontstaat door Frosty pod rot (veroorzaakt door *Moniliophthora roreri*) veel schade, en Bud Rot en Basal Stem Rot (veroorzaakt door resp. *Phytophthora palmivora* en *Ganoderma boninense*) roeien grote oliepalmen arealen uit. In Nederland leunt de lelieteelt te veel op de inzet van fungiciden. Vandaar dat er onderzoek wordt verricht naar de inzet van effectoren om de resistentieveredeling te verbeteren. Zo wordt modelonderzoek aan eenjarige systemen toegepast in het oplossen van problemen in meerjarige gewassen.

Daarin is Wageningen uniek. Er is vrijwel geen andere plek waar zoveel kennis rondom de plantenwetenschappen is geconcentreerd. Dit biedt unieke mogelijkheden voor interdisciplinair onderzoek waarin Wageningen excelleert en dat ook nodig is bij het vinden van oplossingen voor de hierboven genoemde problemen. De leerstoelgroep fytopathologie zal zich blijven richten op onderwijs en (fundamenteel) onderzoek mede met het oog op de vertaling naar complexere systemen en de opschaling van de cel naar de plant, het veld, regio's en continenten.

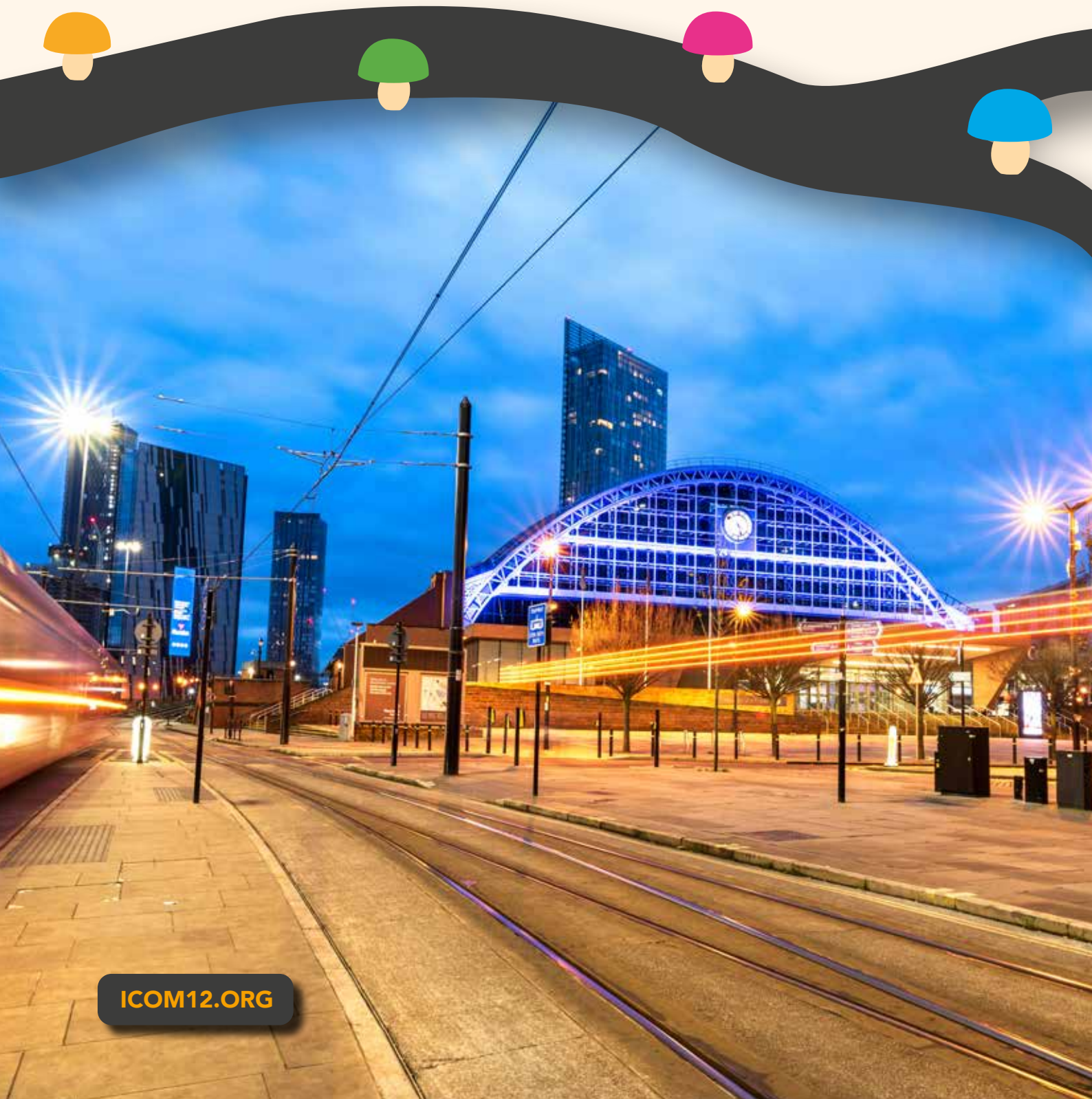
Tijdens zijn bijdrage onderstreepte Kema dat onderzoek een gezamenlijk inspanning is, waarin samenwerking essentieel is. Gezamenlijk met de vele collega's en zeker met de vele studenten is een solide fundament gelegd onder het huidige en toekomstige werk door een nieuw team en vanaf 2025 onder leiding van een nieuwe leerstoelhouder. Hij besloot zijn gedreven verhaal met dank aan God voor de gegeven mogelijkheden en onderstreepte de rol van zijn vrouw en gezin die zijn werk hebben mogelijk gemaakt.

Foto's: Gewasbescherming/Gert Kema



12th
**INTERNATIONAL
CONFERENCE
ON MYCORRHIZA**

4 - 9 August 2024
Manchester, UK

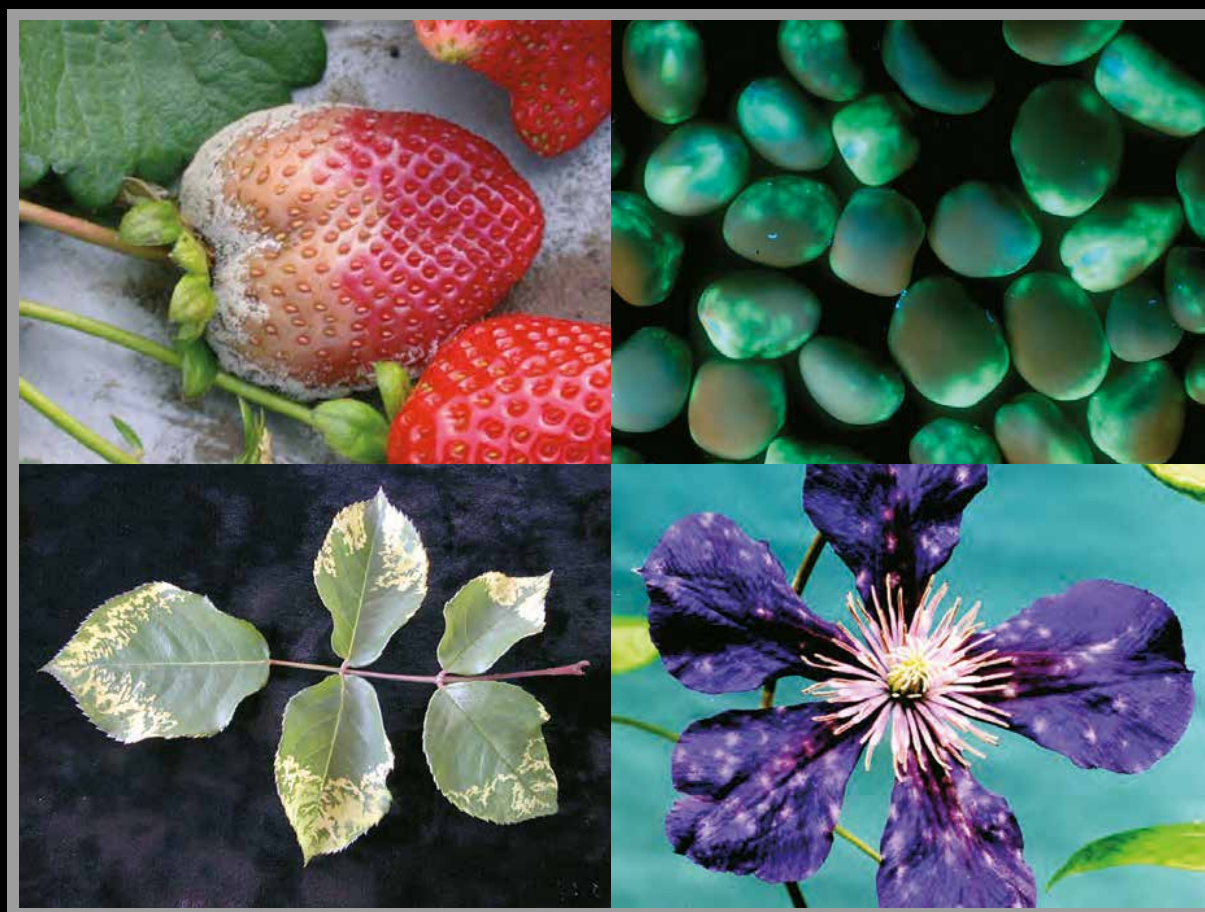


ICOM12.ORG

Volume 120 No. 4 April 2008

ISSN 0929-1873
CODEN EPLPEH

European Journal of Plant Pathology



 Springer

In cooperation with European Foundation for Plant Pathology

Afscheid van secretaris Piet Vlaming

Tijdens de Algemene Ledenvergadering op 30 mei j.l. is Piet Vlaming afgetreden als secretaris van de KNPV. Hij heeft zich drie jaar met veel overtuiging en enthousiasme ingezet binnen het bestuur en voor de vereniging. In deze tijd verzorgde hij nauwgezet en razendsnel de notulen van de bestuursvergaderingen, bereidde vergaderingen voor, zorgde dat het archief opgeruimd werd en zette de databank Nederlandse Namen Plantenziekten (NNPZ) op. Tussendoor legde hij zich toe op de jurering van de Jan Ritzema Bosprijs 2023 en de KNPV-prijzen 2021 en 2024.

Piet gaf aan na afloop van deze goed gevulde 3-jarige termijn niet meer beschikbaar te zijn voor een tweede termijn in het bestuur. Wel blijft hij betrokken bij de NNPZ als secretaris van de Commissie Nederlandse Namen Plantenziekten.

Nieuwe secretaris

Het bestuur stelde voor om Peter Bonants te benoemen als nieuwe secretaris. Peter werd bij acclamatie in de ALV benoemd. Hij geeft aan dat hij in april met pensioen gegaan is als senior onderzoeker bij WUR Biointeractions and Plant Health, veel leden van de KNPV kent en graag op deze manier nog een aantal jaren betrokken wil blijven bij het vakgebied. Hij zal zich in een volgende Gewasbescherming nader voorstellen.



Als dank voor zijn inzet ontvangt scheidend secretaris Piet Vlaming (l) van KNPV-voorzitter Leendert Molendijk een ingelijste wandplaat met bloemen en een bos echte bloemen. Van de aanwezigen op de ALV krijgt Piet een groot en welverdiend applaus.

Nieuwe Nederlandse namen van ziekten en plagen

Op www.nederlandsesoorten.nl (NLSR) van Naturalis bleken nog veel Nederlandse namen van insecten, mijten en aaltjes te ontbreken, die wel vermeld stonden in de oude KNPV-publicaties (voor het merendeel) of in enkele andere bronnen. Op basis daarvan zijn lijsten met Nederlandse namen naar Naturalis gestuurd: 130 insecten, 13 mijten en

46 aaltjes. Dat waren (groten)deels bestaande namen en deels door de Commissie Nederlandse Namen Plantenziekten (CNNPZ) voorgestelde nieuwe namen. Deze namen zijn bijna allemaal ongewijzigd overgenomen. Bij zes nieuwe namen van insecten is door Naturalis gekozen voor kleine aanpassingen in die namen (zie tabel). Inmiddels zijn die namen ook in NNPZ aangepast. Deze onderlinge afstemming zorgt voor standaardisatie in de naamgeving van insecten, mijten en aaltjes. Essentieel is natuurlijk wel dat de nu in beide systemen vastgelegde Nederlandse voorkeurnamen ook daadwerkelijk gebruikt gaan worden. Het blijft overigens wel mogelijk om via oude synoniemen te zoeken in NNPZ.

De Commissie Nederlandse Namen Plantenziekten heeft ook weer een aantal nieuwe Nederlandse ziektenamen vastgesteld. Daarbij zijn de Nederlandse

Correctie Nederlandse namen insecten

Insecten	Voorgestelde naam	Aantasternaam NLSR
<i>Corylobium avellanae</i>	Groene hazelaarluis	Grote hazelaarluis
<i>Empoasca decipiens</i>	Katoencicade	Groene bladcicade
<i>Neotrampa caudata</i>	Neotrampa	Trampa
<i>Macropsis scotti</i>	Grote bramencicade	Bramenmaskercicade
<i>Trampa troglodytes</i>	Trampa	Artisjoktrampa
<i>Myzocallis coryli</i>	Gele hazelaarluis	Gele hazelaarbladluis

namen voor de hieronder genoemde insecten inmiddels ongewijzigd overgenomen door Naturalis. Voor virussen kan de KNPV behalve de ziektenaam ook de aantasternaam vaststellen. Zie NNPZ voor de gewassen waarin onderstaande ziekten en plagen

voorkomen. Het geven van nieuwe namen is zo zorgvuldig mogelijk gedaan, maar mocht iemand toch nog een probleem zien met één van de hier genoemde namen voor bacteriën en het virus, neem dan contact op met Piet Vlaming via nnpz@knpv.org.

Insecten	Ziektenaam/Aantasternaam NLSR
<i>Agriotes sputator</i>	Kleine kniptor
<i>Scaptomyza flava</i>	Koolzaadmineervlieg
Bacteriën	Ziektenaam
<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i>	Dwerggroei
<i>Erwinia pyrifoliae</i>	Zwarte vruchten
<i>Xylella fastidiosa</i>	Xylella-bladnecrose
<i>Xylella fastidiosa subsp. pauca</i>	Olijfbomenpest
Virussen	Ziektenaam/Aantasternaam
<i>Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)</i>	Tomatenruwevruchtenvirus

Gewasbeschermingsmanifestatie 2025

Op donderdag 13 maart 2025 organiseren KNPV en WCS samen met andere partners de Gewasbeschermingsmanifestatie GBM2025 belooft een inspirerende dag te worden vol informatie, debat en kennisuitwisseling op het gebied van plantgezondheid. Met deelnemers uit onderzoek, onderwijs, praktijk, bedrijf en beleid. Een unieke kans om collega's uit het hele vakgebied te ontmoeten, en kennis en inspiratie op te doen!

Datum: 13 maart 2025

Locatie: Reehorst, Ede

Thema: Gewasbescherming in een veranderende wereld

**SAVE THE DATE
13 maart**

Waarom kersentelers zo'n hardnekkig probleem hebben met een fruitvliegje

De Tweede Kamer wil dat de Nederlandse kersentelers toch de beschikking krijgen over de bestrijdingsmiddelen Exirel en Tracer om de suzuki-fruitvlieg effectief te bestrijden. LNV-minister Adema, die deze middelen eerder niet langer toestond, gaat op zoek naar een oplossing voor de kersentelers.

WUR-onderzoeker Herman Helsen heeft ruim tien jaar onderzoek gedaan aan de suzuki-fruitvlieg, *Drosophila suzukii*. Hij gaat zich niet mengen in het politieke debat, maar zegt wel: 'Kersentelers hebben een serieus probleem zonder deze middelen.'

De suzuki-fruitvlieg is een invasieve plaag. De fruitvlieg lifte in 2008 mee in vers fruit uit Azië naar Europa en de Verenigde Staten en komt sinds 2012 in Nederland voor. De vrouwtjes leggen hun eieren in zacht fruit zoals kersen, aardbeien, frambozen en bessen. Dat doen ze niet alleen bij de Nederlandse fruittelers, maar ook in zacht fruit in (volks) tuinen en de natuur. Het vochtige Nederlandse klimaat, met zijn zachte winters en milde zomers, is ideaal voor de suzuki, zegt Helsen.

Biologie

Nadat de invasieve fruitvlieg in Nederland arriveerde, onderzocht Helsen samen met Wageningse en Groningse entomologen de biologie van het beestje. De grote kracht van de suzuki is dat het beestje in de winter en het vroege voorjaar heel lang zonder fruit kan. Als de kersen in het voorjaar gaan rijpen, duiken ze daar en masse op. Gedurende de rest van het jaar weten ze zich te vermeerderen op een lange lijst van waardplanten: vrijwel alle planten met zachte vruchten in de tuinbouw en de natuur. Daarom is Nederland inmiddels overspoeld met suzuki's. 'Ze zijn er altijd en overal', vat Helsen samen.

Met deze kennis op zak gingen de onderzoekers op zoek naar bestrijdingsmethoden. Voor de biologische bestrijding onderzochten ze inheemse sluipwespen, maar die weten zich geen raad met de Aziatische fruitvlieg en vielen dus af.

Insectengaas

Ook testte Helsen fijnmazig insectengaas. Dit bleek een gigantisch succes: inmiddels gebruiken de meeste Nederlandse kersentelers gaas om de suzuki's buiten de boomgaard te houden. Maar er zijn altijd een paar fruitvliegjes die toch binnenkomen. En die paar vliegjes zijn al genoeg voor grote schade, zegt Helsen. Biologische kersentelers die gaas zonder aanvullende middelen probeerden, hadden binnen een maand een plaag van fruitvliegjes in de kersen-boomgaard en konden hun oogst weggooiden.

Bait sprays

Daarom verbreedde het onderzoek zich naar de vraag: hoe kunnen telers met minimale hoeveelheden middelen de fruitvlieg zo effectief mogelijk bestrijden? Zo ging Helsen *bait*

Deze nieuwsrubriek brengt items over gewasbescherming die de redactie interessant vindt. Belangrijke criteria voor plaatsing van het bericht zijn:

- *het bericht moet relevant zijn voor de gewasbescherming,*
- *het mag geen reclameboodschap bevatten,*
- *het moet afkomstig zijn van een van de erkende agrarische nieuwsbrenkende tijdschriften, kranten, nieuwsbrieven, internetsites of autoriteiten,*
- *het moet naspeurbaar zijn naar de oorspronkelijke bron, die waar mogelijk wordt weergegeven.*

Opinies van individuen of belangenorganisaties en visies en andere interpretaties van actuele onderwerpen kunnen als citaat worden opgenomen mits de bron bekend is.

Van harte nodigen wij u uit nieuws-items bij de redactie aan te dragen.

sprays testen; dat zijn bespuitingen met een lokaas. 'Je neemt een mengsel van suikers en eiwitten dat de fruitvliegen graag eten en combineert dat met een actieve stof die de vliegen doodt. Dit kun je op de planten spuiten en dan kun je de vliegen met een heel lage dosering (5-10% van een standaard bespuiting) van zo'n insecticide bestrijden.'

Biologisch middel

En die insecticiden werden tot voor kort gebruikt door de kersentelers, maar zijn nu zonder de vrijstelling niet meer toegelaten. Het gaat om de middelen Exirel en Tracer. Tracer is een biologisch middel en regulier toegelaten voor onder meer de uienteelt voor de bestrijding van trips, maar is niet regulier toegelaten voor de kersenteelt. Dat hangt voor een deel op de toelatingsprocedure. 'Zo'n procedure is lang en kostbaar voor de fabrikant. Vaak loont zo'n procedure niet voor kleine teelten met een beperkt areaal, zoals de kersenteelt', licht Helsen toe.

Controles

Om de kersentelers tegemoet te komen, kondigde het ministerie van LNV de afgelopen jaren een vrijstelling af, waardoor de kersentelers deze middelen toch konden gebruiken in de zomermaanden, maar die vrijstelling is nu niet verleend. Het ministerie geeft aan dat controles van de NVWA aantoonen dat kersentelers de middelen niet volgens voorschrift hebben gebruikt. Helsen: 'Om de middelen te mogen toepassen, worden vooraf strenge eisen gesteld aan de emissies van die middelen naar de omgeving van de boomgaard. Onderzoek van mijn WUR-collega's heeft aangetoond dat telers met de juiste set van technieken en maatregelen aan deze eisen kunnen voldoen.'



*In de kersenteelt zorgt de suzuki-fruitvlieg *Drosophila suzukii* al jaren voor problemen. Het vochtige Nederlandse klimaat, met zijn zachte winters en milde zomers, is volgens expert Herman Helsen ideaal voor het vliegje (foto Pixabay).*

Lange rijptijd

Waarom hebben specifiek kersentelers een probleem en andere fruittelers minder? Dat komt door de relatief lange rijptijd van kersen, antwoordt Helsen. De suzuki-vlieg legt eitjes in de kersen als ze gaan kleuren en die eitjes zijn uitgegroeid tot een pop voordat de kersen geoogst worden, waardoor er uit 1 legsel een volgende generatie van honderden nakomelingen de boomgaard onveilig maakt. Bij gewassen als frambozen en aardbeien is de rijptijd korter. Door in die teelten heel frequent te oogsten, hygiënisch te werken en alle rotte fruit snel af te voeren, kun je voorkomen dat de suzuki-populaties zich opbouwen. Maar ook in die gewassen, en bij de teelt van bramen en blauwe bessen, kunnen de problemen groot zijn, vooral later in de zomer.

Kleipreparaat

Welke biologische alternatieven zijn er voor de twee genoemde insecticiden? Op dit moment geen, zegt Helsen. Hij heeft tests gedaan met kleipreparaten – je spuit een dun laagje klei op de kersen die het fruit onaantrekkelijk maken voor de fruitvlieg. Maar zo'n laagje klei krijg je niet meer van de vruchten afgewassen, waardoor de kersen onaantrekkelijk worden voor de consument. Ook allerlei andere biologische middelen geven onvoldoende bescherming.

Steriele mannetjes

Kansrijker is de steriele-mannetjes-techniek: je kweekt grote hoeveelheden steriele mannetjes van de suzuki die de viriele mannetjes verdringen waardoor de eitjes niet bevrucht worden en de populatie slinkt. 'Technisch zou dit kunnen werken, blijkt uit onderzoek in Engeland en Frankrijk. Maar het loopt nog vast op de grootschalige productie. De kersentelers zijn best bereid te betalen voor een effectieve techniek, maar je hebt heel veel beestjes nodig en het lukt nog niet om die efficiënt te produceren en steriliseren'

Natuurlijke vijanden

Wat ook helpt: introduceer natuurlijke vijanden van de suzuki uit Azië. 'Er zijn een paar Aziatische sluipwespen

die specifiek de suzuki-fruitvlieg opeten en die worden nu onderzocht in enkele Europese laboratoria', zegt Helsen. Die sluipwespen zullen niet kunnen voorkomen dat er in fruitgewassen suzuki-fruitvlieg optreedt, maar ze leiden waarschijnlijk wel tot een lagere plaagdruk vanuit de omgeving. De grote kwestie hier was: kun je ze veilig introduceren? Je wilt niet dat deze exotische sluipwesp ook een plaag wordt. Het ziet er nu naar uit dat enkele soorten sterk gespecialiseerd zijn op de suzuki-fruitvlieg. 'Dat is heel positief in mijn ogen, want heel Nederland zit nu vol met suzuki-fruitvliegen en die hebben ook een enorme impact op de natuur. Vroeger kon ik nog wel eens gave bramen en vlierbessen plukken in de natuur, maar nu zijn ze vrijwel allemaal aangetast.'

Introdactie van natuurlijke vijanden vereist samenwerking met de overheid en met bedrijven die dergelijke sluipwespen willen kweken. 'Vervolgens zul je moeten onderzoeken of de sluipwespen zich kunnen handhaven en wat hun effect is. Dit is iets waar we perspectief en een duurzaam alternatief in zien en waar we komende jaren graag mee aan de slag willen.'

Bron: Wageningen University & Research, 30 april 2024

Restafval van paddenstoelenteelt zuivert schadelijke stoffen uit water

Het is mogelijk water te zuiveren met behulp van champignonsubstraat: het mengsel van schimmeldraden en paardenmest dat overblijft nadat de champignons ervan geoogst zijn. Dat tonen Utrechtse onderzoekers Brigit van Brenk, Han Wösten en collega's aan in een publicatie in het vakblad *Applied Microbiology and Biotechnology*. Het substraat verlaagt onder andere de concentraties van bestrijdingsmiddelen en medicijnen in vervuild water. Daarmee is het een veelbelovend alternatief voor bestaande technieken om water te zuiveren.

Champignons worden geteeld op gecomposteerde, gesteriliseerde paardenmest. Graankorrels die vol zitten met de schimmel worden gemengd met compost, waarna de compost volgroeit met een netwerk van schimmeldraden. Uit die schimmeldraden ontwikkelen zich uiteindelijk de vruchtlichamen van de schimmel: paddenstoelen.

Maar wat doe je met het champignonsubstraat nadat die paddenstoelen geoogst zijn? In Nederland niet zoveel: we sturen er tonnen van naar Duitsland waar het gebruikt wordt als mest. Maar kan het ook anders ingezet worden?

Enzymen

Van Brenk en collega's vermoedden van wel. Schimmels die van dood plantenmateriaal leven, zoals champignons, maken enzymen aan om houtstof af te breken. Maar de enzymen die de schimmels aanmaken zijn niet heel specifiek, en het was al bekend dat ze ook andere stoffen dan houtstof afbreken. De onderzoekers besloten daarom te testen of

het mogelijk is vervuild water te zuiveren met behulp van het restafval van de champignonenteelt. Concentraties van medicijnresten, bestrijdingsmiddelen en andere schadelijke stoffen in oppervlaktewater en grondwater nemen namelijk toe, en dat is slecht nieuws voor onder andere dieren die in het water leven. En bestaande methodes om water van dit soort stoffen te zuiveren zijn duur.

Van Brenk: "Als we medicijnen gebruiken, plassen we een deel daarvan weer uit. Zo komen deze stoffen in het rioolwater terecht. Het grootste probleem is dat die stoffen niet goed uit het water gezuiverd worden voordat het water in rivieren wordt geloosd. Bovendien kan de natuur de stoffen niet zo snel afbreken als dat wij ze lozen, waardoor de stoffen zich ophopen in het water."

DEET en cafeïne

Om de effectiviteit van het champignonsubstraat te testen, voegden de onderzoekers eerst acht stoffen aan water toe, zoals DEET (een insectenwerend middel), cafeïne en carbamazepine, een medicijn dat onder andere wordt gebruikt bij epilepsie. Vervolgens werd het vervuilde water gemixt met stukken substraat. Na twee tot zeven dagen keken de onderzoekers of de concentraties van de stoffen veranderd waren. Het bleek dat, afhankelijk van de stof, 10 tot 90 procent uit het water was verwijderd. Van Brenk: "Huidige, vergelijkbare methodes om water te zuiveren, werken vaak maar voor een of twee verschillende stoffen. Hoewel het substraat niet voor alle stoffen even goed werkt, laten deze resultaten wel zien dat het een brede range aan stoffen uit water kan verwijderen. Andere methodes met een brede range zijn meestal vrij duur."

Schimmelthee

De onderzoekers maakten ook een soort thee van het substraat, simpelweg door het een tijdje in water te laten staan en dan de stukken substraat eruit te halen. Vervolgens mengden ze de thee met het vervuilde water, en testten de onderzoeker hoe goed de thee was in het verwijderen van schadelijke stoffen uit het water. Dat bleek een stuk minder goed te zijn dan het substraat zelf.

Volgens Van Brenk zegt dit iets over hoe het substraat stoffen uit het water haalt: "We dachten eigenlijk dat vooral de enzymen die worden uitgescheiden door de schimmel zorgden voor de verwijdering van de schadelijke stoffen. Die komen in de thee terecht, dus als dat daadwerkelijk zo was, zou de thee net zo goed moeten werken als het substraat. Maar dat is niet zo, dus er was nog een groot deel van de werking van het substraat dat we niet helemaal konden verklaren."

Maar de onderzoekers hadden wel ideeën over mogelijke verklaringen. Verdere tests lieten zien dat ofwel enzymen die in de schimmeldraden zitten en niet worden uitgescheiden, ofwel bacteriën die blijven vastzitten aan het substraat, een rol spelen. Ook lijkt een chemische reactie die in het substraat plaatsvindt een aanzienlijke bijdrage te leveren aan de verwijdering van de stoffen.



De enzymen in champignonsubstraat blijken in staat om water te zuiveren door het afbreken van schadelijke stoffen (illustratie: UU).

Verdere stappen

Van Brenk toonde met andere experimenten ook aan dat champignonsubstraat in staat is water te zuiveren van kleurstoffen en PFAS. Die resultaten zullen later dit jaar gepubliceerd worden. Onlangs kregen zij en Han Wösten een Innovation Voucher van Utrecht Holdings, waarmee ze verdere stappen kunnen zetten in het onderzoek. Ze gaan testen of er geen giftige bijproducten ontstaan tijdens de zuivering, en de schaal van het proces vergroten.

Van Brenk gelooft in de potentie van de techniek. Bovendien worden regels rondom water in Nederland en Europa aangescherpt, waardoor de onderzoeker verwacht dat bedrijven in de toekomst meer zullen moeten doen om hun afvalwater schoner af te leveren. Van Brenk heeft dan ook als doel om een bedrijf te starten met het zuiverende substraat als hoofdproduct. "Het is een vrij simpele, goedkope en duurzame manier om water te zuiveren. Maar er is nog wel een weg te gaan, hoor."

Bron: Universiteit Utrecht, 30 april 2024

Experimenten met biologische bestrijding vergelingsziekte in Frankrijk

In Frankrijk wordt dit jaar onderzoek gedaan naar de biologische bestrijding van vergelingsziekte in de teelt van suikerbieten. Daarvoor wordt 500 hectare aan bietenpercelen behandeld met kairomonen. Dat zijn feromoonachtige stoffen die een geur verspreiden waarvan wordt verondersteld dat ze bladluizen weghouden van de planten. Daardoor wordt het virus dat vergelingsziekte veroorzaakt minder snel overgebracht en kan een behandeling met insecticiden mogelijk worden uitgesteld.

Vergelingsziekte wordt veroorzaakt door een virus dat vooral wordt overgebracht door bladluizen zoals de groene perzikluizen en de sjalottenluizen. De symptomen worden ongeveer zes tot acht weken na de infectie zichtbaar. Aantasting door

vergelingsziekte kan een opbrengstderving tot wel veertig procent tot gevolg hebben.

Nog meer bestrijdingsmogelijkheden

Voor Marc Fesneau, de Franse minister van Landbouw, past het grootschalige experiment om alternatieven te zoeken voor neonicotinoïden in een nationaal plan voor onderzoek en innovatie. Voor dit Franse plan werd reeds 7 miljoen euro uitgetrokken en voor de periode tot 2026 komt daar nog eens 4 miljoen euro bovenop. Behalve het denkspoor van de kairomonen zijn er volgens Fesneau voor de suikerbieten en andere gewassen nog meer veelbelovende opties, zoals het opsporen van de broedplaatsen, het gelijktijdig telen van andere planten die de ziekte-overbrengers weghouden en genetische selectie.

Bron: Landbouwleven, 29 april /2024

'Middelen, mensen en milieu', een informatieve podcast

Er zijn regelmatig vragen naar de veilige beoordeling en toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Om het hele verhaal rondom die toelating te vertellen maakte het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) de podcast 'Middelen, mensen, milieu'. Ctgb-medewerkers vertellen daarin hoe en waarom het Ctgb deze beoordelingen doet.

Informatieve podcast over gewasbeschermingsmiddelen en biociden

Hoe worden gewasbeschermingsmiddelen en biociden beoordeeld voor de officiële toelating? Die vraag wordt vaak gesteld. Vragen naar deze beoordeling gaan meestal over één stof of middel, een specifieke toepassing of de risico's voor groepen als consumenten, omwonenden maar ook bepaalde dieren of planten. Het Ctgb vindt het belangrijk om over de beoordelingen die het uitvoert het hele verhaal te vertellen. Dat gebeurt in de podcast 'Middelen, mensen en milieu' waarvan het eerste deel in april is gepubliceerd. In mei verschijnt een volgende deel over 'biociden'.

Gewasbeschermingsmiddelen en biociden zijn overal

Iedereen heeft op één of ander manier te maken met gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Dat zijn niet alleen de telers en professionele toepassers, maar ook de consumenten. Dan is het logisch dat je wilt weten of die middelen goed beoordeeld en veilig zijn. Een consument is zich er misschien niet van bewust dat hij met een mierenlokdoosje, mottenballen of houtimpregneer een biocide koopt. Bij gewasbeschermingsmiddelen gaat het over de residuen op groente of fruit en de veiligheid van bijvoorbeeld omwonenden of passanten. Hoe beoordeelt het Ctgb of deze middelen in alle omstandigheden voldoende veilig zijn? Medewerkers van het Ctgb vertellen in de podcast over hun werk.

Bron: Ctgb, 29 april 2024

Veldexperiment onkruidbestrijding in de suikerbietenteelt

In opdracht van de provincie Friesland voert SPNA (Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw) samen met de Nederlandse Akkerbouwers Vakbond en LTO Noord een tweejarige veldexperiment uit, waarbij getoond wordt wat het effect is van drie verschillende systeemkeuzes om een suikerbietenperceel onkruidvrij te houden.

Het gaat in het experiment om een vergelijking tussen:

- Het regulier gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen (als referentie).
- Het onkruidvrij houden met moderne, cameragestuurde schoffel- en egtechnieken.
- Het plaatsspecifiek toepassen van bestrijdingsmiddelen via inzet van een spot-sprayer.

Het experiment vindt plaats op drie locaties. Er wordt deelgenomen door twee telers in Kimswerd en 't Bildt en daarnaast ligt er een proefveld bij de proefboerderij van SPNA in de Kollumerwaard. Elk proefperceel wordt gedurende het project gemonitord op onkruiddruk, gewasgroei, opbrengst, kwaliteit en de hoeveelheid toegepaste herbiciden.

Geïnteresseerden - zowel akkerbouwers als omwonenden - kunnen het experiment in de praktijk volgen.

Bron: SPNA, 22 april 2024



Podcast

Middelen, Mensen en Milieu

Het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden



Weerbaarheid leeft bij plantum leden

Weerbare rassen, weerbaar uitgangsmateriaal en weerbaar telen spelen een belangrijke rol in de verduurzaming van gewasbescherming. Ruim zestig Plantum leden lieten zich bijpraten over de ontwikkelingen tijdens de Plantum themabijeenkomst 'Weerbare rassen, weerbaar uitgangsmateriaal en weerbaar telen'.

Hoe produceer je op 'weerbare wijze'?

In het Uitvoeringsprogramma Gewasbescherming 2030 zijn weerbare planten en teeltsystemen één van de strategische doelen om tot duurzame gewasbescherming te komen. Ook voor de sector uitgangsmateriaal is een belangrijke rol weggelegd met het leveren van weerbare rassen en weerbaar uitgangsmateriaal. Maar wat zijn weerbare rassen en uitgangsmateriaal, en hoe produceer je dat op 'weerbare wijze'? In het eerste gedeelte van de middag lieten diverse sprekers daar hun licht over schijnen.

Handreiking weerbare rassen

Vanuit de hoofdcommissie Gewasgezondheid en Milieu lichtten Ronald Driessen en Gea Bouwman de acties van Plantum toe in het Uitvoeringsprogramma voor weerbare rassen en weerbaar uitgangsmateriaal. Vervolgens presenteerde Gea de Handreiking weerbare rassen: 'Een beschrijving van de criteria waaraan weerbare rassen en gewassen dienen te voldoen'. In opdracht van Plantum hebben drie HAS-studenten hieraan gewerkt met een deskstudie en het interviewen van veredelingsbedrijven en ketenpartijen. Belangrijkste conclusie: HET weerbare ras en HET weerbaarheids criterium bestaan niet, een weerbaar ras kan alleen in samenhang met het teeltsysteem en de teeltomstandigheden worden gezien. Aan de hand van een aantal modelgewassen zijn wel criteria benoemd waaraan je kunt werken bij genetische weerbaarheid.

Nadere duiding definitie en kaders

Vervolgens gaf Liesbeth Nijs van Glastuinbouw Nederland een presentatie over weerbaarheid namens de Uitvoeringsprogramma Werkgroep Weerbaarheid. De Werkgroep richt zich op het verzamelen van kennis over weerbaar telen, op het bepalen waar nog kennis ontbreekt en onderzoek nodig is en op het verspreiden en in de praktijk implementeren van de beschikbare kennis. Omdat weerbaarheid een breed begrip is en verschillend wordt geïnterpreteerd, is gestart met een nadere duiding van de definitie en kaders van het begrip weerbaarheid.

Uit de praktijk

Daarna volgden inspirerende verhalen vanuit de groenten-zaadteelt en de akkerbouw. Wouter Meijerink (Syngenta Seeds) en Ronald Driessen (Rijk Zwaan) vertelden over de gezamenlijke zoektocht van negen groentenzaadbedrijven om hun zaadteelten weerbaarder te gaan uitvoeren. Geert Pinxterhuis (Brancheorganisatie Akkerbouw) nam ons mee in de aanpak van de akkerbouw in hun Actieplan Plantgezondheid.

Werken met bouwstenen

Ook werden de aanwezigen zelf aan het werk gezet. In zes groepen ging iedereen enthousiast aan de slag met kaartjes waarmee zij de 'bouwstenen' legden voor een weerbare teelt, volgens de systematiek van Integrated Crop Management. De kaartjes stimuleerde de deelnemers elkaar te bevragen op 'best practices' in diverse teelten en met elkaar te bespreken wat er nodig is om bepaalde bouwstenen voor weerbare teelt beter te kunnen benutten. De belangrijkste bevindingen werden centraal teruggekoppeld.

Conclusie

Dagvoorzitter Niels Louwaars van Plantum concludeerde dat weerbaarheid een breed en generiek begrip is, waarbij gewas, teeltsysteem en teeltomstandigheden allemaal invloed hebben. Hij benadrukte nogmaals dat een weerbaar ras alleen in samenhang met het teeltsysteem en de teeltomstandigheden kan worden gezien. Ook als sector uitgangsmateriaal moeten we er verder mee aan de slag. Gelukkig gebeurt er al heel veel, zoals die middag duidelijk werd. Kennis en vooral samenwerking met elkaar en in de keten zijn essentieel om de verdere stappen te maken.

Bron: Plantum, 23 april 2024

Het EJP SOIL Visiting Scientists Programme

Een belangrijk doel van EJP SOIL is het opbouwen van een netwerk van bodemonderzoekers in Europa. Eén van de instrumenten hiervoor is het Visiting Scientist Programme. Vanuit dit programma worden reis- en verblijfkosten betaald om onderzoekers de mogelijkheid te geven voor enkele weken te werken aan een universiteit of onderzoeksinstituut in een ander land.

Chantal Hendriks, bodemonderzoeker aan de WUR heeft deelgenomen aan dit programma en vertelt over haar ervaringen: "Dankzij het European Joint Programme SOIL heb ik al veel collega-onderzoekers leren kennen. Binnen het programma werk ik samen met deze collega-onderzoekers aan verschillende projecten. Eén van deze projecten was het SIREN project dat inmiddels is afgerond. Dit project had als doel om te inventariseren welke indicatoren verschillende lidstaten gebruiken om bodemkwaliteit en ecosysteemdiensten te monitoren. Deze bleken heel erg te verschillen en het monitoren van ecosysteemdiensten werd door vrijwel geen enkel lidstaat gedaan. Stof om over na te denken en samen te brengen in een wetenschappelijk artikel. Dit bracht me op het idee om op uitwisseling te gaan naar SLU in Zweden, gezien er veel Zweedse collega-onderzoekers meededen aan het project SIREN. Gedurende de twee weken dat ik op uitwisseling was, heb ik de inhoud van het artikel vormgegeven. Het was fijn om samen te kunnen brainstormen over de inhoud. Daarnaast heb ik gekeken of het mogelijk is om biologische processen in de bodemkoolstof- en nutriëntenmodellen, die we bij WUR ontwikkeld hebben, in te bouwen. Deze modellen nemen momenteel hoofdzakelijk

bodemfysische en -chemische processen mee, terwijl SLU gespecialiseerd is in het modelleren van biologische processen in de bodem. Dankzij deze uitwisseling weet ik veel beter waar de verbinding gevonden kan worden. Dit gaat mij zeker helpen in mijn vervolgonderzoek.”

Bron: Beter bodembeheer, 19 april 2024

Plant Virus Transmissions Database

Een nieuwe online databank biedt informatie over de wijze van overdracht en over vectoren van meer dan 1600 plantenvirussen. De databank is samengesteld op basis van meer dan 3500 artikelen.

De afgelopen 120 jaar is een zeer groot aantal plantenvirussen gerapporteerd en beschreven. Veel van deze virussen kunnen aanzienlijke schade geven in planten en gewassen. Het kennen en begrijpen van de transmissiemechanismen en -routes van plantenvirussen en het identificeren van virusvectoren is van groot belang om de epidemiologie en ecologie van plantenvirussen te begrijpen. Deze kennis is onmisbaar om adequate maatregelen te nemen.

Levenswerk

De databank is het levenswerk van de onlangs op 91-jarige leeftijd overleden plantenviroloog Dick Peters. Hij promoveerde in 1967 op een studie naar het aardappelbladrolvirus en de verspreiding daarvan door de groene perzikluise. De overdracht van virussen door insecten bleef heel zijn wetenschappelijk leven zijn belangrijkste aandachtsgebied tot ver na zijn pensionering.

Unieke gegevens

Hoogleraar Ecologische Plantenvirologie René van der Vlugt vertelt dat hij er jaren geleden achter kwam dat Peters bezig was alle beschikbare literatuur door te spitten op zoek naar informatie over hoe plantenvirussen worden overgedragen: ‘Het zou eeuwig zonde zijn als hij al die informatie alleen voor zichzelf zou houden. Dit zijn unieke data. Wie heeft tegenwoordig nog de tijd om dit soort werk te doen? Wie heeft toegang tot al die oude literatuur, die bovendien deels niet digitaal beschikbaar is?’

Flinke klus

Van der Vlugt zocht contact met de bibliotheek van Wageningen University & Research en daaruit is de online database ontstaan. Dat was geen makkelijke klus: ‘Technisch was het best een uitdaging. Er waren twee bestanden: een Excelbestand met meer dan 4.600 regels met alle virussen en hun taxonomische gegevens, en een Wordbestand van 286 pagina's met literatuurreferenties. Een codesysteem zorgde voor de onderlinge verwijzing. Die beide bestanden zijn door informatie-experts aan elkaar gekoppeld.’



Aardappelplant geïnfecteerd met aardappelbladrolvirus (PLRV). Het virus wordt overgebracht door bladluizen. In de nieuwe Plant Virus Transmissions Database is van 1600 plantenvirussen te vinden of ze een vector hebben (bijvoorbeeld een insect, aaltje, schimmel etc.) en of ze overdraagbaar zijn via zaad, plantensap, vegetatieve vermeerdering etc. (foto: © Ko Verhoeven, NVWA)

Praktijkids

De databank fungeert als een handige praktijkids. Het scheelt onderzoekers veel zoekwerk. Van der Vlugt: ‘Het gaat om praktische informatie, waarvan veel mensen niet weten dat die bestaat. Je ziet ook dat veel virussen op meerdere manieren overgedragen kunnen worden. En ondanks het feit dat we al meer dan 120 jaar met plantenvirussen bezig zijn, weten we van de helft nog niet hoe ze worden overgedragen.’

Alarmerend

Alarmerend is ook dat zo'n achthonderd virussen via plantmateriaal worden overgedragen. ‘Dat is ontzettend veel’, zegt Van der Vlugt. ‘Door met planten of plantmateriaal te slepen kunnen veel virussen zich over de wereld verspreiden, zonder dat we het in de gaten hebben. Zaadoverdracht is ook een belangrijke route voor verspreiding.’

De database is openbaar en te raadplegen via:
www.library.wur.nl/WebQuery/virus

Bron: diverse bronnen, 19 april 2024

Wijzigingsvoorstel voor Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden

Het kabinet acht een wijzigingsvoorstel voor de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden nodig om onevenredige gevolgen van het aangenomen amendement voor de praktijk te voorkomen. Dat schrijft staatssecretaris Heijnen van Infrastructuur en Waterstaat aan de Tweede Kamer. Uit onderzoek van Wageningen University & Research en de Landsadvocaat blijkt dat een

amendement, dat gaat over het afbouwen van het gebruik van gevaarlijke gewasbeschermingsmiddelen, tot grote landbouwkundige en juridische risico's leidt.

Bij de stemming over de wijziging van de Wet gewasbeschermingsmiddelen en biociden in juli 2022 gericht op versteviging van de bestaande juridische grondslag voor maatregelen in verband met het professioneel gebruik van gewasbeschermingsmiddelen buiten de landbouw heeft de Tweede Kamer twee amendementen ingediend, die mogelijk ingrijpende gevolgen hebben voor het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen binnen de landbouw. De stemming werd uitgesteld omdat de Tweede Kamer eerst de juridische en landbouwkundige implicaties van de aangenomen amendementen wilde weten.

Uit onderzoek van Wageningen University & Research en de Landsadvocaat blijkt dat één van de amendementen, dat gaat over het afbouwen van het gebruik van gevaarlijke gewasbeschermingsmiddelen, tot grote landbouwkundige en juridische risico's leidt. De Raad van State stelt dat het geamendeerde wetsvoorstel aan het vrije verkeer van goederen raakt. Voor een dergelijke beperking moet er een legitiem doel zijn dat voldoet aan voorwaarden van noodzakelijkheid en evenredigheid. Verder stelt de Raad van State dat vastlegging van gebruiksreducties in een Algemene maatregel van bestuur én de realisatie van die gebruiksreductie per 2025 zoals geformuleerd in het amendement niet tijdig haalbaar zijn.

Om ongewenste implicaties te vermijden en tegelijkertijd het oorspronkelijke doel van het wetsvoorstel te behouden als ook de bedoeling van het amendement, had de regering een nota van wijziging ingediend. Kern hiervan is dat de verplichting uit het amendement wordt omgezet in een bevoegdheid om maatregelen te treffen in een Algemene maatregel van bestuur en dat de concrete gebruiksreductie-niveaus voor de jaren 2025 en 2030 vervallen. Hiermee wordt voorkomen dat de wet niet uitvoerbaar is.

Het kabinet zet een eerder verzonden 'nota van wijziging' om in een 'wijzigingsvoorstel' voor de wet om zo de onevenredige gevolgen van het aangenomen amendement voor de praktijk te voorkomen. Wijzigingen voorgesteld door de regering worden niet automatisch onderdeel van het wetsvoorstel, maar pas nadat de Tweede Kamer het wijzigingsvoorstel na stemming heeft aanvaard. Hierdoor heeft de Tweede Kamer de gelegenheid uitdrukkelijk over de wenselijkheid van het wijzigingsvoorstel te oordelen, voordat tot de eindstemming over het gehele wetsvoorstel wordt overgegaan.

Bron: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 18 april 2024

Met alleen bankierplant *Artemisia* zijn luizen in suikerbieten niet te beheersen

Groene perzikluizen (*Myzus persicae*) zorgen in suikerbieten voor de verspreiding van het vergelingsvirus. Als vergelingsvirus niet wordt aangepakt, kan de schade oplopen tot wel vijftig procent opbrengstverlies. In het Zuidwesten van Nederland is deze druk het hoogste. Door het wegvallen van insecticiden is het van belang om andere methoden te onderzoeken om bladluizen te bestrijden.

Er is gekeken naar het effect van bijvoet (*Artemisia vulgaris*) in het onderzoek 'Het gebruik van *Artemisia vulgaris* als bankierplant om natuurlijke vijanden aan te trekken en bladluizen in suikerbieten te beheersen en de beheersing van andere bovengrondse insecten in de bietenteelt op basis van een IPM aanpak'.

Doel van het onderzoek was: (1) het vinden van een werkend en praktisch systeem met bankierplanten dat bruikbaar is om bladluizen te bestrijden in de bietenteelt; (2) maatregelen beschrijven waardoor andere bovengrondse insectenplagen niet met breedwerkende insecticiden hoeven worden bestreden.

Veldproeven

In 2018-2021 is op in totaal elf percelen *Artemisia* geplant als een strook naast of tussen de bieten. Elk jaar zijn er aanpassingen gedaan in de opzet van het planten, die voortkwamen uit voortschrijdend inzicht. Hierdoor was het uiteindelijk gelukt om vroeg in het seizoen een bankierplant te hebben. Uitzaai met pillenzaad was het makkelijkst, naakte zaden zijn zo fijn dat zaaien moeilijk is. Het best kan dit in augustus/september voorafgaand aan het nieuwe bietenseizoen worden gezaaid.

Conclusies

- De bankiersplanten moeten al vroeg in het seizoen bij de bieten staan, want de groene perzikluizen komt al vroeg in de bieten voor.
- Het beste kunnen de bankierplanten al worden gezaaid in augustus/september het jaar voor de teelt van bieten. Met pillenzaad van de bankierplanten heb je de beste opkomstresultaten.
- Doordat de plantontwikkeling van *Artemisia* tegenviel in de jaren 2018 tot en met 2020 had het bankierplant-systeem in deze jaren geen meerwaarde in de beheersing van bladluizen in suikerbieten.
- In 2021 waren de planten goed ontwikkeld, maar namen de aantallen natuurlijke vijanden in de suikerbieten af na een meter vanaf de bankierplanten. En opmerkelijk genoeg waren er op een meter vanaf de bankierplanten meer groene perzikluizen aanwezig dan op tien meter afstand.

Bron: Groen Kennisnet, 11 april 2024



De antennes op de kop van een rups van het Groot koolwitje fungeren als reukorgaan (foto: Hans Smid).

'Rupsenneuzen' blijken verrassend geavanceerd

Rupsen hebben het vermogen om in korte tijd grote hoeveelheden plantaardig materiaal te verorberen. Om in een vijandige omgeving efficiënt te kunnen eten, detecteren rupsen hun leefomgeving met behulp van hun antennes. Onderzoekers hebben ontdekt dat zo'n kleine 'rupsenneus' verrassend geavanceerd is. Deze kennis kan helpen bij het beschermen van gewassen.

Antennes als neus

"De antenne van het Groot koolwitje (*Pieris Brassicae*) bevat slechts 34 neuronen, terwijl het reukorgaan in hetzelfde insect als volwassen vlinder over 300.000 neuronen beschikt", legt entomoloog Alexander Haverkamp uit. "Toch blijkt de werking van het reukorgaan en de manier waarop de informatie uiteindelijk in het brein wordt verwerkt net zo complex als in een volwassen vlinder.

Op het oppervlak van de reukneuronen zitten speciale eiwitten, reukreceptoreiwitten genoemd. Deze moleculen binden zich aan chemische stoffen in de omgeving. Als een chemische stof is opgemerkt, gaat er een elektrisch signaal naar het antennelob. Dit is een hersengebied waar de identiteit van geuren wordt berekend. Het bestaat uit kleine compartimenten (glomeruli) die verbonden zijn met andere hersencellen die helpen om geuren te herkennen.

Grotere overlevingskansen

"Dit stelt rupsen in staat om veel verschillende geuren in de omgeving waar te nemen. Dat vergroot hun overlevingskansen, want rupsen groeien op in een zeer vijandige omgeving, omringd door predatoren en giftige plantengifstoffen", vertelt

Haverkamp. "Doordat koolwitjes zich voeden met, voor insecten, giftige koolplanten is een goed functionerend reukorgaan voor deze vlindersoorten extra belangrijk. Ook de rupsen moeten hierdoor bepaalde geuren met een hoge betrouwbaarheid kunnen detecteren."

Het onderzoek vergroot de kennis over hoe rupsen hun omgeving waarnemen. Dat maakt het mogelijk om ook het gedrag van de insecten te veranderen, wat belangrijk is om gewassen te beschermen, zonder dat schadelijke insecticiden nodig zijn om rupsen te bestrijden. Rupsen van het Groot koolwitje kunnen een koolooft bijvoorbeeld volledig vernietigen. In bepaalde delen van de wereld vormen rupsen van koolwitjes zelfs een bedreiging voor de gehele koolteelt in een regio.

Gedrag aanpassen

Het gedrag van rupsen kan volgens Haverkamp bijvoorbeeld worden beïnvloed door tussen koolgewassen rupsen-afstotende planten te laten groeien. Door op andere plekken juist aantrekkelijke planten te gebruiken, kun je rupsen wegllokken van de gewassen. Zo'n chemicaliënvrije gewasbeschermingsstrategie vereist een zeer goed begrip van wat deze insecten echt kunnen ruiken.

Het onderzoek naar het reukorgaan van de rups van het Groot koolwitje is dan ook nog niet afgerond. "We zijn begonnen met een studie naar de ecologische functie van de geurreceptorgenen, die de genetische informatie voor de reukreceptormoleculen bevatten. We hopen meer te weten te komen over op welke chemische stoffen receptormoleculen reageren en welke boodschap wordt overgebracht aan de rups", aldus Haverkamp. "Na verloop van tijd zal dit ons hopelijk een indruk geven van waar de zintuiglijke wereld van rupsen echt uit bestaat."

Bron: Wageningen University & Research, 10 april 2024

Publicatie herziene Veldgids invasieve waterplanten in Nederland

De NVWA Veldgids invasieve waterplanten is herzien en uitgebreid. In deze 5e editie zijn 2 nieuwe soorten opgenomen: Kaapse waterlelie (*Aponogeton distachyos*) en rossig vederkruid (*Myriophyllum rubricaulle*). Deze laatste soort is in 2022 officieel als nieuwe soort beschreven door medewerkers van het NIVIP en Naturalis.

In de veldgids worden nu 24 uitheemse waterplanten beschreven. De veldgids bevat onder andere kenmerken en foto's en vermeldt de soorten die er op lijken (look-alikes). Ook wordt beschreven welke impact de soorten hebben op de natuur.

Deze veldgids draagt bij aan het in een vroeg stadium herkennen en melden van invasieve waterplanten. De herziene

Veldgids invasieve waterplanten in Nederland is te vinden op de website van de NVWA.

Bron: NVWA, 8 april 2024

Drentse proef met biologische lelieteelt wordt verlengd

Een belangrijk deel van de proef Duurzame Bollenteelt Drenthe ligt stil vanwege de rechtszaak over gewasbeschermingsmiddelen die in afgelopen jaar werd gevoerd. De biologische proef moet daarom opnieuw worden uitgevoerd. Er is wel budget beschikbaar gekomen voor verlenging van het project.

Negen bollen- en lelieteelers in Drenthe en het Hilbrands Laboratorium Wijster zoeken momenteel uit wat er mogelijk is in het vergroenen van de teelt en welke economische gevolgen dat dit heeft. De voorlopige resultaten zijn positief. Er lijken mogelijkheden om bollen en lelies te telen met de helft minder milieubelasting dan nu.

In 2024 waren er proeven gepland met een focus op biologische lelieteelt. Door de rechtszaak tegen een van de deelnemende lelieteelers moest de proef worden afgebroken. Omdat het project Duurzame Bollenteelt Drenthe in de laatste fase zat, is besloten tot een verlenging. De provincie Drenthe stelt 89.000 euro extra beschikbaar. Ook andere partners zoals de telers, veredelaars en leveranciers van gewasbeschermingsmiddelen zijn akkoord met het verlengen van de proef en een extra bijdrage in geld of in natura. De nieuwe locatie voor de proef is nog niet bekend.

Het Programma Duurzame Bollenteelt Drenthe is onderdeel van het landelijke Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie Gewasbescherming 2030 van het ministerie van LNV en wordt uitgevoerd door het Hilbrands Laboratorium en negen telers van lelies, tulpen, gladiolen en pioenrozen. Andere partners zijn de Koninklijke Algemeene Vereniging voor Bloembollencultuur, gemeente Westerveld, provincie Drenthe, waterschap Drents Overijsselse Delta, Agrifirm, CAV Agrotheek, WPA-Robertus en Albertus Groot.

Bron: RTV Drenthe, 8 april 2024

Meer onderzoek nodig naar relatie gewasbescherming en neurologische ziekten

Er moet onderzoek komen naar het verband tussen gewasbeschermingsmiddelen en neurologische hersenziekten zoals Parkinson. Daarover waren de aanwezige partijen in Assen het eens op een informatieavond van de provincie Drenthe over gewasbeschermingsmiddelen in de bollenteelt.

Het Ctgb legde uit dat de toetsing in Nederland de strengste is in Europa en er grote veiligheidsmarges worden aangehouden. Wel werd duidelijk dat verspreiding van middelen tot niet verder dan vier meter buiten akkers wordt onderzocht en stelde de toetsingsorganisatie dat wat er niet onderzocht is, ook niet meegenomen kan worden in de beoordeling. Verder moeten toetsmethodes om de relatie met Parkinson te onderzoeken nog ontwikkeld worden.

Omwonenden

Omwonenden en vertegenwoordigers van de vereniging Meten = Weten twijfelen aan de zekerheid die toelating biedt: juist het gegeven dat 'we niet alles weten' laat hen twijfelen over de gevolgen voor mens en milieu. Zij pleiten voor het principe om een middel niet te gebruiken als je niet precies weet wat het doet, in plaats van het wel te gebruiken zolang je niet kunt vaststellen dat het schadelijk is. Ook moet volgens Meten = Weten meer onderzoek gedaan worden naar de 'cocktails' van middelen: de optelsom daarvan en wat die met mensen, dieren, insecten en planten doet.

Bollenteelers

Vertegenwoordigers van de bloembollenbond KAVB stelden dat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen sinds 1990 met 95 procent is gedaald en dat die laatste vijf procent de moeilijkste zijn. Telers zetten het liefst in op technische innovaties, waardoor men in de toekomst met grote precisie alleen datgene bespuit wat nodig is, met minimale hoeveelheden middel. Maar de ontwikkeling daarvan kost nog veel tijd en geld.

www.boom-in-business.nl/article/45495

Bron: Boom in business, 19 maart 2024

Oost-Vlaamse Proefcentra worden Viaverda

Op 1 april 2024 fuseerden de drie Oost-Vlaamse Proefcentra voor aardappelteelt, groenteteelt en sier-teelt (PCA, PCG en PCS). Ze bundelen de krachten om de Vlaamse telers en groenvoorzieners voortaan te ondersteunen onder de naam Viaverda. Viaverda kiest er resoluut voor om teeltgericht en laagdrempelig te blijven werken, dicht bij de ondernemers.

Viaverda bouwt verder op een decennialange Oost-Vlaamse traditie van praktijkonderzoek, demonstratie en voorlichting in verschillende sectoren. Al vele jaren werken de praktijkcentra intensief samen met telers en groenvoorzieners om pragmatische oplossingen te vinden voor de vele uitdagingen op het veld en in de serre. Meer dan 2.500 aangesloten bedrijven uit de sector onderlijnen het belang van praktijkonderzoek. Viaverda wil de complementaire teeltexpertise in groenten, aardappelen, sierteelt en groenvoorziening bundelen om vanuit een nog sterkere kennisbasis telers en groenvoorzieners maximaal te ondersteunen.



Medewerkers van Viaverda tijdens het lanceringsevent op 28 maart (bron: Viaverda).

Viaverda heeft de ambitie om haar sterke kennisbasis nog verder uit te bouwen in alle relevante onderzoeksthema's. Onderzoek en ontwikkeling zijn immers essentieel voor de degelijke onderbouwing van onafhankelijke adviezen voor telers en groenvoorzieners. Waar nodig zal innovatieve technologie samen met toeleveranciers ontwikkeld worden, om ze sneller beschikbaar te krijgen voor onze ondernemers.

Twee sites, in het hart van de teelten

Viaverda zal vanuit haar twee sites, in Destelbergen en Kruisem, de Vlaamse land- en tuinbouwer en groenvoorzieners ondersteunen. De infrastructuur in Destelbergen bevindt zich midden tussen de voornaamste teeltgebieden in bloemisterij en boomkwekerij en is volledig afgestemd op onderzoek en demonstratie in sierteelt en groenvoorziening. In Kruisem sluit de site mooi aan bij de teeltgebieden in groenten en aardappelen en is er uitmuntende infrastructuur voor zowel openluchtteelten als groenteteelt onder bescherming. Het laboratorium voor bodemanalyses in Kruisem is ISO-gecertificeerd. Zowel het smaakonderzoek als de veldproeven gewasbescherming kunnen onder GEP-accreditatie worden uitgevoerd. Ten slotte legt Viaverda ook proefplatformen aan bij telers om praktijkdata te verzamelen in andere bodemtypes of teeltgebieden.

Bron: Viaverda, 28 maart 2024

Door biologische landbouw meer middelen bij buurpercelen

Volgens een studie die in *Science* verscheen, kan de uitbreiding van biologisch akkerland leiden tot een toename van het gebruik van bestrijdingsmiddelen op het omringende niet-biologische land. Daar kun je je iets bij voorstellen: insecten en onkruid krijgen meer kans op de biologische akkers waardoor ze ook meer voorkomen op de gewone akkers en daar dus meer bestrijdingsmiddelen nodig zijn. Een deel van de milieuvoordelen wordt daardoor teniet gedaan.

De oplossing

Gelukkig zijn er manieren om het probleem op te lossen. Bioboeren zouden meer geclusterd moeten worden en er zou meer afstand moeten zijn tot de gewone boerderijen. Maar veel is nog onbekend over de precieze effecten van biologische landbouw. "Hoewel overheden organische akkerbouw promoten zijn er nog gaten in de kennis over hoe het de omgeving beïnvloedt", zegt hoofdonderzoeker Ashley Larsen van de *University of California*.

Meer insecten

Bekend is dat biologisch boeren in het algemeen het milieu verbetert, denk aan een betere bodem- en waterkwaliteit, maar over specifieke voor- en nadelen is nog veel onduidelijk. Zo kan het zijn dat biologische akkers meer diersoorten aantrekken die van insecten houden, zoals vogels

en spinnen. Wat echter ook kan, is dat het gebrek aan chemische pesticiden en genetisch gemodificeerde zaden ertoe leidt dat er meer schadelijke organismen op de akkers huizen. Om daar meer over te weten te komen, analyseerden Larsen en collega's gedurende zeven jaar data van zo'n 14.000 akkers in Californië. In het gebied worden gewassen geteeld als druiven, watermeloenen, citrusvruchten, tomaten en aardappels. Het is een van de meest waardevolle landbouwregio's van de Verenigde Staten.

Meer pesticiden

De onderzoekers vergeleken digitale landkaarten van de velden en de gewassen die er groeiden met registraties van pesticidegebruik en of een akker een biologisch certificaat had. "Biologische landbouw leidt tot een toename van het pesticidegebruik op gewone akkers, maar ook tot een grotere afname op nabijgelegen organische velden", zegt Larsen. Het effect was overigens alleen te zien bij het gebruik van insecticiden.

De hoeveelheid pesticiden op conventionele akkers nam af naarmate ze verder weg lagen van biologische velden. Maar dit effect kan volledig verdwijnen als biologische akkers gegroepeerd zouden worden, ontdekten de onderzoekers na een minder gedetailleerde analyse van de akkerbouw op landelijk niveau. "Het clusteren van organische velden en het meer scheiden van biologische en conventionele akkerbouw kan de ecologische voetafdruk van beide vormen van landbouw verminderen", concluderen ze.

Tijd voor ruilverkaveling

Hoe dan ook, klinkt het een stuk makkelijker dan het is om biologische landbouw meer te clusteren. Er is een soort ruilverkaveling voor nodig om de bioboeren meer bij de bioboeren te krijgen en de gewone landbouwers ook bij elkaar te zetten. De kans dat dit snel gebeurt, is klein. Tot die tijd zal dus een deel van het milieuvoordeel van biologische landbouw verloren gaan, omdat er op de ene plek minder gespoten wordt en op de andere plek meer.

Bron: *Scientas (H.Kras)*, 26 maart 2024

Bedreigde zwarte bij: op zoek naar de zuivere kolonies

Nederland heeft maar één soort inheemse honingbij: de zwarte bij, die onder andere voorkomt op Texel. Deze bijensoort neemt sterk in aantal af. Om een gezonde toekomstige populatie te waarborgen, doet het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) onderzoek naar mogelijkheden om genetisch materiaal veilig te stellen.

De zwarte bij (*Apis mellifera mellifera*) is een ondersoort van de Europese honingbij (*A. mellifera*), die inheems is in Noordwest-Europa. Experts en bijenliefhebbers maken zich zorgen over de zwarte bij, omdat er steeds minder zuivere populaties zijn. Een reden daarvoor is dat ze zich kruisen

met andere ondersoorten. Op dit moment is het enige beschermde gebied voor *A. m. mellifera* in Nederland met zuivere populaties het eiland Texel.

Verder importeren imkers ook honingbijen uit het buitenland, omdat die makkelijker te houden zijn en een hogere honingproductie geven. De geïmporteerde bijen kunnen op termijn de inheemse bijen verdringen. Als de populatie zwarte bijen kleiner wordt, kan dit invloed hebben op de bestuiving van planten en daarmee de biodiversiteit aantasten. Een groot aantal planten in de natuur is afhankelijk van bestuiving door de zwarte bij.

Inventarisatie

In 2023 is in opdracht van het CGN een literatuurstudie uitgevoerd en zijn interviews gehouden met verschillende betrokken partijen. Hierbij waren zowel experts uit het veld en wetenschappers op het gebied van *A. m. mellifera* betrokken. Conclusie hiervan is dat er een studie moet worden gestart om de genetische diversiteit en mate van hybridisatie van de zwarte bij in Nederland te analyseren. Als het duidelijk is wat een 'zuivere' zwarte bij kenmerkt, kan het CGN aan de hand van deze studie vaststellen wat de meest pure en genetisch diverse kolonies zijn. Vervolgens kan het sperma van de darren (mannelijke bijen) van deze kolonies worden verzameld en opgeslagen.

Annemieke Rattink, clusterleider dierlijke genetische bronnen CGN, legt uit: "Het CGN zal de resultaten van de analyses gebruiken om met de bijenhouders sperma te winnen wat representatief is voor de huidige diversiteit. Het opgeslagen genetisch materiaal kan vervolgens worden gebruikt om populaties te herstellen. Uiteindelijk hopen we dat de verbreide kennis over de Nederlandse zwarte bij resulteert in een gezondere en weerbare populatie."

Bron: *Wageningen Universiteit & Research*, 25 maart 2024

Drones en AI voor vroege detectie Alternaria

Door de inzet van ultra-hoge-resolutie dronebeelden in combinatie met AI is door wetenschappers van UGent i.s.m. ILVO een nieuwe methode ontwikkeld voor de vroege detectie van Alternaria in aardappel.

"Deze doorbraak markeert een significante vooruitgang in precisielandbouw, waarmee telers gerichter en efficiënter kunnen ingrijpen, resulterend in gezondere gewassen en een duurzamere landbouwpraktijk", klinkt het bij de universiteit. "Dit is een gamechanger voor de aardappelindustrie," legt onderzoeker Jana Wieme uit. "Door deze technologie kunnen we de ziekte detecteren voordat deze zichtbaar is voor het blote oog, wat de effectiviteit van de bestrijding aanzienlijk kan verhogen."

Neuraal netwerk

De innovatieve aanpak maakt gebruik van een specifieke vorm van AI, een eigen compact convolutioneel neuraal netwerk, dat patronen – in dit geval kleine vlekken op infraroodfoto's – kan herkennen in afbeeldingen door te leren van voorbeelden, net zoals het menselijk brein leert van ervaringen. Dit stelt het netwerk in staat om zelfs de kleinste aanwijzingen van de ziekte op te sporen voor die met het blote oog te zien zijn.

Het team heeft dit model getest op datasets verzameld over verschillende groeiseizoenen. “Wat ons onderzoek uniek maakt, is dat we de proeven vier verschillende groeiseizoenen hebben herhaald, en dat ons model ook werkt op datasets waar het geen trainingsfoto's van heeft aangeleerd. Ons model is dus al in staat om in de praktijk toegepast te worden. Bovendien bereikt ons model een nauwkeurigheid die vergelijkbaar is met de huidige state-of-the-art modellen, maar is het veel sneller en efficiënter in het verwerken van de beelden”, benadrukt Wieme.

Vroege detectie

De praktische implicaties van deze ontwikkeling zijn niet te onderschatten. Traditioneel wordt de ziekte bestreden door regelmatig gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken. Deze middelen brengen soms hoge kosten met zich mee en kunnen belastend zijn voor het milieu. De nieuwe methode biedt de mogelijkheid om de ziekte vroegtijdig en lokaal te detecteren, wat een gerichtere en dus duurzamere inzet van middelen mogelijk maakt.

“Deze technologie stelt ons in staat om gedetailleerde ‘ziektekaarten’ van de velden te maken”, gaat Wieme verder. “Boeren kunnen deze informatie gebruiken om alleen die delen van het veld te behandelen waar de ziekte daadwerkelijk voorkomt.” Dit bespaart niet alleen kosten, maar vermindert ook de milieu-impact van de landbouwpraktijk.

Het onderzoeksteam is optimistisch over de toekomstige toepassingen van hun werk. “Hoewel we ons nu hebben gericht op Alternaria in aardappelvelden, is de methodiek breed toepasbaar voor de detectie van diverse ziektes in verschillende gewassen,” stelt Wieme. “Dit opent nieuwe deuren naar een efficiëntere en duurzamere landbouw.”

Bron: Universiteit Gent, 9 april 2024

AI-model en drone voor nauwkeurige herkenning botrytis

In het project ‘Remote Sensing voor Sierteelt’ werkt Greenport Duin- en Bollenstreek samen met Unmanned Valley en NL Space Campus. Een drone verzamelt gedetailleerde data die door het geavanceerde AI-model worden vertaald in een gedetailleerde kaart. Daarop is tot op de millimeter nauwkeurig te zien welke planten ziek zijn of een risico lopen.



Een drone registreert data die middels een ontwikkeld AI-model verwerkt worden tot een gedetailleerde kaart, waarop nauwkeurig aangegeven is welke planten ziek zijn. In dit geval betreft het de detectie van botrytis in tulp (foto: Greenport Duin- en Bollenstreek).

Ook andere ziekten en planten

Het ontwikkelde model herkent botrytis op tulpen en hyacinten, maar zou met kleine aanpassingen getraind kunnen worden op andere planten en andere ziekten. Daarmee kan de techniek een bijdrage leveren aan het streven om minder gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken, en daarmee aan de ambitie om de risico's voor waterkwaliteit en biodiversiteit te verminderen.

Voor telers zou gebruik van het AI-model naast het voordeel van besparing op gewasbescherming, ook kostenbesparing op kunnen leveren. Er hoeven immers minder medewerkers ingezet te worden voor inspecties en het risico op mislukte oogsten wordt kleiner.

Vervolg

Het project ‘Remote Sensing voor Sierteelt’ is nog niet afgerond. Er wordt verder geëxperimenteerd met het combineren van dronedata met satellietbeelden en realtime gegevens over bodemcondities en weersomstandigheden. Er wordt ook aandacht besteed aan schaalbaarheid en de ontwikkeling van het businessmodel.

www.boom-in-business.nl/article/45398

Bron: Boom in business, 12 maart 2024

Duurzame perspectieven voor vitale teelt hyacint

De mogelijkheden om de teelt van hyacinten sterk te verduurzamen, werden optimistisch ingeschat bij aanvang van het POP3-project ‘Vitale teelt hyacint’. Maar al snel bleek dat door de energiecrisis het telen onder bedekte omstandigheden eigenlijk economisch gezien niet rendabel is. Het opkweken en optimaliseren van schoon, virus- en ziektevrij

weefselweekmateriaal en het schoon telen van werkbollen lijkt nu het meeste perspectief te bieden voor de sector.

Schoon, virus- en ziektevrij

Veel onderzoek is gericht op het opkweken en optimaliseren van schoon, virus- en ziektevrij weefselweekmateriaal. Conclusie is dan ook dat de opweek van dit materiaal en het schoon telen van werkbollen het meest perspectief biedt.

Belangrijkste resultaten

- Veel meer telers investeren in een systeem om te starten met schoon virusvrij weefselweek materiaal.
- Een groep telers heeft zich verenigd om dit systeem gezamenlijk verder op te zetten.
- De Productgroep Hyacint van de KAVB (Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur) heeft het initiatief genomen om financiering te vinden voor een vervolgonderzoek.

Bewustwording

Afgelopen vier jaar is er bewustwording gecreëerd binnen de gehele keten van de hyacint voor een nieuwe teeltmethode. De sector is zich er nog bewuster van geworden hoe een bol groeit, maar ook hoe hij vervolgens bloeit. Door de vele bewegingen in de markt voor zowel binnen de productgroep Hyacint als andere gewassen is te concluderen dat het nu tijd is voor actie.

Telen in één richting

Dit project geeft de sector een handreiking voor een mogelijke oplossing voor het cyclisch telen, namelijk telen in één richting. Ziekten en plagen worden met cyclisch telen van het land naar de schuur gesleept en weer terug en daarmee wordt de bol feitelijk steeds zieker. Vruchtwisseling (telkens nieuw land gebruiken) zou de ziektedruk kunnen verlagen, maar ruimte binnen de Duin- en Bollenstreek, waar de vele hyacinten worden geteeld, is beperkt en staat onder druk. Zodoende worden ziektes en plagen van de bollen steeds met chemische en andere middelen zo goed mogelijk onderdrukt, maar de bollen blijven ziek.

Duurzame schone teelt

Tegelijkertijd wordt de roep om gezonde, residuvrije bollen en bloemen vanuit de markt steeds groter door de fytosanitaire eisen. De roep om een duurzame schone teelt vanuit de maatschappij wordt ook steeds sterker. Dit wordt vanuit de wet- en regelgeving ondersteund. In dit project zijn er in meerdere jaren vele proeven uitgevoerd bij de telers, WUR, Iribov en het Testcentrum Siergewassen. Dit heeft geresulteerd in een aantal concrete producten, zoals onderzoeksverslagen (4 jaar), teeltprotocollen, factsheets voor het telen, een economisch model en een emissieanalyse. Al deze documenten zijn te vinden op de website www.vitaleteelt.nl.

Bron: Groen Kennisnet, 19 maart 2024

Advies en risicobeoordeling gele bieslelie

Bureau Risicobeoordeling & onderzoek (BuRO) heeft aan de directeur Natuur van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een advies uitgebracht over de risico's van gele bieslelie (*Sisyrinchium californicum*). Het advies is om maatregelen te nemen om nieuwe introducties van gele bieslelie in de natuur te voorkomen en om maatregelen te nemen of te stimuleren om verdere verspreiding tegen te gaan.

Het advies is gebaseerd op het rapport 'Risicobeoordeling gele bieslelie' dat FLORON in opdracht van BuRO heeft gemaakt. De aanleiding was dat deze uitheemse plant sinds 2005 in toenemende mate in het wild wordt waargenomen, met name in natuurgebieden waar beschermde inheemse plantensoorten voorkomen. Gele bieslelie wordt door terreinbeheerders bestreden, tot nu toe met weinig succes.

Introductie in Nederland

Gele bieslelie is een uitheemse plant die wordt verkocht als oeverplant voor in de siertuin. Door het dumpen van overtollige planten is de plant in de natuur gekomen. De eerste waarneming in Nederland was in 2005. In de jaren hierna is het aantal waarnemingen in het hele land sterk toegenomen, ook in Natura 2000-gebieden.

Effecten van gele bieslelie

Gele bieslelie kan plaatselijk zeer dominant worden. Hierdoor concurreert de plant met andere planten. In de natte schrale graslanden, vochtige duinvalleien en moerassen waar gele bieslelie zich kan vestigen komen diverse beschermde en/of zeldzame inheemse plantensoorten voor.

Vestiging en verspreiden voorkomen

Gele bieslelie vormt zaden die vermoedelijk door water en watervogels worden verspreid. De plant kan zich ook door menselijk handelen verspreiden, zowel door dumpen van tuinafval als door onhygiënisch maaibeleid. Het tegengaan



Gele bieslelie (foto: ©Petra van der Wiel).

van introducties op nieuwe locaties en verdere verspreiding is van belang om te voorkomen dat de plant zich vestigt in kwetsbare natuurgebieden.

Bestrijding

Er zijn geen effectieve eliminatiemaatregelen bekend die niet schadelijk zijn voor de oorspronkelijke vegetatie.

Bron: NVWA, 18 maart 2024

Sla en kool populairste gewassen in CGN-plantengenenbank

De plantengenenbank van het Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN) stelt zaden ter beschikking voor onderzoek, veredeling en voor onderwijsdoeleinden. Na een aanvraag voor materiaal en afhandeling van administratie stuurt CGN de zaden op naar de aanvrager, zowel in Nederland als in het buitenland. Maar hoeveel materiaal wordt er eigenlijk aangevraagd? En welke gewassen zijn het meest in trek?

Het CGN beheert collecties van 33 gewassen, die zorgvuldig zijn samengesteld en per gewas een brede genetische diversiteit bieden. Een 'collectie' omvat een verdeling van oudere en nieuwe rassen van een gewas, evenals wilde soorten uit het gebied van oorsprong en lokale landrassen. Dit materiaal kan worden verkregen tijdens verzamelmissies, van plantenveredelingsbedrijven of door samen te werken met buitenlandse genenbanken.

Welke gewassen zijn populair?

In de tabel zijn de aantallen gedistribueerde monsters over de laatste tien jaar per gewas weergegeven. Hierin is te zien dat sla, kolen, peper/paprika en spinazie de belangrijkste

Gewas	#Monsters	Percentage
Sla	8.029	18,5%
Kolenfamilie	7.126	16,4%
Peper/paprika	5.303	12,2%
Spinazie	5.081	11,7%
Tomaat	3.111	7,2%
Tarwe	3.051	7,0%
Komkommerfamilie	1.855	4,3%
Aardappel	1.762	4,1%
Aubergine	1.567	3,6%
Uien	1.454	3,4%
Rest	4.989	11,5%

Tabel CGN: Top 10 van gewassen die het meest worden aangevraagd bij het CGN tussen 2014 en 2023, met de hoeveelheid aanvragen (#Monsters) en het aandeel (Percentage) van alle aanvragen per gewas.

gewassen zijn voor gebruikers. Dat heeft te maken met de onderzoeks- en veredelingsactiviteiten in Nederland, die duidelijk op groenten gericht zijn. Daarom richt het CGN zich ook op deze gewassen. De Wageningse slacollectie is waarschijnlijk de meest complete en uitgebalanceerde ter wereld. Maar ook de andere CGN-gewascollecties zijn zorgvuldig samengesteld, goed gedocumenteerd en, wat erg belangrijk is, altijd beschikbaar voor verzending. Daarom is het CGN populair bij de gebruikers van groentezaden: je weet wat je krijgt en je weet dát je het krijgt.

Aanvragen sinds 1986

Het CGN houdt sinds haar oprichting alle uitgaves van de aangevraagde zaden bij. Er blijkt een behoorlijke schommeling tussen de jaren te zijn. De pieken hangen vaak samen met grote onderzoeksprojecten, waarbij een hoog aantal accessies van één of meerdere collecties onderzocht werden. Het aantal beantwoorde verzoeken om materiaal is constant en zit ongeveer tussen de 150 en 250 per jaar.

Het CGN behandelt alleen verzoeken van bonafide aanvragers, waarbij het materiaal is bestemd voor onderzoek, veredeling en onderwijs. Bovendien worden alle verzoeken om meer dan 50 verschillende accessies eerst besproken met de aanvrager. Als het een onderzoek betreft waar beslist grote aantallen accessies noodzakelijk zijn, zal er worden gevraagd om de resultaten van het onderzoek (eventueel na een embargoperiode) met het CGN, en zo met de wereld, te delen.

Verdeling van gebruikers

Het CGN bedient de hele wereld. In de laatste tien jaar ging 59% van het materiaal naar het buitenland, waarvan 32% naar andere Europese landen. Het resterende deel van de buitenlandse aanvragen ging voor 17% naar Azië en 10% naar de rest van de wereld.

Ongeveer de helft (49%) van het materiaal wordt naar publieke instellingen gestuurd, met name universiteiten. De rest van de gebruikers bestaat uit private instellingen, voornamelijk veredelingsbedrijven.

Belang voor de toekomst

De distributie van zaden draagt bij aan het verspreiden van genetische variatie van gewassen die in Nederland en het buitenland worden geteeld, wat essentieel is voor onderzoek en veredeling. Dit ondersteunt de ontwikkeling van gewassen die beter bestand zijn tegen uitdagingen zoals extreme weersomstandigheden of ziekten, voor nu en voor toekomstige generaties. Naast de huidige collecties werkt het CGN aan de opbouw van nieuwe gewascollecties, zoals die van wortel, pastinaak, biet en venkel, zodat nog meer gebruikers geïnteresseerd in dit materiaal kunnen worden bediend.

Dit artikel werd geschreven door Theo van Hintum en Lana de Bruijn, Centrum voor Genetische Bronnen Nederland (CGN)

Bron: Wageningen University & Research, 18 maart 2024

Veilige afvoer restanten bestrijdingsmiddelen kan nu landelijk

In de middelenkast van een agrariër staan, naast volle verpakkingen, ook aangebroken verpakkingen met bestrijdingsmiddelen. Wat moet de agrariër met deze restanten, als hij/zij ze niet langer gebruikt en ze ook niet meer toegepast mogen worden? Lange tijd bestond er geen structurele afvoermogelijkheid. Maar nu is een landelijk inzamelsysteem gestart voor restanten van gewasbeschermingsmiddelen.

CLM Onderzoek en Advies organiseerde afgelopen jaren, met hulp van waterschappen, provincies, leveranciers en STORL, verschillende losstaande 'bezemacties' om een verantwoorde afvoer te faciliteren. Nu is er een structureel landelijk inzamelingssysteem gerealiseerd. Een belangrijke mijlpaal om te zorgen dat bestrijdingsmiddelen verantwoord worden afgevoerd en geen risico meer vormen voor de waterkwaliteit.

Hoge nood

Agrariërs kunnen om meerdere redenen restanten van bestrijdingsmiddelen in hun middelenkast hebben staan. Wanneer de ondernemer overstapt op een andere teelt, kan het middel in zijn kast voor de nieuwe teelt niet toegelaten zijn. Daarnaast vervallen soms toelatingen voor middelen en mogen deze na een opgebruiktermijn niet meer gebruikt worden.

Een derde reden kan zijn dat de ondernemer de werking van het middel niet meer vertrouwt, bijvoorbeeld als de temperatuur in de middelenkast onder het vriespunt is geweest. Tot slot wordt bij een bedrijfsovername vaak een bestaande middelenkast overgenomen (al dan niet bewust). In al die gevallen moeten de restanten verantwoord afgevoerd worden. Gemeentelijke milieustraten nemen de restanten vaak niet aan omdat het om bedrijfsafval gaat. Al met al is de drempel om middelen in te leveren daarom vaak hoog

De bezem door de middelenkast

Vanaf 2008 hebben verschillende waterschappen, drinkwaterbedrijven en provincies zogeheten 'bezemacties' laten uitvoeren door CLM Onderzoek en Advies. Anton Dries, beleidsadviseur Water, Bodem & Milieu bij de provincie Drenthe, licht toe waarom de provincie in 2008 de opdracht gaf tot de allereerste bezemactie: "Wanneer restanten van verouderde gewasbeschermingsmiddelen lange tijd op het bedrijf blijven staan, is er een risico dat zij naar oppervlakte- of grondwater lekken, bijvoorbeeld tijdens een calamiteit. Daarom is het belangrijk om de agrariërs een laagdrempelige en verantwoorde afvoermogelijkheid te bieden."

Vanuit de landbouwstudiegroepen in de Drentse grondwaterbeschermingsgebieden kwam het signaal dat het voor telers lastig was om hun 'oude' middelen af te voeren,

waarbij gemeenten verschillend omgingen met de inzameling hiervan en dat in een aantal gevallen een dure afvalwerker moest worden ingehuurd. Daarbij maken de Drentse waterbeheerders zich al lange tijd zorgen over de kwaliteit van de bronnen voor de drinkwatervoorziening.

Win-win

Met deze laagdrempelige en verantwoorde afvoermogelijkheid voor agrariërs beperken we emissies naar grond- en oppervlaktewater. Je kunt hierbij dus spreken van een 'win-win' situatie: goed voor de boer, en het milieu.

Tijdens de bezemacties werd samengewerkt met lokale leveranciers. De vaste adviseur van de agrariër bekeek samen met de agrariër de middelenkast om te besluiten welke restanten opgeruimd moesten worden. Vervolgens werden deze verpakkingen doorgegeven aan CLM en kwam een erkend afvalinzamelaar de restanten ophalen. Deelname aan de actie was voor agrariërs kosteloos; de kosten werden vergoed door de betrokken waterschappen, drinkwaterbedrijven en provincies, aangevuld met een vergoeding van de Stichting Opruiming Resten en Lege Verpakkingen in de Landbouw (STORL).

De noodzaak in cijfers

De bezemacties lieten zien dat er een duidelijke vraag naar een afvoeroute voor restanten is. Sinds de eerste actie in 2008 zijn er maar liefst 21 van deze acties georganiseerd, verspreid over heel Nederland. Aan de acties deden een kleine 7.500 agrariërs mee en samen leverden zij grofweg 210.000 kg restanten in.

Van veel van de ingeleverde middelen verliep de toelating in het jaar van inleveren. Daarnaast werden er ook producten ingeleverd waarvan de toelating al voor het jaar 2000 was vervallen. Zo leverden enkele agrariërs DDT in; deze insecticide is sinds 1973 niet meer toegelaten in Nederland.

Landelijke afvoercampagne 2024

Met de ervaringen vanuit de bezemacties hebben CLM, provincie Drenthe en drinkwaterbedrijf WMD bij STORL aangedrongen op een landelijk inzamelsysteem voor restanten. Hierover is veelvuldig overleg geweest onder meer met verschillende ministeries en vertegenwoordigers van STORL. Afgelopen jaren heeft de STORL onderzocht of en hoe dit op te zetten is. In 2023 is er begonnen met een inzameling van lege gespoelde plastic cans van gewasbeschermingsmiddelen.

In 2024 kunnen niet alleen de verpakkingen, maar ook de restanten van gewasbeschermingsmiddelen via een landelijke inzamelingscampagne worden ingeleverd. Telers en loonwerkers kunnen tot maximaal 50 kg restant kosteloos laten inzamelen tijdens deze campagne.

Bron: CLM, 13 maart 2024



Na verschillende losstaande 'bezemacties' om de middelenkast op te schonen, is er dit jaar een landelijk inzamelsysteem voor restanten van gewasbeschermingsmiddelen (foto:CLM).

Plaagbestrijding met lasers

Eén van de uitdagingen voor de glastuinbouw is het bestrijden van plagen zonder negatieve gevolgen voor het gewas of het milieu. Natuurlijke vijanden zijn een deel van de oplossing, maar soms niet voldoende. De Business Unit Glastuinbouw en Bloembollen van Wageningen University & Research onderzoekt een mogelijk aanvullend instrument om plagen te bestrijden: een laser.

De laser geeft het licht in een driehoekige vorm af en bestrijdt zo de insecten in het blootgestelde gebied. Deze 'lichtmuur' kan preventief worden geïmplementeerd in een ventilatiesysteem van een semi-gesloten kas of worden gebruikt om planten actief te scannen. Hoewel de laser voldoende kracht heeft om op het richtpunt de menselijke huid te verbranden, is ze binnen een paar meter niet meer gevaarlijk.

Bestrijding zonder beschadiging plant

De huidige focus ligt op trips en bladluizen; ze kunnen worden gedood, zelfs als ze zich onder het blad bevinden,

zonder de plant te beschadigen. Het systeem kan worden afgestemd op verschillende insecten op basis van hun grootte (grotere insecten vereisen meer energie). Hierdoor kunnen natuurlijke vijanden in de kas veilig blijven. De laser kan daarom een aanvulling zijn op bestaande methoden en fungeren als onderdeel van een geïntegreerde strategie. Ook zien de onderzoekers kansen voor de volle grondsteelt.

Bron: Wageningen University & Research, 5 maart 2024

De redactie van Gewasbescherming besteedt bij het verzamelen van de informatie voor de rubriek Nieuws aandacht en zorg aan de juistheid van deze informatie, maar kan deze niet garanderen. De items in de rubriek Nieuws geven de zienswijze van de betreffende bron weer en uitdrukkelijk niet die van de redactie of van de KNPV. De redactie is niet verantwoordelijk en/of aansprakelijk voor eventuele fouten en onvolkomenheden in de verstrekte informatie.

Onderstaande agenda is onder voorbehoud. Actuele informatie is te vinden op de betreffende websites.

Binnenlandse bijeenkomsten

11-15 augustus 2024

12th International Mycological Congress (IMC12), Maastricht

Info: www.imc12.org/

21 augustus 2024

Aardappeldemodag, West-Maas

Info: www.aardappeldemodag.nl

24-26 september 2024

Seed meets Technology, Zwaagdijk-Oost

Info: www.seedmeetstechnology.com

27 september 2024

Open dag Onderzoekskwekerij Boomteelt en Vaste Plantenteelt, Delphy, Hazerswoude

Info: www.delphy.nl/event

12-13 november 2024

20th COLOSS Conference 2024 on honey bee research, Wageningen

Info: www.coloss.org/news/5423

21 november 2024

KNPV-najaarsbijeenkomst Plantweerbaarheid, WICC, Wageningen

Info: www.knpv.org

13 maart 2025

Gewasbeschermingsmanifestatie, WCS en KNPV, Reehorst, Ede

Info: www.knpv.org

22-26 maart 2026

8th International Bacterial Wilt Symposium (8th IBWS2026), Wageningen

Info: www.event.wur.nl/ibws2026

Bijeenkomsten in buitenland

15-18 juli 2024

miCROPe 2024 Conference – Microbe-assisted crop production, Wenen, Oostenrijk

Info: www.micrope.org

8-10 oktober 2024

International Phytobiomes Conference 2024, St. Louis, MO, USA

Info: www.phytobiomesconference.org

3-5 juni 2025

14th Conference of the European Foundation for Plant Pathology, Uppsala, Zweden

Info: www.efpp2025.com

19-25 augustus 2028

International Congress of Plant Pathology 2028, Queensland, Australia

Info: www.icpp2028.org

[VOORWOORD

Na regen.....	91
Molendijk, L.P.G.	

[ARTIKEL

Klimaatverandering, er is wat aan de hand!.....	92
Bouma, E.	

[INTERVIEW

Margot Ribberink.....	100
Communicatie over klimaat draagt bij aan bewustzijn	

[ARTIKEL

Klimaatverandering en de directe invloed op plantgezondheid in de Nederlandse landbouw.....	101
Bouma, E.	
Klimaatverandering en de indirecte invloed op plantgezondheid in de Nederlandse landbouw	116
Bouma, E.	
Klimaatadaptatie in stedelijk gebied	123
Vries, D. de	
Klimaatadaptatie in Amsterdam	125
Vessem, E. van	

[VOORJAARSBIJEENKOMST

Verslag KNPV-voorjaarsbijeenkomst Klimaatverandering en Plantenziekten	126
Willemen, T.M.	

[KNPV-PRIJS

Uitreiking KNPV-prijs en juryrapport	130
Van eenjarige modellen naar meerjarige problemen	132
Lezing door G.H.J. Kema	
Vlaming, P.	

[VERENIGINGSNIEUWS

Secretaris KNPV	137
Nieuwe Nederlandse namen van ziekten en plagen	137
Vlaming, P.	

[NIEUWS

.....	139
-------	-----

[AGENDA

.....	155
-------	-----