

Ecologie en biologische bestrijding van bitterzoet (*Solanum dulcamara*)

C. Kempenaar, R.M.W. Groeneveld, P.C. Scheepens,
W. van der Zweerde & L.A.P. Lotz

ab-dlo

DLO-Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO)

AB-DLO doet innoverend fundamenteel en toegepast onderzoek ter bevordering van de kwaliteit en duurzaamheid van de plantaardige productie. Het instituut ontwikkelt kennis, technieken en technologieën voor land- en tuinbouw, industriële partners en overheden. De producten die AB-DLO op de markt brengt zijn gegroepeerd in drie productgroepen/thema's:

Plantaardige productie en productkwaliteit

- Geïntegreerde en biologische productiesystemen
- Onkruidbeheersingsystemen
- Precisielandbouw
- Groene grondstoffen en inhoudsstoffen
- Innovatie glastuinbouw
- Kwaliteit van plant, gewas en product

Bodem - plant - milieu

- Bodem- en luchtkwaliteit
- Klimaatverandering
- Biodiversiteit

Multifunctioneel en duurzaam landgebruik

- Nutriëntenmanagement
- Rurale ontwikkeling en voedselzekerheid
- Agro-ecologische zonerings
- Multifunctionele landbouw
- Agrarisch natuurbeheer

AB-DLO beschikt over unieke expertise op het gebied van plantenfysiologie, gewas- en productie-ecologie, bodemchemie en -ecologie, agro-ecologie en systeemtechnologie.

AB-DLO verricht onderzoek met behulp van geavanceerde onderzoeksfaciliteiten:

- goed geoutilleerde laboratoria;
- computerbeeldverwerking voor analyse van wortelbeelden en activiteit van bodembacteriën;
- verschillende typen klimaatruimten, bijvoorbeeld 'ESPAS' voor onderzoek met radio-actief gelabelde stoffen in bodem-plant-atmosfeer;
- het 'Fytolab' voor eco-fysiologische karakterisering van (transgene) planten en voor detectie en kwantificering van stress;
- het 'Wageningen Rhizolab' voor simultane registratie van boven- en ondergrondse groeiprocessen onder veldcondities;
- mobiele apparatuur voor meting van de lichtbenutting van gewassen en vegetaties in het veld;
- Open-Top kamers voor onderzoek naar het effect van luchtverontreiniging op de groei van planten onder veldcondities;
- proefbedrijven op verschillende grondsoorten.

Adres Bornsesteeg 65, Wageningen
 Postbus 14, 6700 AA Wageningen
Telefoon 0317.475700
Telefax 0317.423110
E-mail postkamer@ab.dlo.nl
Internet <http://www.ab.dlo/abhome1.htm>

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Uitvoering	3
2.1. Literatuuronderzoek	3
2.2. Demografisch onderzoek	3
2.3. Proeven onder geconditioneerde omstandigheden	3
2.4. Interacties tussen bitterzoet en <i>Pseudomonas solanacearum</i>	5
2.4.1. Inventarisatie, in samenwerking met PD (Wageningen en Groningen)	5
2.4.2. Experimenteel onderzoek, in samenwerking met IPO-DLO en PD	6
3. Resultaten en discussie	7
3.1. Ecologie van bitterzoet op basis van literatuurgegevens	7
3.2. Bitterzoet langs watergangen in Nederland in 1997	9
3.3. Kieming van bitterzoetzaden	12
3.4. Groei en ontwikkeling van bitterzoet onder geconditioneerde omstandigheden	12
3.5. Biologische bestrijding van bitterzoet	14
3.6. Interactie bitterzoet en <i>Pseudomonas solanacearum</i>	15
3.6.1. Inventarisatie, in samenwerking met PD (Wageningen en Groningen)	15
3.6.2. Experimenteel onderzoek, in samenwerking met IPO-DLO en PD	16
4. Conclusies	17
5. Samenvatting en aanbevelingen	19
6. Referenties	21
Dankwoord	23
Appendix I	3 pp.

1. Inleiding

In het najaar van 1995 werd bruinrot geconstateerd in een aantal partijen Nederlands aardappelpootgoed bestemd voor de export (zie o.a. De Koning, 1996). Tot dat moment was Nederland bruinrotvrij. Bruinrot is een quarantaineziekte die veroorzaakt wordt door de bacterie *Pseudomonas solanacearum*. Een partij aardappelpootgoed met een quarantaineziekte is ongeschikt voor export, maar ook ongewenst op de interne markt. Om de belangen van de aardappelpootgoedsector in Nederland veilig te stellen werd kort na het uitbreken van de ziekte een uitgebreid onderzoeksprogramma rondom bruinrot opgestart. Dit programma bestaat uit twee delen: detectie en ecologie van *P. solanacearum*. Binnen het ecologiedeel richt de Plantenziektenkundige Dienst (PD) zich vooral op de toegepaste ecologie van de bacterie op veldniveau terwijl het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO) zich vooral richt op de fundamentele aspecten van de ecologie van de bacterie.

In 1996 werd duidelijk dat in een aantal gebieden in Noord- en West-Nederland het oppervlaktewater besmet was met *P. solanacearum*. Het volgende populatiedynamische beeld werd geconstateerd in watergangen in Noord-Nederland: in het late voorjaar neemt de bacteriedichtheid in het water sterk toe, blijft hoog tijdens de zomer, neemt weer af in de herfst, en is laag maar niet nul in de winter (Janse, PD, pers. mededeling). Uit Zweeds onderzoek is bekend dat bitterzoetplanten een belangrijke rol speelden bij de overleving van *P. solanacearum* in het stroomgebied van een regionaal riviertje (Olsson, 1976). Om meer te weten te komen over bitterzoet in Nederland in relatie tot *P. solanacearum* in oppervlaktewater werd begin 1997 een Bitterzoetwerkgroep opgericht met als doel kennis te verzamelen waarin niet voorzien was in het reeds lopende Bruinrotprogramma. Binnen de werkgroep heeft het Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt (PAV) onderzoek gedaan naar chemische en mechanische bestrijding van bitterzoet, en AB-DLO naar ecologie en biologisch bestrijding van bitterzoet.

Bij de start van het onderzoek dat beschreven wordt in dit rapport stonden drie vragen centraal (verdere gegevens in het projectvoorstel dat ingediend is bij het Landbouwschap te Den Haag op 2 april 1997):

- Welk deel van een bitterzoetpopulatie bestaat uit oudere planten waarin *P. solanacearum* zich kan vermeerderen? En hoe snel ontwikkelt bitterzoet zich tot dit stadium in relatie tot omgevingsfactoren?
- Kan op grond van de ecologie van bitterzoet aangegeven worden wanneer en met welke methode bitterzoet het beste bestreden kan worden?
- Wat zijn de perspectieven voor biologische bestrijding van bitterzoet?

Het doel van dit rapport is antwoord te geven op de bovengenoemde vragen voor zover dit mogelijk is binnen één seizoen. Er wordt gerapporteerd over de volgende onderwerpen: een literatuurstudie naar de ecologie van bitterzoet, een demografisch onderzoek aan bitterzoet in Noord- en Midden-Nederland, een onderzoek naar groei en ontwikkeling van bitterzoet onder geconditioneerde omstandigheden, en een verkennende studie naar biologische bestrijding van bitterzoet. In de loop van het onderzoek zijn via samenwerking met PD en IPO-DLO additionele waarnemingen gedaan aan interacties tussen bitterzoet en *P. solanacearum*. Enkele resultaten van deze waarnemingen zijn toegevoegd aan dit rapport.

2. Uitvoering

2.1. Literatuuronderzoek

Via elektronische on-line literatuurzoeksystemen is gezocht naar relevante ecologische kennis over bitterzoet in CAB Abstracts (vanaf 1975), Biological Abstracts (vanaf 1984) en Current Contents (vanaf 1996). Tevens is gezocht in registers van voor de hand liggende encyclopedie-achtige boekwerken als Flora's en Review Journals. De belangrijkste zoektermen waren: bitterzoet, bitter sweet, *Solanum dulcamara*, ecology, control, seed production and regeneration.

2.2. Demografisch onderzoek

Waarnemingen aan bitterzoet in Noord- en Midden-Nederland zijn gedaan op drie momenten in 1997: in het voorjaar, de zomer en het najaar. Een tiental waarnemingsplaatsen in Groningen, Friesland en Flevoland is hiervoor geselecteerd in overleg met lokale vertegenwoordigers van Staatsbosbeheer, Waterschappen en de Plantenziektenkundige Dienst. Deze waarnemingsplaatsen staan vermeld in Tabel I.1 van appendix I. Het zijn alle oevers van hoofdwatertgangen (tochten of vaarten). De breedte en diepte van de watertgangen was minimaal 5 en 1 meter, maar waren meestal een factor 2 groter. Naast de vermelde waarnemingen zijn in 1997 op verschillende momenten aanvullende waarnemingen gedaan langs sloten, watertgangen en meren in Noord- en Midden-Nederland.

Op de aangegeven locaties in Tabel I.1 zijn de volgende handelingen uitgevoerd. Vakken van 100 m lengte aan weerszijden van watertgangen werden gemarkeerd voor tellingen en metingen. Ieder vak werd, al naar gelang de situatie, verdeeld in twee delen: een smalle baan grenzend aan de waterlijn met een breedte van 30 tot 50 cm, en een bredere baan met de rest van het talud met een breedte van 100 tot 200 cm. In ieder vak werd het aantal plant-eenheden van bitterzoet en het aantal stengels van bitterzoet geteld. Met opzet wordt gesproken van plant-eenheden omdat niet altijd met zekerheid individuele planten onderscheiden kunnen worden. Plantstadia werden geregistreerd middels een voor dit doel ontworpen coderingssysteem (zie Tabel I.2 in appendix I). Van een beperkt aantal planten werd de stengellengte en de dikte van het meerjarige hout gemeten, en werd het aantal bloeiwijzen geteld. De bodembedekking door bitterzoet en andere plantensoorten werd geschat. De dikte van het meerjarige hout werd gerelateerd aan plantleeftijd (aantal jaarringen) middels een hiervoor ontworpen regressielijn (zie Figuur I.1 in appendix I).

2.3. Proeven onder geconditioneerde omstandigheden

Rijpe bessen van bitterzoet werden verzameld in 1996 uit natuurgebied Erfkamerlingenschap nabij Elten in Gelderland (een oude bedding van de Rijn). Bitterzoetzaden werden uit de bessen verwijderd en gedroogd tussen filtreerpapier. Vervolgens werden de zaden in afgesloten potten bewaard bij kamertemperatuur (gemiddeld 20°C). Op gezette tijdstippen werd de

kiemkracht van de bitterzoetzaden bepaald. Een vooraf bepaalde hoeveelheid zaad werd dan te kiemen gelegd in potgrond of humusarme zandgrond. Na opkomst werd het aantal kiemplanten bepaald. Kiemtesten werden uitgevoerd in een kas bij 20-23°C overdag en 15°C 's nachts dan wel buiten in de nazomer van 1997. Stekmateriaal is gekweekt door een aantal verspeende bitterzoetzaailingen op te kweken op potgrond in de kas, en na 2 tot 3 maanden stengelstukken van 10 cm lengte te oogsten. De stekken werden vervolgens ter beworteling in een bekeerglas met leidingwater geplaatst.

Groeioproeven met zaailingen en stekken van bitterzoet op vaste en vloeibare media zijn uitgevoerd in het voorjaar en de zomer van 1997. Wat vaste media betreft werd potgrond in potten (inhoud: 1 of 10 l) of wortelobservatiebakken (afmetingen: 60 x 6 x 60 cm (l x br x h), aan voorzijde een afsluitbaar venster). Watergiften werden afgestemd op behoefte van planten. Watercultures bestonden uit plastic bakken (inhoud 20 l) met 20 l water en nutriënten. Het water werd doorborreld met lucht. Verdamping vanuit de bakken werd aangevuld met een standaard nutriëntenoplossing volgens Steiner's recept.

Een proef om het effect van maaien op hergroei van bitterzoet te bestuderen werd opgestart in april 1997. Bitterzoetzaailingen werden gekweekt in de kas in 10-l potten met potgrond. Eén en twee maanden na zaaien werd van een aantal planten de bovengrondse biomassa middels knippen verwijderd (4 experimentele behandelingen: niet maaien, maaien na 1 maand, maaien na 2 maanden, en maaien na 1 en 2 maanden). Eind juli werden de planten naar buiten verhuisd. Het aantal bloeiwijzen per plant werd bepaald 3,5 maand na zaaien. Toen de planten hun bessen en bladeren begonnen te laten vallen (5,5 maand na zaaien), werd de lengte van de hoofdstengel gemeten, en het aantal stengels per plant en de bovengrondse biomassa-productie bepaald. De proef lag in een geward proefschema met 8 herhalingen.

In een oriënterende proef werd het effect van een stobbebehandeling van bitterzoet met Biochon onderzocht. Biochon™ is een biologisch middel op basis van de schimmel *Chondrostereum purpureum* dat door Koppert B.V. op de markt wordt gebracht als houtrotpromotor. Het middel werd na maaien volgens etiketvoorschrift (3% oplossing in water) uitgesmeerd op stobben van bitterzoet. Naar aanleiding van de waargenomen effecten werd de proef op grotere schaal herhaald. Hiertoe werden bitterzoetzaailingen gekweekt in de kas in 1-l potten met potgrond. Twee maanden na zaaien werd van alle planten de bovengrondse biomassa middels knippen verwijderd. Het snijvlak van de stobben werd niet behandeld, ingesmeerd met Biochon, ingesmeerd met een viskeuze vloeistof op basis van een invert-emulsie formuleringstechniek, of ingesmeerd met Biochon plus invert-emulsie. Van invert-emulsie formuleringstechnieken is bekend dat deze de effectiviteit van biologische middelen onder droge weersomstandigheden kunnen verhogen. In de loop van het seizoen werd regelmatig de plantreactie beschreven en het aantal levende en dode stengels bepaald. Vier maanden na behandeling werd het bovengrondse biomassa-drooggewicht bepaald. De proef lag in een geward proefschema met 12 herhalingen.

2.4. Interacties tussen bitterzoet en *Pseudomonas solanacearum*

2.4.1. Inventarisatie, in samenwerking met PD (Wageningen en Groningen)

Op 18 juni 1997 werd een twintigtal bitterzoetplanten bemonsterd op zes monsterpunten in Noord-Nederland. De monsterpunten waren alle oevervegetaties langs hoofdwatervgangen gelegen binnen het door de PD aangegeven besmettingsgebied van *P. solanacearum*, met nummering volgens het PD-coderingssysteem 118 (Hoendiep), 067 (Aduarderdiep), 055 (Niezijlsterdiep), 866 and 872 (Petsloot) en 819 (Stroobosser trekvaart). Op ieder meetpunt werden minimaal 3 bitterzoetplanten verzameld. De planten stonden altijd in direct contact met het oppervlaktewater, op onderlinge afstand van maximaal 3 meter. De planten werden voorzichtig uit hun groeimedium (waterbodem of oever) verwijderd en schoon gespoeld met leidingwater. Vervolgens werden de planten ontleed. Van iedere plant werd een stukje oud stengelweefsel (ongeveer 10 cm van het verhoude meerjarige stengeldeel), een stukje nieuw stengelweefsel (ongeveer 10 cm van het onderste deel van de oudste, eenjarige scheut), en een plukje adventieve wortels (op het meerjarige stengeldeel gegroeid, en in het water hangend) geïsoleerd. Deze plantdelen werden drooggedept, individueel in filtreerpapier verpakt, en bij 5-10°C bewaard. Tevens werd op ieder monsterpunt een 250-ml watermonster genomen door een geopend flesje enige tijd 20 cm onder het wateroppervlak te houden. De watermonsters werden bij 5-10°C bewaard. Op 19 juni zijn de plant- en watermonsters afgeleverd bij de PD in Wageningen voor een beoordeling op de aanwezigheid van *P. solanacearum* via uitplaten op SMSA en, indien wenselijk, een contra-expertise d.m.v. een IF-methode (details te verkrijgen via de afdeling bacteriologie van PD-Wageningen, Janse et al.).

Op 6 augustus 1997 werd opnieuw een twintigtal bitterzoetplanten volgens voorschrift bemonsterd, maar nu alleen langs het Hoendiep tussen monsterpunt 118 en Enumatil. De planten werden verzameld over een lengte van ongeveer 1 km langs het kanaal. Tevens werden van een vijftal planten adventieve wortels en middenstukken van de oudste jonge scheut geïsoleerd en beoordeeld. De plantmonsters werden op 7 augustus afgeleverd bij de PD in Wageningen voor verdere verwerking en waarnemingen.

Op 4 oktober werd een twaalfstal bitterzoetplanten bij monsterpunt 118 bemonsterd volgens voorschrift, en twee dagen later bij de PD in Wageningen afgeleverd voor verdere verwerking en waarnemingen.

Op 28 oktober werd een twintigtal bitterzoetplanten verdeeld over 3 monsterpunten bemonsterd volgens voorschrift, en dezelfde dag bij de PD in Wageningen afgeleverd voor verdere verwerking en waarnemingen. De monsterpunten waren 118, 652 (Kuikhornstervaart) en 545 B2 (Prinses Margrietkanaal). De bemonsterde bitterzoetplanten zijn gemerkt zodat ze zeer waarschijnlijk in 1998 teruggevonden kunnen worden voor vervolgonderzoek.

2.4.2. Experimenteel onderzoek, in samenwerking met IPO-DLO en PD

Bitterzoetplantmateriaal werd gekweekt volgens de methode beschreven in paragraaf 2.3. Het plantmateriaal werd vervolgens bij IPO-DLO en PD-Wageningen afgeleverd voor gebruik in onderzoek naar infectie van bitterzoet vanuit besmet water (IPO-DLO, Van Vuurde *et al.*), en naar afgifte van *P. solanacearum* aan water door besmette bitterzoet (Janse *et al.*).

3. Resultaten en discussie

3.1. Ecologie van bitterzoet op basis van literatuurgegevens

Een recente publicatie van Braun & Tóth (1994) geeft een internationaal overzicht van de kennis van de biologie en ecologie van bitterzoet. De taxonomische indeling van bitterzoet (*Solanum dulcamara* L.) is gebaseerd op morfologische eigenschappen als bloeiwijze, blad- en vruchtvorm. De soort komt voor in de gematigde zones van Europa, Noord-Amerika en Azië, en in de tropische delen van Zuidoost-Azië. Op basis van geografische verspreidingspatronen zijn verder taxonomische indelingen ontwikkeld voor bitterzoet in Centraal- en Oost-Europa (e.g. Hegi, 1927). Binnen Nederland zijn deze indelingen niet relevant (Van der Meijden, 1996; Pegtel, 1985).

Bitterzoet is een meerjarige plant met een grote mate van morfologische plasticiteit (Braun & Tóth, 1994; Weeda et al., 1988). De plant kan aangetroffen worden als liaan of windende klimplant die via een enkelvoudige stengel tot enkele meters hoog kan opklimmen in vegetaties, of als struik met rechtopstaande of liggende stengels. De zwaardere stengels verhouten en overwinteren gewoonlijk; de bloeitwijgen sterven na vruchtzetting af. De bladeren van bitterzoet zijn langwerpig-eivormig tot spits, in meerderheid spies-vormig driedelig, met aan de voet meestal oortjes. De bloemen staan in tamelijk rijkbloemige, overhangende bijschermen. De bloemkroon is meestal diep blauwpaars, maar kan ook wit zijn. Zaden worden gevormd in bessen die bij rijpheid vuurrood zijn. De plant heeft een vertakte, kruipende wortelstok.

Bitterzoet komt algemeen voor in Nederland (Weeda et al., 1988; Van der Meijden, 1996). De plant groeit op alle bodemsoorten, zowel in de zon als in de schaduw, en op natte en droge plaatsen. De plant gedijt goed bij een ruim nutriëntenaanbod in een nat milieu. Evenals andere lianen is bitterzoet een plant van bosranden, heggen en oevers. Vanuit deze basis kan bitterzoet andere biotopen als bossen, stedelijk gebied, hooggelegen veen en duinen binnendringen, en zich daar, soms met enige moeite, handhaven. Ook in droge biotopen zoals duintoppen, jeneverbesstruwelen, spoorwegtaluds enz. kan bitterzoet aangetroffen worden. Bitterzoet wordt gekarakteriseerd als een plant die aangepast is aan het zich handhaven in laat-successionele vegetaties (investeert veel energie in het behoud van de veroverde plaats, een K-strategie), en daarbij verschillende mechanismen ontwikkeld heeft om verspreiding te optimaliseren (zie volgende twee alinea's).

Als oeverklimplant groeit bitterzoet vooral op drijfwillen en aanspoelselgordels (Weeda et al., 1988). Gewoonlijk begint de vestiging op het land, maar zowel de wortelstokken als de stengels kunnen ver het water ingroeien. In zoetwatergebieden kunnen wortels van de plant meer dan een halve meter onder de gemiddelde hoogwaterlijn afdalen. In brakwaterbiotopen net onder de kust kan bitterzoet zich prima handhaven. Op stenige bodems kan de plant zich middels zijn wortelstok en wortels uitstekend verankeren in de aanwezige hoïtes.

Verspreiding van bitterzoet gaat via vegetatieve delen en zaad (Kollmann, 1995; Kollmann & Pirl, 1995; Braun & Tóth, 1994). Wortelstokken kunnen meerdere jaren in de bodem overleven, en zich langzaam maar zeker uitbreiden. Langeafstandsverspreiding van vegetatieve delen

treedt op via afgebroken of gescheurde plantedelen die meegevoerd worden met stromend water, en vervolgens elders aanlanden. Vegetatieve plantedelen van bitterzoet kunnen lange tijd in water overleven, en hebben een sterk regeneratievermogen. Zaadverspreiding gaat vooral via dierlijke vectoren: vogels, maar ook zoogdieren dragen bij aan verspreiding. Zaadverspreiding via wind lijkt gering. Er kan op basis van literatuurgegevens geen eenduidig beeld geschetst worden van eventuele kiemrust en persistentie van bitterzoetzaad. Zowel afwezigheid van kiemrust met een overlevingsduur van zaad in de bodem van enkele maanden tot aanwezigheid van kiemrust met een overlevingsduur van meer dan 5 jaar is gerapporteerd (Thompson *et al.*, 1997). Onderzoek van Roberts (1986) aan persistente zaadbanken wijst voor bitterzoet in de richting van een voorjaarskiemer.

Bitterzoet produceert in ruime mate glyco-alkaloïden (o.a. tomatidenol) (Van Genderen *et al.*, 1996). Dit zijn plantenstoffen die een rol spelen bij de afweer van ziekten en plagen. In Tabel 1 staat een lijst van organismen die in staat zijn het glyco-alkaloïd-verdedigingsschild van bitterzoet te doorbreken, en daarbij schadelijk zijn voor de plant. Ook bij mensen kunnen glyco-alkaloïden schadelijk zijn. Daar staat tegenover dat deze stoffen interessante grondstoffen voor de farmaceutische industrie zijn. Het blijkt dat productie van glycoalkaloïden in bitterzoet sterk afhangt van de groeiomstandigheden (Braun & Tóth, 1994).

Over biologische bestrijding van bitterzoet is geen literatuur aangetroffen. Tabel 1 bevat geen organismen die eenvoudig, of zonder risico voor andere teelten, toepasbaar zijn als biologische bestrijder van bitterzoet.

Tabel 1. Lijst van bacteriën, schimmels en insecten die schadelijk zijn voor *Solanum dulcamara* (Review of Applied Mycology; index 1-40, 1922-1961; CAB-Abstracts 1972-1996; Weeda *et al.*, 1988).

Bacterium melleum

Bacterium vesicatorium

Pseudomonas solanacearum (bruinrot bij aardappel)

Corticium solani (Rhizoctonia)

Didymella lycopersici

Phytophthora infestans (aardappelziekte)

Stemphylium botryosum (*Pleospora herbarum*)

Synchytrium endobioticum (wratziekte bij aardappel)

Leptinotarsa decemlineata (coloradokever)

Acrolepia pygmeana (een stippelmot)

Psylliodes dulcamarae (donkerblauwe aardvlo)

Pria dulcamara (bruingele glanskever)

Contarinia solani (een galmug)

Aceria cladophthira (een galmijt)

3.2. Bitterzoet langs watergangen in Nederland in 1997

De voorjaarswaarnemingen zijn eind april en in de eerste helft van mei uitgevoerd. Op dat moment begonnen stengelknoppen van bitterzoet op meerjarig hout zojuist uit te lopen (stadium 11-16, zie Tabel 1.2 van appendix I). De lengte van bitterzoetstengels was maximaal 50 cm. Langs alle beoordeelde watergangen werd bitterzoet waargenomen in dichtheden variërend tussen de 0,1 en 25 planteenheden per 10 m, met 1 tot 775 stengels per 10 m (zie Tabellen 2 en 3). Bitterzoetkiemplanten zijn niet waargenomen ondanks gericht speuren. De grote variatie in dichtheden was aanleiding om af te zien van statistische analyse. Echter, zonder statistiek kunnen de volgende aspecten uit de resultaten afgeleid worden:

- Bitterzoet werd in meerderheid aangetroffen op de onderste 30 cm van oeverranden. De uitschieter *Dronten-reve Talud koud* in Tabel 2 past niet in dit beeld, maar is verklaarbaar vanuit het feit dat het betreffende talud onderin vlak en nat was, en dus zeer geschikt voor bitterzoet.
- Vegetatietype en -beheer hebben invloed op het vóórkomen van bitterzoet. Een dichte rietkraag verkleint de kans op bitterzoet. Maaien van rietkragen in het najaar creëert kansen voor bitterzoet in het volgende jaar (zie Tabel 2, *Dronten-rogge Oever koud* was gemaaid in 1996, en *Oever warm* in 1995). Op oevers in beheer van boeren werd minder vaak bitterzoet aangetroffen dan op oevers in openbaar beheer (zie *-plaatsen in Tabel 2). Het beheer van oevers door boeren onderscheidt zich op een aantal punten zoals maaieregime, begrazing en inzet van herbiciden.
- Een verticaal geplaatste, massieve beschoeiing op de rand van de water-oever verkleint de kans op het vóórkomen van bitterzoet (zie *-plaatsen in Tabel 2). Echter, gaten in de beschoeiing, natte bodems achter de beschoeiing, en randen van beschoeiingen bleken weer zeer geschikt te zijn voor bitterzoet. Waarnemingen langs het Prinses Margrietkanaal bij Irnsum en de Grote Vaart bij Biddinghuizen onderschrijven dit beeld.

Rond half juni waren bij de meeste bitterzoetplanten bloeiwijzen zichtbaar (stadium 50-61). Een enkele plant bloeide reeds volledig. De lengte van bitterzoetstengels varieerde tussen de 40 en 120 cm. De waargenomen plantdichtheden waren nauwelijks gewijzigd ten opzichte van de resultaten van tellingen van eind april/begin mei. Echter, bitterzoetplanten waren soms moeilijk terug te vinden omdat met name riet zich in de tussenliggende periode sterk ontwikkeld kon hebben, en daarmee bitterzoet overgroeide. Voor de toekomst lijkt het verstandig om dichtheidsbepalingen aan bitterzoet in het voorjaar (tweede helft mei) te doen.

In augustus en september hadden de meeste bitterzoetplanten reeds rijpe bessen gevormd (stadium 81-89). De lengte van bitterzoetstengels kon in bepaalde vegetaties meer dan 2 meter zijn. Vaak waren dit stengels die zich om rietstengels gewonden hadden. De waargenomen plantdichtheden waren opnieuw weinig veranderd ten opzichte van vorige tellingen. Kiemplanten zijn ook in de herfst niet waargenomen langs de beoordeelde watergangen. Wel zijn er in augustus en september in Wageningen bitterzoetkiemplanten waargenomen op kale grond waar rijpe zaden, wel en niet per toeval, terecht gekomen zijn. In Tabel 4 worden gegevens over plantdichtheden in de herfst, het aantal bloeiwijzen per plant, de leeftijd van het meerjarig bitterzoethout en bodembedekkingcijfers gepresenteerd. De leeftijd van het meerjarige hout lag meestal tussen de twee en vier jaar. Uit de tabel blijkt verder dat aantal bloeiwijzen, leeftijd en bodembedekking door bitterzoet omgekeerd evenredig is met de hoeveelheid riet (= concurrentie-situatie) op de locatie. Andere plantensoorten die regelmatig

langs watergangen aangetroffen werden, zijn: grote brandnetel, diverse grassoorten, tandzaad, lisdodde, akkerdistel, akkermelkdistel, kleefkruid, haagwinde, smeerwortel, moerasan-doorn, harige wilgeroosje en boterbloem (in afnemende mate van dominantie).

Ook langs de oevers van het Tjeukemeer, het Ketelmeer, het Flevomeer, en het IJsselmeer is bitterzoet waargenomen. De dichtheden lagen in de orde van grote van 1 tot 10 planten per 100 m (bijvoorbeeld, de westoever van het Tjeukemeer (52° 47' n.b., 5° 45' o.l.) had 7 planten per 100 m, en de zuidoever van het Flevomeer bij Zeewolde/Nijkerk (52° 16' n.b., 5° 28' o.l.) had 5 planten per 100 m.

Langs landbouwperceelssloten in de Flevopolder is geen bitterzoet waargenomen. Het betreft hier sloten die gedurende een deel van het jaar droogvallen. Het droogvallen, in combinatie met maaieregimes en mogelijk de inzet van herbiciden, maakt waarschijnlijk dat dergelijke sloten minder geschikt zijn voor bitterzoet.

Tabel 2. Aantal bitterzoetplanteenheden per 100 meter langs watergangen in Noord- en Midden-Nederland in mei 1997. Het bitterzoet bevond zich op het moment van waarnemen in ontwikkelingsstadium 1 (geen kiemplanten). Watergangen zijn op basis van hun ligging ten opzichte van het zuiden in een warme en een koude kant verdeeld. Tellingen zijn gedaan op de oevers (onderste 30 tot 50 cm) en het aangrenzende talud.

Plaatsaanduiding van watergangen (details in appendix I)	Watergangvak			
	Talud koud	Oever koud	Oever warm	Talud warm
Bartlehiem	0	1	7	1
Wouterswoude	0	0 *	13	0
Driesum	0	0 *	1 *	0 *
Hoogkerk	6	25 **	0 *	0
Kantens	0 *	0 *	22	16
Warfhuizen	1	5 *	0 *	0 *
Marknesse	0 *	0 *	5	0
Dronten-rogge	0	98	40	0
Dronten-reve	190	167	2	0
Dronten-stobbe	0	6	80	20
Gemiddeld ± SD	20 ± 60	30 ± 57	17 ± 25	2 ± 5

* houten of stenen, verticaal geplaatste, beschoeiing op grens oever-water.

** schuin aflopende beschoeiing van keien die door metalen netten vastgelegd zijn.

* watergangvakken langs landbouwpercelen.

Tabel 3. Gemiddeld aantal bitterzoetstengels per 10 meter (minimum-maximum) langs watergangen in Noord- en Midden-Nederland in mei 1997. Voor toelichting, zie tabel 2.

Plaatsaanduiding van watergangen (details in appendix)	Watergangvak			
	Talud koud	Oever koud	Oever warm	Talud warm
Bartlehiem	0	3 (0-25)	3 (0-30)	0,1
Wouterswoude	0	0	12 (0-100)	0,3
Driesum	0	0	1 (0-7)	0
Hoogkerk	4 (0-21)	33 (0-82)	0	0
Kantens	0	0	53 (0-270)	19 (0-153)
Warfhuizen	0,2	8 (0-80)	0	0
Marknesse	0	0	5 (0-32)	0
Dronten-rogge	0	38 (12-71)	5 (0-15)	0
Dronten-reve	40 (3-68)	336 (74-775)	1 (0-3)	0
Dronten-stobbe	0	4 (0-10)	35 (11-73)	5 (0-15)
Gemiddeld	4	42	12	2

Op 31 juli werden bij een regionaal verwijderingsproject van bitterzoet uit het Amstelrand-meerkanaal bij Den Oever 10 bitterzoetplanten per 100 m waargenomen (plantstadium 12-18: wortel- of stengelopslagplanten, geen kiemplanten). De verantwoordelijkheid van dit project ligt bij de PD te Hoorn. In het voorjaar van 1997 werd een aantal oevervakken van het kanaal over lengten van ongeveer 100 m oppervlakkig afgegraven ter verwijdering van grote plantmassa's van bitterzoet. Met deze slag werd de plantdichtheid van bitterzoet aanzienlijk

Tabel 4. Enkele ecologische parameters van bitterzoetpopulaties in vegetaties langs watergangen in augustus (Groningse locaties) en september (Flevopolderlocaties) 1997. Het bitterzoet bevond zich in stadium 69-89.

	Hoogkerk oever koud	Kantens oever warm	Warfhuizen oever koud	Dronten- rogge oever koud	Dronten- reve oever koud	Dronten- stobbe oever warm
Planteenheden per 100 m	27	36	3	110	120	26
Aantal bloeiwijzen per plantenheid	15 ± 11	45 ± 24	18 ± 20	*	*	*
Leeftijd meerjarig hout (in jaren)	2 - 4	2 - 6	2 - 4	2 - 3	2 - 4	2 - 3
Bodembedekking door bitterzoet	4%	19%	1%	2%	80%	6%
Bodembedekking door riet	70%	70%	90%	80%	2%	20%

teruggebracht. Ondanks dit succes dient men blijkbaar bij dergelijke acties rekening te houden met regeneratie vanuit wortel- en stengelweefsel dat niet afgegraven is of dat aangespoeld is.

3.3. Kieming van bitterzoetzaden

De opkomstpercentages van in grond te kiemen gelegde bitterzaden waren altijd hoger dan 90%. De tijdsduur nodig voor kieming en opkomst was ongeveer 2 weken. Bodemtype en moment van testen hadden weinig invloed op de opkomstpercentages. Het zaad waarmee gewerkt werd had geen kiemrust (> 90% kieming in kiemtesten kort na drogen van het zaad). Pegtel (1986) trof ook geen kiemrust aan bij bitterzoetzaden.

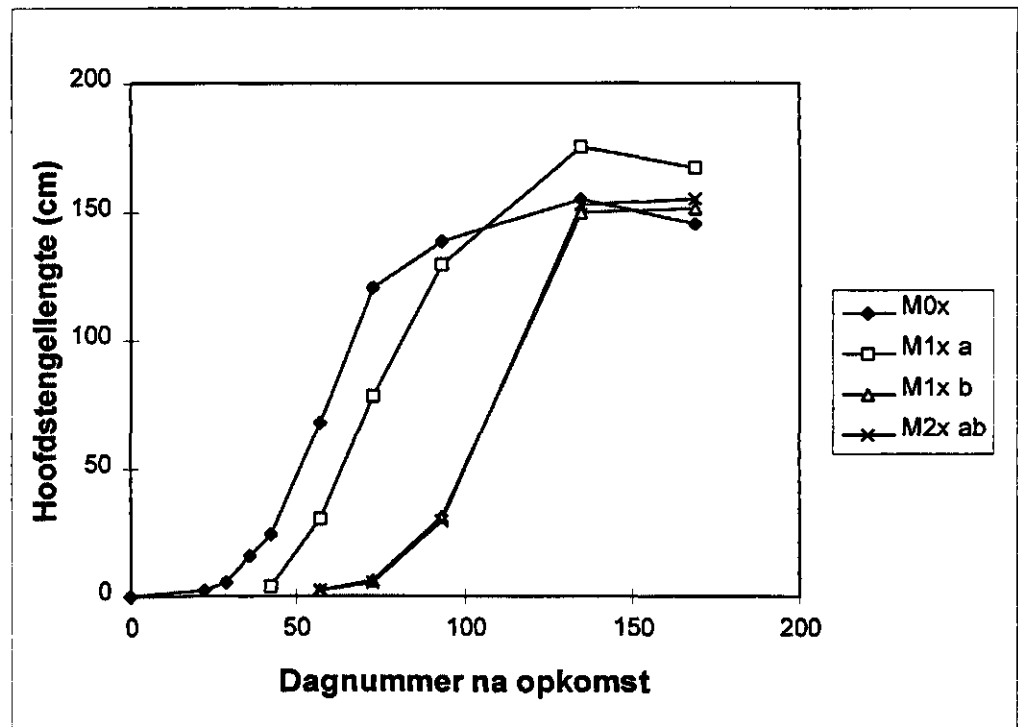
3.4. Groei en ontwikkeling van bitterzoet onder geconditioneerde omstandigheden

Zaailingen en stekken van bitterzoet zijn vrij gemakkelijk kweekbaar op potgrond en nutriëntoplossingen in kassen. De bovengrondse ontwikkeling van planten in de kas kwam overeen met die van planten in het veld. In Figuur 1 en Tabel 5 wordt een indicatie gegeven van de groeisnelheid van bitterzoet wat betreft lengtegroei van stengels en biomassaproductie bij ruim aanbod van licht, water en nutriënten. Uit onderzoek van Paul *et al.* (1989) blijkt dat bitterzoet een relatief snelle groeier is. Ten opzichte van 19 andere kruidachtige plantensoorten gekweekt bij ruim aanbod van licht, water en nutriënten bleek bitterzoet de op één na snelste groeier te zijn wat betreft biomassaproductie.

Wortelstelsels van bitterzoet kunnen gekarakteriseerd worden als thamnoides wortelstelsels met een diffuus groeipatroon. Er kan geen duidelijke hoofdwortel onderscheiden worden, maar wel een groot aantal zijwortels met verdere vertakkingen. Onder gunstige groeiomstandigheden kan het wortelfront van bitterzoetplanten net zo snel afdalen als dat de stengels de lucht in groeien (Figuur 2).

Uit Figuur 1 en Tabel 5 blijkt het grote herstelvermogen van bitterzoet. Het in een jong plant stadium, op gezette tijdstippen afknippen van bovengrondse biomassa van bitterzoetplanten heeft wel een effect op de uiteindelijk biomassaproductie, maar het effect is niet al te groot. De uiteindelijk lengte van de hoofdscheut en het aantal scheuten per plant werd niet significant beïnvloed door afknippen, de generatieve vermeerdering wel. Een belangrijke consequentie van het herstelvermogen van bitterzoet is dat de plant goed bestand lijkt tegen het maaien van vegetaties langs watergangen.

Vegetatieve plantedelen van bitterzoet hebben een sterk regeneratievermogen. Op kleine stukjes stengelweefsel geplaatst in een bekerglas met water of in een vochtige bodem ontwikkelden zich binnen enkele weken adventieve wortels en stengelknoppen. Deze stekken groeiden vervolgens gemakkelijk uit tot gezonde, volwassen planten. Voor de verspreiding van bitterzoet in de natuur is dit van groot belang. Stengeldelen die afbreken en in stromend water terecht komen kunnen enige tijd in het water overleven, en vervolgens elders aanspoelen en zich daar verder ontwikkelen.



Figuur 1. Effect van maaieregimes op stengellengtegroei van bitterzoet. Voor verdere toelichting zie Tabel 5.

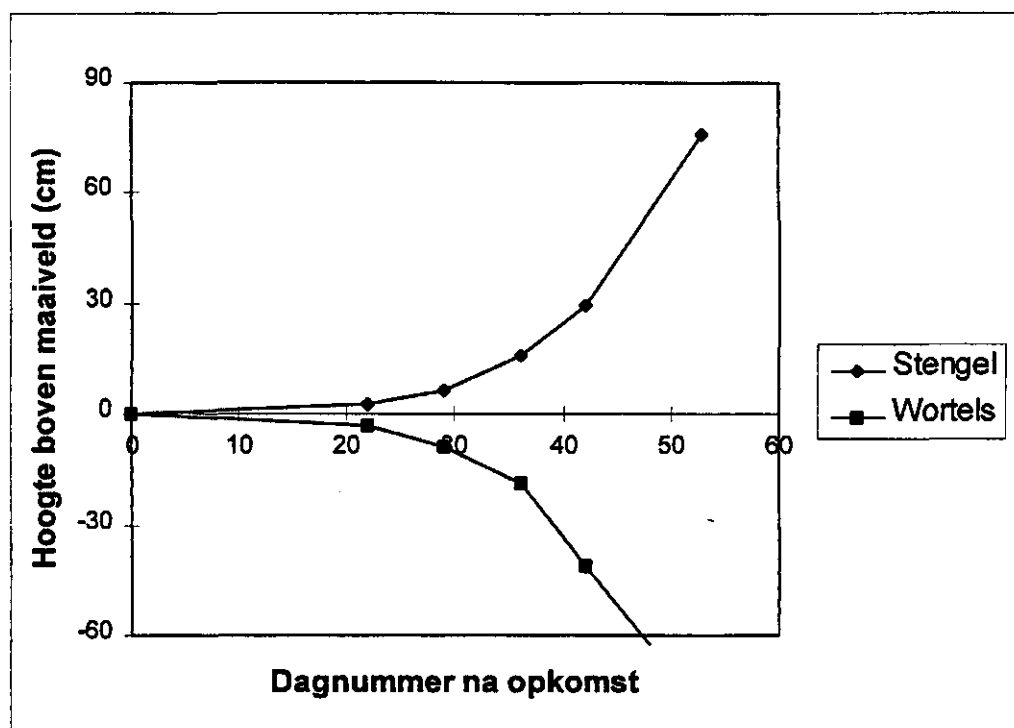
Tabel 5. Enkele groeiparameters van bitterzoetzaailingen in 10-liter potten met potgrond onder optimale groeiomstandigheden en verschillende maaieregimes. Zaaidatum: 18 maart 1997.

Behandeling	# bloeiwijzen per plant (-) (31 juli)	Lengte hoofdstengel (cm) (3 sept.)	# stengels per plant (-) (3 sept.)	Bovengronds versgewicht (g) (3 sept.)
Niet maaien	12	145	6	167
Maaien 1x ^a	8	167	7	159
Maaien 1x ^b	2	151	7	120
Maaien 2x ^{ab}	1	155	9	122
Variantie-analyse ^c	***	ns	ns	**

^a maaidatum: 23 april 1997

^b maaidatum: 14 mei 1997

^c ns, niet significant; ** significant bij $P < 0,01$; *** significant bij $P < 0,001$



Figuur 2. Horizontale posities van het wortelfront en de stengeluiteinden van bitterzoet op potgrond in wortelobservatiebakken.

3.5. Biologische bestrijding van bitterzoet

Uit de oriënterende proef waarin het effect van het aanbrengen van Biochon op stobben van bitterzoet onderzocht werd, bleek dat er minder nieuwe uitlopers gevormd werden op behandelde stobben. Ook bleek dat uitlopers dieper uit de stobbe wegkwamen. Om dit gerichter te onderzoeken werd een tweede proef uitgevoerd. Resultaten van deze proef staan samengevat in Tabel 6. Ruim 2 maanden na behandeling bleek dat toediening van Biochon, toediening van de formulering, en toediening van geformuleerde Biochon een negatief effect hadden op het uitlopen van stengels in vergelijking met alleen maaien. Uitlopers kwamen dieper weg uit de behandelde stobben, gingen soms dood, en er trad soms wortelopslag op. Bij de behandeling met geformuleerde Biochon trad plantsterfte op. De behandelingen hadden een significant effect op de uiteindelijke biomassa-productie. Deze was bij de behandeling met geformuleerde Biochon ongeveer de helft van die van de andere behandelingen.

Op basis van de resultaten van de kasproeven lijkt er een perspectief te zijn wat betreft de toepassingsmogelijkheden van Biochon bij beheersing van bitterzoet. Toevoeging van een formuleringcomponent lijkt hierbij essentieel. Extrapolatie van een kassituatie naar het veld moet altijd met enige voorzichtigheid gedaan worden. Om meer zekerheid te krijgen over het perspectief is in het najaar een aantal veldproeven ingezet waarin stobben van bitterzoet met Biochon behandeld zijn.

Tabel 6. Effecten van bestrijdingsmaatregelen op bitterzoetplanten in een kasproef. Zaaidatum bitterzoet: 21 april 1997, maai- en behandelingsdatum: 27 juni 1997.

Behandeling	Reactie (9 sept.)	Aantal levende scheuten per pot (9 sept.)	Aantal dode scheuten per pot (9 sept.)
Maaien	hergroei	2,8	0
Biochon stobben	hergroei ^a	2,0	0
Formu. ^b stobben	hergroei ^a + scheutsterfte	2,3 ^c	0,2
Biochon + Formu. ^b stobben	hergroei ^a + plantsterfte (17%)	1,8 ^c	1,3
Variantie analyse ^d		*	*

^a Verkleuring van stobbe, hergroei geringer en komt van dieper uit de stobbe

^b Formu. = invert emulsie formulering

^c Relatief veel wortelopslag (suckers), gemiddeld 1,2 per pot

^d * = significant bij $P < 0,05$

3.6. Interactie bitterzoet en *Pseudomonas solanacearum*

3.6.1. Inventarisatie, in samenwerking met PD (Wageningen en Groningen)

Alle watermonsters bleken op 18 juni besmet te zijn met *P. solanacearum*. De bacteriedichtheden waren vrij hoog, in de orde van grootte van 10 tot 100 per ml. Op deze datum werd één besmette bitterzoetplant aangetroffen, en wel op meetpunt 118 (een besmettingspercentage van 6%). Opvallend is dat bij de ene besmette plant zowel het meerjarige stengelweefsel als de eenjarige scheut besmet was. Op de adventieve wortels van deze plant werd één typische kolonie van *P. solanacearum* aangetroffen. Op advies van de PD werd dit niet als een positieve besmetting beschouwd daar het waarschijnlijk een uitwendig aanwezige besmetting is geweest, afkomstig uit het oppervlaktewater.

Op 6 augustus waren de dichtheden van *P. solanacearum* in het Hoendiep in de orde van grote van 10-100 per ml. Wat betreft bitterzoet waren 35% van de planten langs het Hoendiep besmet met *P. solanacearum*. Uitgesplitst naar plantedelen lijkt het oude meerjarige hout vaker besmet te zijn dan de jonge, eenjarige scheuten. Het besmettingspercentage van bitterzoet op 6 augustus ligt hoger dan dat op 18 juni. Conclusies hieruit trekken is gevaarlijk omdat de planten uit verschillende populaties komen!

Er bleek op 6 augustus langs het Hoendiep geen correlatie tussen het besmettingspercentage en de diameter (= leeftijd) van het meerjarige bitterzoethout (zie Figuur 3). Hiermee komt de

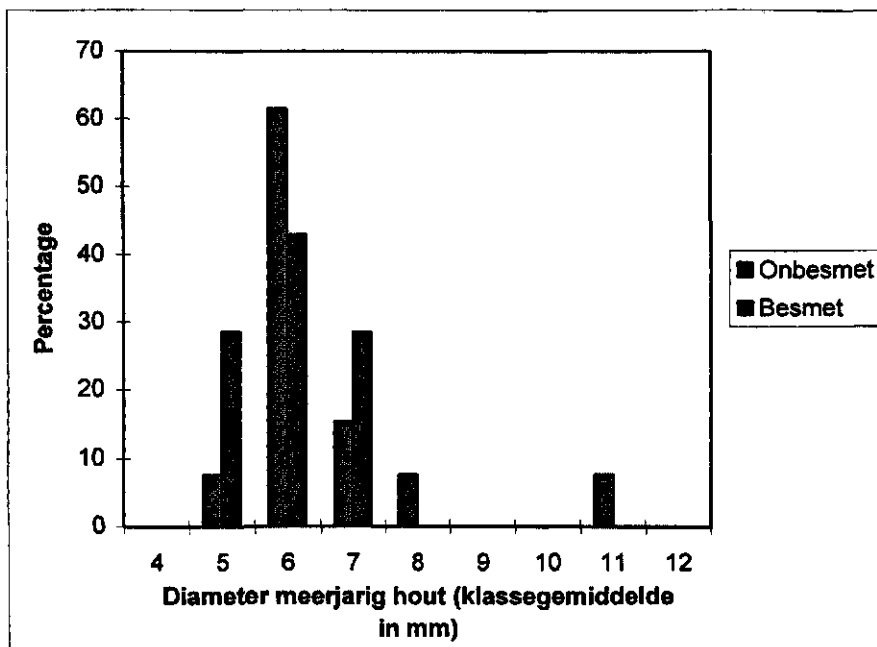
hypothese dat alleen oudere planten besmet zijn onder druk te staan. De consequentie hiervan is dat bij bestrijding de aandacht niet beperkt kan worden tot oude bitterzoetplanten.

Uitwendig zichtbare symptomen zijn niet waargenomen aan besmet bitterzoet. Wel gaven besmette planten regelmatig bruinverkleurde vaatbundels te zien. Als stengels van besmette planten in een bekersglas met water gehangen werden, zakte soms binnen enkele minuten een witte slijmdraad uit de stengel. Witte slijmdraden bleken positief gecorreleerd te zijn met hoge dichtheden van bacteriën in de stengels. Het ophangen van stengels in bekersglazen met water kan als snelle, goedkope methode toegepast worden voor het opsporen van zwaar-geïnfecteerde planten. Opsporen van licht-geïnfecteerde planten kan niet met deze methode.

Op 4 oktober werden twee zwaar besmette bitterzoetplanten en één twijfelgeval aangetroffen langs het Hoendiep (een besmettingspercentage 17% of 25%, respectievelijk). Op 28 oktober werden 24 bitterzoetplanten gemerkt voor vervolgonderzoek. Van deze planten bleek 8% besmet te zijn met *P. solanacearum*.

3.6.2. Experimenteel onderzoek, in samenwerking met IPO-DLO en PD

Over de resultaten wordt door IPO-DLO en PD gerapporteerd, daar zij de hoofduitvoerders zijn van de proeven. Kort samengevat kan gemeld worden dat de resultaten van de proeven passen in het bovengeschetste beeld dat blootstelling van bitterzoetplanten aan besmet water niet altijd leidt tot besmetting van de plant.



Figuur 3. Frequentieverdeling van de dikte van meerjarig bitterzoethout en de aan- en afwezigheid van *P. solanacearum* in het weefsel (besmet - onbesmet) voor planten langs het Hoendiep in augustus 1997.

4. Conclusies

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies van het onderzoek gepresenteerd.

Ecologie en demografie van bitterzoet

- Bitterzoet kwam voor langs alle beoordeelde hoofdwatertgangen in Noord- en Midden-Nederland.
- Er werd een grote variatie in dichtheid van bitterzoet langs watertgangen waargenomen (één tot honderden planten per 100 m). De onderlinge afstand is zelden groter dan 100 m. De dichtheid werd o.a. beïnvloed door vegetatietype, management en beschoeiing.
- De eerste uitlopers van bitterzoet op meerjarig hout werden in april aangetroffen. Kiemplanten werden niet waargenomen, ondanks gericht speuren. Bitterzoet bloeide vanaf juni. Rijpe bessen waren er vanaf augustus. De maximale stengellengte werd bereikt in juli: tot 150 cm voor vrijstaande planten en 250 cm voor klimplanten. Vrijstaande bitterzoetplanten vormden 5 tot 15 stengels, waarbij de uitstoeling net boven de stengelbasis plaatsvindt. Zijtakvorming op de individuele stengels was gering. Bitterzoetplanten in een zware concurrentiepositie vormden slechts één of enkele, windende stengels.
- Regeneratie vanuit meerjarig weefsel is de belangrijkste overlevingsstrategie van bitterzoet langs watertgangen. De leeftijd van het aangetroffen meerjarig bitterzoethout was twee tot zes jaar. Regeneratie vanuit zaad is minimaal. De onderzochte bitterzoetzaden hadden geen kiemrust.

Ecologie en bestrijding

- Bitterzoetplanten hebben een aanzienlijk herstelvermogen. Afgemaaide bitterzoetplanten kunnen in korte tijd nieuwe, krachtige stengels vormen.
- Maaieregimes hebben effect op bitterzoet. Na maaien kan bitterzoet vrij snel de opengevallen ruimten innemen omdat de plant als een van de eerste nieuwe uitlopers kan vormen. Beschadiging van het talud door maaien of andere bewerkingen, waarbij open grond ontstaat, dient vermeden te worden omdat bitterzoet zich gemakkelijk vestigt op dergelijke open plekken. Ook dient voorkomen te worden dat bitterzoetstengels in het water vallen tijdens maaien vanwege de kans op verspreiding.
- Langs (droogvallende) landbouwperceelssloten werd weinig of geen bitterzoet aangetroffen. De verklaring hiervoor ligt bij de habitat - management interactie.
- Bij grootschalige machinale verwijdering van bitterzoet dient rekening gehouden te worden met wortel- en stengelopslag.
- Gezien het meerjarige karakter van bitterzoet moeten bestrijdingsmaatregelen van de plant over meerdere jaren beoordeeld worden.

Biologische bestrijding

- Biochon™ lijkt op basis van kasproeven met stobbebehandeling een gunstig perspectief te hebben als biologisch middel tegen bitterzoet.
- De effectiviteit van Biochon werd versterkt via een invert-emulsie formuleringstechniek. In het veld zou de effectiviteit vergroot kunnen worden door een betere timing van het behandelingstijdstip of door toevoeging van een synergist (speculatief, is deels in onderzoek).

Bitterzoet en *Pseudomonas solanacearum*

- In het gebied tussen Groningen en Dokkum werden besmettingspercentages van bitterzoet geconstateerd liggende tussen de 6 en 35%.
- Blootstelling aan besmet oppervlaktewater betekent dus niet dat bitterzoetplanten altijd besmet hoeven te zijn. Daar staat tegenover dat gezien de grote hoeveelheid bitterzoet in het gebied, de plant zeer waarschijnlijk een belangrijke waardplant is, en een overlevingsfunctie heeft binnen de ecologie van de bacterie.
- Langs het Hoendiep bleek niet dat oudere bitterzoetplanten vaker besmet waren dan jonge planten. Als dit algemeen is, betekent dit dat men bij bestrijding van bitterzoet niet kan beperken tot oude planten.

5. Samenvatting en aanbevelingen

In 1997 is door AB-DLO onderzoek gedaan aan de ecologie en biologische bestrijding van bitterzoet. Het onderzoek werd uitgevoerd binnen het kader van de Bitterzoetwerkgroep en werd financieel mogelijk gemaakt door het Landbouwschap.

Op basis van literatuuronderzoek en één seizoen aan waarnemingen is het volgende beeld van bitterzoet langs watergangen duidelijk geworden:

- bitterzoet is een algemeen voorkomende plant,
- meestal niet dominant binnen vegetaties,
- meerjarig plantenweefsel zorgt grotendeels voor de regeneratie,
- vegetatie(beheer) heeft grote invloed op de dichtheid,
- verspreiding via vegetatieve delen lijkt verreweg het belangrijkste.

Wat bestrijding van bitterzoet betreft bieden op de korte termijn alleen mechanische methoden enig houvast. Machinaal afgraven van bitterzoet (regionaal onderzoek) verwijdert een zeer groot deel van de bitterzoetpopulatie, maar is niet voor 100% effectief. Voor de langere termijn biedt vegetatiebeheer, mechanische en chemische bestrijding (op basis van PAV-onderzoek), en biologische bestrijding middels Biochon™ mogelijkheden, maar deze dienen nog verder verkend te worden.

Over de interactie bitterzoet - *P. solanacearum* is weinig bekend. We kunnen bijvoorbeeld niet aangeven hoe ver bitterzoet verwijderd moet zijn van randen van akkerbouwpercelen om nog bij te kunnen dragen aan de overleving van bacteriën in watergangen grenzend aan die percelen. Zolang dergelijke informatie niet beschikbaar is, kunnen we geen gericht beheersingsadvies geven, en blijven bestrijdingsactiviteiten gestuurd worden door gevoelsmatig handelen. Meer aandacht voor de plant-bacterie interactie is dan ook wenselijk.

De Bitterzoetwerkgroep is mede op basis van de resultaten in dit rapport tot de conclusie gekomen dat bitterzoet niet voor 100% te verwijderen valt langs alle watergangen in probleemgebieden. Er dient dan ook gestreefd te worden naar het opstellen van een lokaal beheersingsadvies voor bitterzoet, waarbij aangegeven wordt welke dichtheden van bitterzoet wel en welke niet getolereerd kunnen worden in de buurt van landbouwpercelen, en tevens hoe dit bereikt kan worden. Op specifieke delen in stelsels van watergangen kunnen grootschalige verwijderingsacties van bitterzoet zinvol zijn. Om tot het voorgestelde beheersingsadvies te komen is kennis over de volgende onderwerpen nodig:

- Ecologie van *P. solanacearum* in oppervlaktewater en waterbodems.
- Ecologie van bitterzoet langs watergangen.
- Interacties tussen de bacterie en bitterzoet, en eventueel andere waardplanten.
- Waterhuishouding en ligging akkerbouwpercelen in het risicogebied.
- Meerjarige effecten van bestrijdingsmaatregelen op bitterzoet en de bacterie.
- Meerjarige effecten van oeverbeheer en -vegetaties op bitterzoet.

Een deel van de benodigde kennis is reeds voorhanden, voornamelijk vanuit het onderzoek van de Bitterzoetwerkgroep en vanuit het Bruinrotprogramma. Echter, op een aantal punten ontbreekt nog essentiële kennis, waardoor een gericht lokaal beheersingsadvies voor bitterzoet nog niet geformuleerd kan worden. Dit geldt met name voor onderwerpen gerelateerd aan interacties tussen bitterzoet en de bacterie, zowel op veld- als op laboratoriumniveau.

Ook kan nog niet uitgesloten worden dat er andere waardplanten langs watergangen in het spel zijn (Elphinstone, 1996).

Recentelijk is door AB-DLO bij LNV-DWK te Den Haag een onderzoeksvoorstel voor 1998 ingediend om een deel van de ontbrekende kennis te verzamelen. Het gaat hier om de volgende onderwerpen:

- Correlatief onderzoek naar effecten oever- en vegetatiebeheer op aanwezigheid van bitterzoet.
- Correlatief onderzoek naar de aanwezigheid van *P. solanacearum* en bitterzoet langs watergangen in de periode dat de bacteriedichtheid in water stijgt.
- Overleving van besmette bitterzoetplanten langs watergangen.
- Biologische bestrijding van bitterzoet.

Bij de genoemde onderwerpen kan AB-DLO gezien haar expertise een voortrekkersrol spelen. Echter, gezien de aard van het probleem is een geïntegreerde aanpak gewenst waarin verschillende instituten (PD, IPO-DLO, PAV, LUW, KUN), instanties (o.a. waterschappen), uitvoerders en andere betrokkenen hun specifieke kennis en ervaring bundelen.

6. Referenties

- Braun, M. & Tóth, A., 1994. Morphology of bitter sweet (*Solanum dulcamara* L.) in contrasting marsh habitats. *Flora* 189: 307-313.
- Elphinstone, J.G., 1996. Survival and possibilities for extinction of *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith in cool climates. *Potato Research* 39: 403-410.
- Genderen, H. van, Schoonhoven, L.M. & Fuchs, A., 1996. Chemisch-ecologische flora van Nederland en België. KNNV Uitgeverij, Utrecht, NL.
- Hegi, G., 1927. Pagina 2589 in: *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, 5/4. München, Dld.
- Kollmann, J., 1995. Regeneration window for fleshy-fruited plants during scrub development on abandoned grassland. *Ecoscience* 2: 213-222.
- Kollmann, J. & Pirl, M., 1995. Spatial patterns of seed rain of fleshy-fruited plants in a scrubland transition. *Acta Oecologica* 16: 313-329.
- Koning, N.P.J. de, 1996. Epidemiologie, ecologie en bestrijding van *Pseudomonas solanacearum* race 3. Literatuurstudie & Prioriteiten voor onderzoek. Wageningen, NL.
- Meijden, R. van der, 1996. Pagina 330 in: *Heukels' Flora van Nederland*, 22e druk. Wolter-Noordhoff, Groningen, NL.
- Olsson, K., 1976. Experience of Brown Rot caused by *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith in Sweden. *EPPO Bullentin* 6: 199-207.
- Paul, N.D., Ayres, P.G. & Wyness, L.E., 1989. On the use of fungicides for experimentation in natural vegetation. *Functional Ecology* 3: 759-769.
- Pegtel, D.M., 1985. Germination in populations of *Solanum dulcamara* L. from contrasting habitats. *New Phytologist* 100: 671-679.
- Roberts, H.A., 1986. Seed persistence in soil and seasonal emergence in plant species from different habitats. *Journal of Applied Ecology* 23: 639-656.
- Thompson, K., Bakker, J.P. & Bekker, R.M., 1997. *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge University Press, UK.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, Ch. & Westra, T., 1988. Pagina's 187-188 in: *Nederlandse Oecologische Flora, wilde Planten en hun relaties 3*. Hilversum, NL.

Dankwoord

Het in dit rapport beschreven onderzoek is mede tot stand gekomen door inspanningen van mensen van buiten het AB-DLO. Het onderzoek werd uitgevoerd binnen de werkgroep Bitterzoet, waarin het Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt (PAV), de Plantenziektenkundige Dienst (PD), Het Landbouwschap, De Landbouwuniversiteit (LUW-TPE), het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) en een aardappelpootgoedteiler vertegenwoordigd zijn. Het Landbouwschap heeft gezorgd voor de financiële ondersteuning van de activiteiten van AB-DLO. Zonder namen te noemen zijn de opstellers van dit rapport de werkgroep en de financier erkentelijk voor hun bijdragen aan de in dit rapport beschreven resultaten.

Tijdens de werkzaamheden in 1997 is er diverse malen contact geweest met derden. Het betreft hier medewerkers van de regionale vestigingen van de Plantenziektenkundige Dienst in Groningen en Hoorn. Op experimenteel niveau is er samengewerkt met Wageningse bacteriologen van de Plantenziektenkundige Dienst en van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO-DLO). Opnieuw zonder namen te noemen, zijn de opstellers van dit rapport erkentelijk voor de openhartige contacten en plezierige samenwerkingen.

Wageningen, 16 januari 1998

Appendix I

Tabel I.1. Beschrijving van watergangen waar demografisch onderzoek naar bitterzoet uitgevoerd is in 1997.

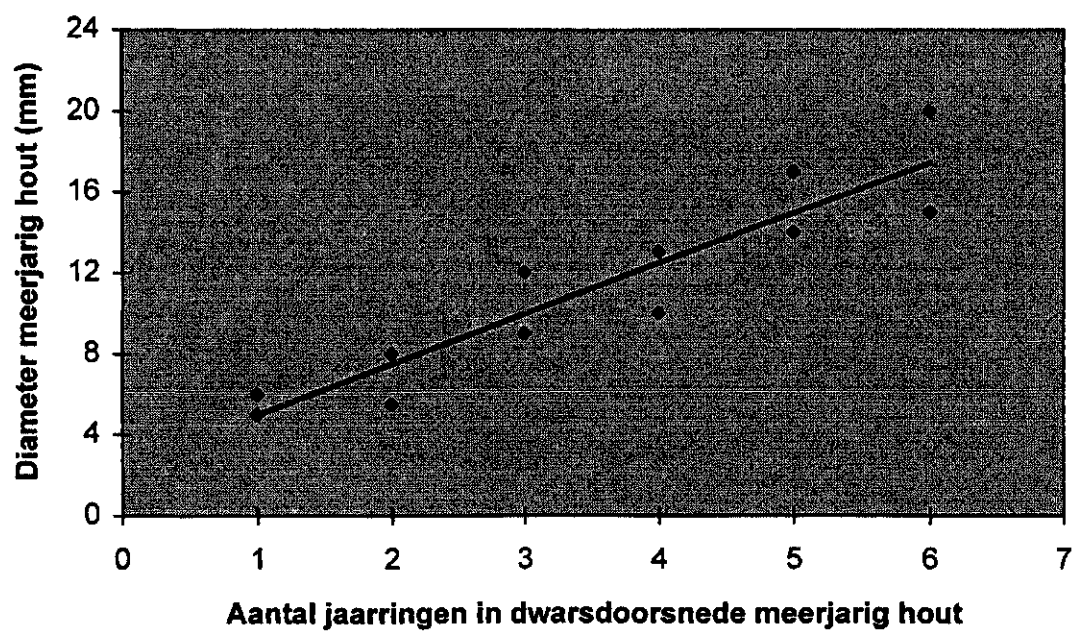
Plaatsnaam	Watergangnaam	Locatieaanduiding via coördinaten		PD- code*
		n.b.	o.l.	
Bartlehiem	Hallumertrekvaart	53° 17'	5° 50'	
Wouterswoude	Stroobossertrekvaart	53° 19'	6° 01'	819
Driesum	Stroobossertrekvaart	53° 19'	6° 02'	
Hoogkerk	Hoendiep	53° 13'	6° 29'	118
Kantens	Boterdiep	53° 22'	6° 37'	
Warfhuizen	Krommeraken	53° 21'	6° 25'	
Marknesse	Steenwijkertocht	52° 42'	5° 51'	
Dronten-roggebotplas	tochtsloot	52° 34'	5° 48'	
Dronten-reveweg	tochtsloot	52° 32'	5° 51'	
Dronten-stobbeweg	tochtsloot	52° 28'	5° 49'	

* Coderingsstelsel van Plantenziektenkundige Dienst voor monsternaam in kader van bruinrotonderzoek.

Tabel I.2. Codering voor ontwikkelingsstadia van *Solanum dulcamara* L. (bitterzoet), naar een voorbeeld van een stadiatabel voor druiven opgesteld door Lorenz et al. (in: Vitic. Enol. Sci. 49 (1994): 66-70).

Hoofdcodes	Detailcode	Omschrijving
0		Kiemen/uitlopen
	00	Zaad / plant in (kiem)rust
	09	Cotylen / groene knoppen zichtbaar
1		Bladontwikkeling
	11	Eerste blad ontvouwen
	12	Tweede blad ontvouwen
	19	Negende blad ontvouwen
*		
5		Bloeiwijzevorming
	53	Bloeiwijze zichtbaar
	57	Bloeiwijze volledig ontwikkeld
6		Bloei
	61	Begin bloei: 10% van bloempjes bloeit
	65	Volop bloei: 50% van bloempjes bloeit
	69	Einde bloei
7		Besvorming
	71	Kleine groene bessen zichtbaar
8		Rijping van bessen/zaden
	81	Bessen beginnen te verkleuren
	83	Bessen rood
	89	Bessen rijp, vallen van plant
9		Afsterving
	93	Bladeren beginnen te vallen
	97	Alle bladeren afgevallen

* Ontwikkelingsstadia 2, 3 en 4 zijn niet van toepassing (respectievelijk gereserveerd voor uitstoeling, stengelstrekking en begin aanleg vegetatieve/generatieve plantedelen).



Figuur I.1. Relatie tussen leeftijd en dikte van meerjarig bitterzoethout.