

Biologische bestrijding van invasieve planten

Een invasieve soort is een dier of plant dat door menselijk handelen is ingevoerd in een gebied waar het van nature niet voorkomt, maar dat zich ongecontroleerd kan verspreiden en daardoor schade veroorzaken aan het milieu, de economie en het menselijk leven. Ze hebben invloed op alle ecosystemen, van land tot zoetwater en de mariene omgeving. Invasieve soorten zijn één van de grootste ecologische en economische bedreigingen van onze planeet met de globale kosten geschat op minimaal \$ 1,4 triljoen per jaar¹. Biologische bestrijding (het gebruik van een levend organisme als een beperkende maatregel) is een krachtig hulpmiddel om invasieve planten in natuurlijke ecosystemen te beheren en zou moeten worden geïntegreerd in het beheer van invasieve planten in natuurlijke habitats. Biologische bestrijding heeft enorme potentie om de verplichtingen te helpen bereiken in verband met de Europese Unie (EU) Verordening betreffende preventie en beheer van de introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten (EU Verordening 1143/2014) en om de milieu-effecten van chemische bestrijding te minimaliseren.

Hoe worden invasieve soorten geïntroduceerd?

In het verleden werden invasieve soorten ingevoerd door ontdekkingsreizigers en botanici, die vreemde plantensoorten verzamelden en naar huis brachten. De Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*) werd bijvoorbeeld in het midden van de 19e eeuw, door Philippe van Siebold's kwekerij in Leiden, als een sierplant in Europa geïntroduceerd. Sinds introductie is deze soort zeer invasief geworden en uiterst moeilijk en kostbaar te bestrijden. De wereldwijde toename van handel en verkeer hebben de verspreiding van niet-inheemse soorten versneld en verergerd². Meer dan de helft van de naar schatting 11.000 uitheemse soorten in Europa zijn planten en het aantal exoten is sinds 1920 steeds sneller toegenomen³.

Wat maakt een niet-inheemse plantensoort invasief?

Niet-inheemse plantensoorten arriveren meestal zonder de natuurlijke vijanden, die hen in hun natuurlijke omgeving in toom houden, en worden niet door andere organismen in hun nieuwe omgeving in bedwang gehouden. Er zijn verschillende andere redenen waarom invasieve soorten in hun nieuwe omgeving kunnen gedijen, bijvoorbeeld hun vermogen om te leven in diverse grondsoorten, in verschillende vocht- en lichtregimes, of omdat ze een groot aantal levensvatbare zaden produceren en/of zich vegetatief sterk kunnen vermeerderen.

Wat zijn de gevolgen van invasieve soorten?

Economisch

De kosten van invasieve soorten voor Nederland worden geschat op € 1,3-2,2 miljard per jaar⁴. Wereldwijd worden de kosten aan landbouw en bosbouw geschat op 5% van het BBP en voor de EU ten minste €12 miljard per jaar⁵, met momenteel meer dan 1300 invasieve exoten in Europa (alle taxa)⁶. Invasieve planten veroorzaken meer dan een derde van de wereldwijde

¹ Pimentel *et al.* 2005 (Ecological Economics 52: 273-288)

² Simberloff *et al.* 2005 (Frontiers in Ecology and the Environment 3: 12-20)

³ Hulme *et al.* 2009 (Science 324: 40-41)

⁴ Van der Weijden *et al.* 2005 (Environmental Management, 52:531-540)

⁵ European research project DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe)

⁶ Kuttunen *et al.* 2009 (Technical support to EU strategy on invasive alien species. Institute for European Environmental Policy: 1-124)

economische kosten van alle invasieve soorten⁷. De lange-termijn- en de milieu-effecten van invasieve soorten zijn moeilijk te kwantificeren in economische termen. Daarom worden economische effecten vaak alleen uitgedrukt voor concrete aspecten, zoals de effecten op landbouw of de kosten van bestrijding⁸. De werkelijke economische kosten van invasieve soorten zijn waarschijnlijk veel hoger dan de beschikbare schattingen.

Biodiversiteit

Op mondiaal niveau worden invasieve soorten door het Verdrag inzake Biologische Diversiteit ofwel CBD (*Convention on Biological Diversity*) als op-één-na belangrijkste oorzaak van achteruitgang van de biodiversiteit genoemd, na het verlies van leefruimten. Invasieve plantensoorten veranderen de ecologie van terrestrische, aquatische en wetland-ecosystemen. Ze kunnen bijvoorbeeld dichte matten vormen die het licht tegenhouden en beschikbare zuurstof beperken voor planten, vissen en ongewervelde dieren. Bovendien kunnen ze door hun snelle verspreiding inheemse soorten beconcurreren.

Menselijke gezondheid en voedselzekerheid

Planten zijn de meest meest omvangrijke groep invasieve soorten met onverwachte en verstrekkende gevolgen. Onder andere de verdrukking van lokale planten, en vaak hun bijbehorende fauna, maar ook schade aan gewassen en verliezen in de veehouderij. Invasieve plantensoorten kunnen significante effecten op de volksgezondheid hebben. Voorbeelden zijn allergische reacties zoals de ernstige blaarvorming en huiduitslag, veroorzaakt door contact met reuzenberenklauw (*Heracleum mantegazzianum*). Stuifmeel van de in Europa invasieve ambrosiasoort, *Ambrosia artemisiifolia*, is een veel voorkomende bron van seizoensgebonden hooikoorts.

Internationale conventies en regelgeving

Mondiaal zijn invasieve soorten in de Millennium Ecosystem Assessment aangemerkt als één van de zes grootste uitdagingen die significante negatieve effecten op ecosystemen hebben of zullen hebben. De noodzaak om invasieve soorten te bestrijden is ook in Artikel 8h van de CBD vastgelegd ("de binnenkomst van uitheemse soorten die bedreigend zijn voor ecosystemen, habitats of soorten te voorkomen, dan wel deze te beheersen of uit te roeien"). De EU Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) vereist dat alle lidstaten in al hun wateren in 2015 een "goede ecologische toestand" bereiken, hetgeen onmogelijk is wanneer invasieve soorten aanwezig zijn. De EU-richtlijn tot vaststelling van een kader voor communautaire actie ter verwezenlijking van een duurzaam gebruik van pesticiden (2009/128/EG) heeft tot doel de risico's en de effecten van pesticiden op de menselijke gezondheid en het milieu te verminderen, hetgeen de opties beperkt om invasieve soorten met pesticiden te bestrijden. In 2014 hebben het Europese Parlement en de Raad van Ministers, de economische kosten van invasieve soorten erkennende, ingestemd met de Verordening betreffende preventie en beheer van de introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten (EU Verordening 1143/2014). Deze verordening verplicht lidstaten om de ergste huidige en potentiële invasieve exoten in Europa te bestrijden en vereist de afweging van alle kosten-effectieve beheersmethoden, met inbegrip van biologische bestrijding.

Wat is biologische bestrijding?

Biologische bestrijding is het gebruik van een levend organisme (vaak een insect of schimmel), aangeduid als "biologische bestrijder", om een invasieve soort doelgericht te bestrijden. Het is

⁷ Sheppard *et al.* 2006 (*Weed Research*, 46:93-117)

⁸ Williams *et al.* 2010 (*The economic cost of invasive non-native species on Great Britain*. CABI report CAB/001/09)

een alternatief voor chemische of mechanische bestrijdingsmethoden. Een van de belangrijkste redenen voor het gebruik van biologische bestrijding is dat de traditionele bestrijdingsmethoden, zoals handmatige en chemische methoden, niet voldoen ten gevolge van lage werkzaamheid, hoge kosten en / of ongewenste neveneffecten.

De twee belangrijkste methodes van biologische bestrijding:

Inundatieve biologische bestrijding is gebaseerd op massaproductie en periodieke introductie van grote aantallen van een soort-specifieke biologische bestrijder. De bestrijder kan zich niet blijvend in de nieuwe omgeving vestigen, bijvoorbeeld doordat het klimaat daarvoor niet geschikt is, en verdwijnt uit het ecosysteem. Deze methode wordt al meer dan vijf jaar met groot succes in het Verenigd Koninkrijk toegepast tegen de zeer invasieve grote kroosvaren (*Azolla filiculoides*) (zie case study 3).

Bij **klassieke biologische bestrijding** wordt een waard-specifieke bestrijder uit het oorsprongsgebied van de invasieve soort vrijgelaten in de nieuwe omgeving. Bij deze methode is het de bedoeling dat de bestrijder zich blijvend vestigt en vaak is slechts één introductie nodig voor duurzame bestrijding. De theorie achter klassieke biologische bestrijding van invasieve soorten is dat de introductie van waard-specifieke antagonisten uit het oorspronkelijke verspreidingsgebied de invasieve soort in toom kunnen houden⁹ en dat een nieuw ecologisch evenwicht ontstaat waarin de invasieve soort weliswaar nog voorkomt, maar geen overlast meer veroorzaakt.

Geschiedenis van de klassieke biologische onkruidbestrijding

Sinds meer dan een eeuw wordt klassieke biologische onkruidbestrijding wereldwijd op grote schaal gebruikt tegen onkruiden. Meer dan 1300 biologische bestrijders zijn bewust geïntroduceerd in landen over de hele wereld, met meer dan 400 specifieke bestrijders om 150 soorten planten te bestrijden¹⁰.

Het eerste op onderzoek gebaseerde biologische bestrijdingsproject tegen een onkruid vond plaats in Hawaï in 1902, waar verschillende soorten insecten werden ingezet als biologische bestrijders tegen wisselbloem (*Lantana camara*). De cactusvijg *Opuntia monacantha* was rond die tijd zo'n groot en wijdverspreid probleem in Australië, en de bestaande mechanische of chemische middelen waren zo weinig effectief, dat landeigenaren geen pogingen meer ondernamen om de soort te bestrijden. In 1914 werden cochenilleluizen (*Dactylopius coccus*) tegen deze invasieve soort uit India geïntroduceerd, die zo goed werkten dat *O. monacantha* effectief werd bestreden in verschillende regio's. Introductie van de cochenilleluis *Dactylopius ceylonicus* in Zuid Afrika in 1913 heeft ook tot succesvolle bestrijding van de *Opuntia vulgaris* geleid.

Recentere voorbeelden van succesvolle biologische onkruidbestrijdingsprojecten zijn de waterhyacint (*Eichornia crassipes*) met twee snuitkevers (*Neochetina bruchi* en *Neochetina eichhorniae*), een vlinder (*Niphograptia albiguttalis*) en kattestaart (*Lythrum salicaria*), in de VS waar twee bladkevers (*Galucella californiensis* and *G. pusilla*) bijzonder effectieve bestrijders bleken en in twee tot vijf jaar de bedekking tot 95% verminderden¹¹.

Biologische bestrijding van invasieve onkruiden is de enige realistische lange-termijn oplossing met een laag risico gebleken in diverse landen in Noord-Amerika, Australië/Azië en Zuidelijk Afrika. Hoewel Europese landen de oorsprong zijn van 152 soorten, die in de laatste 100 jaar

⁹ Müller-Schärer en Schaffner 2008 (Biological Invasions 10: 859-874)

¹⁰ Julien & Griffiths (eds.) 1998 (Biological control of weeds: A world catalogue of agents and their target weeds, Fourth edition). CABI Publishing

¹¹ Landis *et al.* 2003 (Biological Control 28: 78-91)

zijn gebruikt als biologische onkruidbestrijders, is biologische onkruidbestrijding nog steeds een relatief nieuw concept in Europa. Echter, biologische onkruidbestrijding zou ook in Europa bijzonder nuttig kunnen zijn, bijvoorbeeld in gebieden met open water waar het gebruik van pesticiden bijna onmogelijk is geworden door de Kaderrichtlijn Water¹².

De eerste, officieel erkende introductie van een klassieke biologische bestrijder tegen een invasieve plant in de EU was de introductie van de bladvlo *Aphalara itadori* tegen de Japanse duizendknoop in het Verenigd Koninkrijk in 2010. In augustus 2014 heeft de Britse regering ook toestemming gegeven voor de introductie van de roestschimmel *Puccinia komarovii* var. *glanduliferae* var. *nov.* om de reuzenbalsemien (*Impatiens glandulifera*) te bestrijden. Een exotische, maar soort-specifieke bladkever is in 2013 in Italië gevonden op de in Europa invasieve plantensoort *Ambrosia artemisiifolia*. Al is onduidelijk hoe deze kever is binnengekomen, het is een effectieve bestrijder van deze Ambrosiasoort.

Kosten en baten van biologische onkruidbestrijding

Voordelen van biologische bestrijding

Het rendement van biologische-bestrijdingsprogramma's tegen onkruiden is vaak hoger in vergelijking tot traditionele bestrijdingsmethoden, zoals het gebruik van chemische of mechanische maatregelen, omdat deze maatregelen over een langere termijn uitgevoerd moeten worden. Eén doel van klassieke biologische onkruidbestrijding is de permanente vestiging van de bestrijder en het veruit grootste deel van de kosten is gerelateerd aan het onderzoek vóór de introductie. Zodra de bestrijder is ingezet en gevestigd, zijn de kosten van opvolging minimaal.

Chemische en handmatige methoden moeten vaak herhaaldelijk, over een aantal jaren, worden toegepast voordat invasieve plantensoorten volledig zijn bestreden. Vervolg-controles in het veld zijn nodig om zeker te zijn dat het onkruid niet opnieuw verschijnt. Het toepassen van zulke methoden is daarom een langdurige maatregel en derhalve meestal duur maar niet duurzaam. Mechanische bestrijding kan zelfs het probleem verergeren doordat het bijdraagt aan de verspreiding van onkruidzaden. In andere gevallen, zoals bij Japanse duizendknoop, draagt het verplaatsen van grond met worteldeeltjes bij aan de verspreiding. Een ander voorbeeld is de mechanische en handmatige verwijdering van waterhyacint uit het Guadiana bekken in Spanje, dat niet alleen duur was (€ 21.700.000), maar aanhoudende waakzaamheid en maatregelen vereiste om vervolg-uitbraken te voorkomen als gevolg van gemiste plantenfragmenten en zaden¹³. Chemische bestrijding brengt daarnaast risico's voor de gebruiker en het milieu met zich mee. Het aanhoudende gebruik van herbiciden kan bovendien resistentie veroorzaken, zoals al gevonden in landbouwonkruiden. In de zuidelijke VS is herbicideresistentie aangetoond in de waterplanten *Hydrilla verticillata* en *Landoltia punctata*, alsook in verschillende grassen, zoals *Pennisetum purpureum*¹⁴.

Slechts enkele grondige economische analyses zijn uitgevoerd op biologische bestrijdingsprojecten. Het beperkte aantal economische studies is deels te wijten aan het feit dat sommige effecten van het bestrijden van invasieve soorten moeilijk in monetaire waarden zijn uit te drukken, zoals de waarde van verbetering in biodiversiteit. Dit betekent dat het economische rendement in de analyse van biologische bestrijdingsprojecten vaak wordt onderschat. Desondanks hebben deze studies aangetoond dat de voordelen van het gebruik van biologische onkruidbestrijding vaak ruimschoots tegen de kosten opwegen. Een voorbeeld

¹² Shaw *et al.* 2011 (Weed Research 51:522-558)

¹³ Cifuentes y de la Cerra, 2012 (El jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la Cuenca del Guadiana. Experiencias de manejo. [presentation] Jornades sobre especies invasoras de rios y zonas humedas, Valencia, Spain, 31st January – 1st February, 2012)

¹⁴ Hutchinson *et al.* 2007 (Natural Areas Journal 27:258-263)

is de studie van Culliney in 2005 die een gemiddeld rendement van 200% aantoonde, alhoewel er grote verschillen waren tussen de 32 bestudeerde projecten¹⁵.

Een recente kwantitatieve analyse van gepubliceerde studies met betrekking tot klassieke biologische onkruidbestrijding toonde aan dat de groei van individuele planten evenals de populatiedichtheid van de doelsoorten afnam. Deze studie liet ook zien dat het aantal niet-doelsoorten toenam na de introductie van biologische bestrijders¹⁶. Bovendien is bewezen dat gebruik van biologische bestrijding van invasieve soorten het verlies van de inheemse biodiversiteit helpt tegen te gaan. Een wereldwijd overzicht van biologische bestrijdingsprojecten toonde aan dat 98% van die projecten gunstige uitwerkingen hadden op de bescherming van biodiversiteit¹⁷.

Nadelen van biologische bestrijding

Biologische bestrijding is geen quick-fix oplossing. Eén van de nadelen is daarom de tijd die nodig is voordat effecten merkbaar zijn. Potentiële, soortspecifieke bestrijders moeten aan strenge eisen voldoen voordat ze kunnen worden geïntroduceerd en het duurt normaliter jaren voordat het vereiste onderzoek is afgerond. Ook na de introductie kan het enige tijd duren voordat de effecten op de doelsoort en het milieu zichtbaar worden, bijvoorbeeld omdat de populatie van de bestrijder in het begin niet groot genoeg is om significante effecten op de doelsoort te hebben.

Helaas heeft een kleine fractie van de biologische onkruidbestrijdingsprojecten (meestal zeer geringe) negatieve effecten gehad op niet-doelsoorten¹⁸. Deze effecten variëren van vraatschade aan niet-doelsoorten gedurende één seizoen, als de bestrijder na introductie een korte tijd zeer veelvuldig voorkwam, tot langdurige interacties in gevallen waar het waardespectrum niet correct was vastgesteld. In sommige gevallen was wel bekend dat de bestrijder niet heel waardspecifiek was, maar werd toch onder politieke druk tot introductie overgegaan. De zaadkever *Bruchidius villosus* bijvoorbeeld in Nieuw-Zeeland werd tegen brem (*Cytisus scoparius*) geïntroduceerd, maar door ontoereikend waardspecificiteitsonderzoek was niet bekend dat de kevers zich op een (uitheemse) niet-doelsoort konden ontwikkelen¹⁹. In een ander geval werd de Sint-Jakobsvlinder (*Tyria jacobaeae*) in de Verenigde Staten vrijgelaten ter bestrijding van Jacobskruiskruid (*Senecio jacobaea*), maar onjuiste of onvolledige botanische taxonomische kennis leidde ertoe dat een aantal potentiële inheemse waardplanten (die later bij het geslacht *Senecio* zijn gevoegd) niet getest waren en één van deze soorten wordt nu door de vlinder als waardplant gebruikt²⁰. Een derde voorbeeld is de scherpe spiegelmot (*Cydia succedana*), die in Nieuw-Zeeland werd ingevoerd ter bestrijding van gaspeldoorn (*Ulex europaeus*). De ontwikkeling van de mot was echter slecht afgestemd op de bloeitijd van gaspeldoorn, wat tot onvoorziene schade aan niet-doelsoorten leidde wanneer geen bloemen of peulen beschikbaar waren. Bovendien was het onderzoek aan motten uit Engeland gedaan, terwijl er ook motten uit Portugal werden vrijgelaten, die een breder waardespectrum bleken te hebben²¹. Moderne biologische bestrijdingsprojecten hebben tegenwoordig een veel lager risico vanwege het gebruik van sterk verbeterde onderzoeksmethoden, ervaring en moderne technieken om de taxonomie van zowel bestrijder

¹⁵ Culliney 2005 (Critical Reviews in Plant Sciences 24:131-150)

¹⁶ Clewley *et al.* 2012 (Journal of Applied Ecology 49:1287-1295)

¹⁷ Van Driesche *et al.* 2010 (Biological Control 54:S2-S33)

¹⁸ Suckling and Sforza 2014 (PLoS One 9: e84847)

¹⁹ Haines *et al.* 2004 (Proceedings of the XI International Symposium on Biological Control of Weeds. Cullen *et al.* (eds.), CSIRO, Canberra. pp. 271-276)

²⁰ Paynter *et al.* 2004 (New Zealand Plant Protection 57:102-107)

²¹ Paynter *et al.* 2008 (Biological Control 46:453-462)

als doelsoort vast te stellen, zowel als sterk verbeterde acceptatie-criteria van biologische onkruidbestrijders.

Biologische bestrijding is geregeld middels een internationale gedragscode en een internationaal erkende adviesraad en procedures in het kader van de International Plant Protection Convention (IPPC, 2005: ISPM3), de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO, 2004) en de European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO, 1999, 2000). Landen met veel ervaring met biologische bestrijding hebben hun eigen gevestigde procedures. Nieuw-Zeeland bijvoorbeeld, heeft een alom gewaardeerd systeem dat in de laatste jaren geoptimaliseerd is om processen zo veilig, efficiënt en transparant mogelijk te maken²².

Biologische onkruidbestrijding in de praktijk

De waard-specificiteit staat voorop tijdens het onderzoek aan een kandidaat biologische onkruidbestrijder. Specificiteitsonderzoek is een integraal onderdeel van alle fasen in elk biologische-bestrijdingproject, dat vóór eventuele vrijlating plaatsvindt in het land van oorsprong van de potentiële bestrijder en in quarantaine-laboratoria. De bevindingen van het wetenschappelijk onderzoek vormen de basis van een risico-analyse die ter goedkeuring wordt voorgelegd aan de relevante instanties en experts die uiteindelijk beslissen of de bestrijder kan worden vrijgelaten. De stappen van een biologisch-bestrijdingsproject kunnen als volgt worden beschreven²³:

Initiatie: De identiteit en oorsprong van de doelsoort worden accuraat vastgesteld, door zowel het bestuderen van de literatuur en herbarium-exemplaren als taxonomisch en genetisch onderzoek. Gedurende deze fase van het project kunnen kosten-batenvoorspellingen worden uitgevoerd alsmede schattingen van de economische haalbaarheid. Dergelijke analyses kunnen echter ook aan het eind van een project worden uitgevoerd ter evaluatie.

Vaststellen van de waardspecificiteit: De ecologie van de doel-plantensoort en de potentiële bestrijders worden bestudeerd. Er zijn grondige, bekende toetsmethoden voor waardspecificiteit van potentiële biologische bestrijders (zie o.a. referenties). Dit wordt in het veld en in het laboratorium gedaan, onder andere door experimenten met niet-waardplantensoorten om het vermogen te bepalen tot afzetten van eieren en vraat, alsmede ontwikkeling in het geval van invertebraten, of de vatbaarheid en virulentie in het geval van pathogenen. Omdat het onmogelijk is alle plantensoorten in een land te onderzoeken, is het bepalen van de te toetsen plantensoorten een fundamenteel onderdeel van ieder biologische-bestrijdingsproject. De selectie omvat altijd de meest verwante inheemse soorten, economisch belangrijke soorten en soorten die in dezelfde habitat voorkomen.

Vrijlaten: Als het onderzoek succesvol is afgerond en een geschikte bestrijder is gevonden, dan pas wordt een aanvraag ingediend bij de relevante instanties voor het inzetten van de biologische bestrijder en worden de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek door experts beoordeeld. Als toelating wordt verleend, wordt de biologische onkruidbestrijder geïmporteerd en overgegaan tot massaproductie.

Inventarisatie en evaluatie: Door middel van veldstudies wordt nagegaan of de bestrijder zich heeft gevestigd en verspreid. Direkte effecten van de bestrijder op de doelsoort worden gekwantificeerd en inventarisaties worden gedaan om eventuele effecten op niet-doelsoorten te ontdekken. Het is goed om ook lange-termijnstudies van de effecten van de bestrijders op populatiegrootte en populatiedynamica van het onkruid uit te voeren.

²² Hill *et al.* 2011 (Proceedings of the XIII International Symposium on Biological Control of Weeds. Wu *et al.* (eds.) , pp. 75-83)

²³ Van Driesche & Bellows (eds), 1996 (Biological Control. Springer, Berlin)

Biologische bestrijding van Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*)

Japanse duizendknoop is een invasieve plantensoort die steeds meer ecologische en economische schade veroorzaakt in Europa, waaronder in Nederland. Waar de plant voorkomt kunnen inheemse soorten worden verdrongen. Dode stengels kunnen in het water vallen en opstapelen, hetgeen tot verstoppingen en wateroverlast kan leiden. In bebouwde gebieden is de soort bekend om het verstoren van infrastructuur, onder andere vanwege het vermogen om door asfalt heen te groeien. In Engeland weigert een aantal hypotheekverstrekkers leningen voor de aankoop van woningen op met Japanse duizendknoop besmette percelen. Japanse duizendknoop is uiterst moeilijk te bestrijden vanwege zijn uitgebreide wortelstelsel dat zich vele meters vanuit de plant kan verspreiden. Zowel mechanische als chemische bestrijding zijn weinig effectief tenzij dit vaak wordt herhaald en er gebruik gemaakt wordt van agressieve, niet-selectieve herbiciden.

Omdat in het Verenigd Koninkrijk erkend werd dat een alternatieve en duurzame bestrijdingsmethode nodig was, heeft een consortium van voornamelijk publieke financierders het biologische bestrijdingsonderzoek van Japanse duizendknoop ondersteund. Wetenschappers hebben in 2000 de eerste inventarisaties in de regio van oorsprong van de Japanse duizendknoop uitgevoerd. Er werden meer dan 200 insecten en pathogene schimmels gevonden die met de plantensoort geassocieerd waren, maar slechts een handvol daarvan werd geschikt bevonden om onder strenge quarantaine-omstandigheden in het VK verder te onderzoeken. De resultaten van de eerste experimenten met een bladvlo, *Aphalara itadori*, waren bijzonder positief. Bijna negentig plantensoorten werden gekozen om te testen: alle inheemse soorten van de duizendknoopfamilie, soorten uit hetzelfde habitat en een aantal economisch en sociaal belangrijke soorten. In specificiteitsexperimenten werden planten aan de bladvlo blootgesteld in situaties waar de bestrijder geen keus had om eieren af te zetten, of waar ze de keus hadden tussen een testsoort en de Japanse duizendknoop om de voorkeur vast te stellen. De ontwikkeling van eieren die op niet-doelsoorten werden afgezet werd gevolgd om te zien of die plantensoorten geschikt waren voor het overleven van de bladvlo. De resultaten van dit onderzoek lieten zien dat *A. itadori* een zeer soort-specifieke natuurlijke vijand van Japanse duizendknoop is²⁴. Het onderzoek werd afgesloten met een aanvraag voor de vrijlating van de bladvlo in Engeland en Wales, en toestemming werd in 2010 verleend. Een vijf jaar durende studie is nu gaande om de effecten van *A. itadori* op Japanse duizendknoop in het Verenigd Koninkrijk te onderzoeken, en het is nog te vroeg voor definitieve resultaten. Tot op heden zijn goede aanwijzingen voor een eventuele vestiging van de bladvlo waargenomen en, zoals verwacht, zijn er geen negatieve effecten op inheemse soorten gesignaleerd.

In 2013 heeft CABI in het VK een project uitgevoerd om de mogelijkheden te onderzoeken voor bestrijding van de in Nederland voorkomende Japanse en andere invasieve duizendknoopsoorten middels dezelfde bladvlo *A. itadori*. Het doel was te bepalen of deze biologische bestrijder van Japanse duizendknoop ook in Nederland een veilige en effectieve mogelijkheid zou kunnen zijn. De resultaten bevestigden de hoge specificiteit van de bestrijder en de mogelijkheid voor toepassing in Nederland.

Case studies

1. Rubberliaan (*Cryptostegia grandiflora*)

²⁴ Shaw *et al.* 2009 (Biological Control 49:105-113)

Een houtachtige klimplant uit Madagascar die in Australië met succes is bestreden met behulp van biologische bestrijding. Een stam van de roestschimmel *Maravalia cryptostegiae*, afkomstig uit zuid-west Madagascar, werd geëvalueerd door CABI en, nadat de veiligheid was aangetoond, geïntroduceerd in het betroffen gebied in Queensland, Australië (~ 40.000 km²). Doordat het zeer schadelijk, genus specifiek en klimatologisch aangepast is, heeft deze biologische bestrijder een groot effect op de klimplant gehad. Dit samenwerkingsproject met het Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR) wordt vaak aangehaald als een uiterst succesvol voorbeeld van klassieke biologische bestrijding van een exotisch onkruid, en de duurzame vermindering van financiële en ecologische schade.

2. Waterhyacint (*Eichhornia crassipes*)

Deze vrijdrijvende waterplant uit de Amazone is een invasieve plant in meer dan 50 landen wereldwijd, in de tropen en subtropen. Waterhyacint groeit zeer snel en heeft invloed op de waterkwaliteit, verdamping, ecosystemen, en dus ook op recreatie, landbouw en visserij. De enorme omvang van de invasies beperkt vaak de effectiviteit van mechanische en chemische bestrijding. Sinds de 60er jaren, is een aantal soorten insecten uit het oorspronkelijke verspreidingsgebied van de plant in betroffen regio's geïntroduceerd. Met name de snuitkevers *Neochetina bruchi* en *Neochetina eichhorniae* en de vlinder *Niphograptus albiguttalis* zijn succesvolle biologische bestrijders geweest in een aantal locaties in Afrika, Australië, India, Thailand en de Verenigde Staten, en in deze gevallen waren de economische baten aanzienlijk. Bijvoorbeeld, in het zuiden van Benin, waar de biologische bestrijding van waterhyacint werd gestart in de jaren 1990, werd de kosten-batenverhouding in 2003 op 1:124 geschat.

3. Grote kroosvaren (*Azolla filiculoides*)

Groot kroosvaren is in Noord-Amerika inheems, maar heeft zich vrijwel over de hele wereld gevestigd en was in Europa als vijverplant ingevoerd en daardoor wijdverspreid. Negatieve gevolgen van deze kroosvaren zijn bijvoorbeeld de vermindering van de waterkwaliteit, de stroomsnelheid in irrigatiekanalen, de aquatische biodiversiteit, het voor recreatie beschikbare wateroppervlak en de toename van geblokkeerde waterpompen en verzilting. Biologische bestrijding van deze soort werd voor het eerst onderzocht in Zuid-Afrika, hetgeen leidde tot de introductie van een snuitkever (*Stenopelmus rufinusus*) uit de VS. Sinds 2008 is het onkruid daar als volledig bestreden beschouwd en de kosten-batenverhouding van het programma werd in 2010 op 1:15 geschat. De snuitkever *S. rufinusus* is in een aantal Europese landen per ongeluk binnengekomen. In het VK resulteert een bestrijdingsproject met vermeerdering van de snuitkever en introduceren in met grote kroosvaren besmette wateren, vaak in lokale uitroeiing van het onkruid. Demonstratieproeven, in Nederland gefinancierd door Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), en in België, Engeland, Frankrijk en Nederland, gefinancierd door de Europese Commissie, hebben de weg bereid om groot kroosvaren op vergelijkbare manier met deze snuitkever te bestrijden.

4. Reuzenbalsemien (*Impatiens glandulifera*)

Sinds haar introductie als een sierplant in het midden van de 19e eeuw is reuzenbalsemien snel uitgegroeid tot één van de meest wijdverspreide invasieve onkruidsoorten in het Verenigd Koninkrijk. Reuzenbalsemien komt van nature voor in de uitlopers van de Indiase en Pakistaanse Himalaya. In gebieden waar het is geïntroduceerd concurreert de soort met inheemse plantensoorten om ruimte, licht en bestuivers, waardoor de inheemse biodiversiteit lokaal afneemt. De Britse Environment Agency schat dat het £300.000.000 zou kosten om deze soort uit te roeien. Tijdens inventarisaties in het oorspronkelijke verspreidingsgebied werd een roestschimmel gevonden die aanzienlijke effecten op deze planten soort had. Tijdens uitgebreide experimenten in een quarantaine laboratorium bleek de schimmel, *Puccinia komarovii* var. *glanduliferae* var. *nov.*, zeer waard-specifiek te zijn en veilig om in te

zetten in het VK. In augustus 2014 werd de schimmel, met goedkeuring van de autoriteiten, in Engeland geïntroduceerd. De vestiging van de schimmel in de vrije natuur en effecten op reuzenbalsemien worden sinds de introductie nauwgezet gevolgd.

Handige websites en referenties

- www.azollacontrol.com
- www.cabi.org/japaneseknotweedalliance
- <http://himalayanbalsam.cabi.org/frequently-asked-questions/non-native-species/>
- DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) <http://www.europe-aliens.org/>

De Clerck-Floate, R.A., Mason, P.G., Parker, D.J., Gillespie, D.R., Broadbent, A.B. and Boivin, G. (2006) Guide for the Importation and Release of Arthropod Biological Control Agents in Canada. [available online:

http://www.for.gov.bc.ca/hra/plants/downloads/Standard_Eng_final_Sept0606.pdf]

Raghu, S. and Van Klinken, R.D. (2006) Refining the ecological basis for agent selection in weed biological control. *Australian Journal of Entomology* 45(4):251-372

Spafford Jacob, H. and Briese, D.T. (2002) Improving the selection, testing and evaluation of weed biological control agents. CRC for Australian Weed Management, Technical Series #7

USDA (2000) Reviewer's Manual for the Technical Advisory Group for Biological Control Agents of Weeds [available online:

http://www.phytopsanitary.info/sites/phytopsanitary.info/files/Reviewers_Manual_for_the_Technical_Advisory_Group_for_Biological_Control_Agents_of_weeds.pdf]