

04. Wat kronkelt daar in de heide?

De ecologie van Klein warkruid in Limburgse heidegebieden

Klaar MEULEBROUCK & Martin HERMY, Katholieke Universiteit Leuven, Afdeling Bos, Natuur en Landschap, Celestijnenlaan 200E, B-3001 Heverlee

Els AMELOOT, Agentschap voor Natuur en Bos, Buitendienst Vlaams-Brabant, Waaistraat 1, B-3000 Leuven

Kris VERHEYEN, Universiteit Gent, Laboratorium voor Bosbouw, Geraardsbergsesteenweg 257, B-9090 Melle-Gontrode



Tussen het purperen kleed van miljoenen struikheiplanten in kronkelt hier en daar de mysterieuze plant Klein warkruid (*Cuscuta epithymum*), of – volgens het befaamde kruidenboek van Dodoens (1554) – ‘scorfte, ook bekend als dodencruydt of duyvelsnaeygaren’. Die laatste naam, Duivelsnaaigaren, is nu nog altijd in gebruik. Klein warkruid is een zeldzame plant met een interessante levenswijze. Geen wonder dus dat het een doelsoort voor natuurbehoud is. Sinds 2004 staat Klein warkruid in verschillende Limburgse heidereservaten in de kijker. De populatietrends en de levenswijze worden er nauwkeurig onderzocht. Redenen genoeg om even stil te staan bij deze merkwaardige soort.

Heidegebieden onder druk

Het landschapsbeeld van zandige bodems in Vlaanderen, Nederland en andere regio's van Atlantisch Europa werd lange tijd gekenmerkt door uitgestrekte heidevelden met overheersend Struikhei (*Calluna vulgaris*) (De Blust *et al.*, 2004). Voor 1850 bestond de provincie Limburg voor ongeveer twee derde uit heidegebied (Allemeersch *et al.*, 1988). Deze biotoop speelde dan ook een uiterst belangrijke rol in het dagelijkse leven van de mens in de Kempen. Onze heidegebieden zijn immers het uiteindelijke resultaat van een eeuwenlange toepassing van klassieke heidegebruiken zoals beweiden, maaien, plaggen en gecontroleerd branden. Daarom wordt heide ook als een halfnatuurlijk landschap beschouwd, waarbij de fauna en flora spontaan aanwezig zijn, maar het vegetatiebeeld door menselijke ingrepen is bepaald.

Sinds de negentiende eeuw echter brachten technologische ontwikkelingen en maatschappelijke veranderingen met zich mee dat de heide haar economische rol verloor (Verboven *et al.*, 2005). Het resultaat was dat grote oppervlakten heide verouderden, een spontane successie naar bos ondergingen, bebost werden of omgezet werden in landbouwgrond (Gimingham, 1972; Piessens *et al.*, 2005). Vandaag rest ons slechts 5 % van de oorspronkelijke oppervlakte die de heide rond 1850 in Vlaanderen en Nederland innam (Odé *et al.*, 2001). Typische heidesoorten stierven plaatselijk uit of werden teruggedrongen tot kleine, versnipperde en sterk geïsoleerde heiderelicten (Piessens & Hermy, 2006). Naast de areaalinkrimping zorgde ook de verwaarlozing van het heidebeheer ervoor dat 30 % van de Vlaamse heidesoorten nu op de Rode Lijst staat (De Bruyn, 2003). Klein warkruid is hier een goed voorbeeld van.

Kennismaking met Klein warkruid

Klein warkruid, lid van de Windefamilie, is een 's zomers bloeiende, kruidachtige holoparasiet. Dit laatste betekent dat de plant zichzelf niet van water en voedingsstoffen kan voorzien, maar deze tapt uit de stengel van haar gastheer. Ze gebruikt daarvoor speciale boorworteltjes (*haustoria*; zie ook kadertekst). Het parasitaire karakter is duidelijk af te leiden uit de verschijningsvorm van de plant. Klein warkruid vormt een kluit van wijnrode, draaddunne stengels, bezet

met witte tot roze bloempjes (Figuur 1). Zowel bladeren als wortels ontbreken. Bij het kiemen van de zaden in de lente is het belangrijk snel een geschikte gastheer te vinden. Is er geen gastheer in de directe omgeving, dan sterven de wortelloze kiemplantjes na een tweetal weken af. Is er toch een gastheer, dan valt de parasiet de bovengrondse onderdelen van zijn gastheer aan door zich rond de stengels en/of bladeren te winden en de vaatbundels met zijn *haustoria* binnen te dringen. Op deze manier naait de parasiet de vegetatie als het ware aan elkaar, vandaar ook zijn volksnaam Duivelsnaaigaren (Figuur 2).

Oorspronkelijk groeide Klein warkruid enkel in gematigde en warme delen van Europa, in West-Azië en in het Atlasgebied in Noord-Afrika, zelfs tot op een hoogte van 3 000 meter (Weeda *et al.*, 1988). Momenteel echter is de soort wereldwijd verspreid als gevolg van vermenging van haar zaden met zaden van landbouwgewassen zoals Luzerne (*Medicago sativa*). Daarom duikt de parasiet buiten zijn oorspronkelijke areaal af en toe op als pestsoort van voornamelijk kla-



Figuur 1. Wespachtige op de witte bloemen van Klein warkruid. (Foto Klaar Meulebrouck, Heiderbos, juni 2007)



Figuur 2. Klein warkruid parasiterend op Struikhei. (Foto Frederik Vanden Abeele, Vallei van de Ziepbeek, mei 2007)

vervelden. In die landen is Klein warkruid nadelig voor de economie. Het wordt dan ook als een onkruid van formaat beschouwd (Parker & Riches, 1993). In West-Europa kwam de parasiet vroeger vrij algemeen voor, maar tegenwoordig is de soort in vele landen een zeldzaamheid geworden. Zo is Klein warkruid in België zeldzaam in het Kempense district en zeer zeldzaam tot afwezig in de rest van het land (Van Landuyt *et al.*, 2006). In Vlaanderen wordt de parasiet voornamelijk teruggevonden in de provincies Antwerpen en Limburg. In West-Vlaanderen is slechts 1 vindplaats gesignaleerd (Figuur 3; Van Landuyt *et al.*, 2006).

Klein warkruid is een typische soort van vegetaties die gebonden zijn aan een betrekkelijk zure, droge en voedselarme bodem (Weeda *et al.*, 1988). De parasiet wordt dan ook vooral teruggevonden in recent beheerde heidevegetaties, met de grootste concentratie in de Limburgse Kempen (Figuur 3). Toch beperkt Klein warkruid zich in Vlaanderen niet tot heidegebieden. Ook in heischrale graslanden (bijvoorbeeld in het Tiendebergreservaat te Riemst, Figuur 4), in kalkrijke duinen (bijvoorbeeld de Warandeduinen in West-Vlaanderen) en in kalkgraslanden (bijvoorbeeld in Zuid-België) verschijnt de soort.

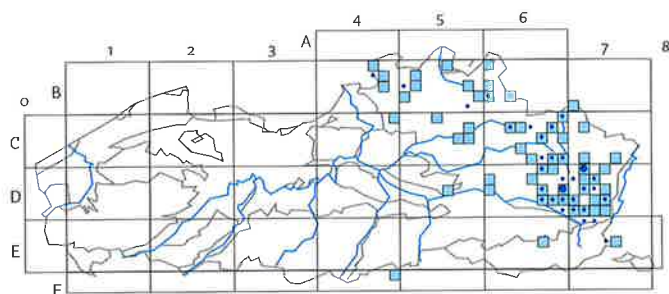
Vaak treedt er verwarring op tussen Klein warkruid en zijn grotere broer Groot warkruid (*C. europaea*). In tegenstelling tot Klein warkruid is dit een typische plant van voedselrijke ruigten, die vooral voorkomt op rivieroeveren en in struwelen. Geliefde gastheer is de Grote brandnetel (*Urtica dioica*). Ook Hopwarkruid (*C. lupuliformis*) wordt sporadisch waargenomen in België en dan vooral op vochtige, voedselrijke plaatsen. Sinds de twintigste eeuw dringt dit op struiken parasiterende warkruid vanuit Oost-Europa langzaam onze gebieden binnen. Ten slotte zijn er verscheidene waarnemingen van Veld-

warkruid (*C. campestris*) in België gekend. Zo werden meerdere exemplaren van deze soort aangetroffen aan de Maas te Meeswijk (Limburg), parasiterend op Grote stekelnoot (*Xanthium oriëntale*) (Berten, persoonlijke mededeling).

Waar gaat het onderzoek precies over?

Om op een gepaste manier in te grijpen voor het behoud of een vernieuwde uitbreiding van de soort, is een grondige ecologische kennis vereist. Bovendien willen we een beter inzicht verkrijgen in de verspreiding van Klein warkruid in Vlaanderen. Daarom onderzoeken we sinds 2004 de populatiedynamiek en verschillende aspecten van de levenscyclus van de soort in 4 Midden-Limburgse reservaten: Heiderbos (As), Mechelse Heide (Maasmechelen), Vallei van de Ziepbek (Lanaken) en De Maten (Genk) (Figuur 4). In deze reservaten komen grote oppervlakten droge heide voor, waar actief beheer (maaien, plaggen, branden en/of grazen) zorgt voor de aanwezigheid van jonge heide. Verder lag Klein warkruid in 2004 ook onder de loep tijdens een pilotstudie in heischrale graslanden van het Natuurpuntreservaat Tiendeberg, gelegen in het meest zuidoostelijke puntje van Limburg (Figuur 4).

Sinds 2004 is er iedere zomer in de 4 Midden-Limburgse reservaten een screening naar alle groeiplaatsen van Klein warkruid. Tal van metingen vinden dan plaats. Op elke groeiplaats bepalen we de populatiegrootte van de parasiet. We meten de vegetatiedensiteit en -hoogte. En we noteren veranderingen in het beheer. Ook gaan we jaarlijks de vruchtbaarheid van de parasiet na door het gemiddelde aantal bloemen per oppervlakte-eenheid en het gemiddelde aantal zaden per zaaddoos te bepalen. Zo zien we hoe populaties verande-



Figuur 3. Verspreiding van Klein warkruid in Vlaanderen. Klein warkruid is zeldzaam in het Kempense district en zeer zeldzaam tot afwezig in de rest van Vlaanderen. De lichtblauwe hokken (uurhokken) geven de verspreiding weer in de periode 1940-1971, de donkerblauwe stippen die in de periode 1972-2004. De grootte van de stippen is evenredig met het aantal geïnventariseerde kwartierhokken waarin de soort voorkwam (naar Landuyt *et al.*, 2006).



Figuur 4. Situering van de 5 onderzochte reservaten in de provincie Limburg. ① Heiderbos, ② Mechelse Heide, ③ De Maten, ④ Ziepbekvallei, ⑤ Tiendeberg

ren in functie van de tijd, hoe Klein warkruid reageert op het heidebeheer en op de veranderingen in de vegetatie gedurende de heidesuccessie (zie kadertekst) en hoe vruchtbaar de populaties onder verschillende omstandigheden zijn. Verder is extra informatie ingezameld over de vegetatiesamenstelling en de verschillende gastheren waarop Klein warkruid parasiteert, dit zowel in de 4 Midden-Limburgse reservaten als in het Tiendebergreservaat.

Om meer grip te krijgen op de precieze levenscyclus van de parasiet zijn enkele bijkomende experimenten op touw gezet. Het kiemings-experiment is er daar één van. De opzet van dit experiment is te weten komen welke omstandigheden vereist zijn om zaden te laten kiemen. Dit gebeurde onder gecontroleerde labo-omstandigheden. Omdat zaden onder natuurlijke omstandigheden echter niet altijd op dezelfde manier reageren als in een labo, is er ook een inzaai-experiment in beheerde heide opgestart, waarbij we de kieming en de vestiging van de parasiet opvolgen. Daarnaast is er een verbredings-experiment dat nagaat of Klein warkruid in staat is zich in de ruimte te verplaatsen (verbreiden) en of de plant hierbij gehinderd wordt door hoge, ongeschikte vegetatie. Verder proberen we na te gaan of de zaden gedurende langere perioden kunnen overleven in de bodem.

We gingen de kieming van langdurig ingegraven zaden na en creëerden geschikte groeiplaatsen in oude heide, op plaatsen waarvan we vermoedden dat de parasiet er vroeger voorkwam. Ten slotte is onderzocht of Klein warkruid in Vlaanderen in staat is om te overwinteren met behulp van zijn haustoria.

Enkele belangrijke resultaten

De menukaart van Klein warkruid

De Latijnse naam *C. epithymum*, letterlijk 'groeïend op Tijm', laat uitschijnen dat Klein warkruid vooral op tijmsorten parasiteert. Nochtans blijkt uit ons onderzoek dat in de onderzochte gebieden niet Tijm, maar vele andere soorten als gastheer naar voor komen (Meulebrouck *et al.*, 2006; 2007). De droge heide van de 4 Midden-Limburgse heidereservaten telt 21 verschillende gastheren waarop Klein warkruid met zijn haustoria is vastgehecht. Toch blijkt de parasiet bepaalde soorten aantrekkelijker te vinden dan andere. Struikhei is de favoriet. Er zijn immers op 98 % van de 692 onderzochte warkruidvlekken haustoria teruggevonden, terwijl de tweede meest algemene gastheer, Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) slechts in 4 % van de



Figuur 5a. Klein warkruid windt zich rond een plant, hier Pijpenstrootje, zonder er een haustoriale verbinding mee te maken.
(Foto Frederik Vanden Abeele, Vallei van de Ziepbek, mei 2007)



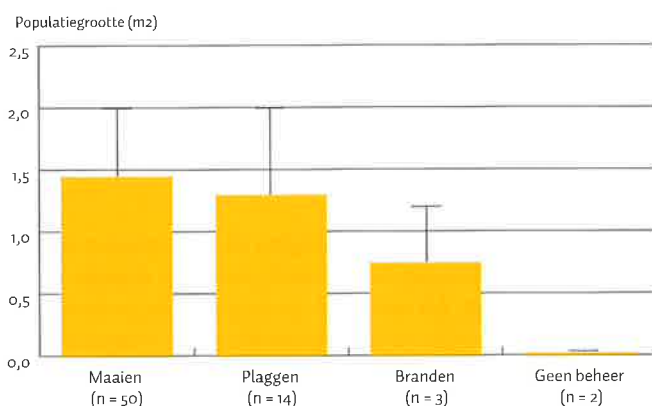
Figuur 5b. De parasiet is in staat om de winter te overbruggen als haustorium in het weefsel van zijn gastheer, hier Struikhei.
(Foto Dries Adriaens, Heiderbos, april 2007)

geobserveerde vlekken was geïnfecteerd. Ook Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*), Pilzegge (*Carex pilulifera*), Kruidbrem (*Genista pilosa*), Valse salie (*Teucrium scorodonia*), Gewone dophei (*Erica tetralix*) en Rode dophei (*E. cinerea*) manifesteerden zich geregeld als gastheer. Deze waarnemingen suggereren een breed 'gastheerbereik', maar met een duidelijke 'gastheervoorkeur' voor jonge Struikhei. Toch kunnen we uit ons onderzoek niet besluiten dat alle soorten waarop *haustoria* teruggevonden zijn, daadwerkelijk als gastheer van Klein warkruid optreden. Hiervoor dient de parasiet een functionele verbinding met het vaatstelsel van zijn gastheer te maken, waarlangs daadwerkelijk transport van voedingsstoffen plaatsvindt. Soms gebeurt het dat Klein warkruid zich rond een plant windt en deze enkel als tussensteun gebruikt om van daaruit een geschikte gastheer te bereiken. Uit ander wetenschappelijk onderzoek blijkt bijvoorbeeld dat warkruidsoorten zich wel rond grasachtigen kunnen winden, maar hiermee geen haustoriale verbinding maken (Costea en Tardif, 2006; Figuur 5a). Daarnaast is waargenomen dat Klein warkruid vooral de jonge, onverhoude delen van Struikhei parasiteert. Zoals door andere auteurs gesuggereerd (Kelly, 1992; Koch *et al.*, 2004), verkiest Klein warkruid de voedselrijke, onverhoude onderdelen van zijn gastheer om zo voldoende energie te verkrijgen voor het voltooiën van zijn levenscyclus. Bij houtige planten zoals Struikhei zorgt de houtige structuur van de oudere planten waarschijnlijk voor een mechanische barrière waardoor de zuigwortels van de parasiet het vaatstelsel van de gastheer niet kunnen binnendringen. Daarom wordt Klein warkruid ook enkel op jonge individuen of onverhoude delen van oudere Struikhei teruggevonden (Meulebrouck *et al.*, 2007).

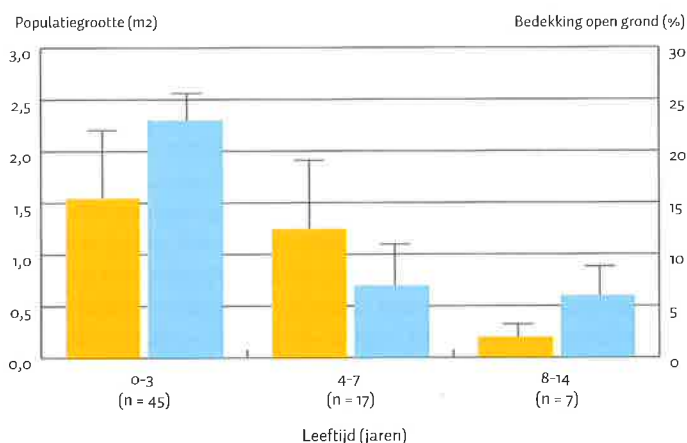
Ook in de geïnventariseerde proefvlakken op de heischrale graslanden van de Tiendeberg is de parasiet op een breed scala aan soorten teruggevonden (Meulebrouck *et al.*, 2006). De parasiet had zich aan 50 % van de aanwezige plantensoorten of aan 23 verschillende soorten vastgehecht. Dit wijst er terug op dat Klein warkruid geen specialist is. In tegenstelling tot de gastheerkeuze in droge heide, parasiteert Klein warkruid in de graslanden van de Tiendeberg vooral op kruidachtige soorten. Of dit te maken heeft met genetische verschillen moet verder onderzoek uitwijzen. De meest algemene soorten die als gastheer opdoken, zijn Gewoon duizendblad (*Achillea millefolium*), Gewone rolklaver (*Lotus corniculatus*), Knoopkruid (*Centaurea jacea*), Geel zonneroosje (*Helianthemum nummularium*) en Grasklokje (*Campanula rotundifolia*).

Vegetatiesuccessie beïnvloedt populaties op lokale schaal

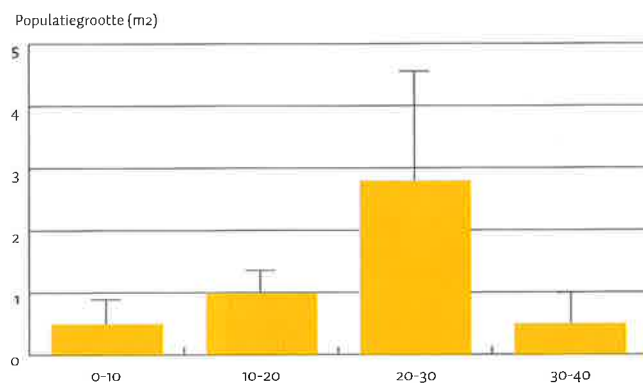
Op basis van de analyse van data uit de zomer van 2004 kunnen we besluiten dat Klein warkruid vooral verschijnt als de vegetatie door middel van heidebeheer tot de pioniersfase is teruggedrongen (Meulebrouck *et al.*, 2007). Onze observaties bevestigen de associatie van de parasiet met jonge, recent beheerde heide, gedomineerd door Struikhei. Elke vorm van heidebeheer resulteerde immers in een grotere populatie van de parasiet dan wanneer er geen beheer werd uitgevoerd (Figuur 6a). De sterke verschillen in populatiegrootte op plaatsen waar de parasiet voorkwam, waren vooral het resultaat van veranderingen in vegetatiestructuur gedurende heidesuccessie (Figuur 6b-c; zie ook kadertekst). Een 10 tot 30 centimeter hoge vege-



Figuur 6a. De gemiddelde populatiegrootte van Klein warkruid in bezette onderzoeksplaatsen (69 in het totaal) per type beheer.



Figuur 6b. De gemiddelde populatiegrootte (gele balken) en de bedekking open grond (blauwe balken, rechte verticale as) in bezette onderzoeksplaatsen voor 3 klassen van vegetatieleeftijden.



Figuur 6c. De gemiddelde populatiegrootte van de parasiet in 4 klassen van vegetatiehoogte. De populatiegrootte is uitgedrukt als het aantal vierkante meters van een onderzoeksplaats ingenomen door warkruiddraden. n = het aantal onderzoeksplaatsen behorende tot een bepaalde klasse.

tatie met open grond, hoofdzakelijk opgebouwd uit jonge struikheide-individuen, bleek een optimale groeiplaats voor Klein warkruid. De hechte band van de parasiet met de vegetatiestructuur en -veranderingen wijst duidelijk op het belang van heidebeheer om de aanwezigheid en de overleving van Klein warkruid te verzekeren.

Van zaad tot parasiet

Het kiemen van de zaden en de vestiging van kiemplanten op een geschikte gastheer behoren tot de meest risicovolle stappen in het leven van de parasiet. Als antwoord op deze riskante onderneming beschikt Klein warkruid bij de kieming van zijn zaden over een dubbel veiligheidssysteem (Meulebrouck *et al.*, 2008). Uit ons kiemingsonderzoek bleek dat de zaden zowel fysisch als fysiologisch dormant zijn en de kieming dus verhinderd wordt door een harde zaadhuid én een dormant embryo (Figuur 7a-c; zie ook kadertekst). Deze dubbele slaaptoestand kon in ons onderzoek enkel volledig doorbroken worden als de zaadhuid beschadigd werd en de zaden een koude periode van 8 weken hadden meegemaakt, gevolgd door een sterke temperatuurstijging. In onze streken komt deze temperatuursverandering enkel in de lente voor, wanneer de temperatuur na de koude winterperiode toeneemt. Was de zaadhuid echter niet beschadigd, dan kiemde slechts 24 % van de zaden na de 8 weken lange koudeperiode. Hieruit blijkt dat een winterperiode het embryo volledig uit zijn slaap haalt, maar dat de winter slechts een deel van de zaden uit hun fysische slaaptoestand verlost. Samengevat kunnen we dus enerzijds stellen dat via fysiologische dormantie zaadkieming van Klein warkruid pas in de lente plaatsvindt, zodat de parasiet over voldoende tijd beschikt om tot bloei te komen en zijn zaden in de herfst af te zetten. Fysische dormantie zorgt anderzijds voor een spreiding van het kiemingsrisico in de tijd, waardoor de plant in een slecht voorjaar met bijvoorbeeld een laattijdige nachtelijke vorst, niet al haar nakomelingen in één keer verliest. De dormante zaden die niet kiemden in de lente, komen dan terecht in een zaadbank en wachten daar een gunstig moment af om tot kieming te komen.

Verschillende resultaten uit ons onderzoek tonen aan dat Klein warkruid

waarschijnlijk over een persistente zaadbank beschikt en de zaden dus gedurende meer dan 5 jaar kunnen overleven in de bodem. Uit de kiemingsexperimenten kwam naar voor dat zaden na 16 maanden nog steeds fysisch dormant zijn en dat minstens een deel van de zaden zijn kiemkracht blijft behouden (Meulebrouck *et al.*, 2008). Verder toonde ons ingraafexperiment aan dat een deel van de langdurig ingegraven zaden in de tweede lente kiemt (9 %), terwijl een ander deel (9 %) nog in een slaaptoestand verkeert. Bovendien had er kieming plaatsgevonden in de gemaaide plekken te midden van oude heide, wat ook wijst op de aanwezigheid van een langdurige zaadbank. Ten slotte bleek uit een verkennend onderzoek, waarbij beheerders van 29 Vlaamse natuurreservaten werden ondervraagd, dat in 40 % van deze reservaten Klein warkruid dankzij een zaadbank tientallen jaren kon overleven onder ongunstige omstandigheden. Dergelijke ongunstige omstandigheden komen bijvoorbeeld voor als heide wordt vervangen door een naaldbos. Bij kapping van het bos verscheen de parasiet uit de zaadbank. De aanwezigheid van een persistente zaadbank zou een antwoord zijn op het onvoorspelbare karakter van heidevegetatie. Geschikte standplaatsen veranderen immers, door de natuurlijke ontwikkeling van heide of door de kunstmatige ingreep van de mens, in een niet geschikte standplaats. Doet dit zich voor op een plaats waar Klein warkruid groeit, dan hoeven de zaden enkel te 'wachten' op gunstige kiemingsomstandigheden, zoals omstandigheden die zich voordoen na het beheer van oude heide.

Zijn de zaden uiteindelijk uitgekield, dan moeten de kiemplantjes van Klein warkruid zo snel mogelijk een geschikte gastheer opsporen en er een haustoriale verbinding mee maken, vooraleer ze uit gebrek aan voedsel sterven. Kiemplanten van Klein warkruid hebben hiervoor slechts 14 tot 21 dagen de tijd (Meulebrouck *et al.*, 2008). Om de levensduur van de kiemplanten wat te rekken, bevat de top van de kleine stengels een beperkte hoeveelheid bladgroenkorrels, waarmee de kiemplanten zichzelf van wat voedingsstoffen kunnen voorzien (Figuur 7c). Ook verteert na een tiental dagen het achterste deel van de stengel, zodat de kiemplant nog enkele dagen verder kan



Figuur 7. Kiemende zaden van Klein warkruid. De ronde tot wat driehoekige zaden zijn gemiddeld 0,9 millimeter groot en wegen gemiddeld 0,3 milligram. De stengeltop van de kiemplant bevat een beperkte hoeveelheid bladgroenkorrels (groene kleur) waarmee wat voedsel aangemaakt kan worden om de eerste dagen te overleven. De rechtopstaande kiemplant maakt windende bewegingen om zo sneller in contact te komen met de gastheer. Het knotsvormige uiteinde van de kiemplant zou over een waterabsorberend vermogen beschikken. (Foto's Frederik Lerouge)

Duiding bij enkele begrippen

Parasitaire plant

Een typische plant, zoals iedereen die kent, is een autotroof organisme. Dit wil zeggen dat de plant met behulp van wortels water en mineralen uit de bodem zuigt en via bladgroenkorrels licht kan omzetten in suikers, de bouwstenen voor de groei. Toch is ongeveer 1 % van de planten niet in staat zichzelf van water, mineralen en/of suikers te voorzien. Deze voedingsstoffen halen ze dan bij een of meerdere planten, **gastheren** genaamd. Planten die enkel water en mineralen van hun gastheer afsnoepen, maar zelf suikers kunnen aanmaken, worden **halfparasieten** genoemd. Halfparasieten beschikken dus over eigen bladgroen en zijn daarom moeilijk te onderscheiden van normale planten. Maretak (*Viscum album*) en Kleine ratelaar (*Rhinanthus minor*) zijn beter gekende halfparasieten. Wanneer planten over geen of zeer weinig bladgroen beschikken en naast water, mineralen ook suikers onttrekken aan hun gastheer, spreken we over **holoparasieten** of echte parasieten. Klein warkruid is hier een voorbeeld van. Door de afwezigheid van groene bladeren zijn holoparasieten goed te onderscheiden van andere planten.

Haustorium

Parasitaire planten hebben verschillende manieren om hun gastheer aan te vallen. Sommige vallen de bovengrondse onderdelen van hun gastheer aan en worden **stengelparasieten** genoemd, terwijl andere binnendringen in de wortels van hun gastheer en dus **wortelparasieten** zijn. Maar het binnendringen van hun gastheer en het onttrekken van voedingsstoffen gebeurt bij alle parasitaire planten via hetzelfde orgaantje, **haustorium** genaamd. Een **haustorium** is een gezwollen ronde verdikking van de stengel of wortel waarmee de parasiet zich in de gastheer boort. Op die manier wordt via dit boorworteltje een brug gevormd waarlangs water, mineralen en/of voedingsstoffen onttrokken worden aan de gastheer.

Heidesuccessie

Zonder de inbreng van de mens zouden onze heidegebieden onder invloed van een natuurlijke successie langzaam evolueren naar bos. Echter, door het typische heidebeheer wordt deze natuurlijke successie telkens opnieuw onderbroken en teruggezet. In dat geval spreekt men van een **cyclische heidesuccessie**, waarbij verschillende fasen onderscheiden worden. Na het verwijderen van de bovengrondse vegetatie door maaien, plaggen, branden of begrazen ontstaat de **pioniersfase**. Deze fase wordt gekenmerkt door een open structuur en de aanwezigheid van jonge heideplantjes. Het is vooral in deze fase dat Klein warkruid verschijnt in het landschap. Geleidelijk aan nemen de hoogte en de densiteit van de vegetatie toe en gaat Struikhei over naar de **opbouwfase**. De verhouting van de heideplanten neemt in deze fase sterk toe. In de volgende zogenaamde **rijpe fase** vermindert de groei van Struikhei en wordt de maximale hoogte bereikt. Tijdens de laatste **degeneratiefase** valt de oude struik open en komen openingen in de begroeiing. Van deze laatste fase is in Vlaanderen geen sprake. Daarvoor gaat de successie naar bos te snel of zorgt een goed georganiseerd beheer ervoor dat de heide tijdig terug in de pioniersfase terechtkomt.

Dormantie

Wanneer zaden zich onder een 'verplichte' rusttoestand bevinden en onder geschikte omstandigheden niet kiemen, spreekt men over dormante zaden. Sommige zaden kiemen niet omdat de zaadhuid of zaaddoos de opname van water niet toelaat. Deze zaden noemt men **fysisch dormant**. Wanneer echter het embryo zich in een rusttoestand bevindt en de zaden hierdoor niet kiemen, spreekt men over **fysiologisch dormante** zaden. Dormante zaden hebben een bepaalde prikkel nodig om uit hun slaaptoestand te ontwaken. Een veel voorkomende prikkel is een periode van lage temperatuur gedurende de winter, gevolgd door een stijgende temperatuur tijdens de lente. Dormantie zorgt ervoor dat de zaden enkel tijdens het juiste seizoen of onder de juiste omstandigheden kiemen.

groeien (persoonlijke observatie).

Tijdens de groei maakt het kiemplantje cirkelvormige bewegingen. Zo zou de kiemplant actief op zoek gaan naar een goede gastheer. Uit onderzoek blijkt immers dat zaden van bepaalde warkruidsoorten geen prikkel van hun gastheer nodig hebben om te kunnen kiemen. De kiemplanten zouden zelf hun gastheer lokaliseren aan de hand van vluchtige stoffen die de gastheer via de lucht verspreidt (Runyon *et al.*, 2006). Verder is aangetoond dat kiemplanten op basis van die vluchtige stoffen een onderscheid kunnen maken tussen verschillende gastheren. Zo kunnen ze gericht groeien naar de meest geschikte – de meest voedselrijke – gastheer. Of dit ook geldt voor de kiemplanten van Klein warkruid, is nog niet onderzocht.

Kan de parasiet overwinteren?

Lange tijd beschouwde men Klein warkruid als een eenjarige soort (zie echter Dean, 1954). Resultaten uit ons onderzoek geven nochtans duidelijk aan dat de parasiet, in tegenstelling tot algemeen aangenomen, niet volledig afsterft tijdens de herfst (Meulebrouck *et al.*, 2009). De wirwar aan stengels verdwijnt inderdaad uit de bovengrondse vegetatie, maar de parasiet overleeft de winter met behulp van zijn kleine *haustoria* in het stengelweefsel van zijn gastheer (Figuur 5b). Verder blijkt slechts een viertal gastheren geschikt voor overwintering, met Struikhei op kop. Vermoedelijk zorgt overwintering ervoor dat de parasiet zich aanpast aan meerjarige, houtige planten. De *haustoria* van de parasiet kunnen immers enkel de onverhoute onderdelen van de gastheer binnendringen. Die situeren zich, door de natuurlijke groei van de gastheer, jaarlijks een beetje hoger in de vegetatie. Als de parasiet overwintert in de stengel van zijn houtige gastheer, hoeft hij niet elk jaar opnieuw zijn gastheer op te sporen en omhoog te klimmen naar onverhoute onderdelen. Zo kan de parasiet verschillende jaren overleven in de steeds veranderende heidevegetatie. Een bijkomend voordeel van overwintering is dat nakomelingen afkomstig uit deze *haustoria* een stapje voor zijn op nakomelingen die zich vanuit kiemende zaden moeten vestigen. Individuen afkomstig uit *haustoria* hebben immers vanaf de vroege lente toegang tot voedingsstoffen van hun gastheer. Ze kunnen die dan aanwenden voor hun groei en voor het aanmaken van bloemen en zaden. We verwachten dus dat overwintering de dynamiek van de warkruidpopulaties sterk beïnvloedt.

Verder onderzoek

Hoewel we inmiddels een beter inzicht hebben in de mysterieuze en ingewikkelde levenswijze van Klein warkruid, valt er toch nog heel wat te ontdekken. In de context van het doctoraatsonderzoek van de eerste auteur zullen de experimenten, opgestart in de 4 Midden-Limburgse reservaten, verder opgevolgd worden. Ook bestudeerden 2 thesisstudenten alle gekende groeiplaatsen in Vlaanderen en de voortplanting van de parasiet. Doel van het doctoraatsonderzoek is het ontwerp van een ruimtelijk model dat de omvang en de dynamiek van de aanwezige metapopulaties (een verzameling van afzonderlijke populaties die via zaadverbreiding met elkaar in contact staan) voorspelt onder verschillende omstandigheden. Verfijning van het model gebeurt aan de hand van resultaten uit de uitgevoerde experimenten. Ten slotte zal men het model kunnen gebruiken bij beslissin-

gen over natuurbehoud en als leidraad bij het heidebeheer.

Besluit

Uit de resultaten van dit onderzoek komt duidelijk naar voor dat Klein warkruid sterk is aangepast aan een dynamisch heideland-schap. Hoewel de soort verschillende 'trucjes' bezit om ongunstige omstandigheden te ontwijken, toch toont dit onderzoek de kwetsbaarheid van Klein warkruid in onze hedendaagse Vlaamse natuur aan. De parasiet heeft dus nood aan een actief, goed onderbouwd beheer om lokaal uitsterven te voorkomen. De weinige, overblijvende heidegebieden waar dit plantje voorkomt, verdienen daarom extra aandacht indien we deze bijzondere soort in Vlaanderen niet verloren willen laten gaan. Het zou toch jammer zijn, mocht deze rode 'Duivelse draad' onze Vlaamse heide niet meer sieren?

Dankwoord

Onze dank gaat uit naar Gabriel Erens, Jos Gorissen, Koen Schreurs en Willy Peumans, voor de begeleiding in hun natuurreservaten, en aan de thesisstudenten Lieve Peeters, Wouter Rombouts en Lode Tanghe, voor hun enthousiaste medewerking en bijdrage aan dit onderzoek. Verder bedanken we het Agentschap voor Natuur en Bos en Natuurpunt om dit onderzoek in hun natuurreservaat te mogen voeren en de eerstgenoemde ook voor de financiële steun. Ten slotte wensen we Eric Van Beek en Meike Meulebrouck te bedanken voor de hulp tijdens het praktische veldwerk en Dries Adriaens, Frederik Lerouge en Frederik Vanden Abeele voor hun artistieke bijdrage. De eerste auteur bezit een beurs van het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek (F.w.o.-Vlaanderen).

Referenties

- ALLEMEERSCH, L., J. GEUSENS, J. STEVENS & L. RASKIN, 1988. Heide in Limburg. Lanno, Tielt.
- COSTEA M. & F.J. TARDIF, 2006. *Cuscuta campestris* Yuncker, *C. gronovii* Willd. ex schult., *C. umbrosa* Beyr. ex Hook., *C. epithymum* (L.) L. and *C. epilinum* Weihe. The biology of Canadian weeds 13, 293-316.
- DE BLUST, G., H. DIEMONT & J. JANSEN, 2004. Het paarse landschap. KNNV, Zeist en Natuurpunt, Mechelen.
- DEAN, H.L., 1954. Dodder overwintering as haustorial tissues within *Cuscuta*-induced galls. Iowa academy of science 61, 99-106.
- GIMINGHAM, C.H., 1972. Ecology of Heathlands. Chapman and Hall, London.
- KELLY, C.K. 1992. Resource choice in *Cuscuta europaea*. Ecology 89, 12194-12197.
- KOCH, A. M., C. BINDER & R.I. SANDERS, 2004. Does the generalist parasitic plant *Cuscuta campestris* selectively forage in heterogeneous plant communities? New Phytologist 162, 147-155.
- MEULEBROUCK, K., E. AMELOOT, K. VERHEYEN, J. VAN ASSCHE & M. HERMY, 2006. Klein warkruid ontrafeld - een ecologische studie in vier heidegebieden. Natuur.focus 5, 10-16.
- MEULEBROUCK, K., E. AMELOOT, K. VERHEYEN & M. HERMY, 2007. Local and regional factors affecting the distribution of the endangered holoparasite *Cuscuta epithymum* in heathlands. Biological Conservation 140, 8-18.
- MEULEBROUCK, K., E. AMELOOT, J.A. VAN ASSCHE, K. VERHEYEN & M. HERMY, 2008. Germination ecology of the holoparasite *Cuscuta epithymum*. Seed Science Research, 18: 25-34.
- MEULEBROUCK, K., E. AMELOOT, R. BRYN, L. TANGHE, K. VERHEYEN & M. HERMY, 2009. Hidden in the host - Unexpected vegetation hibernation of the holoparasite *Cuscuta epithymum* (L.) and its implication for for population persistence. Flora 204.
- ODÉ, B., K. GROEN & G. DE BLUST, 2001. Het Nederlandse en Vlaamse heidelandschap. De Levende Natuur 102, 145-149.
- PARKER, C. & C.R. RICHES, 1993. Parasitic weeds of the world: Biology and Control. CAB International, Wallingford.
- PIESSENS, K., W. PALMAERTS, O. HONNAY & M. HERMY, 2005. Veranderingen in het heideareaal in het noorden van West-Vlaanderen. Gevolgen voor de plantendiversiteit. Natuur.focus 4, 9-15.
- PIESSENS, K. & M. HERMY, 2006. Does the heathland flora in north-western Belgium shows an extinction debt? Biological Conservation 132, 382-394.
- RUNYON, J.B., M.C. MESCHER & C. DE MORAES, 2006. Volatile chemical cues guide host location and host selection by parasitic plants. Science 313, 1964-1967.
- VAN LANDUYT W., I. HOSTE, L. VANHECKE, P. VAN DEN BREMT, W. VERCRUYSE & D. DE BEER, 2006. Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest. Instituut voor natuur- en bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en FLo.Wer., België.
- VERBOVEN, H., K. VERHEYEN & M. HERMY, 2005. Tot nut van het gemeen. Over gemeen heidegebieden in het Turnhoutse (15^{de}-19^{de} eeuw). Natuur.focus 4, 45-50.
- WEEDA, E.J., R. WESTRA, Ch. WESTRA & T. WESTRA, 1988. Warkruidfamilie (*Cuscutaceae*). In: Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties. IVN, Amsterdam, p. 115-118.