

Wilde appels in de Lage Landen bedreigd door habitatverlies en hybridisatie

KRISTINE VANDER MIJNSBRUGGE, BERT MAES & HANS BAETÉ

Wilde appel is een zeer zeldzame inheemse bosbewoner. Historische bronnen, recente inventarisaties van autochtone bomen en struiken in Vlaanderen en Nederland, en een Belgisch onderzoeksproject brachten heel wat informatie over deze weinig gekende boomsoort aan het licht. Het voortbestaan van de soort is bedreigd door minder aangepast bosbeheer en ook door hybridisatie met cultuurappels. In wat volgt beschrijven we de huidige toestand van Wilde appel en enkele specifieke behoudmaatregelen.

Hoe een Wilde appel herkennen?

De Wilde appel *Malus sylvestris* behoort tot de rozenfamilie (Rosaceae), maar wordt soms tot een aparte appelfamilie gerekend (Malaceae, Maloideae of Pomoideae). Volgens de Belgische flora van Lambinon et al. (1998) zijn bij Wilde appel de takken, bladeren, bloemsteeltjes, bloembodems en buitenzijde van de kelkbladeren kaal of vrijwel kaal (Figuren 1 en 2). De grootte van de vruchten wordt niet gespecificeerd. Volgens de Nederlandse flora van van der Meijden (1996) is 3 cm de maximale vruchtbreedte. Beide flora's vermelden doornen, die bij cultuurappels afwezig zijn. De ervaring uit recente inventarisaties (zie verder) leert dat het onderscheid tussen doornen, doornige takjes en gewone zijtakjes niet altijd zo duidelijk is. Spontaan uit weggegooide klokhuizen opgeschoten cultuurappels kunnen ook behoorlijk doornig zijn. Volgens van der Meijden (1996, p. 241) is het 'door het voorkomen van talrijke bastaarden met cultuurvormen niet mogelijk oorspronkelijk inheemse planten van verwilderde en cultuurvormen te onderscheiden'. Zoals verder beschreven kan DNA onderzoek het bestaan van zowel hybriden als zuivere Wilde appels ondubbelzinnig aantonen (Coart et al. 2003, Larsen et al. 2006).

Het verschil tussen Wilde appel en Wilde peer *Pyrus pyrastris* is gemakkelijk te maken door de bladeren enkele dagen te laten drogen. Het perenblad kleurt volledig zwart (Maes 2007). Een bladsteel die even lang of iets langer is dan de bladschijf wijst ook op Wilde peer. Het appelblad heeft ongeveer vier nerven in beide helften, de peer bezit zes tot acht paar nerven. De bladeren van beide soorten hebben vaak een gedraaid topje. Met een loep in de hand is ook de bloem goed herkenbaar. De stijlen van de appelbloem zijn aan de basis vergroeid, die van de peer zijn vrij. Overigens vertonen de vruchten van de Wilde peer niet de typische peervorm, maar zijn ze vrijwel rond.

Geschiedenis

Archeobotanisch onderzoek op Wilde appel wordt bemoeilijkt door het feit dat zowel stuifmeel als hout moeilijk te onderscheiden zijn van dat van enkele andere soorten uit de rozenfamilie (Maes 2007). De oudste archeobotanische vondsten in de Lage Landen dateren uit het achtste millennium vóór onze jaartelling. De soort is dus zeker op te vatten als een echte wilde soort. De vruchtresten zijn vaak verkoold wat erop wijst dat ze als voedsel dienden. In resten uit de Midden-Steeentijd worden door archeo-

logen regelmatig pitten en vruchten aangetroffen. In beschouwingen van de Karolingische nederzetting Dorestad is appelhout aangetroffen, wat kan wijzen op een voorkomen in de Nederlandse rivierstreek (Van Es & Wervers 1980).

De aanwezigheid van Wilde appel in Vlaanderen is bekend van zestiende- en zeventiende-eeuwse verkoopsvoorwaarden en reglementen aangaande het middelhout in het Meerdaalwoud (Vlaams-Brabant) (zie verder) en het Wijnendalebos (West-Vlaanderen; Baeté 2004). Deze documenten wijzen op de waarde van appels als voedsel voor mensen, varkens en jachtwild. De oudste vermelding voor Nederland dateert uit 1580 en betreft het Nederrijkswald bij Nijmegen. In een vergelijkbaar reglement voor de houtverkoop moest de koper Hagedoorn (Meidoorn), Sleedoorn, Haveres (Wilde lijsterbes), Mispel, Wilde appel en Wilde peer laten staan (Bouwer 2003). Alle genoemde boom- en struiksoorten komen ter plaatse nog steeds voor! Volgens de Waldordonantie van 1654 voor het Nederrijkswald, was het toegestaan om per persoon circa zes liter aan appels, eikels, en beukenootjes te verzamelen. Wilde appel en Wilde peer zijn eveneens bekend van een archiefstuk over het Zalkerbos bij Zwolle. In het nog bestaan-



Figuur 1. De licht behaarde tot onbehaarde onderzijden van het blad wijzen op Wilde appel. (foto: Kristine Vander Mijnsbrugge)



Figuur 2. Witte bloemen kenmerken Wilde appel te Eibergen, Nederland. (foto: Bert Maes)

de, door iepen gedomineerde Zalkerbos staat een hybride van Wilde appel (Weeda et al. 1987). Interessant zijn de vermeldingen van verordeningen om allerlei stekelstruiken, waaronder Wilde appel, te sparen vanwege hun nut om pas ontkiemde eiken te beschermen tegen vraat (Vera 1997)

Over de geschiedenis van het ontstaan en de invoer van cultuurappels is weinig bekend. Vergeleken met bijvoorbeeld granen is het fruit pas vrij laat gedomesticeerd in de Prehistorie, mogelijk in de Bronstijd of IJzertijd. Pas in de late Middeleeuwen komen cultuurappels in beeld. Ze worden vanaf de veertiende eeuw vermeld. Uit recent DNA-onderzoek kan worden afgeleid dat het genetisch materiaal van een aantal verwante Aziatische wilde appelsoorten (waaronder *Malus orientalis*, *Malus sieversii* en *Malus prunifolia*), en de Europese Wilde appel terug te vinden is in vele cultuurvariëteiten van vandaag (Stephan et al. 2002).

Habitat en geografische verspreiding

Wilde appel blijkt een karakteristieke soort te zijn van het Wintereiken-Beukenbostype, met overgangen naar het Eiken-Haagbeukenbostype. Begeleidende boom- en struiksoorten zijn Zomereik, Wintereik, Beuk, Wilde peer (zeldzaam), Wilde mispel (zeldzaam), Hazelaar, Wilde lijsterbes, Sporkhout, Wilde kamperfoelie en Blauwe bosbes. In de kruidlaag groeit bijvoorbeeld Adelaarsvaren, Gewone eikvaren, Gewone salomonszegel, Dalkruid, Bochtige smele, Witte klaverzuring, Bosanemoon, Grote muur en Ruige veldbies. Over het algemeen staat Wilde appel vooral in bosranden of lichte plekken in het bos, maar niet in de armste eikenbossen. De kans om een Wilde appel te treffen in de bossen van de Lage Landen is heel klein.

Naar schatting groeien er zowel in Nederland als Vlaanderen nog circa 200 exemplaren Wilde appel in de natuur en in totaal waarschijnlijk nog geen 500. De recente inventarisaties van autochtone bomen en struiken in Vlaanderen en Nederland geven een goed beeld van de verspreiding van Wilde appel, zoals weergegeven door Maes (2007). In Vlaanderen komt vandaag één grote populatie voor in Meerdaalwoud. Daarbuiten is de soort beperkt tot verspreide relictgroepjes zoals deze in het Wijnendalebos bij Torhout (vijf bomen) en in Voeren (negen bomen), of relictindividuen zoals een enkeling in het Voorbos in het Heuveland of eentje in een bosje te Bilzen. We merken op dat de vroegere bescherming van Wilde appel in het Meerdaalwoud en het Wijnendalebos dus blijkbaar een effect op lange termijn heeft gehad.

In Nederland zijn er twee 'grotere' verspreidingsgebieden: in Drenthe en bij Nijmegen (Duivelsberg, Sint Jansberg en Zeldersche Driessen). Daarnaast komen er verspreid individuele bomen of groepjes voor, zoals op de Veluwe (bij Otterlo en Loenen), in Twente, in de Achterhoek bij Vorden, in Eibergen en in Winterswijk. Op enkele plaatsen in de kustduinen en Zuid-Limburg werden in de vorige eeuw ook niet-autochtone Wilde appels uit Oost-Europa aangeplant.

Een recent beëindigd Belgisch onderzoeksproject (<http://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=nl&COD=EV/28>; Jacques et al. 2003) bracht ook de verspreiding van Wilde appel in Wallonië in kaart. Daar komt in de meeste grote boscomplexen nog een populatie Wilde appel voor (Jacques et al. 2009). In vergelijking met Vlaanderen is in Wallonië meer bos overgebleven dat minder intensief wordt beheerd. Wel komen er, net als in Vlaanderen, heel wat verwilderde

cultuurappels voor die een niet geoefend oog snel als Wilde appel beschouwt.

Wilde appel bedreigd door veranderend bosbeheer

Wilde appel is van nature een zeldzame bosbewoner. De door insecten bestoven boom heeft vrij veel licht nodig om te kunnen bloeien, vruchten te vormen en zich voort te planten. Omdat ze niet zo hoog uitgroeien en hun takken het volle zonlicht niet kunnen bereiken in de schaduw van een gesloten kronendak, hebben Wilde appels het in onze huidige bossen hard te verduren. Dit is niet altijd zo geweest. Van in de Middeleeuwen tot in de negentiende eeuw waren hakhoutbeheer en uitkapbos (of plenterkap) gebruikelijke beheervormen. Eiken en andere bruikbare boomsoorten werden periodiek, bijvoorbeeld om de tien jaar, gehakt en de vers opschietende scheuten van de hakhoutstoven kregen bijgevolg niet de kans om lang en hoog door te groeien (voor de bosbouwkundige terminologie, zie Baeten et al. 2008). Deze aanpak bracht licht in het bos, wat vele lichtminnende boom- en struiksoorten, waaronder Wilde appel, ten goede kwam. Vermoedelijk floreerde de Wilde appel vooral in de lichtere bosranden of langs open water. Soms werden Wilde appels en Wilde peren bewust door verordeningen beschermd vanwege hun voedingswaarde. Vanaf de tweede helft van de negentiende eeuw brachten bosbouwers daar verandering in. Hakhout en uitkap werden verlaten en bomen konden doorgroeien tot een opgaand bos (hooghout). De beheerders kuisten het bos op: voor houtproductie oninteressante soorten zoals de Wilde appel gingen voor de bijl. Het resultaat is dat de meeste Wilde appelpopulaties in de Lage Landen heel sterk gereduceerd zijn, en ver-

moedelijk zijn ook heel wat populaties volledig verdwenen.

Wilde appel bedreigd door kruising met cultuurappel

Cultuurappels *Malus domestica* zijn verwant met de Wilde appel, en ze kunnen met elkaar kruisen (Coart et al. 2006). Zo ontstaan hybriden (bastaards) en kan op termijn genetische informatie van de 'zuivere' wilde appelpopulaties verloren gaan. Hybriden-complexen intrigeren taxonomen sinds het ontstaan van het soortconcept (Arnold 1997). Spontane hybriden tussen cultuurvormen en de wilde tegenhanger (waaruit ze ooit veredeld werden) kunnen een bedreiging vormen voor het voortbestaan van de wilde soort. Dit zien we duidelijk bij Wilde appel. In Meerdaalwoud blijkt bijvoorbeeld 5% van de Wilde appelpopulatie hybride te zijn (zie verder), en vergelijkbare aantallen werden teruggevonden in analoge onderzoeken in Nederland en Denemarken (Koopman et al. 2007, Larsen et al. 2006). We hebben er alle belang bij deze hybriden te kunnen onderscheiden van de 'zuivere' Wilde appels. Morfologen nemen bij hybridencomplexen meestal continue overgangen waar tussen de kenmerken van de oudersoorten, waarbij de hybriden zich ergens tussenin situeren. Afbakenen wat hybride is en wat oudersoort, is evenwel niet altijd even eenduidig. Daarom wordt ook het DNA onderzocht (Coart et al. 2003, Koopman et al. 2007, Larsen et al. 2006). De gebruikte techniek heet microsatellietanalyse en visualiseert welbepaalde stukjes in het DNA, die ze volgens grootte scheidt. Dit levert voor elk individu een bandenpatroon op. Hoe meer deze patronen op elkaar lijken, hoe meer verwant de individuen zijn. Door cultuurappels in het onderzoek op te nemen, kunnen individuen worden herkend waarvan het bandenpatroon zich tussen dat van Wilde appel en cultuurappel situeert (Koopman et al. 2006). De groep genetisch zuivere Wilde appels in Vlaanderen omvat ook bomen die de inventariseerders van autochtone genenbronnen als hybride bestempelden. Immers, bomen met een lichte beharing op de bladonderzijde beschouwden zij als mogelijke hybriden. Heel wat genetisch zuivere Wilde appels hadden evenwel licht behaarde bladonderzijden. Evenzeer vertoonden enkele hybriden, zoals twee als Wilde appel beschreven individuen in het Enamebos, toch onbehaarde bladonderzijden. De vruchten van Wilde appel moeten alleszins klein zijn, maar ook hier is het onderscheid tussen de genetisch zuivere Wilde appel en de hybriden niet scherp.



Figuur 3. Genetisch zuivere Wilde appels met geel tot groene schil (nummers 23 en 51) en een genetische hybride met rode streepjes (nummer 22). (foto: Kristine Vander Mijnsbrugge)

Kenmerk	Wilde appel		Hybriden	
	Gemiddelde ± standaardafwijking (# bomen)	Min-max	Gemiddelde ± standaardafwijking (# bomen)	Min-max
Beharing bladonderzijde	1,75 ± 0,72 (179)	0-3	2,38 ± 0,87 (8)	1-4
Twijgbeharing	2,1 ± 1,9 (179)	0-7	2,6 ± 1,8 (8)	0-5
Vruchtdiameter (cm)	2,94 ± 0,46 (23)	2,18-3,99	3,2 (2)*	2,93-3,46*
Pelkleur	groen (23)	-	groen met verticale rode strepen (3)*,**	-

Tabel 1. Morfologische kenmerken van Wilde appel en hybriden in het Meerdaalwoud. De beharing van de twijgen en de bladonderzijden is volgens een schaal van 0 (onbehaard) tot 9 (sterk behaard). Alle waarden zijn afkomstig van observaties en metingen in 2003 tenzij * in 2006 en ** in 2007.

Opmerkelijke appelhybriden in het Meerdaalwoud

De enige Wilde appel-populatie van enige omvang in Vlaanderen komt voor in het Meerdaalwoud (zie ook *Box 1*). Van de 187 geïdentificeerde Wilde appels bleken er volgens een genetische analyse acht hybriden te zijn. Geen enkele van deze acht droeg vruchten in 2003. In 2006 waren er twee die appeltjes produceerden en één exemplaar deed dat in 2007. *Tabel 1* vat enkele gegevens samen over de Wilde appelbomen in Meerdaalwoud. De variatie in bladbeharing en vruchtgrootte is zowel bij de genetisch zuivere Wilde appels als bij de genetische hybriden groot en bovendien overlappen deze kenmerken sterk. De grootste vrucht van de genetisch zuivere Wilde appels is maar liefst 3,9 cm groot! Op basis van de veldkenmerken lijkt het dus moeilijk om met zekerheid een hybride van een zuivere Wilde appel te onderscheiden. Twijgbeharing blijkt geen betrouwbaar kenmerk te zijn. Heel opmerkelijk waren de hybriden die vrucht vormden in 2006 en 2007. Hoewel

de appeltjes niet omvangrijker waren dan deze van de genetisch zuivere Wilde appels, vertoonde de schil tot onze verrassing een patroon van verticale rode streepjes (*Figuur 3*), zoals ook bij heel wat cultuurappels te zien is. Geen enkele van de vrucht dragende genetisch zuivere Wilde appels vertoonde dit opvallend patroon.

Werken aan de toekomst

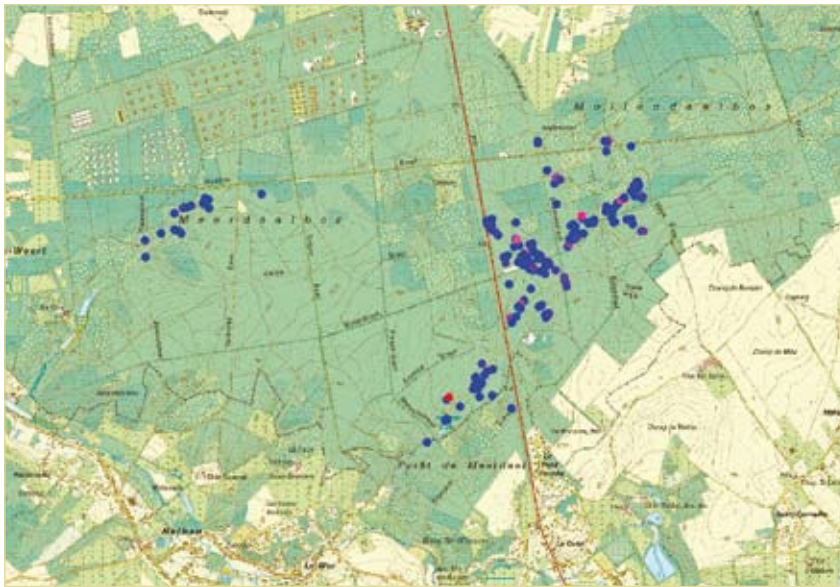
Wilde appel is in de Lage Landen, net als in vele andere West-Europese landen, sterk in de verdrinking, zowel door het verdwijnen van een aangepaste leefomgeving, als door het binnendringen van genen uit fruit- en sierappelbomen (Stephan et al. 2003, Wagner 1999). We weten dat sterk verkleinde populaties uiteindelijk kunnen uitsterven (Ellstrand & Elam 1993, Lynch et al. 1995). Beheermaatregelen dringen zich op, zowel in de nog bestaande relictpopulaties als daarbuiten. In de bestaande populaties is het sterk aan te raden beschaduwde Wilde appels vrij te stellen. Dit stimuleert de bloei, de vruchtvorming en dus spontane natuurlijke

verjonging. Enkele voorbeelden zijn terug te vinden in het Meerdaalwoud waar vrijkappen de Wilde appels herstelde en tot uitbundige vruchtvorming bracht. Daarnaast dienen hybriden en verwilderde appels te worden verwijderd (bijvoorbeeld in het Meerdaal-

woud) uit deze populaties. Vroegere aanplantingen met zogenaamde Wilde appelbomen, die duidelijk kenmerken vertonen van cultuurappelbomen, zoals sterk behaarde bladeren en grote appels, kunnen worden weggekap. Dit is het geval voor de Wilde appelpo-

pulatie in het Wijnendalebos.

De Europese organisatie European Forest Genetics (EUFORGEN) beveelt aan om voor deze soort levende genenbanken te voorzien (buiten de bestaande populaties) ten einde de genetische informatie van de resterende relictpopulaties te behouden (Stephan et al. 2003). Zij waarschuwt tevens voor het gevaar van hybridisatie. Het ziet ernaar uit dat een genetische analyse, naast een morfologische evaluatie, wenselijk is om deze genenbanken hiervan te kunnen vrijwaren. Genetische analyses zijn zeer duur en bij afwezigheid van fondsen is het alleszins aan te raden om twijfelachtige individuen te weren uit de genenbanken. Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek legde in samenspraak met het Agentschap voor Natuur en Bos een genenbank van genetisch zuivere Wilde appel aan in Dentergem (Figuur 8). Een analoge zaadboomgaard werd ook in Nederland voorzien in Roggebotzand in de Flevopolder (Rövekamp 2001). Hier kunnen appels geoogst worden voor de opkweek van Wilde appel-plantsoen. Omdat de resterende populaties Wilde appel in Vlaanderen, met uitzondering van het Meerdaalwoud, allen sterk gereduceerd zijn, is het aangewezen om gericht aanplantingen uit te voeren met dit plantsoen, willen we op termijn vitale populaties bekomen. Ook in Nederland plant Staatsbosbeheer betrouwbaar autochtoon plantsoen (Figuur 9). Tenslotte werden alle Vlaamse appels, inclusief hybriden, ook aangeplant in het proefcentrum van de Katholieke Universiteit Leuven in Rillaar. Een genenbank voor geheel België werd aangelegd in Philippeville (Jacques et al. 2009).



Figuur 4. Verspreiding van Wilde appel in Meerdaalwoud in de twee noordoost – zuidwest lopende valleien. Blauw zijn genetisch zuivere Wilde appels. Hoe roder de kleur, hoe meer de boom een hybride is.

Box 1: Autochtoniteit in Meerdaalwoud

Een uitzonderlijk grote populatie bij een van nature zeldzame soort hoeft geen teken van aanplant te zijn (Gitzendanner & Soltis 2000). Er zijn enkele duidelijke aanwijzingen dat de Wilde appels in Meerdaalwoud een autochtoon karakter bezitten. De verspreiding van de Wilde appel is hier niet gerelateerd aan archeologische vondsten, maar wel aan een lagere hoogteligging: ze groeien er in de twee grotere valleien van het woud (Figuur 4) en meer bepaald in eikenbestanden (en bijvoorbeeld niet onder Beuk of naaldbomen). Op een laat zestiende-eeuwse kaart zien we ter hoogte van deze valleien twee waterlopen met vijvers (Figuur 5). Uit een begeleidende tekst is bekend dat in ten minste één van deze valleien kleine hakhoutbosjes lagen. De Wilde appels profiteerden er vermoedelijk van de relatieve voedselrijkdom en van een grotere lichthoeveelheid (hakhout, open water). Dat er in het Meerdaalwoud reeds lange tijd appels voorkomen, kunnen we afleiden uit meerdere zestiende- en zeventiende-eeuwse documenten die de verkoop van het hakhout regelen. In een verkoopvoorwaarde uit 1568 lezen we: 'Wie hout afvoert dat vruchten draagt zoals *appelbomen*, *peerbomen*, *kersselaeren* en *haesenoeten* verbeurt 20 gouden realen' (Figuur 6, Baeté 2007). De waarneming van zaailingen van Wilde appel tijdens een recente planteninventarisatie (Baeté et al. 2007) wijst op een zich spontaan vermeerderende populatie. Het komt de lichtbehoevende Wilde appel-populatie niet ten goede dat een belangrijk gedeelte van het bos waarin ze voorkomt vandaag een onbeheerd bosreservaat is. Wel stellen de boswachters her en der in het bos Wilde appels vrij zodat zij kunnen bloeien (Figuur 7, hoogte: 23 m!).



Figuur 6. Verkoopvoorwaarde uit 1568 aangaande het hakhout (Tabularium K.U. Leuven; Baeté 2007)



Figuur 5. Laat zestiende-eeuwse kaart van het Meerdaalwoud (Algemeen Rijksarchief Brussel; Baeté 2007)



Figuur 7. Een vrijgestelde Wilde appel in het Meerdaalwoud groeit krachtig uit tot een boomhoogte van 23 meter. (foto: Veerle Van den Eynde)



Figuur 8. Aanplant van genetisch zuivere Wilde appels te Dentergem. Hier worden appels geplukt voor de productie van bosplantsoen. (foto: Kristine Vander Mijnsbrugge)



Figuur 9. Aanplant van autochtoon plantsoen op de Duivelsberg (omgeving Nijmegen, Nederland) door Staatsbosbeheer. (foto: Bert Maes)

SUMMARY BOX:

VANDER MIJNSBRUGGE K., MAES B. & BAETÉ H. 2008. Habitat loss and hybridisation threaten *Malus sylvestris* populations in Flanders and The Netherlands. *Natuur.focus* 7(4): 135-139. [in Dutch]

Malus sylvestris is a rare and endangered forest species in Flanders and The Netherlands. It suffers from habitat and population destruction, and also from introgression of the omnipresent cultivated *M. domestica*. Historical records, recent inventories and a research project focusing on the DNA and morphological diversity of the relict populations have shed new light on this fairly unknown indigenous species and consequences for gene conservation programs are discussed. In the first place, forest management should focus on light conditions in the remaining, mostly strongly reduced relict

populations of *M. sylvestris* to promote fructification and hence natural rejuvenation. Next, relict populations are in need of restocking. The molecular DNA marker analysis discriminated wild type *M. sylvestris* from hybrids with cultivated apple trees and showed that morphological characteristics are not sufficient for the determination of hybrids in the field. This DNA analysis is helpful in the selection of non-hybridogenic mother plants for the creation of seed orchards that will produce the necessary seeds for planting stock to be used in restocking programs. Finally, both hybrids and trees that were planted as wild apple using suspicious planting stock, that shows characteristics of domesticated trees, should be eliminated in the neighborhood of the relict *M. sylvestris* populations, so as to safeguard future generations from introgression.

DANK:

In het Belgische onderzoeksproject participeerden onder andere het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, het Instituut voor Landbouw en Visserij Onderzoek, de Katholieke Universiteit Leuven en het Centre Wallon de Recherches Agronomiques. Heel wat mensen in deze organisaties hebben direct en indirect bijgedragen tot het tot stand komen van deze tekst. Het is onmogelijk hen allen persoonlijk te vermelden. Speciale dank gaat evenwel uit naar Veerle Van den Eynde en Stefaan Moreels voor het verzamelen en vegetatief vermeerderen van de Vlaamse Wilde appels, en naar Els Coart voor het op poten zetten en in goede banen leiden van het Belgische onderzoeksproject (<http://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=nl&COD=EV/28>; Jacques et al. 2009).

AUTEURS:

Kristine Vander Mijnsbrugge werkt voor het Agentschap voor Natuur en Bos en is als wetenschappelijk onderzoeker gedetacheerd op het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO). Haar onderzoek richt zich op de populatiebiologie van autochtone bomen en struiken. Bert Maes is zaakvoerder van het Ecologisch Adviesbureau Maes (Utrecht, Nederland). Hans Baeté was ten tijde van dit onderzoek verbonden aan het INBO.

CONTACT:

Kristine Vander Mijnsbrugge, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Gaverstraat 4, 9500 Geraardsbergen.
E-mail: kristine.vandermijnsbrugge@inbo.be

Referenties

- Arnold M.L. 1997. *Natural Hybridization and Evolution*. Oxford Series in Ecology and Evolution. Department of Genetics, University of Georgia, Oxford University Press, New York.
- Baeté H., Christiaens B., De Keersmaeker L., Esprit M., Van De Kerckhove P., Vandekerckhove K. & Walleyn R. 2004. Bosreservaat Wijpendalebos. Basisrapport: situering, standplaats, historiek en onderzoek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, nr. 9. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Geraardsbergen.
- Baeté H. 2007. De appeltypen van het Meerdaalwoud. *Bosrevue* 22: 6.
- Baeté H., Christiaens B., De Keersmaeker L., Esprit M., Van De Kerckhove P., Vandekerckhove K. & Walleyn R. 2007. Bosreservaat Pruikenmakers (Meerdaalwoud). Basisrapport: situering, standplaats, historiek en onderzoek. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, nr. 44. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Geraardsbergen.
- Baeten L., Bauwens B., De Schrijver A., De Keersmaeker L., Van Calster H., Vandekerckhove K., Roelandt B., Beekman H. & Verheyen K. 2008. Vegetatieveranderingen in het Meerdaalwoud (1954-2000). *Natuurpunt.focus* 7: 40-45.
- Bouwer K. 2003. Een notabel domein, de geschiedenis van het Nederrijksvald. Matrijs, Utrecht.
- Coart E., Vekemans X., Smulders M.J., Wagner I., Van Huylenbroeck J., Van Bockstaele E. & Roldán-Ruiz I. 2003. Genetic variation in the endangered wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) in Belgium as revealed by amplified fragment length polymorphism and microsatellite markers. *Molecular Ecology* 12: 845-857.
- Coart E., Van Clabeke S., De Loose M., Larsen A.S. & Roldán-Ruiz I. 2006. Chloroplast diversity in the genus *Malus*: new insights into the relationship between the European wild apple (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) and the domesticated apple (*Malus domestica* Borkh.). *Molecular Ecology* 15: 2171-82.
- Ellstrand N.C. & Elam D.R. 1993. Population genetic consequences of small population size: implications for plant conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 217-243.
- Fontdevila A. 2005. Hybrid genome evolution by transposition. *Cytogenetic and Genome Research* 110: 49-55.
- Gitzendanner M. & Soltis P. 2000. Patterns of genetic variation in rare and widespread plant congeners. *American Journal of Botany* 87: 783-792.
- Jacques D., Vander Mijnsbrugge K., Lemaire S., Antofie A. & Lateur M. 2009. Study of natural distribution, first characterization and evaluation of wild apple (*Malus sylvestris*) diversity in Belgium. *Belgian Journal of Botany*, in druk.
- Koopman W.J.M., Li Y., Coart E., van de Weg E., Vosman B., Roldán-Ruiz I. & Smulders A.M. 2007. Linked vs. Unlinked markers: multilocus microsatellite haplotype-sharing as a tool to estimate gene flow and introgression. *Molecular Ecology* 16: 243-256.
- Lamblin J., De Langhe J.E., Delvosalle L. & Duvigneaud J. 1998. Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden. Nationale plantentuin van België, Meise, Belgium.
- Larsen A., Asmussen C., Coart E., Olrik D. & Kjaer E. 2006. Hybridization and genetic variation in Danish populations of European crab apple (*Malus sylvestris*). *Journal of Tree Genetics and Genomes* 2: 86-97.
- Lynch M., Conery J. & Bürger R. 1995. Mutation accumulation and the extinction of small populations. *American Naturalist* 146: 489-518.
- Maes N.C.M. (Red.) 2007. *Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen*. Tweede druk, Boom, Amsterdam.
- Rövekamp C., J.A. 2001. Een zaadgaard voor de Wilde appel, *Malus sylvestris*. BRONNEN, Nijmegen.
- Stephan A., Robinson J. & Juniper B. 2002. Genetic clues to the origin of the apple. *Trends in Genetics* 18: 426-430.
- Stephan B.R., Wagner I. & Kleinschmit J. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for wild apple and pear (*Malus sylvestris* and *Pyrus pyrastris*): 6 p. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- van der Meijden R. 1996. Heukels' Flora van Nederland. 22ste druk, Groningen.
- van Es W.A. & Ververs W.J.H. 1980. Excavations at Dorestad. Nederlandse Oudheden, ROB, Amersfoort.
- Vera F. 1997. Metaforen voor de wildernis. Eik, hazelaar, rund, paard (Academisch proefschrift). Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Wagner I. 1999. Schutz und Nutzen von Wildobst - Probleme bei der direkten Nutzung von Wildobstrelikten. *Forstarchiv* 70: 23-27.
- Weeda E.J., Westra R., Westra C. & Westra T. 1987. *Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties*, deel 2. KNNV, IJN, Utrecht.