

Gerichte experimentele herstelmaatregelen voor jeneverbesstruwelen in Limburg

Esther Lucassen, Onderzoekcentrum B-WARE Nijmegen/Radboud Universiteit Nijmegen, afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen, e-mail: E.Lucassen@science.ru.nl

Michael van Roosmalen, Stichting het Limburgs Landschap, Rijksstraatweg 1, 5943 AA Lomm

Ralf Aben, Onderzoekcentrum B-WARE Nijmegen/Radboud Universiteit Nijmegen, afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen

Bart van der Linden, Stichting het Limburgs Landschap, Rijksstraatweg 1, 5943 AA Lomm

Jan Roelofs, Onderzoekcentrum B-WARE Nijmegen/Radboud Universiteit Nijmegen, afdeling Aquatische Oecologie en Milieubiologie, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen

Jeneverbes (*Juniperus communis*) is een conifeer die wijdverspreid voorkomt over het noordelijk halfrond. Het is een van de twee inheemse coniferen in ons land. De soort komt in Nederland van nature voor op de randen van stuifgronden (zowel kust- als rivierduinen) en droge heidegronden. De opbouw van jeneverbesstruwelen laat in Nederland, België, Engeland en delen van Duitsland sinds enkele decennia een chronisch tekort aan verjonging zien. De nog aanwezige verouderde struwelen [figuur 1] dreigen daardoor uit het landschap te verdwijnen. De soort staat vermeld op de Rode Lijst en heeft een beschermde status in de Flora- en Faunawet.

ACHTERGROND

Bodemchemie

Sinds de jaren zestig van de vorige eeuw is er sprake van een sterk verhoogde atmosferische depositie van verzurende stikstof- en zwavelverbindingen in Nederland. De depositie van zwavel (S) is inmiddels sterk afgenomen maar die van stikstof (N) is nog steeds hoog (BOXMAN *et al.*, 2008). Bodemverzuring is in principe een natuurlijk proces. Bij de microbiële oxidatie van ammonium (NH_4^+) (nitrificatie) worden protonen (zuur) gevormd. Daarnaast scheiden wortels protonen uit in ruil voor de opname van ammonium en andere kationen (positief geladen ionen) uit de bodem. Tijdens verzuring kunnen verschillende buffermechanismen optreden in de

bodem. Boven pH 6,5 wordt geproduceerd zuur voornamelijk gebufferd door het oplossen van calciumcarbonaat waarbij calciumionen in oplossing gaan. Als de pH beneden 6,5 daalt treedt vertering van silicaten op en vindt uitwisseling van kationen met het bodemadsorptiecomplex plaats. Met name calcium (Ca), magnesium (Mg) en kalium (K) lossen op in het bodemvocht en spoelen via het regenwater uit. Als de pH achtereenvolgens daalt tot 4,2 lossen aluminium (Al)- en ijzer(hydr)oxiden op waardoor de aluminium- en ijzer(Fe)concentratie in het bodemvocht toeneemt [figuur 2]. In een zure bodem wordt de microbiële nitrificatie vaak geremd, waardoor ammonium gaat ophopen. Het is logisch dat verzuring, onder invloed van sterk verhoogde atmosferische stikstofdepositie, met name optreedt in kalkarme (pleistocene) zandgronden zoals die in de Maasduinen en de Boshuizerbergen aanwezig zijn.

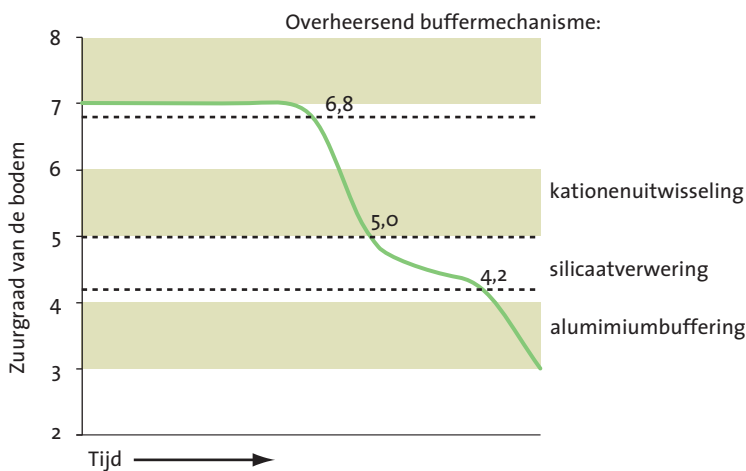
Problemen van de verjonging van Jeneverbessen

In 2010 en 2011 heeft Onderzoekcentrum B-ware in opdracht van Stichting het Limburgs Landschap een onderzoek uitgevoerd naar de achteruitgaande verjonging van jeneverbesstruwelen in de Maasduinen. De kwaliteit van de bodem, naalden en bessen is onderzocht in gebieden zonder verjonging, met enige verjonging en met veel verjonging (LUCASSEN *et al.*, 2011). Het onderzoek heeft aangetoond dat de bodem in gebieden zonder verjonging in sterkere mate verzuurd was dan in gebieden met enige verjonging en gebie-



FIGUUR 1

Indruk van de Boshuizerbergen, een gebied met een sterk verouderd jeneverbesstruweel waar nagenoeg geen verjonging meer plaatsvindt (foto: Esther Lucassen).



FIGUUR 2

Schema met de verschillende bufferende mechanismen die plaatsvinden in de tijd in een verzurende bodem

den met veel verjonging. Dit bleek met name uit de relatief lage gemiddelde basenverzadiging van de bodem (24%) en de relatief zeer hoge gemiddelde aluminium:calcium ratio van het bodemadsorptiecomplex (Al:Ca-NaCl: 7,9) zoals bepaald middels een extract met natriumchloride (NaCl). In gebieden met enige verjonging en veel verjonging bedroegen deze waarden respectievelijk 33% en 2,9 en 43% en 1,5. Het is bekend dat een Al:Ca-NaCl ratio hoger dan twee kan leiden tot aluminium-toxiciteit bij heidekruiden (DE GRAAF *et al.*, 1997). Het onderzoek heeft verder aangetoond dat de slechtere bodemcondities gepaard gaan met een slechtere chemische kwaliteit van de naalden en bessen en een slechtere vitaliteit van de rijpe bessen. De vitaliteit is bepaald aan de hand van een veelgebruikte methode die berust op een kleurreactie van levend weefsel met tetrazolium-chloride. De kaliumgehalten in de naalden van gebieden zonder verjonging (3 g/kg) indiceerden kaliumgebrek. Dit heeft waarschijnlijk te maken met een relatief lage kaliumbeschikbaarheid in de bodem. Kalium spoelt in dat geval sneller uit ten gevolge van verzuring, dan dat het vrijkomt ten gevolge van verwerking van silicaten. De rijpe bessen bevatten in gebieden zonder verjonging veel meer aluminium, minder kalium en minder fosfor. Hierdoor zijn ook de ratio's tussen stikstof en kalium (N:K) en stikstof en fosfor (N:P) relatief hoog. De hogere aluminiumgehalten in de naalden

en bessen zijn een direct gevolg van een hogere aluminiumbeschikbaarheid in de sterker verzuurde bodems. De lagere fosforgehalten zouden een directe relatie kunnen hebben met schade aan de wortels, inclusief de mycorrhiza's die doorgaans de plant van fosfor voorzien en bescherming bieden tegen droogtestress (HOUDIJK & ROELOFS, 1993). Een eerste onderzoek aan de wortels van Jeneverbes in de Boshuizerbergen indiceert dat de wortels in gebieden zonder verjonging vitaal zijn, maar dat de bezetting door mycorrhizaschimmels slecht tot ontoereikend is (BAAR, 2012). Het is verder bekend dat een

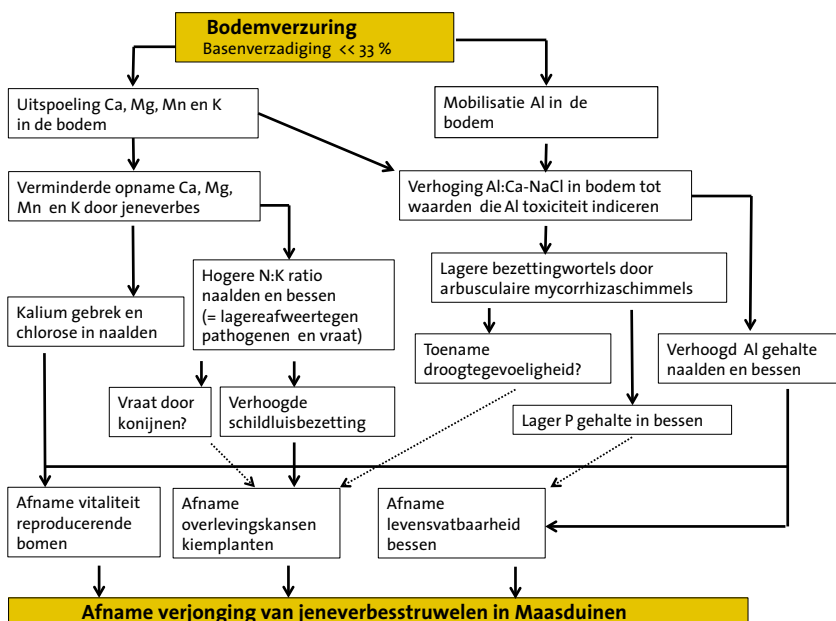
hoge N:K ratio invloed heeft op de gevoeligheid van planten voor stress tegen vraat en pathogenen (KRUPA, 2003). De lagere N:K ratio in de naalden en bessen in gebieden zonder verjonging uitte zich dan ook in een hogere bezetting door de schildluis *Carulaspis juniperi*. Tenslotte zijn er tetrazolium-testen uitgevoerd. Dit is een veel gebruikte alternatieve methode om snel en gemakkelijk de levensvatbaarheid van zaden te testen. Deze testen toonden dat de opgetreden veranderingen in naalden en bessen van Jeneverbes, ten gevolge van bodemverzuring, gecorreleerd waren met de vitaliteit van de bessen. Jeneverbessen uit gebieden zonder verjonging toonden gemiddeld een twee maal zo laag percentage levenskrachtige zaden (16%) aan dan Jeneverbessen uit gebieden met veel verjonging (35%). Jeneverbessen uit gebieden met enige verjonging vertoonden een intermediaire vitaliteit (21%) (LUCASSEN *et al.*, 2011). Een overzichtelijk schema van de aan bodemverzuring gerelateerde processen, die de verjonging van jeneverbesstruwelen in de Maasduinen lijken te bemoeilijken, is weergegeven in figuur 3.

Het onderzoek in de Maasduinen is hiermee in lijn met bevindingen van VERHEYEN *et al.* (2009). Zij toonden in een onderzoek, verricht aan 39 populaties binnen Europa, aan dat het percentage levensvatbare zaden van Jeneverbes sterk correleerde met het percentage kiemplanten. Verjonging van Jeneverbes werd gelimiteerd door zaad-

productie en een lagere vitaliteit was sterk gerelateerd aan een warmer klimaat en een hogere atmosferische stikstofdepositie. Ze concludeerden dat de vitaliteit van de bessen kan dienen als een indicator voor de potentiële mogelijkheden tot hervestiging van Jeneverbes.

Herstel mogelijkheden

De moeizame verjonging lijkt dus zowel gerelateerd aan verminderde kwaliteit van de bessen, als aan de verminderde overlevings-



FIGUUR 3

Schema van bodemchemische processen gerelateerd aan bodemverzuring die waarschijnlijk de verjonging van jeneverbesstruwelen in de Maasduinen en de Boshuizerbergen in bepaalde mate bemoeilijken (naar: LUCASSEN *et al.*, 2011).

FIGUUR 4

Ongeveer 1250 stekken van de Jeneverbes (*Juniperus communis*) zijn door Stichting het Limburgs Landschap opgekweekt om uit te zetten in gebieden met relictpopulaties (foto: Michael van Roosmalen).



kansen van kiemplanten, beide onder invloed van een verslechterde bodemkwaliteit. De huidige stikstofdepositieniveaus zijn nog steeds hoog. Ook bij aanzienlijke daling van de depositie zal het spontaan herstel van de basenverzadiging in de ernstig verzuurde bodem uiterst traag verlopen. De bodems zijn sterk ontkalkt en de verwerking van magnesium en kalium uit silicaten in de bodem verloopt bijzonder langzaam. De sterk verouderde Jeneverbessen in de Maasduinen (ouder dan 100 jaar) kunnen hier waarschijnlijk niet op wachten. Stichting het Limburgs Landschap probeert daarom via een tweetal kleinschalige experimenten mogelijkheden tot versneld herstel te onderzoeken. Hierbij wordt gericht gebruik gemaakt van de kennis opgedaan uit het beschreven onderzoek.

HERINTRODUCTIE VAN KIEMPLANTEN IN RELICTPOPULATIES

Een eerste benadering is het planten van stekken in een viertal geselecteerde terreinen met zeer kleine relictpopulaties (1-5 individuen) in combinatie met het verbeteren van de ondiepere bodemchemie (0-30 cm). In juli 2011 is hiervoor gestart met het stekken van circa 1250 (vrouwelijke en mannelijke) individuen van donormateriaal afkomstig uit de Boshuizerbergen en de Maasduinen. Groene, niet verhoude scheuten van Jeneverbessen zijn geknipt, direct gestekt en in potgrond geplaatst die geprepareerd werd met een gepatenteerde mycorrhiza (*Trichoderma harzianum* T22) en met vermiculiet [figuur 4]. Na acht maanden in de kas was 85% aangeslagen. In mei 2012 waren de stekken voldoende afgehard en konden ze verder opgekweekt worden bij een kweker in een mengsel van potgrond en bodem uit het toekomstige natuurterrein. Tevens is hierbij strooisel uit een terrein met sterke verjonging aangebracht (het Elmpterwald, Duitsland) als potentiële donor voor eventueel noodzakelijke (andere) mycorrhizaschimmels. In de tussentijd wordt in een aantal terreinen met relictpopulaties [figuur 5] gestart met het (plaatselijk) kappen van naaldbos en het verwijderen van de strooisellaag. Tevens zal de toplaag van de bodem bekalkt worden (2-4 ton dolocal, CaCO_3 en MgCO_3 , per hectare) en een kaliumgift worden toegediend. Hierna wordt de bodem enkele maanden met rust gelaten om een meer evenwichtige bodemchemie te kunnen bereiken. Uiteindelijk worden de verder opgekweekte stekken met kluit geplant. Deze hebben inmiddels een dusdanige grootte bereikt, waardoor ze beter bestand zijn tegen externe invloeden zoals verdroging en



FIGUUR 5

Voorbeeld van een typische relictpopulatie van Jeneverbes op een locatie in de Maasduinen (foto: Esther Lucassen).

vraat. Binnen de bekalste terreindelen zal tevens het effect van begrazing onderzocht worden door een deel van het terrein preventief af te zetten met fijnmazig gaas. De Dikkenberg, in het natuurgebied van Landgoed de Hamert, is een van de gebieden waar deze kleinschalige maatregel experimenteel uitgetest gaat worden.

REVITALISERING VAN OUDE JENEVERBESSTRUWELN

Een tweede benadering is te proberen om de bestaande verouderde jeneverbesstruwelen te revitaliseren. In de Maasduinen is de bodem tot minimaal één meter diepte verzuurd. Het is bekend dat Jeneverbes, afhankelijk van het bodemtype, tot een diepte van drie meter kan wortelen. In zure heidegrond en overstoven gronden komt het grootste deel van het wortelstelsel binnen een straal van 1,5 meter van de stam en tot een diepte van één meter beneden maaiveld voor (KUTSCHERA & LICHTENEGGER, 2002). De verwachting is dat het bekalken en toedienen van een kaliumgift in deze bodemlaag uiteindelijk zal leiden tot een betere kwaliteit van de Jeneverbessen waardoor deze waarschijnlijk op termijn een hoger percentage vitale bessen zullen gaan produceren. Deze benadering wordt kleinschalig onderzocht in het natuurterrein van de Boshuizerbergen, waar circa 42 hectare aan sterk verouderd jeneverbesstruweel aanwezig is. De leeftijd van de Jeneverbessen ligt tussen 50 en 110 jaar (mededeling L. Goudswaard). In de Boshuizerbergen zijn in het voorjaar 2012 twintig vrouwelijke exemplaren geselecteerd en op basis van grootte en breedte evenredig verdeeld over twee groepen. Eind oktober 2012 is van één groep de bodem bekalkt in combinatie met het toedienen van een kaliumgift. Hiertoe zijn met een machine per Jeneverbes tien gelijkmatig verdeelde boorkernen met een diameter van 35 cm en



FIGUUR 6
In de Boshuizerbergen wordt kleinschalig de tweede experimentele benadering onderzocht: revitalisering van oude struwelen van de Jeneverbes (*Juniperus communis*) via het verrijken van de diepere bodemlaag (0-100 cm) met dolocal en patentkali (foto: Esther Lucassen).

een diepte van één meter geboord binnen een straal van 1,5 meter van de stam [figuur 6]. Door de opgeboorde bodem werd 500 gram dolocal en 50 gram patentkali (K_2O) gemengd waarna de bodem werd teruggestort in het boorgat. Ook zijn in de boorgaten wortels van Jeneverbessen verzameld om de nutriëntenstatus, vitaliteit en mycorrhizabezetting te kunnen bepalen.

TOEKOMST

Het is de bedoeling dat beide kleinschalige experimenten in de toekomst gemonitord gaan worden. Wat betreft het onderzoek in de relictpopulaties zal in eerste instantie de overleving en vitaliteit van de kiemplanten (optisch) gemonitord worden. Wat betreft het onderzoek in de oude jeneverbesstruwelen zal de vitaliteit van de naalden en bessen (gebaseerd op chemische samenstelling) gemonitord worden op een vast moment gedurende enkele jaren. Indien gaat blijken dat de kwaliteit van de naalden en bessen inderdaad is verbeterd ten opzichte van de controlesituatie, kan te zijner tijd overwogen worden om ook de toplaag van de bodem te plaggen en te bekalken om zo achtereenvolgens de overleving van kiemplanten te stimuleren. Indien blijkt dat één of beide benaderingen succesvol zijn, zal overwogen worden de maatregelen verder op te schalen.

Summary

TARGETED SMALL-SCALE FIELD EXPERIMENTS TO TEST RESTORATION OPTIONS FOR *JUNIPERUS COMMUNIS* POPULATIONS IN THE PROVINCE OF LIMBURG

Populations of the coniferous shrub *Juniperus communis* have greatly declined in many parts of Europe during the last decades, due to regeneration failure. A field study carried out in the Dutch province of Limburg proved that regeneration failure (assessed by tetrazolium tests) was related to soil acidification resulting in development of high aluminium, low phosphorus and low (deficient) potassium concentrations in needles and berries. The higher N:P and N:K ratios in the plant tissue were related to higher infestation rates by mites. As atmospheric nitrogen deposition rates are still high, and spontaneous recovery of the soil base saturation (Ca, Mg and K) is a very slow process, measures should be taken to prevent the disappearance of *Juniperus communis* from the landscape. Two small-scale experimental approaches have been designed. The first one includes small-scale re-introduction of young male and female plants in areas with relict populations (1-5 individuals), combined with improvement of the top soil condi-

tions (0-30 cm). Pine trees with their organic soil layers will be removed in four nature reserves, and dolocal ($CaCO_3$ and $MgCO_3$; 2-4 tons per hectare) and potassium (K_2O) will be applied. Eventually, about 1250 young trees will be planted that have been grown in a greenhouse. Parts of the four experimental areas will be fenced to exclude possible negative effects of grazing. The second approach includes the re-vitalisation of aging juniper populations by counteracting acidification of the deep soil layer (0-100 cm) in order to increase the percentage of vital berries. Twenty female trees in the Boshuizerbergen nature reserve have been selected for this experiment. Half of these trees were treated by extracting ten cylindrical soil cores (17.5 cm radius and 1 m depth) around the tree trunks (1.5 m radius). Subsequently, 500 g dolocal ($CaCO_3$ and $MgCO_3$) and 50 g potassium (K_2O) were added to the extracted soil and mixed in, after which the soil material was repositioned. Survival and vitality of the trees (needles and berries) will be monitored in both experiments. If one or both approaches should turn out to be successful, they will later be scaled up.

Literatuur

● BAAR, J., 2012. Onderzoek aan de wortelontwik-

keling van twee jeneverbessen uit de Boshuizerbergen. Rapportage Biomygreen C5000-18.

● BOXMAN, A.W., C.J.H. PETERS & J.G.M. ROELOFS, 2008. Long term changes in atmospheric N and S throughfall deposition and effects on soil solution chemistry in a Scots pine forest in the Netherlands. *Environmental Pollution* 156(3):1252-1259.

● GRAAF, M.C.C. DE, R. BOBBINK, P.J.M. VERBEEK & J.G.M. ROELOFS, 1997. Aluminium toxicity and tolerance in three heathland species. *Water, Air and Soil Pollution* 98(3):229-241.

● HOUDIJK, A.L.F. & J.G.M. ROELOFS, 1991. Deposition of acidifying and eutrophating substances in Dutch forests. *Acta Botanica Neerlandica* 40(4):245-255.

● KRUPA, S.V., 2003. Effects of atmospheric ammonia (NH_3) on terrestrial vegetation: a review. *Environmental Pollution* 124(2):179-221.

● KUTSCHERA, L. & E. LICHTENEGGER, 2002. *Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher*. Leopold Stocker Verlag, Graz.

● LUCASSEN, E.C.H.E.T., L. LOEFFEN, J. POPMA, E. VERBAARSCHOT, E. REMKE, S. DE KORT & J. ROELOFS, 2011. Bodemverzuring lijkt een sleutelrol te spelen in het verstoorde verjongingsproces van jeneverbes (*Juniperus communis*). *De Levende Natuur* 112(6):235-239.

● VERHEYEN, K., S. ADRIAENSSENS, R. GRUWEZ, I. M. MICHALCZYK, L. K. WARD, Y. ROSSEEL, A. VAN DEN BROECK & D. GARCI, 2009. *Juniperus communis*: victim of the combined action of climate warming and nitrogen deposition? *Plant Biology* 11(1):45-59.