

Natuur.focus

Afgiftekantoor
Antwerpen X
P209602

Toelating – gesloten verpakking

Retouradres: Natuurpunt,
Coxiestraat 11,
2800 Mechelen

VLAAMS DRIEMAANDELIJKS TIJDSCHRIFT OVER NATUURSTUDIE & -BEHEER – SEPTEMBER 2009 – JAARGANG 8 – NUMMER 3
VERSCHIJNT IN MAART, JUNI, SEPTEMBER EN DECEMBER



**Stikstof en fosfor in
heischrale graslanden**



**Voortplanting bij
Kleine zonnedauw**



**Natuurdoelen Europese
habitats en soorten**



Vermesting en soortenrijkdom in heischrale graslanden

Tobias Ceulemans, Maarten Hens, Olivier Honnay & Roel Merckx

Veranderingen in het landgebruik in Vlaanderen tijdens de voorbije decennia hebben de oppervlakte heischrale graslanden zeer sterk doen teruglopen, met vaak het lokaal of geheel uitsterven van de kenmerkende plantensoorten als gevolg. Eén van de belangrijkste oorzaken hiervan is vermisting: de aanrijking met voedingsstoffen (voornamelijk stikstof en fosfor) afkomstig van landbouw, verkeer en industriële activiteit. Deze studie onderzoekt de relatie tussen soortenrijkdom en de beschikbaarheid van stikstof en fosfor in soortenrijke heischrale graslanden in Vlaanderen.



Gevlekte orchis en Blauwe knoop zijn kenmerkende plantensoorten van heischrale graslanden (foto: Vilda/Yves Adams)

Heischrale graslanden

Heischrale graslanden worden gekarakteriseerd door verschillende typische plantensoorten en vormen samen het *Nardo-galion* verbond ('verbond der heischrale graslanden') (Zwaenepoel et al 2002). Het *Molinion* verbond (pijpenstrootjesgrasland), beter gekend als 'blauwgrasland', deelt de beperkte beschikbaarheid

van nutriënten in de bodem met het *Nardo-Galion* maar verschilt door een doorgaans hogere basenrijkdom en hogere grondwaterafhankelijkheid. Beide verbonden hebben echter verschillende kenmerkende plantensoorten gemeenschappelijk zoals *Tormentil* *Potentilla erecta*, Blauwe knoop *Succissa pratensis*, Gewone vleugeltjesbloem *Polygala vulgaris* en verschillende orchideeënsoor-



Figuur 1. Heischraal grasland met Gevlekte orchis in het natuurreservaat Vorsdonkbos-Turfputten te Gelrode (foto: Vilda/Yves Adams)

ten zoals Welriekende nachtorchis *Phalanthra bifolia* en Gevlekte orchis *Dactylorhiza maculata* (Figuur 1). In wat volgt verwijzen we gemakkelijksheidshalve met 'heischrale graslanden' zowel naar het *Nardo-galion* verbond als het *Molinion* verbond.

Heischrale graslanden ontstonden als resultaat van extensief landbouwkundig gebruik van terreinen als gras- en hooiland in grote delen van West- en Centraal Europa. De jaarlijkse afvoer van de voedingselementen stikstof (N) en fosfor (P) door hooien, soms gecombineerd met begrazing, en gebrekkige bemesting, resulteerden in het ontstaan van typische, weinig productieve, soortenrijke plantengemeenschappen aangepast aan bijzonder voedselarme bodems. Het toenemend gebruik van kunstmest na de Tweede Wereldoorlog, samen met de snelle technologische ontwikkelingen in de landbouw, leidde tot een systematische 'omzetting' naar productievere, voedselrijkere graslanden. Andere heischrale graslanden verloren met het oog op productieverhoging hun plaats in het landbouwsysteem, werden omgezet naar bos of ondergingen spontane successie na het stopzetten van gras- of maaibeheer. Het resultaat is momenteel dat nog slechts

Box 1: Fosforbeschikbaarheid

Fosfor wordt door planten opgenomen onder de vorm van fosfaat ($H_2PO_4^-$). In natuurlijke ecosystemen is mineralisatie van organische stof in de bodem de belangrijkste bron van fosfaat (Drouillon 2004). De beschikbare fosfaatconcentratie in het bodemvocht wordt evenwel bepaald door verschillende geochemische sorptiereacties. Fosfaat bindt zeer sterk aan calcium (bij neutrale tot hoge pH) en aan ijzer- en aluminium(hydr)oxiden (bij neutrale tot zure pH) waardoor het minder beschikbaar wordt voor plantenwortels. Op plaatsen waar slechts bijzonder weinig fosfaat beschikbaar is, treedt geen optimale productie van de vegetatie op: men spreekt van fosfaatlimitatie. Verhoogde beschikbaarheid van fosfaat komt meestal door bemesting en overstroming met fosfaatrijk oppervlaktewater. Het kan bovendien ontstaan door milieuverstoreningen die de mineralisatie van organische stof versnellen en de efficiëntie van de adsorptiereacties in de bodem verminderen, zoals verdroging, snelle vernatting en verzuring (Lucassen 2004).

enkele relictten van heischrale graslanden resten. De grotere relictten bevinden zich quasi uitsluitend in natuurreservaten (Decler 2007), de overige liggen als kleine snippers in het landschap, vaak beperkt tot wegbermen en bosdreven (Figuur 2).

Biodiversiteit bedreigd door vermessing

De kleine relictten die in Vlaanderen nog overblijven, staan nog steeds onder vermessingsdruk waardoor het op termijn ook in natuurreservaten moeilijk zal blijken om de kenmerkende soortenrijkdom duurzaam in stand te houden. De voornaamste oorzaken van vermessing zijn de aanvoer van stikstof door atmosferische stikstofdepositie en een toename van plantbeschikbaar fosfor (Box 1). De uitstoot van ammoniak en stikstofdioxide in de atmosfeer door de intensieve veeteelt, verkeer en industrie, zorgen jaarlijks voor een gemiddelde depositie van 37 kg N/ha jaar in Vlaanderen (Dumortier et al. 2007). Dit is ver boven de kritische last voor soortenrijke heischrale graslanden (tussen 10 en 20 kg N/ha jaar, Decler 2007). De kritische last wordt gedefinieerd als



Figuur 2. Relict van heischraal grasland met Blauwe knoop, Dopheide, Struikheide en Schermhavikskruid in een wegberm in Sint-Katelijne-Waver (foto: Tobias Ceulemans)



Figuur 3. Dominantie van Gestreepte witbol op een voormalig landbouwperceel. Planten kenmerkend voor heischrale graslanden blijven hier beperkt tot de plaatsen met minder productie. (foto: Tijl Vereenooghe)

het maximale depositieniveau waarbij er op lange termijn geen verstoring optreedt van de biodiversiteit. Voor fosfor werden geen kritische grenzen vastgesteld maar door menselijke invloed is de omvang van de fosforstromen in het natuurlijk milieu (de biogeochemische fosforcyclus) met zo'n 400% toegenomen. Levensgemeenschappen van zowel aquatische als terrestrische, voornamelijk voedselarme, milieus staan hierdoor onder druk (Falkowski et al. 2000).

Het huidige niveau van atmosferische stikstofdepositie in hei-



Bevertjes werd enkel aangetroffen in graslanden met zeer lage fosforbeschikbaarheid (foto: Vilda/Misjel Decler)

schrale graslanden kan leiden tot competitieve verdringing van de meeste kenmerkende plantensoorten door sterke groei van slechts enkele concurrentiële grassen zoals Pijpenstrootje *Molinia caerulea*, Gestreepte witbol *Holcus lanatus* en Biezenknoppen *Juncus conglomeratus* (Figuur 3) (Grime 2001). Ook hoge beschikbaarheid van fosfor kan leiden tot competitieve verdringing. Er zijn eveneens aanwijzingen dat het optimaal functioneren van mycorrhiza-associaties, een specifieke symbiose tussen bepaalde bodemschimmels en de wortels van planten, gehinderd wordt (Jonsson et al. 2001). Deze symbiose vervult meerdere functies voor de plant, zoals de opname van fosfor en de bescherming tegen droogtestress en pathogenen, en is daarom onontbeerlijk voor karakteristieke soorten van heischrale graslanden (Van der Heijden et al. 2008). Vergeer et al. (2006) melden dat de succesvolle vestiging van Wolverei *Arnica montana* afhangt van mycorrhiza-vorming. De mortaliteit van kiemplanten was veel hoger op plaatsen waar onvoldoende mycorrhizasporen beschikbaar waren na pluggen. Deze resultaten wijzen op een belangrijke rol van mycorrhiza's voor bepaalde bedreigde plantensoorten. Helaas bestaan tot op heden nog veel kennisleemten over de concrete rol van de interactie tussen mycorrhiza en fosforbeschikbaarheid. Op basis van de huidige inzichten is het best mogelijk dat net die interactie een sleutelrol speelt als sturende factor van soortenrijkdom in fosforarme graslanden.

Stikstof versus fosfor

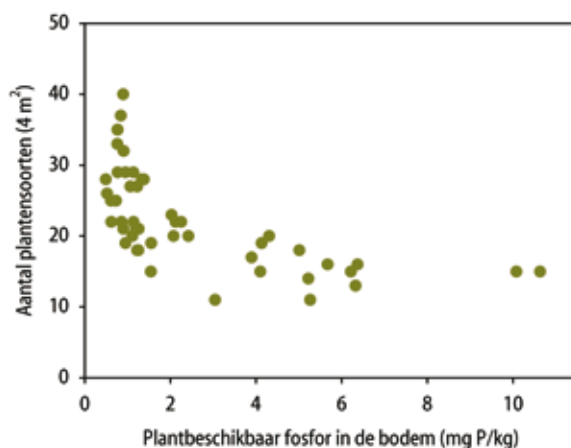
Ondanks uitgebreid onderzoek bestaat er in de wetenschappelijke literatuur geen eenduidigheid over de belangrijkste boosdoener voor de achteruitgang van soortenrijkdom van heischrale graslanden. Jarenlang werd verondersteld dat aanrijking met stikstof door depositie verantwoordelijk is voor competitieve verdringing van de karakteristieke plantensoorten van heischrale graslanden. Dit inzicht was gebaseerd op de waarneming dat soortenrijkdom in voor de rest vergelijkbare graslanden negatief correleerde met toegenomen stikstofdepositie (Stevens et al. 2004). Bovendien wezen bemestingsexperimenten op de uitbreiding van competitieve grassen bij toevoegen van stikstof, en dit ten koste van meer karakteristieke plantensoorten (Bobbink et al. 1998). Ander onderzoek heeft echter aangetoond dat mogelijk niet stikstof, maar wel fosforaanrijking de belangrijkste bedreiging vormt voor het in stand houden van nutriëntenarme ecosystemen. Zo werd bijvoorbeeld vastgesteld dat in permanente graslanden met meer dan 5 mg plantbeschikbaar P/kg bodem, niet meer dan 20 plantensoorten per 100 m² voorkwamen (NH₄Ac-EDTA-extractiemethode, Janssens et al. 1998). Verder rapporteerden Chambers et al (1999) en Gilbert et al (2000) dat de hoogste soortenrijkdom in Britse graslanden voorkomt op plaatsen met minder dan 10 mg P/kg, met een optimum bij 5 mg P/kg (Olsen-P). Bovendien wees een studie, langsheen een Eurasiatisch transect van hoge stikstofdepositie in Nederland en België naar lage stikstofdepositie in Siberië, uit dat het percentage bedreigde plantensoorten toeneemt bij toenemende fosforlimitatie, onafhankelijk van het niveau van de plaatselijke stikstofdepositie (Wassen et al. 2005).

Ondanks deze studies blijft het vandaag in wetenschappelijke kringen de vraag of toegenomen stikstof- dan wel fosforbeschikbaarheid de meeste schade aanricht in nutriëntenarme ecosystemen. Kortom, over de werkelijke impact van stikstof en fosfor, zowel absoluut als relatief, op nutriëntenarme ecosystemen zoals heischrale graslanden is het laatste woord nog niet gevallen. Deze kennislacune hypothekeert mogelijk de instandhouding van de soortenrijkdom in de huidige relictten en vooral de talrijke pogin-

Gebied	Proefvlakken	Bemestingsregime
Visbeekvallei	AK1, AK2	1
De Zegge	AK3	0
Vrieselhof	AK4	1
	AK5	0
Lille	AK6	1
Neerhelst	AK7	1
Torfbroek / Ter Bronnen	B1, B2, B3	0
Gulke Putten	GP1, GP2, GP3	1
	GP4, GP5	0
Wingevallei	HA1	1
Wijngaardberg	HA2A	0
	HA2B, HA3	1
Elzenhof	HA4	0
Vorsdonkbos	HA5, HA6, HA8	0
Achter schoonhoven	HA7	1
Honegem	HO1, HO2	1
Fagne Polleur	HV1	0
Rurbusch	HV2	0
A-beekvallei	L1, L2	1
Sint-Pietersberg	ST1	1
Grootland	ST2	1
Tiendeberg	ST3	0
Nieuwland	ST4	1
Meerland	ST5	0
Thier de thombe	ST6, ST7	0
Gors-Opleeuw	ST8	1
Cassenbroek	Z1	1
Papendel	Z2, Z3	1
	Z4, Z5	0
Langdonken	Z7	0
Bemortel	Z8	1
Hondsbossen	Z9	1
	Z10	0

Tabel 1. Overzicht van de onderzochte proefvlakken. Bemestingsregime 0 = nooit bemest, 1 = ooit een zeker vorm van bemesting.

gen die ondernomen worden in het natuurbeheer om heischraal grasland in ere te herstellen. Er wordt weliswaar aangenomen dat hoge fosforbeschikbaarheid waarschijnlijk een groter probleem vormt voor het herstel van heischraal grasland dan hoge stikstofbeschikbaarheid (Fagan et al. 2008). Bovendien is de gemiddelde

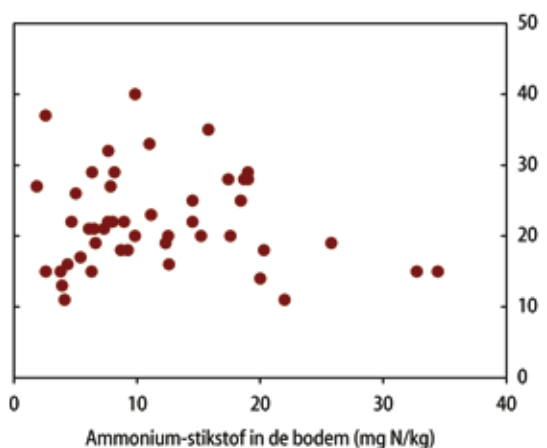


Figuur 4. Relatie tussen het aantal soorten per proefvlak en het plantbeschikbaar fosfor in de bodem.

stikstofdepositie in Vlaanderen zo hoog dat de ontwikkeling van nutriëntenarme omstandigheden wellicht alleen maar mogelijk is door het terugdringen van fosforbeschikbaarheid. Er zijn tot op heden echter geen praktische richtwaarden voor nutriëntenbeschikbaarheid vastgesteld waarbij de ontwikkeling van heischraal grasland optimaal kan verlopen. Dit hangt deels samen met de ruime waaier aan chemische extractiemethodes voor fosforbepalingen en het gebrek aan studies over één welbepaald vegetatietype gericht op specifieke instandhoudingdoelstellingen (Sival & Chardon 2002). In een poging om deze wetenschappelijke en praktische kennislücken op te vullen, zijn we recent een studie gestart waarin volgende vragen vooropstaan: Is de soortenrijkdom in heischrale graslanden een functie van fosforbeschikbaarheid, dan wel stikstofbeschikbaarheid? Bestaan er concrete grenswaarden van nutriëntenbeschikbaarheid die bruikbaar zijn als leidraad voor het herstel van heischrale graslanden? In deze bijdrage stellen we de resultaten van een eerste meetcampagne voor.

Opzet van het onderzoek

Er werden 47 proefvlakken (4 m²) gekozen in heischrale graslanden, verspreid over 23 natuurgebieden in Vlaanderen en Wallonië (Tabel 1). Deze proefvlakken werden geselecteerd op basis van het voorkomen van Tormentil, Blauwe knoop en Gevlekte orchis, allemaal kenmerkende soorten voor heischrale graslanden en blauwgrasland. Bovendien werden ze geselecteerd langsheen een gradiënt van (voormalig) landbouwregime waarbij sommige proefvlakken nooit en andere, al dan niet in het recente verleden, een zeker vorm van bemesting hebben gekend. Hierdoor werd voldoende variatie in nutriëntenbeschikbaarheid verzekerd. Alle onderzochte graslanden worden jaarlijks gemaaid in juli of augustus en sommige genieten ook van nabegrazing. De staalname gebeurde in juni en juli 2009. Van elk proefvlak werd een nauwkeurige vegetatiebeschrijving gemaakt en werd de vegetatie van twee willekeurige subplots (0,25 m²) afgeknipt voor productiebepaling. Per proefvlak werd met een gutsboor eveneens een mengstaal van de bovenste bodemlaag (0-10cm) genomen bestaande uit tien willekeurig gelokaliseerde bodemboringen. De bodemstalen werden na staalname gehomogeniseerd en een vers, ongedroogd staal werd geanalyseerd voor pH, beschikbaar fosfor en anorganisch stikstof (ammonium en nitraat). Beschikbaar fosfor werd bepaald via het gebruik van anionuitwisselingsmembranen (AUM-P). Orthofosfaat in de bodemoplossing en uitwisselbaar orthofosfaat van de vaste bodemfase binden zich aan deze membranen, die daarmee de opname door plantenwortels simuleren.



Figuur 5. Relatie tussen het aantal soorten per proefvlak en het gehalte ammoniumstikstof in de bodem

Dit maakt het gebruik van deze methode uitermate geschikt om plantbeschikbaar fosfaat te meten (Lajtha et al. 1999).

Resultaten

De gegevens uit de onderzochte proefvelden geven aan dat de soortenrijkdom afhankelijk is van de fosforbeschikbaarheid in de bodem (Figuur 4). Er blijkt een significant negatief logaritmisch verband te bestaan tussen de gemeten AUM-P waarden en het aantal soorten per proefvlak ($r^2 = -0.77, P < 0.01$). Bij een toename boven 3 mg P/kg werd geen enkel proefvlak waargenomen met meer dan 20 plantensoorten. Er werden geen gelijkaardige statistische verbanden gevonden tussen het nitraat- of ammoniumgehalte in de bodem enerzijds en het aantal soorten anderzijds. Er bleek eveneens geen verband tussen pH en het aantal soorten, met de meeste proefvelden tussen pH 5 en 6. Er werd wel een significant negatief lineair verband gevonden tussen de biomassa-productie van de vegetatie (g/m^2) en het aantal soorten van het proefvlak ($r^2 = -0.51, P < 0.05$): hoe productiever, hoe minder soorten. Bij een meer gedetailleerde analyse van de gegevens bleek er een positief logaritmisch verband te bestaan tussen de biomassa-productie enerzijds en de gemeten AUM-P anderzijds ($r^2 = 0.44, P < 0.05$).

Hoewel geen enkel statistisch verband werd gevonden is de relatie tussen soortenrijkdom en ammonium niettemin opvallend (Figuur 5). Er blijkt uit de grafiek dat in de proefvelden met meer dan 21 mg/kg ammoniumstikstof eveneens niet meer dan 20 plantensoorten voorkomen. Op basis van dit beperkt aantal proefvelden is het echter niet mogelijk om duidelijke kwantitatieve vaststellingen te doen. Het lijkt er weliswaar op dat het aantal soorten per proefvlak een optimum kent onder 18 mg/kg ammoniumstikstof.

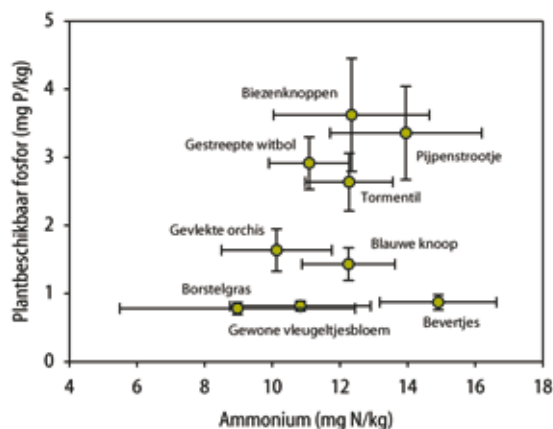
Een verkennende analyse naar het al dan niet voorkomen van kenmerkende plantensoorten wijst eveneens op het belang van beperkte fosforbeschikbaarheid. Op Tormentil na, komen alle onderzochte plantensoorten, typisch voor heischrale graslanden, voor bij gemiddeld lagere fosforbeschikbaarheid ten opzichte van typische concurrentiële grassoorten. Ook hier werden geen gelijkaardige verbanden gevonden voor ammonium of nitraat (Figuur 6).

Bespreking

De analyses geven duidelijk aan dat de soortenrijkdom in heischrale graslanden afneemt naarmate de beschikbaarheid van plantennutriënten toeneemt. De resultaten wijzen voornamelijk



Gewone vleugeltjesbloem (hier met Oranjetip) staat gekend als een zogenaamde fosfaatvlieder: de soort gedijt enkel bij zeer lage fosfaatbeschikbaarheid (foto: Vilda/Rollin Verlinde)



Figuur 6. Aanwezigheid van enkele kenmerkende plantensoorten van heischraal grasland en typische, concurrentiële soorten in relatie tot de gehalten ammoniumstikstof en plantbeschikbaar fosfor (AUM-P) in de bodem (gemiddelde en standaardfout).

op de rol van hogere fosforbeschikbaarheid, zowel rechtstreeks als via de beïnvloeding van de biomassa-productie. Een negatief effect van stikstof op de soortenrijkdom kan alleen kwalitatief worden afgeleid uit de relatie tussen ammonium en het aantal soorten per proefvlak. Nitraat blijkt in deze studie niet in verband te staan met de waargenomen soortenrijkdom. Een beperkte soortenanalyse geeft eveneens aan dat het voorkomen van kenmerkende plantensoorten van heischrale graslanden voornamelijk afhangt van de fosforbeschikbaarheid. Bovendien blijken de meest bedreigde soorten in deze analyse (Bevertjes *Briza media* en Gewone vleugeltjesbloem) alleen voor te komen bij zeer lage fosforbeschikbaarheden (ong. 1 mg P/kg).

Deze resultaten suggereren dat de soortenrijkdom van heischrale graslanden in de eerste plaats een functie is van de fosforbeschikbaarheid in de bodem. Hogere biomassa-productie, en dus waarschijnlijk competitieve verdringing van kenmerkende plantensoorten, blijkt bovendien ook in verband te staan met hogere fosforbeschikbaarheid en biedt meteen een mogelijke verklaring voor de waargenomen daling in soortenrijkdom bij hogere fosforbeschikbaarheid. Voor het behoud en het herstel van heischrale graslanden mag met andere woorden niet eenzijdig rekening gehouden worden met stikstofbeschikbaarheid (ammonium). Lage fosforbeschikbaarheid blijkt namelijk een belangrijke voorwaarde te zijn voor een hoge soortenrijkdom en het voorkomen van de kenmerkende plantensoorten. Deze resultaten wijzen uit dat maximale kansen op behoud en herstel van heischraal grasland liggen bij fosforbeschikbaarheid in de bodem lager dan 3 mg P/kg (AUM-P methode). Dat deze waarden beduidend lager liggen dan eerder gerapporteerde waarden (< 10 mg P/kg, Olsen-P), hangt in eerste instantie samen met de gebruikte analysetechniek voor de bepaling van plantbeschikbaar P. De AUM-techniek extrahiert minder P uit een bodem dan de hoger vermelde Olsen- en $\text{NH}_4\text{Ac-EDTA}$ -extractiemethoden. Maar zelfs na ruwe omrekening van Olsen-P waarden naar AUM-P waarden, zoals geschiedt door Sival & Chardon (2002), zijn 'onze' AUM-P waarden nog meer dan 3 mg P/kg lager dan in andere studies. Dit hangt allicht samen met de opzet van onze studie. Deze studie bleef beperkt tot heischrale graslanden en blauwgrasland terwijl andere studies vaak veel meer, inclusief van nature voedselrijkere, vegetatietypes gebruikten. Het lijkt daarom aangewezen om meer habitatspecifieke studies uit te voeren voor bruikbare gegevens per vegetatietype.

Fosforbeschikbaarheid en natuurbeheer

De aanpak van vermessingsproblematiek spitst zich momenteel, zowel in Vlaanderen als in Europa, bijna volledig toe op stikstof, bijvoorbeeld via de Nitraatrichtlijn en de aanpak van atmosferische deposities. Op basis van de beschikbare literatuur en de resultaten van deze studie lijken ook maatregelen om fosforbeschikbaarheid te verminderen noodzakelijk voor het behoud en het herstel van heischrale graslanden. Hoge fosforbeschikbaarheid is vooral een probleem bij het omvormen van voormalige landbouwgronden naar 'heischrale' natuur. Door jarenlange bemesting kan fosfor zich hebben opgestapeld in de bovenste lagen van het bodemprofiel en ontstaat er een typisch fosforverzadigingsprofiel (Fagan et al. 2008). Via uitmijning, door te maaien en af te voeren of enkele jaren landbouwgewassen te telen zonder fosforbemesting, wordt slechts een beperkte hoeveelheid fosfor afgevoerd, waardoor bevredigende vermindering van de fosforbeschikbaarheid pas optreedt na verschillende tientallen jaren (Sival & Chardon 2002). Plaggen of afgraven van de bovenste verzadigde bodemlaag is vaak de enige mogelijkheid voor een snelle verwijdering van fosfor (Smolders 2008). Dit is weliswaar arbeidsintensief en past meestal niet in het beperkte budget voor natuurtechnische ingrepen. Bovendien is dan een specifieke kennis van de diepte van de fosforverzadiging vereist om te vermijden dat de nieuwe topklaag nog steeds te fosforrijk is. Afgraven heeft ook niet-beoogde neveneffecten, zoals het verlagen van het maaiveld waardoor het perceel vaak ongewenst lang onder water komt en het verwijderen van de zaadbank.

Over het algemeen liggen de grootste kansen op succesvol herstel van heischrale graslanden in het opnieuw openmaken van (recent) verboste percelen die geen bemestingsverleden hebben gekend (Decler 2007). Bij de omvorming van voormalige landbouwgronden kunnen de resultaten van deze studie hulpvol zijn. Aan de hand van fosforbepalingen kan de af te graven diepte worden bepaald om een voldoende fosforarme uitgangssituatie te creëren voor de optimale ontwikkeling van heischraal grasland. Op basis van onze gegevens lijkt een streefwaarde van minder dan 3 mg P/kg (AUM-P) en minder dan 20 mg/kg ammoniumstikstof aangewezen.

In het kader van de Europese Habitatrichtlijn en de instandhoudingsdoelstellingen worden verschillende herstelprojecten van heischrale graslanden en blauwgraslanden in Vlaanderen uitgevoerd of opgestart. Meer onderzoek blijft wenselijk om de kansen op succesvol herstel te maximaliseren. Kennis van de exacte milieumomstandigheden die het verloop van fosforbeschikbaarheid voor, tijdens en na herstel van heischrale graslanden beïnvloeden, kan bijvoorbeeld de prospectie naar beloftevolle sites voor duur natuurtechnisch herstel aanzienlijk vergemakkelijken. Zo kan vermeden worden dat investeringen in afgraven van voormalige landbouwgronden niet ten koste gaan van goedkopere alternatieven. Bovendien zijn sommige alternatieven zoals de effectiviteit van het toedienen van calcium- en ijzerverbindingen om fosforbeschikbaarheid terug te dringen, slechts in beperkte mate onderzocht.

Summary:

CEULEMANS T., HENS M., HONNAY O. & MERCKX R. 2009. Nutrient availability and species richness in low-productive, species-rich grasslands. *Natuur.focus* 8(3): 90-95. [in Dutch]

As a consequence of changes in the traditional agricultural system, low-productive, species rich grasslands have become increasingly rare. The remaining relics are suffering from increased nutrient availability due to nitrogen deposition and phosphorus inputs. While both research and environmental policy have mainly targeted nitrogen enrichment in this context, scientific evidence is emerging that phosphorus, rather than nitrogen, is the key nutrient controlling productivity and species richness in these systems. The main goal of this study is to elucidate

whether nitrogen or phosphorus availability controls species richness of low-productive species-rich grasslands and to seek critical values of nutrient availability applicable in restoration projects. The results are consistent with the recent hypothesis that increased phosphorus availability has a detrimental effect on species richness. The critical value for phosphorus availability appears 3mg P/kg. No plot above this value has been observed containing more than 20 species. The occurrence of typical species was also correlated with low phosphorus availability. Although nitrogen availability did not have a clear impact, the results indicate that 20mg ammonium/kg can also be used as a critical value. We therefore conclude that further research and conservation management should also focus on the reduction phosphorus-availability to enable successful restoration and preservation of these species-rich grassland communities.

AUTEURS:

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het doctoraats-onderzoek van Tobias Ceulemans aan het Departement Biologie van de Katholieke Universiteit Leuven. Olivier Honnay is professor plantenecologie aan Departement Biologie en Roel Merckx is professor bodemkunde aan het Departement Aard- en Omgevingswetenschappen van diezelfde universiteit. Maarten Hens werkt als onderzoeker aan het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

CONTACT:

Tobias Ceulemans, Labo voor Plantenecologie, K.U.Leuven, Kas-teelpark Arenberg 31, 3001 Heverlee. E-mail: tobias.ceulemans@bio.kuleuven.be

Referenties

Bobbink R., Hornung M. & Roelofs J.G.M. 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology* 86: 717-738.
Decler K. (red) 2007. Europees beschermde natuur in Vlaanderen en het Belgisch deel van de Noordzee. Habitattypen / Dier- en plantensoorten. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.M.2007.01, Brussel. 584 p.
Chambers B.J., Critchley C.N.R., Fowbert J.A., Bhogal A. & Rose S.C. 1999. Soil nutrient status and botanical composition of grasslands in English environmentally sensitive areas. Report MAFF Project BD1429, ADAS Gleadthorpe and Newcastle, UK. 71 p.
Drouillon M. 2004. Availability of phosphorus in a gradient of nutrient-limited ecosystems: Pools and Processes. Doctoraatsproefschrift, Katholieke Universiteit Leuven, België. 196 p.

Dumortier M., De Bruyn L., Hens M., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T. & Van Reeth W. (red) 2007. Natuurrapport 2007. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Bos en Natuuronderzoek nr. 4, Brussel.
Fagan K.C., Pywell R.F., Bullock J.M. & Marss R. 2008. Do restored calcareous grasslands on former arable fields resemble ancient targets? The effect of time, methods and environment on outcomes. *Journal of Applied Ecology* 45: 1293-1303.
Gilbert J.C. 2000. High soil phosphorus availability and the restoration of species rich grasslands. PhD thesis, Cranfield University, Silsoe, UK.
Grime J.P. 2001. Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties (second edition). Wiley, Chichester, UK. 417 p.
Janssens H., Peeters A., Tallowin J.R.B. et al. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202: 69-78.
Jonsson L.M., Nilsson M.C., Wardle D.A. & Zackrisson O. 2001. Context dependent effects of ectomycorrhizal species richness on tree seedling productivity. *Oikos* 93: 353-364.
Lajtha K., Driscoll C.T., Jarrell W.M., Elliot E.T. 1999. Soil Phosphorus. In: Robertson G.P., Coleman D.C., Bledsoe C.S. & Sollins P. (Eds). Standard methods in long-term ecological research. Oxford University Press, New York. 460 p.
Lucassen E.C.H.E.T. 2004. Biogeochemical constraints for restoration of sulphate rich fens. PhD thesis, Universiteit Nijmegen, Nederland. 156 p.
Vergeer P., Van den Berg L.J.L., Baar J.N., Ouborg J. & Roelofs J.G.M. 2005. The effect of turf cutting on plant and arbuscular mycorrhizal spore recolonisation: Implications for heathland restoration. *Biological Conservation* 129: 226-235.
Smolders A.J.P., Lucassen E.C.H.E.T., Van der Aalst M., Lamers L.P.M. & Roelofs J.G.M. 2008. Decreasing the abundance of *Juncus effusus* on former Agricultural lands with noncalcareous Sandy soils: possible effects of liming and soil removal. *Restoration Ecology* 16: 240-248.
Stevens C.J., Dise N.B., Mountford J.O. & Gowing D.J. 2004. Impact of nitrogen deposition on the species richness of grassland. *Science* 303: 1876-1878.
Sival F.P. & Chardon W.J. 2002. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat. SV-511 Eindrapport, Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem, Gouda, Nederland. 36 p.
Van der Heijden M.G.A., Bardgett R.D. & van Straalen N.M. 2008. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters* 11: 296-310.
Wassen M.J., Olde Venterink H., Lapshina E.D. & Tanneberger F. 2005. Endangered plant persist under phosphorus limitation. *Nature* 437: 547-550.
Zwaenepoel A., Tjollly F., Vandenbussche V. & Hoffman M. 2002. Systematiek van natuurtypen voor Vlaanderen: 6.3 Graslanden, Heischrale graslanden. AMINAL, afd. natuur, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Uitvoering: WWI, UG, Instituut voor Natuurbehoud.