

VU Research Portal

Effect of metal pollution on genetic variation in natural populations of selected soil invertebrate species with different dispersal potential

Giska, I.

2016

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Giska, I. (2016). *Effect of metal pollution on genetic variation in natural populations of selected soil invertebrate species with different dispersal potential*. AT Wydawnictwo.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting

Het verlies aan biodiversiteit baart wereldwijd grote zorgen. Behalve diversiteit aan soorten en ecosystemen, omvat het begrip biodiversiteit ook de genetische diversiteit. Voor het behoud van biodiversiteit is het daarom van belang ook de genetische diversiteit te beschermen. Dit is urgent omdat door menselijke activiteiten het milieu met een niet eerder vertoonde snelheid aan het veranderen is. Alleen wanneer soorten over voldoende genetische variatie beschikken, zijn ze in staat zich aan te passen aan snel veranderende en daardoor vaak stressvolle omstandigheden. Een van de factoren die van invloed kan zijn op de genetische variatie van organismen is vervuiling van het milieu met potentieel giftige stoffen. Hoewel al gedurende tientallen jaren onderzoek is gedaan naar de mate waarin vervuiling de genetische variatie van natuurlijk populaties kan bedreigen, hebben deze studies nog geen eenduidig antwoord opgeleverd. Er is daarbij een opvallend gebrek aan grootschalige studies die een genoom-brede analyse hebben uitgevoerd voor een groot aantal soorten uit hetzelfde vervuilde gebied.

In dit proefschrift heb ik de hypothese onderzocht dat langdurige blootstelling aan metaalvervuiling de genetische diversiteit van natuurlijke populaties nadelig beïnvloedt, en dat de mate waarin dat gebeurt afhangt van de mobiliteit van soorten. Het onderzoek werd uitgevoerd in een gradiënt van metaalvervuiling in de buurt van de zink- en loodsmelter “Bolesław”, vlak bij Olkusz in het zuiden van Polen. Populaties van drie soorten evertibraten met een verschillend dispersievermogen werden bemonsterd langs deze gradiënt van vervuiling: de regenworm *Lumbricus rubellus*, de duizendpoot *Lithobius forficatus* en de predatoire kortschildkever *Staphylinus erythropterus*. De genetische diversiteit en populatiestructuur van deze soorten werden bepaald met behulp van DNA-merkers die geassocieerd zijn met restrictieplaatsen (“*Restriction site-associated DNA tags*”, *RAD tags*) en moleculaire merkers van het mitochondriaal DNA (mtDNA).

Omdat de toxiciteit van metalen wordt bepaald door hun biologische beschikbaarheid in de bodem, heb ik als eerste een toxicokinetische benadering toegepast om de biologische beschikbaarheid

van metalen in de gradiënt van vervuiling te bepalen (Hoofdstuk 1). Door regenwormen van de soort *L. rubellus* bloot te stellen aan grond van de Olkusz gradiënt kon ik aantonen dat metalen inderdaad beschikbaar waren voor opname door bodemorganismen. Dit was ook het geval bij het hoge gehalte aan organische stof in deze gronden, waaraan metalen sterk vastgelegd kunnen worden. De regenwormen vertoonden vooral een hoge opname en nauwelijks eliminatie van de niet-essentiële metalen (Cd, Pb), terwijl er sprake was van een zeer efficiënte regulatie van hun lichaamsconcentratie aan essentiële metalen (Cu, Zn).

Vervolgens heb ik de genetische diversiteit bepaald van de populaties van de geselecteerde evertebraten. De regenworm *L. rubellus*, de minst mobiele soort, bleek sterk polymorf, met een nucleotide-diversiteit in de populatie van 0.7-0.8% (Hoofdstuk 2). In tegenstelling tot de verwachting dat de genetische diversiteit zou afnemen met toename van het niveau van vervuiling, bleken de *L. rubellus* populaties bij Olkusz de hoogste genetische diversiteit te hebben op de meest vervuilde locatie. In de geanalyseerde individuen werden vijf sterk verschillende, sympatrische mtDNA-lijnen van *L. rubellus* gevonden. In de data-analyse clusterden de nucleaire RAD tags echter niet volgens deze mtDNA-lijnen, maar wel met de herkomst van de populatie. Dit suggereert dat er geen sprake is van reproductieve isolatie tussen de verschillende mtDNA-lijnen van *L. rubellus*; dit weerspreekt de hypothese dat er binnen *L. rubellus* in continentaal Europa cryptische soorten voorkomen.

De analyse van de matig mobiele soort *L. forficatus* (Hoofdstuk 3) liet zien dat de populatie van deze duizendpoot in Polen bestaat uit een complex van tenminste drie sterk verschillende genetische groepen, die waarschijnlijk opgevat moeten worden als cryptische soorten. Een beperkte menging, verschillen in het niveau van genetische diversiteit en de aanwezigheid van gefixeerde polymorfieën in de genetische clusters hebben waarschijnlijk geleid tot reproductieve isolatie. Ik vond echter geen invloed van metaalvervuiling op de genetische structuur van de *L. forficatus* populaties.

De meest mobiele soort, *S. erythropterus*, vertoonde weinig genetische verschillen, wat een intensieve *gene flow* tussen populaties suggereert (Hoofdstuk 4). De populaties vertoonden vrijwel dezelfde diversiteit van het nucleaire genoom ($\pi \sim 0.5\%$) en enkele verschillen in mtDNA diversiteit. Geen van de indicatoren van genetische diversiteit was gecorreleerd met de gehalten aan metalen in de bodem. De predatoire kevers van de locaties met de hoogste biologisch beschikbare metaalgehalten

hadden een significant hogere mtDNA-diversiteit dan de andere populaties bij Olkusz. Op nucleair niveau waren het aantal haplotypen en de haplotypediversiteit van deze populatie ook het hoogst, maar niet significant verschillend van die op de andere locaties.

De resultaten beschreven in dit proefschrift kunnen de hypothese dat metaalvervuiling leidt tot een sterkere afname van de populatie-genetische diversiteit bij soorten met een lage mobiliteit niet bevestigen. Voor zowel de minst mobiele soort *L. rubellus* als de meest mobiele soort *S. erythropterus* werd de grootste genetische diversiteit gevonden in de populaties op de locatie met de hoogste biologisch beschikbare metaalgehalten. Dit kan veroorzaakt worden door een hogere mutatiesnelheid als gevolg van oxidatieve stress op deze locatie of, in het geval van de predatoire kevers, toegenomen immigratie vanuit naburige populaties in een populatie die als een ‘ecological sink’ fungeert. Dit onderzoek heeft ook geleid tot de constatering dat binnen *L. forficatus* meerdere genetisch verschillende groepen te vinden zijn wat het belang aantoont van cryptische diversiteit in ecotoxicologisch onderzoek.