



Universiteit
Leiden
The Netherlands

An egg is always an adventure: anthropogenic impacts on *Culex pipiens* population dynamics

Boerlijst, S.P.

Citation

Boerlijst, S. P. (2025, March 18). *An egg is always an adventure: anthropogenic impacts on *Culex pipiens* population dynamics*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4198436>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4198436>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Samenvatting

Samenvatting

Samenvatting

Menselijke invloeden hebben ecologische systemen flink aangetast. Algemeen wordt er aangenomen dat dit aanzienlijke invloed heeft op de verspreiding van infectieziekten, wat kan leiden tot allerlei uitdagingen op het gebied van volksgezondheid. Onderzoek naar veranderingen in landgebruik, waterbeheer en klimaat vanuit een One Health-perspectief – dat de onderlinge verbondenheid tussen de gezondheid van mens, dier en milieu erkent – draagt bij aan het begrip van, en de eventuele voorbereiding op, (her)opkomst van ziekten.

Onder de verschillende mechanismen waardoor pathogenen zich verspreiden, spelen ongewervelden, en specifiek muggen, een cruciale rol als vector. Deze door muggen overdraagbare ziekten zijn afhankelijk van hun vector voor overdracht. Om beter te kunnen anticiperen op uitbraken van vector-overgedragen ziekten, is het belangrijk om inzicht te krijgen in het samenspel tussen vectorpopulaties, hun gastheren, en het milieu.

Hoewel vaak complex, is een beter inzicht in de onderliggende ecologische processen essentieel in deze benadering. Veel One Health-studies baseren zich op vereenvoudigde laboratoriumexperimenten of geïsoleerde effecten, waardoor ecologisch realisme en/of relevantie beperkt is. In deze thesis identificeer ik de belangrijkste menselijke invloeden op de populatiedynamiek van de wereldwijd verspreide ziektevector *Culex pipiens* s.l. (ofwel de gewone huismug), en probeer ik de ecologisch realistische impact in experimenten te onderzoeken. Hiervoor heb ik mij beperkt tot interacties tussen en binnen waterkwaliteit, biotiek (competitie en predatie) en klimaat drukfactoren.

Biting the hand that feeds

De habitats van muggenlarven worden door mensen aangetast via klimaatverandering, (nutriënt)vervuiling, en waterbeheer. Aan de hand van abiotische drukfactoren – met name in de vorm van temperatuur, eutrofiëring, en verzilting, worden de ontwikkeling en overleving van onvolwassen muggen beïnvloedt. De effecten per drukfactor zijn uitvoerig beschreven, maar de interacties tussen deze invloeden zijn nog onvoldoende begrepen, hoewel deze vaak samen voorkomen. Om relevante interacties tussen deze geselecteerde drukfactoren te beoordelen, heb ik een reeks full-factorial mesocosm-experimenten uitgevoerd. Mijn resultaten suggereren dat menselijke invloeden vaak een grote en positieve impact hebben op de ontwikkeling en het overleven van muggenpopulaties. Veel van deze effecten worden versterkt door een interactie met toenemende temperaturen.

Deze thesis toont aan dat de drukfactoren, die vaak gelijktijdig optreden, samen een ander effect hebben dan ieder van de factoren in isolatie. Dit benadrukt het belang van het overwegen van hun interacties. De drukfactoren en hun interacties haken hierbij aan op basale processen die spelen bij verschillende muggensoorten, maar met mogelijk verschillende relatieve belangrijkheid. Om deze reden zouden dergelijke interacties standaard meegenomen moeten worden in vector-ecologisch onderzoek. Dit biedt een basis voor de ecologische complexiteit die nodig is om bevindingen uit de experimenten te vertalen naar ecosystemen.

Voor ecologisch realisme is het onvoldoende om alleen rekening te houden met ecologische complexiteit. Het is ook belangrijk om drukfactoren realistisch toe te dienen (door natuurlijke fluctuaties mee te nemen), de context van testpopulaties te overwegen, en synergiën met mitigatie strategieën te beschouwen. De onderstaande tekst onderzoekt deze thema's aan de hand van geselecteerde drukfactoren.

In the heat of the moment

Temperatuur wordt algemeen erkend als een van de belangrijkste invloeden op koudbloedigen. Er zijn dan ook talrijke experimenten met temperatuureffecten voor vectorsoorten uitgevoerd. Het merendeel hiervan vond plaats onder constante temperaturen, terwijl temperaturen in de natuur dagelijkse schommelingen vertonen, wat het metabolisme via (sub)cellulaire processen beïnvloedt. In dit proefschrift test ik een goedkope en simpele methode om de impact van temperatuurschommelingen in mesocosm-experimenten te bestuderen. Door de veelgebruikte constante temperaturen en blokregimes te vergelijken met de gesimuleerde temperatuurschommeling van een gemiddelde dag in juni, laat ik zien dat fluctuaties in temperatuur de ontwikkelingstijd aanzienlijk verkorten vergeleken met constante temperaturen. Het grootste deel van dit verschil treedt op tijdens de metamorfose van pop naar adult, wanneer de muggen niet eten en het minst interageren met hun omgeving.

Het meenemen van natuurlijke temperatuurschommelingen maakt het mogelijk om de invloed van drukfactoren, en hun relatieve belangrijkheid nauwkeuriger te beoordelen. Dit kan belangrijke implicaties hebben voor de voorspelling van grootschalige verstoringen zoals klimaatverandering.

Taking it with a grain of salt

Verzilting is een cruciale drukfactor in zoetwaterecosystemen, bekend om de negatieve impact op biodiversiteit en ecosysteemdiensten. Er wordt algemeen aangenomen dat het belang van deze factor toe zal nemen door zeespiegelstijging, bodemdaling, en zoetwateronttrekking. Toch is er weinig bekend over de directe en indirecte effecten op populaties die onder overgangsomstandigheden leven. Fysiologische- en gedragsaanpassingen in muggen uiten zich in soortspecifieke toleranties, waarbij *Cx. pipiens* wordt beschouwd als intolerant. Toch kan geleidelijke blootstelling, in combinatie met relatief korte generatietijden, lokale aanpassing hebben gestimuleerd. Om te beoordelen of de huismug zich heeft aangepast aan verzilting, heb ik de tolerantie van drie populaties langs een kust-naar-land-gradiënt gekwantificeerd en vergeleken, met de verwachting dat tolerantie aan de kust is verbeterd. De sterfte was aanzienlijk lager dan verwacht bij de (huidig beschreven) maximum lethale dosis (LD100) en de impact op de ontwikkelingssnelheid was verwaarloosbaar. Zouttolerantie was het hoogst in de kust- en binnenlandse populaties, met een aanzienlijk lagere tolerantie voor de tussenliggende populatie.

Deze variaties in tolerantie kunnen gedeeltelijk worden toegeschreven aan de geografische oorsprong en de daaruit volgende historische context van de geteste populaties. Dit benadrukt de noodzaak om rekening te houden met de context van de populatie die in experimenten wordt gebruikt, en om de geografische oorsprong van de gebruikte populaties te communiceren en te contextualiseren.

Clashing in murky waters

Er is in toenemende mate interesse in One Health-strategieën, zoals natuurlijke predatie, om door muggen overgedragen ziekten te bestrijden, terwijl biodiversiteit wijdverspreid afneemt. Dit laatste hoofdstuk van mijn thesis evalueert de effectiviteit van predatoren tegen *Cx. pipiens*. We vergeleken twee Europese amfibieën, de kleine watersalamander (*Lissotriton vulgaris*) en de middelste groene kikker (*Pelophylax kl. esculentus*) met twee veelvoorkomende ongewervelden, de gewone snelzwemmer (*Agabus bipustulatus*) en het gewone bootsmannetje (*Notonecta glauca*). De amfibieën consumeerden 4-8 keer meer muggenlarven dan de onderzochte ongewervelden, zonder verschillen tussen de amfibiesoort, het geslacht, en de verschillende eutrofieringsniveaus. Bovendien zorgde de aanwezigheid van predatoren voor sterke ontmoediging van muggen om hun eieren te leggen. Dit suggereert de aanwezigheid van een landscape of fear, ofwel de ruimtelijke beoordeling van predatiedruk door een prooi.

Deze bevindingen benadrukken het potentieel van amfibieën als natuurlijke muggenbestrijdingsmethode, zowel door het beperken van overleving als door kolonisatie geheel te voorkomen. Dit accentueert het belang van het behoud van deze bedreigde soorten in zowel stedelijke als landelijke gebieden.

Slotopmerkingen

In dit proefschrift heb ik een overzicht gegeven van de belangrijkste menselijke drukfactoren, hun interacties, en gevolgen, op de populatiedynamiek van *Cx. pipiens*. Zoals u hebt kunnen lezen zijn deze effecten aanzienlijk en kunnen ze elkaar versterken. In mijn studies heb ik laten zien hoe het mogelijk is om tot nauwkeurige en relevante resultaten te komen, die verder reiken dan strict gecontroleerde experimentele omstandigheden. Daarmee benadrukt dit werk de noodzaak om ecologische realisme zoveel mogelijk te integreren in experimenteel ecologische studies, wat met name van groot belang is binnen het kader van One Health, waar interacties de norm zijn.

Ook biedt dit werk een grondslag voor voorspellingen over veranderingen in muggenpopulaties in een veranderende wereld. Dit vergroot ons begrip van de drukfactoren waarop effectieve interventies zich moeten richten. Op deze manier vormt deze thesis een basis voor het anticiperen op en verminderen van het risico op door *Culex*-overdraagbare ziekten.

