

Parasites and predators structure hybridizing *Daphnia* communities

Doctoral Thesis

Author(s):

Wolinska, Justyna

Publication date:

2006

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005296062>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Diss. ETH No. 16612

PARASITES AND PREDATORS
STRUCTURE
HYBRIDIZING *DAPHNIA* COMMUNITIES

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH
ETH Zurich
for the degree of
Doctor of Sciences ETH Zürich

presented by
JUSTYNA WOLINSKA
M.Sc. Biol., Jagiellonian University, Krakow, Poland
born 06.04.1977
citizen of Poland

accepted on the recommendation of
PD. Dr. Piet Spaak, examiner
Prof. Dr. Dieter Ebert, co-examiner
Prof. Dr. Jukka Jokela, co-examiner
Prof. Dr. Lawrence Weider, co-examiner

2006

Summary

Natural hybridization, which results in crossed individuals between genetically distinct populations of the same or different species, has received special attention in the discussion of processes maintaining biodiversity. In contrast to relatively slow evolutionary processes like genetic drift and natural selection, hybridization can alter genetic diversity within a single generation. There are different theories explaining why hybrids co-occur with their parental species. Either there is a dynamic equilibrium between hybrid production and selection against hybrids due to their sexual inferiority, or the relative hybrid fitness varies in space/time due to changing conditions. Among cyclically parthenogenetic species complexes (e.g. cladocerans of the genus *Daphnia*) the first scenario is rather unlikely because parthenogenetic reproduction reduces the risk of hybrid breakdown. This is because, when once produced, hybrid lineages can be maintained by asexual reproduction for an indefinite time period. Moreover, lakes, the natural habitats of hybridizing *Daphnia* populations, are characterised by highly fluctuating environmental conditions. The research described in my thesis focused on the question of which specific conditions promote the frequently observed dynamic coexistence within the *Daphnia galeata/hyalina/cucullata* species complex.

In the first part of my thesis (Chapters 2-3), we conducted two experiments to investigate if hybrids have different life-histories compared to parental species (the “hybrid pattern”). In previous studies, daphnids established from single natural populations were tested, whereas we investigated if the same “hybrid pattern” evolved between populations originating from two different lakes (Chapter 2). We additionally tested if various traits of hybrids, when measured under exposure to different predator cues, are consistently intermediate (Chapter 3), as was commonly observed in experimental studies without the presence of any cues. We found that a distinct “hybrid pattern” did not exist (Chapter 2). Differences between the traits of hybrids might have evolved due to differences in selection pressure in natural habitats. Moreover, in contrast to other studies, *Daphnia* hybrids were not intermediate to parental species; they had distinct reaction norms (Chapter 3).

In the second part of my thesis (Chapters 4-7), we explored the role of parasitism in hybridizing *Daphnia* populations. Although *Daphnia* parasites are known to drastically reduce the fitness of the infected host, parasitism has been completely ignored in the discussion of processes maintaining dynamic coexistence in hybridizing *Daphnia* populations. In many other hybridizing systems, it has been clearly established that taxa can differ in their infection

load. Hybrids were either the most, intermediate, or least infected taxon. In my thesis, we compared the infection levels among taxa from a *Daphnia* species complex, both under experimental conditions as well as from extensive (across time and space) field surveys.

Our results suggest that parasites are important driving forces in a *Daphnia* species complex. First, parasites were commonly found across hybridizing *Daphnia* populations (Chapter 7) and they drastically reduced the fecundity of the infected daphnids (Chapters 4-7). Second, *Daphnia* taxa differed in their infection level (Chapter 4), but the 'over-' or 'under-infection' observed in the field for some taxa was not stable over time. The taxon which had been relatively rare and under-infected increased in frequency and became over-infected afterwards (Chapter 5). The infection patterns that we observed in a variety of simultaneously sampled *Daphnia* populations (Chapter 7) provide additional indirect evidence for the coevolutionary host-parasite cycles operating in this species complex. It seems that parasites can alter the dynamic competition among potential hosts and, therefore, promote taxa coexistence. Moreover, our research sheds light on the inconsistent infection patterns observed in many previously studied hybridizing systems. These infection patterns were often reported based on a relatively short observation period, whereas we suspect that infection patterns are not fixed.

In our survey of 43 lakes (Chapter 7), we additionally observed that parasites were more likely to infect *Daphnia* populations in eutrophic and low-altitude habitats. It seems that the presence of parasites on host species is determined not only by host-specificity of the parasite but also by host-habitat relations. In Chapter 8, I conclude the thesis with a discussion whether dynamic host-parasite interactions can be altered additionally by a fluctuating environment.

Zusammenfassung

Durch die natürliche Hybridisierung entstehen Individuen, die Kreuzungen genetisch verschiedener Populationen der gleichen Art oder zwei verschiedener Arten sind. Sie hat bei der Diskussion über Prozesse, die die Biodiversität aufrechterhalten, eine grosse Beachtung erlangt. Im Gegensatz zu relativ langsamen evolutiven Prozessen, wie zum Beispiel genetischer Drift and natürliche Selektion, kann die Hybridisierung die genetische Diversität innerhalb einer einzigen Generation verändern. Es gibt verschiedene Theorien, die die Koexistenz von Hybriden und deren Elternarten erklären: Entweder gibt es ein dynamisches Gleichgewicht zwischen der Produktion von und der Selektion gegen Hybriden wegen ihrer sexuellen Unterlegenheit; oder die Fitness der Hybriden variiert in Raum und Zeit aufgrund wechselnder Bedingungen. Bei den sich zyklisch parthenogenetisch fortpflanzenden Artenkomplexen (z. B. den Cladoceren der Gattung *Daphnia*) ist das erste Szenario eher unwahrscheinlich, weil die parthenogenetische Reproduktion das Risiko des Aussterbens der Hybriden reduziert. Der Grund dafür ist, dass die Hybriden durch asexuelle Reproduktion über längere Zeit persistieren können. Zusätzlich sind Seen, die natürlichen Habitate von hybridisierenden Daphnienpopulationen, durch stark fluktuierende Umweltbedingungen charakterisiert. Die Forschung, die ich in meiner Doktorarbeit beschreibe, konzentriert sich auf die folgende Frage: Welche spezifischen Bedingungen fördern die dynamische und regelmässig beobachtete Koexistenz von Taxa innerhalb des *Daphnia galeata/hyalina/cucullata* Artenkomplex?

Im ersten Teil meiner Doktorarbeit (Kapitel 2-3) haben wir zwei Experimente durchgeführt, um herauszufinden, ob Hybriden verschiedene „Life histories“ im Vergleich zu ihren Elternarten haben (das „Hybridmuster“). In früheren Studien wurden Daphnien untersucht, die nur von einer einzelnen natürlichen Population abstammten. Wir aber wollten wissen, ob sich das gleiche Hybridmuster entwickelt, falls wir Populationen von zwei verschiedenen Seen untersuchen (Kapitel 2). Zusätzlich haben wir geprüft, ob verschiedene Merkmale von Hybriden immer intermediär im Vergleich zu den Elternarten sind, wenn wir sie verschiedenen Prädatorsignalen aussetzen (Kapitel 3), wie es normalerweise in experimentellen Studien ohne Prädatorsignale beobachtet werden konnte. Wir fanden heraus, dass es kein ausgeprägtes „Hybridmuster“ gibt (Kapitel 2). Die Unterschiede zwischen den Merkmalen von Hybriden sind eher die Folge des unterschiedlichen Selektionsdrucks von natürlichen Habitaten. Im Gegensatz zu anderen Studien verhielten sich die

Hybriden auch nicht intermediär zu den Elternarten: Sie hatten ihre eigenes ausgeprägtes Reaktionsmuster (Kapitel 3).

Im zweiten Teil meiner Doktorarbeit (Kapitel 4-7) erforschten wir die Rolle von Parasiten in hybridisierenden Daphnienpopulationen. Obwohl bekannt ist, dass Daphnien-Parasiten die Fitness des infizierten Wirtes drastisch senken können, wurden sie bis heute bei der Diskussion über Prozesse, die die dynamische Koexistenz von verschiedenen Taxa in hybridisierenden Daphnienpopulationen aufrechterhalten, völlig ignoriert. In vielen anderen hybridisierenden Systemen ist es allgemein bekannt, dass sich Taxa bezüglich Anfälligkeit unterscheiden. Die Hybriden waren entweder das am meist, intermediär oder am wenigsten infizierte Taxon. In meiner Doktorarbeit verglichen wir den Infektionsgrad von verschiedenen Taxa eines Daphnien-Artenkomplexes, sowohl unter experimentellen wie auch unter (räumlich und zeitlich) umfassenden Felduntersuchungen.

Unsere Resultate deuten darauf hin, dass Parasiten eine wichtige treibende Kraft in Artenkomplexen von Daphnien darstellen. Erstens fanden wir häufig Parasiten in hybridisierenden Daphnienpopulationen (Kapitel 7) und diese reduzierten die Fekundität der infizierten Daphnien auch drastisch (Kapitel 4-7). Zweitens unterschieden sich die Daphnientaxa in ihrem Infektionsgrad (Kapitel 4). Allerdings war die Über- oder Unterinfektion, die im Feld bei gewissen Taxa festgestellt werden konnte, zeitlich nicht stabil. Relativ seltene und unterinfizierte Taxa nahmen zahlenmässig zu und waren danach überinfiziert (Kapitel 5). Die Infektionsmuster, die wir in verschiedenen gleichzeitig beprobten Daphnienpopulationen fanden (Kapitel 7), sind ein weiteres Indiz für coevolutive Wirt-Parasit-Zyklen, die in diesem Artenkomplex wirken. Es scheint, dass Parasiten die dynamische Konkurrenz zwischen potentiellen Wirten verändern und damit die Koexistenz von Taxa fördern können. Zusätzlich bringt unsere Forschung Licht in die inkonsistenten Infektionsmuster von vielen verschiedenen, früher studierten hybridisierenden Systemen. Diese Muster wurden häufig aufgrund von relativ kurzen Beobachtungsperioden definiert, wir denken aber, dass diese Muster nicht starr sind.

In unserer Untersuchung von 43 Seen (Kapitel 7) konnten wir ausserdem feststellen, dass Parasiten eher Daphnien aus eutrophen Habitaten in tieferen Höhenlagen infizieren. Anscheinend wird die Präsenz von Parasiten in der Wirtart nicht nur durch die Wirt-Spezifität des Parasiten, sondern auch durch die Beziehung von Wirt und Habitat bestimmt. In Kapitel 8 schliesse ich die Doktorarbeit mit einer Diskussion, ob dynamische Wirt-Parasit-Interaktionen durch fluktuierende Umgebungen verändert werden können.