

# Abstract

Demographic history inference is a valuable tool in understanding the evolutionary processes that have shaped the genetic diversity of species, particularly those that have colonised isolated habitats such as islands. Coalescent theory provides a mathematical framework that enables the reconstruction of the demographic history of a species based on genetic data. Over the past decade, the increasing availability of data has made efficient and scalable coalescent-based methods indispensable for population history inference, particularly when dealing with large sample sizes.

In this study, we applied a range of population genetic methods to investigate the population history of *Cardamine hirsuta*, a member of the Brassicaceae family and a close relative of *Arabidopsis thaliana*, on the Azores islands, a remote oceanic archipelago. By employing genome-wide SNPs and SMC-based methods we were able to infer the population history of *C. hirsuta* on the Azores archipelago.

Our results revealed that the population structure of *C. hirsuta* within the archipelago can be attributed to several waves of colonisation by established mainland European ancestry groups. We identified three distinct ancestry groups on the islands, with the largest number of sampled accessions belonging to the ancestral Azorean population, established by migrants from the Iberian peninsula more than 10,000 years ago. The remaining accessions that arrived relatively recently to the archipelago were most likely brought by European settlers in the 15th century and segregated into two distinct ancestry groups based on their origin - either from the Iberian peninsula or from the Balkans and Central Europe. Furthermore, our findings suggested that the ancestral Azorean population experienced a significant bottleneck both during the initial colonisation event and potentially more recently.

Lastly, we proposed a stepping-stone model of colonisation of the Azores archipelago over Madeira. However, we uncovered that the colonisation of Madeira by *C. hirsuta* occurred around 6,000 years ago from the Iberian peninsula, which is more recent compared to the colonisation of the Azores. This is an intriguing finding, particularly since it contradicts the results of the study on *A. thaliana*, which showed that the Madeiran population had arrived approximately 70,000 years ago.

# Zusammenfassung

Methoden zur Inferenz der demografischen Geschichte sind ein wertvolles Instrument zum Verständnis der evolutionären Prozesse, die die genetische Vielfalt von Arten geprägt haben, insbesondere von solchen, die isolierte Lebensräume wie Inseln besiedelt haben. Die Koaleszenztheorie bietet einen mathematischen Rahmen, der die Rekonstruktion der demografischen Geschichte einer Art auf der Grundlage genetischer Daten ermöglicht. In den letzten zehn Jahren hat die zunehmende Verfügbarkeit von Daten dazu geführt, dass effiziente und skalierbare Methoden auf der Grundlage der Koaleszenztheorie für die Inferenz der Populationsgeschichte unverzichtbar geworden sind, insbesondere wenn es um große Stichproben geht.

In dieser Studie haben wir eine Reihe von populationsgenetischen Methoden angewandt, um die Populationsgeschichte von *Cardamine hirsuta*, einem Mitglied der Familie der Brassicaceae und einem nahen Verwandten von *Arabidopsis thaliana*, auf den Azoren, einem abgelegenen ozeanischen Archipel, zu untersuchen. Durch den Einsatz von genomweiten SNPs und SMC-basierten Methoden konnten wir die Populationsgeschichte von *C. hirsuta* auf dem Azoren-Archipel rekonstruieren.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Populationsstruktur von *C. hirsuta* auf dem Archipel auf mehrere Kolonisierungswellen durch etablierte europäische Abstammungsgruppen zurückzuführen ist. Wir identifizierten drei verschiedene Abstammungsgruppen auf den Inseln, wobei die größte Anzahl der untersuchten Akzessionen zur azoreanischen Population gehört, die vor mehr als 10,000 Jahren von Migranten von der iberischen Halbinsel eingeführt wurde. Die übrigen Akzessionen, die erst vor relativ kurzer Zeit auf den Archipel gelangten, wurden höchstwahrscheinlich von europäischen Siedlern im 15. Jahrhundert eingeschleppt und je nach Herkunft - entweder von der Iberischen Halbinsel oder vom Balkan und aus Mitteleuropa - in zwei unterschiedliche Abstammungsgruppen aufgeteilt. Darüber hinaus deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass die angestammte Bevölkerung der Azoren sowohl während der ersten Kolonisierung als auch möglicherweise in jüngerer Zeit einen erheblichen genetischen Flaschenhals durchlebt hat. Schließlich schlugen wir ein "stepping-stone model" für die Besiedlung des Azorenarchipels über Madeira vor. Wir haben jedoch herausgefunden, dass die Besiedlung Madeiras durch *C. hirsuta* vor etwa 6,000 Jahren von der Iberischen Halbinsel aus erfolgte, was im Vergleich zur Besiedlung der Azoren jünger ist. Dies ist eine interessante Erkenntnis, zumal sie im Widerspruch zu den Ergebnissen der Studie über *A. thaliana* steht, aus der hervorging, dass die madeirensische Bevölkerung vor etwa 70,000 Jahren eingewandert war.