



Effects of inbreeding and pollen donor provenance and diversity on offspring performance under environmental stress in the rare plant *Cochlearia bavarica*

Melanie Paschke^{a,b}, Giorgina Bernasconi^{a,b,1}, Bernhard Schmid^{a,b,*}

^aInstitute of Environmental Sciences, University of Zurich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zurich, Switzerland

^bZurich-Basel Plant Science Center, Switzerland

Received 28 May 2004; accepted 11 February 2005

KEYWORDS

Environmental stress;
Genetic variation;
Inbreeding depression;
Outbreeding;
Pollen diversity;
Population size;
Rare plant species;
Reaction norm

Summary

Habitat degradation and loss can reduce size and genetic variability of natural populations, increasing individual homozygosity and average relatedness between individuals. While the resulting inbreeding depression may be reduced by natural selection under prevailing environmental conditions, it may increase again under environmental stress. To investigate the effect of environmental stress on offspring performance and the expression of inbreeding depression, we hand-pollinated maternal plants in small (< 100 , $n = 5$) and large populations (> 400 flowering plants, $n = 5$) of the rare plant *Cochlearia bavarica* (Brassicaceae) and raised the offspring under experimentally manipulated water and light regimes (normal or reduced supply). In addition to considering natural variation in inbreeding levels due to population size, we manipulated pollen donor provenance and diversity. Maternal plants were pollinated with nine donors from a different population or with one or nine donors from the same population. One further inflorescence of each maternal plant was exposed to free pollination. Offspring growth and survival were monitored over 300 days. Offspring performance varied significantly among populations and maternal plants. Environmental stress interacted significantly with these factors. However, there was no general indication that offspring from small populations were more negatively affected. In seven out of 10 populations, offspring derived from between-population pollination performed better than offspring derived from within-population pollination. Also, in five out of 10 populations, average offspring size was

*Corresponding author. Institute of Environmental Sciences, University of Zurich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zurich, Switzerland. Tel.: +41 1 635 5205; fax: +41 1 635 5711.

E-mail addresses: paschke@uwinst.unizh.ch (M. Paschke), giorgina.bernasconi@unil.ch (G. Bernasconi), bschmid@uwinst.unizh.ch (B. Schmid).

¹Current address: Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland.

higher after within-population pollination with nine than after pollination with one pollen donor. These results suggest low genetic diversity within *C. bavarica* populations, both smaller and larger ones. Interactions between environmental stress and pollination treatment indicated that using pollen donors from outside a population or increasing the number of pollen donors can reduce inbreeding depression, but that this beneficial effect is impaired under stressful conditions.

© 2005 Gesellschaft für Ökologie. Published by Elsevier GmbH. All rights reserved.

Zusammenfassung

In kleinen Pflanzenpopulationen kann genetische Erosion zu einer zunehmenden Ähnlichkeit zwischen den Pflanzen innerhalb dieser Populationen führen. Die daraus resultierende Inzuchtdepression kann unter den bestehenden Umweltbedingungen durch die natürliche Selektion reduziert werden, kann aber unter Umweltstress erneut ansteigen. Um diese Hypothese zu testen, wurden Pflanzen kleiner (< 50 blühende Pflanzen, $n = 5$ Populationen) und großer Populationen (> 400, $n = 5$) der endemischen Art *Cochlearia bavarica* handbestäubt. Die aus den Handbestäubungen resultierenden Keimlinge wurden unter verschiedenen Umweltbedingungen aufgezogen (experimentelle Manipulation von Licht und Wasser: normale und reduzierte Bedingungen). Um zusätzlich zur Variation der Populationsgröße auch unterschiedliche Grade von Inzuchtdepression zu erzeugen, wurden die Mutterpflanzen mit Pollen von neun Pollenspendern aus einer anderen Population oder mit einem oder neun Pollenspendern aus der gleichen Population handbestäubt. Das Wachstum der Nachkommen wurde über 300 Tage beobachtet. Die Größe der Nachkommen variierte signifikant zwischen den verschiedenen Ursprungspopulationen und Mutterpflanzen. Zusätzlich reagierten die Ursprungspopulationen (und Mutterpflanzen) unterschiedlich auf den experimentell erzeugten Umweltstress, aber nicht im erwarteten Sinne einer Benachteiligung kleiner gegenüber großer Populationen. Nachkommen, die aus Handbestäubungen mit neun Pollenspendern einer benachbarten Population stammten, waren in sieben von zehn Populationen signifikant größer als die Nachkommen, die aus Handbestäubungen innerhalb der Populationen hervorgingen. Nachkommen, die aus Handbestäubungen mit einem Pollenspender aus derselben Population hervorgingen, waren in fünf von zehn Populationen kleiner als die Nachkommen aus einer Handbestäubung mit neun Pollenspendern aus derselben Population. Dies weist darauf hin, daß die genetische Vielfalt innerhalb aller *Cochlearia bavarica*-Populationen relativ niedrig war, unabhängig von deren Größe. Pollen von außerhalb einer Population oder eine zunehmende Anzahl an Pollenspendern können Inzucht und Inzuchtdepression vermindern. Signifikante Interaktionen zwischen Umweltstress und Handbestäubungsbehandlung zeigten aber auch, daß dieser positive Effekt unter Umweltstress beeinträchtigt werden kann.

© 2005 Gesellschaft für Ökologie. Published by Elsevier GmbH. All rights reserved.

Introduction

Many plant and animal species occur in small remnant populations due to habitat loss and degradation (Vitousek, 1994). Because population size can be negatively correlated with genetic variation (Fischer & Matthies, 1998; Paschke, Abs, & Schmid, 2002a), a decrease in population size may result in genetic erosion (Oostermeijer, Berholz, & Poschlod, 1996). The underlying mechanisms of genetic erosion (loss of alleles through genetic bottleneck, inbreeding, or high rates of random genetic drift; Falconer, 1989), although conceptually distinct, are often correlated (Gabriel & Bürger, 1994).

Negative effects of inbreeding on individual performance have been documented for instance for reproductive traits and offspring establishment (Fishman, 2001; Lienert, Diemer, & Schmid, 2002; Pflugshaupt, Kollmann, Fischer, & Roy, 2002; Paschke, Abs, & Schmid, 2002b; Lienert & Fischer, 2004) and in various groups of organisms and environments (Armbruster, Hutchinson, & Linnell, 2000; Andersson & Waldmann, 2002; Haag, Hottinger, Riek, & Ebert 2002; Keller & Waller, 2002). These effects may be due to recessive alleles that are deleterious when homozygous (partial dominance hypothesis), an advantage in fitness of heterozygotes compared to homozygotes (overdominance hypothesis; Charlesworth

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/9445674>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/9445674>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)