

Effects of land-use change on productivity depend on small-scale plant species diversity

Nicolas Gross*, Juliette M.G. Bloor, Frédérique Louault, Vincent Maire, Jean-François Soussana

INRA UR874, UREP, Grassland Ecosystem Research Unit, 234 Avenue du Brézat, F-63100 Clermont-Ferrand, France

Received 5 February 2009; accepted 22 September 2009

Abstract

Understanding the interplay between land-use change, species diversity and ecosystem function is critical for the prediction of global change impacts on ecosystem services. Biodiversity experiments with artificial species assemblages have shown that community-scale species richness may affect ecosystem productivity and spatial stability. However, the use of synthetic communities with controlled levels of species density for biodiversity experiments has been criticised and their relevance for natural communities has been questioned. Here, we use a land-use change experiment to investigate the biodiversity effects on production within managed, upland grasslands. We examine species diversity and productivity at both the small plant-neighbourhood scale (14×14 cm) and the field scale ($15 \text{ m} \times 25 \text{ m}$) for two land-use trajectories under field conditions: intensification through fertilisation, and extensification through the cessation of mowing. Both intensification and extensification were associated with a decrease in species number, but the magnitude of this decrease was greater at the small scale. Extensification was associated with a decrease in small-scale productivity whereas intensification had no significant effect on small-scale productivity. Effects of land-use treatments on biomass production were mediated by variation in small-scale species number; species number showed a significant positive relationship with small-scale productivity within each land-use treatment. Furthermore, species number was associated with a decrease in the variance of small-scale green biomass. In contrast, no species diversity effects were found on productivity at the field scale. Instead, field-scale species diversity decreased with increase in the total above-ground biomass (green biomass + litter). This study demonstrates that biodiversity effects can be observed under field conditions at the small scale and may play an important role for ecosystem functioning and stability even in low-diversity plant communities.

© 2009 Gesellschaft für Ökologie. Published by Elsevier GmbH. All rights reserved.

Zusammenfassung

Ein Verständnis der Zusammenhänge zwischen veränderter Landnutzung, Artendiversität und Ökosystemfunktionen ist entscheidend für die Vorhersage des Einflusses der globalen Veränderungen auf die Ökosystemleistungen. Biodiversitätsexperimente mit künstlichen Artenzusammensetzungen haben gezeigt, dass der Artenreichtum auf der Lebensgemeinschaftsebene die Produktivität und räumliche Stabilität von Ökosystemen beeinflussen kann. Der

*Corresponding author. Present address: Bio-protection Research Center, PO Box 84, Lincoln University, Lincoln 7647, New-Zealand.
Tel.: +64 3 325 2696; fax: +64 3 325 3864.

E-mail address: Nicolas.Gross@lincoln.ac.nz (N. Gross)

Gebrauch von synthetischen Lebensgemeinschaften mit kontrollierten Niveaus der Artendichte bei Biodiversitätsexperimenten wurde jedoch kritisiert und die Relevanz für natürliche Gemeinschaften in Frage gestellt. An dieser Stelle benutzen wir ein Experiment zur Landnutzungsänderung um die Auswirkungen der Biodiversitätseffekte auf die Produktion von bewirtschafteten Hochlandgrünflächen zu untersuchen. Wir untersuchen die Artendiversität und die Produktivität sowohl auf einer kleinen Pflanzennachbarschaftsskala (14 cm × 14 cm) und auf einer Feldskala (15 m × 25 m) entlang von zwei Landnutzungstransekten unter Freilandbedingungen: Intensivierung durch Düngung und Extensivierung durch das Einstellen der Mahd. Sowohl die Intensivierung als auch die Extensivierung waren mit einer Abnahme der Artenzahl verbunden, die Größenordnung der Abnahme war jedoch auf der kleinen Skala größer. Die Extensivierung war mit einer Abnahme der Produktivität auf der kleinen Skala verbunden, während die Intensivierung auf der kleinen Skala keinen signifikanten Effekt auf die Produktivität hatte. Die Auswirkungen der unterschiedlichen Landnutzungen auf die Biomassenproduktion wurde durch die Variation der Artenzahl auf der kleinen Skala vermittelt. Die Artenzahl zeigte eine signifikante positive Beziehung mit der Produktivität auf der kleinen Skala bei beiden Landnutzungstypen. Darüber hinaus war die Artenzahl mit einer Abnahme in der Variation der grünen Biomasse auf der kleinen Skala verbunden. Im Gegensatz dazu wurden keine Effekte der Artendiversität auf die Produktivität auf der Feldskala gefunden. Stattdessen nahm die Artenzahl auf der Feldskala mit zunehmender absoluter oberirdischer Biomasse (grüne Biomasse und Streu) ab. Diese Untersuchung demonstriert, dass Effekte der Biodiversität auf der kleinen Skala unter Freilandbedingungen beobachtet werden können und eine wichtige Rolle für die Ökosystemfunktion und -stabilität auch bei Pflanzengemeinschaften mit wenigen Arten spielen.

© 2009 Gesellschaft für Ökologie. Published by Elsevier GmbH. All rights reserved.

Keywords: Above-ground biomass production; Biodiversity effect; Grasslands; Fertilisation; Intensification; Mowing; Land use; Spatial stability; Species richness

Introduction

Increasing in the recognition of the impact of human activities on natural ecosystems has led to substantial research into the effects of land-use change on ecosystem function in recent years (Chapin et al. 2000; Quéfier, Thebault, & Lavorel 2007; Sala et al. 2000). Experimental studies have shown that changes in land use may impact ecosystem function both directly (e.g. modifications in soil fertility and disturbance regime) and indirectly (e.g. modifications in community structure and species richness) (Chapin et al. 2000). In addition, theoretical work has suggested that land-use change will be the most important driver of future global biodiversity change for terrestrial ecosystems (Sala et al. 2000). Consequently, understanding the interplay between land-use change, species diversity and ecosystem function is critical for the prediction of global change on ecosystem services.

In order to explore the relationship between biodiversity and ecosystem functioning, many researchers have focused on the relationship between biodiversity and productivity. Early biodiversity experiments in artificial plant communities indicate, for the most part, increased ecosystem productivity in response to increase in the species diversity (see Hooper et al. 2005 for a review). This finding, initially attributed to a sampling effect (sensu Huston 1997), has nevertheless been confirmed both within and between different functional groups (Gross, Suding, Lavorel, & Roumet 2007; Roscher, Thein, Schmid, & Scherer-Lorenzen 2008; van Ruijven & Berendse 2005). Such biodiversity effects may be explained by niche differentia-

tion and biotic interactions, which increase local resource use, i.e. complementarity (sensu Loreau et al. 2001). However, the use of synthetic communities with controlled levels of species richness for biodiversity experiments has been criticised for (i) creating assemblages, which do not reflect species patterns in the field (Flombaum & Sala 2008; Huston & McBride 2002), (ii) artificial maintenance of dominance hierarchies and diversity treatments by weeding (Hector et al. 2007; Roscher et al. 2008), and (iii) immature plant communities (Huston & McBride 2002; Thompson, Askew, Grime, Dunnett, & Willis 2005). In addition, such positive diversity–productivity relationships seem difficult to reconcile with patterns observed in natural ecosystems (Loreau et al. 2001). For instance, in natural field conditions, the most productive communities are generally characterised by low species numbers (Grime 1979; Mittelbach et al. 2001). Results from recent biodiversity studies conducted in natural ecosystems are less conclusive with regards to diversity/production relationships (Flombaum & Sala 2008; Grace et al. 2007; Mokany, Ash, & Roxburgh 2008). Consequently, documented biodiversity effects might be considered as a transient effect observed in synthetic mixtures with little relevance for natural communities (Huston & McBride 2002; Thompson et al. 2005; but see Hector et al. 2007).

Discrepancies between results from artificial and natural communities may in part reflect the spatial scale at which the studies have been conducted in the field (Chase & Leibold 2002.). Most of the field studies, which have investigated the relationship between productivity and species richness have been conducted at the community level and along large ecological

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/4384590>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/4384590>

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