

Mikrobielle Gemeinschaften zeigen keine höhere Resistenz oder Resilienz gegenüber Hitzestress in ökologisch im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Böden

Meier B¹, Watson C¹ & Wichern F¹

Keywords: Resilienz; mikrobielle Aktivität, Biomasse & Gemeinschaft; Hitzestress.

Abstract

Climate change leads to heat waves, which cause stress to soil microbes and influence their functions. A larger and also a more diverse microbial community, as observed in organically managed soils, is believed to be more resistant and resilient in response to stress. Therefore, we investigated the influence of heat on microbial communities and their functions. Soils from adjacent organic and conventional field sites were incubated at 25 °C. Subsamples were exposed to 40 or 60 °C for 20 hours. Soil respiration was measured continuously and microbial biomass, community composition and activity parameters were assessed 3 and 31 days after the heat events. In both soils, heat stress at 60 °C reduced microbial biomass, in particular fungi and enzyme activity but increased soil respiration a few days after the heat event. Nitrogen mineralization was altered at 60 °C with lower N release and accumulation of NH₄⁺. After the 40 °C heat event microbial biomass especially fungi slightly decreased first and increased until 31 days after heat stress, with fungi staying on a lower level. Overall, microbial communities in organic and conventional soils responded similar.

Einleitung und Zielsetzung

Der Klimawandel mit steigenden Durchschnittstemperaturen führt ebenfalls zu einer Zunahme von Hitzetagen. Diese Hitzeereignisse beeinflussen die Vegetation und haben einen indirekten, sowie einen direkten Einfluss auf den Boden. Die Bodenmikroorganismen erfüllen im ökologischen Landbau die wichtige Funktion der Nährstofffreisetzung aus Pflanzenresten und organischen Düngern und tragen zum Aufbau von Humus bei. Steigende Durchschnittstemperaturen führen zu einer verstärkten Aktivität der Bodenmikroorganismen. Allerdings können sehr hohe Temperaturen die Bodenmikroorganismen auch negativ beeinflussen und deren Aktivität und Biomasse beeinträchtigen. Die mikrobielle Gemeinschaft in ökologisch bewirtschafteten Böden wird oftmals als diverser beschrieben, welches u.a. auf eine größere Vielfalt der Kulturpflanzen zurückgeführt wird. Zudem weisen ökologisch bewirtschaftete Böden häufig eine höhere mikrobielle Biomasse auf. Ökosysteme mit einer höheren Abundanz und Artenvielfalt wird eine größere Fähigkeit zugeschrieben sich gegen Stressoren zu erwehren. Somit ist zu erwarten, dass die mikrobielle Gemeinschaft in ökologisch bewirtschafteten Böden gegenüber konventionell bewirtschafteten Böden Hitzestress besser verkraftet und weniger stark in Abundanz und Funktion beeinflusst wird. Ziel unserer Untersuchung war es daher die Resistenz und Resilienz mikrobieller Gemeinschaften gegen Hitzestress in einem ökologisch bewirtschafteten Boden mit einem konventionellen Boden zu vergleichen zu.

¹ Hochschule Rhein-Waal, Bodenkunde und Pflanzenernährung, Marie-Curie Str. 1, 47533 Kleve, Deutschland, fw@hsrw.eu

Methoden

Bodenproben (0-15 cm Tiefe, sandiger Lehm) wurden auf einer ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche (ca. 40 Jahre ökologische Bewirtschaftung, pH 6,5; 2,0 % C_{org}) und einer benachbarten konventionellen Ackerfläche (pH 6,4; 1,3 % C_{org}) genommen, gesiebt (< 2 mm) und auf 60 % Wasserhaltekapazität eingestellt. Nach einer Präinkubation von einer Woche bei 25 °C, wurde jeweils ein Teil der Proben einem Hitzestress von 40 °C oder 60 °C für ca. 20 Stunden ausgesetzt. Im Anschluss wurden die Proben ebenso wie die Kontrolle bei 25 °C inkubiert. Drei und 31 Tage nach dem Hitzestressereignis wurde die mikrobielle Biomasse, die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft (Pilze, Bakterien, Archaeen), die FDA-Enzymaktivität und die Stickstoffmineralisation erfasst. Während der Inkubationszeit wurde die Bodenatmung mit Hilfe von Laugenfallen erfasst.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen einen höheren Humusgehalt und eine höhere mikrobielle Biomasse mit höherem Pilzanteil in dem ökologischen Boden, wie in vielen Studien beobachtet. Hitzestress bei 60 °C führte in beiden Böden zu einer Reduktion der mikrobiellen Biomasse um ca. 80 % drei Tage nach dem Hitzeereignis, die sich auch nach 31 Tagen nicht erholte. Insbesondere die Pilze waren negativ beeinflusst. Der Schaden durch den Hitzestress war somit dauerhaft. Auch die FDA-Enzymaktivität war drei und 31 Tage nach dem Hitzeereignis substantiell reduziert. Die Bodenatmung hingegen stieg unmittelbar nach dem Hitzeereignis in beiden Böden stark an, verblieb für ca. 7 Tage hoch und sank dann bis zum Ende des Experiments auf einer Rate, die leicht unter der Kontrollvariante lag. Bei einem Hitzeereignis von 40 °C kam es zunächst zu einem leichten Rückgang der mikrobiellen Biomasse, insbesondere der Pilze und der FDA-Enzymaktivität, sowie einem minimalen Anstieg der Bodenatmung. Die mikrobielle Biomasse wuchs bis zum Tag 31 nach dem Hitzeereignis in beiden Böden um 20 % an. Dabei blieb der Pilzanteil allerdings geringer. Das 40 °C Hitzeereignis hatte somit offensichtlich einen insbesondere die Bakterien kurzfristig fördernden Effekt hingegen die Pilze eher negativ beeinflusst wurden.

Schlussfolgerungen

Hitzestress bei 60 °C führt zu einer massiven Reduktion der mikrobiellen Biomasse, insbesondere der Pilze und somit zur Reduktion der Bodenfunktion. Ökologisch und konventionell bewirtschaftete Böden unterscheiden sich zwar hinsichtlich der Abundanz und Biomasse von Bodenmikroorganismen, allerdings reagieren die mikrobiellen Gemeinschaften auf Hitzestressereignisse gleich. Eine höhere Resistenz und Resilienz mikrobieller Gemeinschaften in ökologisch bewirtschafteten Böden konnte nicht festgestellt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass sich mikrobielle Gemeinschaften in Böden mit Vegetation und unter kombiniertem Hitze- und Trockenstress anders verhalten mögen.

Danksagung

Die Autoren danken den Landwirten für die Bereitstellung der Bodenproben, Rita Thelen, Nayan Gogoi, Patrik Leka, Shiwei Li, Michael Hemkemeyer, Sanja Schwalb für die Unterstützung bei der experimentellen Arbeit und den Analysen in den Laboren.