ABSTRACT

Soil organisms play a crucial function in the ecosystem and are the main driving force responsible for organic matter breakdown, nutrient cycling and soil structural stability. Plant Protection Products (PPPs) (i.e., pesticides) have long been used in agriculture for control pests and diseases in plants. However, many PPPs are also toxic for non-target (beneficial) species and may have negative impacts on soil functions.

Little research has been done on the impact of PPPs on tropical ecosystems, considering the amount of studies already conducted in temperate regions. Often, most of the standardized data used in the risk assessment of chemicals in tropical countries are generated in temperate regions, whereas comparable data are relatively scarce for tropical regions. Based on this situation, mainly two questions were addressed in this study: (1) Do fate and effects of pesticides differ between tropical and temperate regions? (2) Can data generated under temperate conditions be used for the Environmental Risk Assessment (ERA) in tropical regions?

The effects of three pesticides (two fungicides (benomyl and carbendazim) and one insecticide (lambda-cyhalothrin)) were evaluated using structural (i.e., earthworms and arthropods) and functional (i.e., organic matter decomposition) endpoints of soil biota in Amazonia. Tests were performed on the laboratory, semi-field and field level. They were based on standard methodologies as described in international OECD and ISO guidelines. Laboratory tests performed under tropical conditions had to be modified accordingly (e.g., an increase in temperature from 20 °C to 28 °C). Besides using some native species, the tests were done mainly with two (temperate and tropical) strains of earthworms (*Eisenia fetida*) and the peregrine isopod species *Porcellionides pruinosus*, using both temperatures. The chemicals were spiked in four (natural and artificial) soils. A tropical artificial soil (TAS), containing a fern product (Xaxim) as organic matter, was developed in this study. After the tests were finished, Xaxim had to be replaced with coir dust due to its scarcity in the market. The methodology of semi-field and field experiments, already used in temperate regions, was slightly adapted for use under tropical conditions. The results from laboratory as well as semi-field and field tests showed that the toxicity of the test chemicals was strongly influenced by the tropical factors (abiotic like temperature and biotic like species). Accordingly, in the case of the fungicides the toxicity was lower but in the case of the insecticide higher under tropical than under temperate conditions. Significant effects could also be detected in the Terrestrial Model Ecosystem (TME). In the field test, carbendazim as well as lambda-cyhalothrin negatively affected OM breakdown. With one exception, no effects on the soil macrofauna were observed one year after the first application of both substances: the abundance of the native earthworm *Andiorrhinus amazonius* decreased in all carbendazim treatments.

Coming back to the initial two questions, it can be stated that due to the experiences gained in this study the following preliminary answers can be given: (1) Yes, depending on the PPP assessed, its fate and effect can differ in the two regions. (2) No, in case a PPP is used in the tropics, existing toxicological data from temperate regions should be carefully evaluated and, if necessary, additional tests performed under tropical conditions. Further research is necessary: A standard tropical field soil should be identified and the suitability of coir dust as an OM source in TAS must be verified. The chronic laboratory test with isopods needs further development.

Auswirkungen von Pestiziden auf die Bodenfauna: Entwicklung ökotoxikologischer Testmethoden für die Tropen

KURZFASSUNG

Bodenorganismen sind ein zentraler Bestandteil terrestrischer Ökosysteme, insbesondere in Hinsicht auf Streuabbau, Nährstoffkreisläufe und Bodenstabilität. Pflanzenschutzmittel (PPPs; d.h. Pestizide) werden seit langem in der Landwirtschaft zur Kontrolle von Schädlingen und Pflanzenkrankheiten eingesetzt. Allerdings sind viele PPPs zugleich toxisch für "nützliche" Arten und können zudem negative Wirkungen auf Bodenfunktionen haben. Die Auswirkungen von PPPs in tropischen Ökosystemen wurden bisher wenig erforscht, vor allem im Vergleich zur Situation in gemässigten Breiten. Daher stammen die für die Risikobeurteilung von PPPs in tropischen Ländern notwendigen standardisierten Daten meist aus Tests, die unter gemässigten Bedingungen erstellt wurden. In dieser Studie wurden primär zwei Fragen bearbeitet: (1) Unterscheidet sich das Verhalten und die Wirkung von Pestiziden unter tropischen und gemässigten Bedingungen? (2) Können Daten aus gemässigten Regionen für die ökologische Risikobeurteilung (ERA) von PPPs in den Tropen verwendet werden?

Die Auswirkungen von drei Pestiziden (zwei Fungizide (Benomyl, Carben-dazim) und ein Insektizid (lambda-cyhalothrin)) auf Bodenorganismen in Amazonien wurden unter Verwendung struktureller (Regenwürmer, Arthropoden) und funktionaler (Streuabbau) Endpunkte beurteilt. Tests wurden im Labor-, Halbfreiland (Terrestrischen Modellökosystemen (TME) und Freiland durchgeführt. Sie basierten auf international standardisierten Verfahren, d.h. OECD und ISO Richtlinien. In Hinsicht auf tropische Bedingungen mussten die Labortests modifiziert werden (z.B. bei 28 °C statt 20°C). Die Tests wurden meist mit zwei Varianten der Regenwurmart *Eisenia fetida* (aus Deutschland bzw. Brasilien stammend) sowie einer peregrinen Asselart (*Porcellionides pruinosus*) durchgeführt. Die Chemikalien wurden in vier (natürliche und künstliche) Böden eingemischt. Ein tropischer Kunstboden (TAS), der als organisches Material ein Farnprodukt (Xaxim) enthält, wurde in dieser Studie entwickelt. Nach Durchführung der Tests musste Xaxim durch „Coir dust“ ersetzt werden, da ersteres in Brasilien nicht mehr erhältlich war. Die ebenfalls aus gemässigten Breiten bekannten Halbfreiland- bzw. Freilandverfahren wurden nur wenig modifiziert. Die Ergebnisse der Labor-, Halbfreiland- und Freilandtests zeigen, dass alle drei PPPs negativ auf die Testorganismen wirkten und dass ihre Toxizität durch die tropischen Bedingungen (primär Temperatur und Spezies) stark beeinflusst wurde. Im Fall der beiden Fungizide war die Toxizität unter tropischen geringer als unter gemässigten Bedingungen, während es bei dem Insektizid genau umgekehrt war. Signifikante Wirkungen auf einzelne Arten (z.B. die einheimische Regenwurmspezies *Andiorrhinus amazonius*) oder den Streuabbau wurden sowohl in den TMEs als auch im Freiland festgestellt. In Hinsicht auf die beiden eingangs gestellten Fragen können die folgenden (vorläufigen) Antworten gegeben werden: (1) Ja, in Abhängigkeit von den Eigenschaften des zu beurteilenden PPP können sich dessen Verhalten und Auswirkungen in den beiden Regionen unterscheiden. (2) Nein. Wenn ein PPP in den Tropen eingesetzt wird müssen die aus gemässigten Breiten stammenden Daten sorgfältig überprüft werden und zusätzliche Tests sind gegebenenfalls durchzuführen. Weitere Forschung ist notwendig: Ein "tropischer" natürlicher Boden ist zu identifizieren und die Verwendbarkeit von "Coir dust" als Bestandteil der TAS ist zu verifizieren. Ein chronischer Labortest mit Asseln ist weiter zu entwickeln.