

ABSTRACT

The agrochemical industry manufactures pesticides in large amounts and numbers. As a result, residues of pesticides are found everywhere. Some pesticides may persist for many decades and be harmful to any living organism. The publication of Rachel Carson's book 'Silent Spring' in 1962 stimulated widespread public concern over the persistency and toxicity of pesticides. Since then, authorities are constantly improving the regulations in order to safeguard public health. Prior to sale, each manufacturer must therefore prove to the authorities that a pesticide is harmless and does not persist in different environmental fate studies. Pesticide fate is usually assessed in a reference soil or aquatic sediment using radiocarbon isotopes. However, radiocarbon does not allow the detailed analysis of 'hidden' pesticide residues formed during microbial degradation and contained in the soil or sediment. The structural identity of 'hidden' residues is crucial for the assessment of the pesticide persistency and toxicity. The 'hidden' residues can be the toxic parent pesticide, toxic or non-toxic transformation products, or non-toxic microbial biomass compounds. To date, microbial turnover of pesticides in natural environments remains elusive. In addition, the processes contributing to the formation of microbial biomass during microbial turnover of pesticides and the controlling factors for these processes are largely unknown.

In this work, stable isotopes were used to assess microbial turnover of several model pesticides in different environmental settings. The turnover mass balance of a given pesticide was quantified using different isotopes, and applicability of each isotope was compared and discussed. Moreover, the integration of an isotope into microbial biomass during the pesticide turnover was qualitatively and quantitatively analyzed and the microbial interactions during the pesticide turnover were investigated. The Habilitation thesis is based on 15 publications and it also includes unpublished data (for details see 'Publications that are part of the Habilitation thesis').

ZUSAMMENFASSUNG

Die agrochemische Industrie stellt Pestizide in großer Menge und Anzahl her. Dadurch sind Rückstände von Pestiziden überall zu finden. Einige Pestizide können über viele Jahrzehnte verbleiben und für lebenden Organismus schädlich sein. Die Veröffentlichung von Rachel Carsons Buch „Silent Spring“ im Jahr 1962 löste in der Öffentlichkeit weit verbreitete Besorgnis über die Persistenz und Toxizität von Pestiziden aus. Seitdem verbessern die Behörden die gesetzlichen Regelungen ständig, um die öffentliche Gesundheit bestmöglich zu schützen. Vor dem Verkauf muss jeder Hersteller gegenüber den Behörden nachweisen, dass ein Pestizid sicher ist und nicht in unterschiedlichen Studien des Umweltverhaltens verbleibt. Der Verbleib von Pestiziden wird üblicherweise in einem Referenzboden oder einem Wassersediment anhand von Radiokohlenstoffisotopen beurteilt. Jedoch ermöglicht Radiokohlenstoff keine detaillierte Analyse von „versteckten“ Pestizidrückständen, die beim mikrobiellen Abbau entstehen können und im Boden oder Sediment zurückbleiben. Die strukturelle Identität von „versteckten“ Rückständen ist entscheidend für die Beurteilung der Persistenz und Toxizität von Pestiziden. Die „versteckten“ Rückstände können z.B. das toxische Ausgangspestizid, toxische oder ungiftige Transformationsprodukte oder ungiftige mikrobielle Biomasseverbindungen sein. Bisher ist der mikrobielle Umsatz von Pestiziden in natürlichen Umgebungen noch nicht bekannt. Darüber hinaus sind die Prozesse, die zur Bildung mikrobieller Biomasse während des mikrobiellen Pestizidumsatzes beitragen, sowie die steuernden Faktoren für diese Prozesse noch unbekannt.

In dieser Arbeit wurden stabile Isotope verwendet, um den mikrobiellen Umsatz einiger Modellpestizide in verschiedenen Umweltumgebungen zu bewerten. Die Umsatz-Massenbilanz eines bestimmten Pestizids wurde mithilfe verschiedener Isotope quantifiziert und die Anwendbarkeit jedes Isotops wurde verglichen und diskutiert. Zudem wurde die Integration des Isotops in die mikrobielle Biomasse während des Pestizidumsatzes qualitativ und quantitativ analysiert und die mikrobiellen Wechselwirkungen während des Pestizidumsatzes wurden untersucht. Die Habilitationsschrift basiert auf 15 Publikationen und umfasst auch unveröffentlichte Daten (siehe „Veröffentlichungen, die Teil der Habilitationsschrift sind“).