

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR MOLEKULARBIOLOGIE UND ANGEWANDTE OEKOLOGIE IME

Sehr geehrte Partner und Freunde des Fraunhofer IME,

Belastungen der Nahrung durch Chemikalien resultieren aus Transferprozessen. Zu deren Erforschung führen wir vielfältige Studien durch. Für die Aufklärung des Transfers von fluorierten Alkylsubstanzen über das Futter in Tierprodukte entwickeln wir Methoden zu deren vollständiger Erfassung. Zur Vorhersage von Metaboliten aus Pflanzenschutzmitteln, die über das Futter in Zuchtfische gelangen, haben wir eine Alternativmethode zum Tierversuch entwickelt. Außerdem erfahren Sie, wie wir die Bestimmung des Abbaubehaltens von Chemikalien im Boden verbessern, indem wir die Verlässlichkeit der Erfassung experimenteller Rahmenbedingungen untersuchen. Im Porträt stellen wir Ihnen Dr. Kerstin Derz, stellvertretende Leiterin der Abteilung Ökologische Chemie, vor.

Herzlich, Ihr



Prof. Dr. Christoph Schäfers



Bildquelle: MEV-Verlag

VOM FUTTER INS EI

Lesen Sie in dieser Ausgabe:

- Vom Futter ins Ei
- Metabolitenaufklärung im Reagenzglas
- Bodentests im »luftleeren« Raum? Eine Herausforderung für die OECD-Richtlinie 307
- Im Porträt: Dr. Kerstin Derz

Gesamtbelastungen von Mensch, Tier und Umwelt durch Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) besser abschätzen

Per- und Polyfluorierte Alkylsubstanzen finden wegen ihrer besonderen stofflichen Eigenschaften weit verbreitete Anwendung in der Spezialchemie sowie in Verbraucherprodukten. Bedingt durch ihre hohe Stabilität reichern sie sich in Umwelt und Organismen an.

Dank ihrer wasser-, fett- und schmutzabweisenden Wirkung und ihrer außerordentlichen chemischen Stabilität sind PFAS beispielsweise in der Galvanik- und Polymerindustrie, in Feuerlöschschäumen, aber auch in Outdoor-Bekleidung, Teppichen und Lebensmittelverpackungen weit verbreitet. Aufgrund ihrer Persistenz, ihres Bioakkumulationspotenzials und der oft toxischen Eigenschaften stellen sie ein potenzielles Risiko für Mensch und Umwelt dar. ►

Eine Fütterungsstudie mit Legehennen am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) zeigte auf, dass die Tiere allein über das Eigelb mehr an Perfluorheptansulfonsäure und der verbotenen Perfluor-octansulfonsäure ausschieden als sie über das mit PFAS kontaminierte Futter aufgenommen hatten. Als Ursache wird der Abbau von im Futtermittel enthaltenen Vorläufern dieser Substanzen vermutet.

Im Rahmen ihrer Masterarbeit in der Abteilung Umwelt- und Lebensmittelanalytik haben Maria Eichhorn und Bernd Göckener in Kooperation mit dem BfR PFAS-Präkursoren im Hühnerfuttermittel bzw. im Hühnerei identifiziert und quantifiziert. Zudem passten sie eine von Houtz und Sedlak entwickelte »Total Oxidizable Precursor« (TOP)-Methode zur Bestimmung von Präkursoren in Bodenproben auf beide Matrices an.

Vorläufersubstanzen haben Einfluss auf die Gesamtbelastung mit PFAS

Die Oxidation der Präkursoren führte zu Konzentrationserhöhungen aller Perfluorcarbonsäuren (PFCAs) der Kettenlängen C4 bis C9. Das deutet auf ein breites Spektrum der Präkursoren hin. Die Oxidation der Perfluor-octansäure-Vorläufer in Futtermittel und Eigelb etwa führte zu einer etwa 8-fachen bzw. 6,5-fachen Steigerung der Konzentration. Das Spektrum der Präkursoren im Futtermittel unterschied sich signifikant von dem im Hühnerei.

Mark Bücking (Abteilungsleiter): »Die Ergebnisse der Masterarbeiten zeigen den potenziellen Einfluss von Vorläufersubstanzen auf die Gesamtbelastung von Mensch, Tier und Umwelt mit PFAS. Sie unterstreichen zugleich, dass Routineuntersuchungen von PFAS nur einen partiellen Einblick in die Gesamtbelastung liefern können.« ■

METABOLITENAUFKLÄRUNG IM REAGENZGLAS

Der Nutzen von primären Fischhepatozyten als Screening Tool

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel (PSM) in der EU können auch Informationen zur Zusammensetzung von PSM-Rückständen in Zuchtfischen nach Aufnahme kontaminierten Futters gefordert werden. Eine in-vitro-in-vivo-Vergleichsstudie sollte Aufschluss darüber geben, ob Assays mit primären Fischhepatozyten prinzipiell zur schnellen und kostengünstigen Aufklärung von Metabolitenmustern im Fisch geeignet sind.

Ina Bischof aus der Abteilung Bioakkumulation und Tiermetabolismus untersuchte in ihrer Doktorarbeit, inwiefern primäre Fischhepatozyten als in-vitro-Tool zur Aufklärung entstehender PSM-Metabolite in Fisch geeignet sind. Dazu führte sie in-vitro-Metabolisierungsversuche mit primären Hepatozyten aus Forelle und Karpfen durch und verglich die gefundenen Metabolitenmuster mit denen aus parallel durchgeführten in vivo-Studien. Testsubstanz war das Pestizid Methoxychlor (MXC) in ¹⁴C-markierter Form.

In-vitro-Assays mit primären Fischhepatozyten eignen sich als Screening Tool für die Abschätzung des Profils von PSM-Rückständen im Fisch.

Der in-vitro-in-vivo-Vergleich zeigte, dass im Assay mit primären Fischhepatozyten Metabolitenmuster entstehen, die mit den in der Leber unter in-vivo-Bedingungen gefundenen vergleichbar sind. In Vergleichstests mit Karpfen und Forellenhepatozyten wurden auch spezies-spezifische Unterschiede gut abgebildet. Bischof: »Unsere Untersuchungen zeigen am Beispiel von MXC, dass primäre Fischhepatozyten prinzipiell zur Aufklärung von Metaboli-



Fischfarm
Bildquelle: iStock/Milen Dobrev

tenmustern geeignet sind. Sie können zuverlässige Informationen zu den in der Fischleber entstehenden Metaboliten liefern.« In-vitro-Daten sind daher geeignet, die Aufklärung von Stoffwechselwegen im Zulassungsverfahren zu unterstützen. Das Potenzial der primären Hepatozyten liegt vor allem in der Verwendung als Screening Tool. Professor Schlecht-

riem, Betreuer der Arbeit am Fraunhofer IME: »Der in-vitro-Test kann bereits in einem frühen Stadium des Entwicklungsprozesses für einen Pflanzenschutzmittelwirkstoff wertvolle Informationen über die Metabolisierung im Fisch liefern und auf die Entstehung potenziell toxischer Metabolite aufmerksam machen.« ■

BODENTESTS IM »LUFTLEEREN« RAUM? EINE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE OECD-RICHTLINIE 307

Tests mit sechs Referenzböden geben Aufschluss über die Vergleichbarkeit von Testergebnissen.

Die OECD-Richtlinie 307 beschreibt eine Methodik zur Erfassung des biologischen Abbaus von Chemikalien in Böden unter aeroben und anaeroben (sauerstofffreien) Bedingungen. Während Anforderungen an Testsystem, Bodenmaterial und Testsubstanz detailliert beschrieben werden, fehlen für das Messen des Redoxpotenzials unter anaeroben Inkubationsbedingungen feste Kriterien. Das erschwert die Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Um Aufschluss über räumliche und zeitliche Abhängigkeiten der Messungen sowie weitere Einflussfaktoren zu erhalten, bestimmte Thomas Hentzel, Masterand in der Abteilung Ökologische Chemie, für sechs Referenzböden die Parameter pH, Redoxpotenzial, Sauerstoffsättigung und Temperatur in anoxisch (sauerstofffrei) inkubierten Wasser-Bodenproben. Die Böden wurden 14 Tage unter Umgebungsluft vorinkubiert, anschließend mit entmineralisiertem Wasser überschichtet und in einem sauerstofffreien System inkubiert. »Insbesondere die Messung des Redoxpotenzials«, so Hentzel, »wird von einer Vielzahl probeninterner und -externer Faktoren beeinflusst, die in wechselseitiger Beziehung stehen. Daher ist die Aussage eines einzelnen Redox-Wertes schwer einzuordnen.«

Eine konsistente Erfassung des Bioabbaus von Chemikalien in Böden erfordert eine vollständige Methodenbeschreibung zur Ermittlung der Messparameter.

Durch standardisierte Messmethoden wie Anzahl von Redox-Elektroden, Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Elektroden, Messzeiten und Elektrodenpo-



Bodeninkubator
Bildquelle: Fraunhofer IME

sitionierung können die Güte der Redox-Messung und die Vergleichbarkeit von Messwerten verbessert werden. Dabei empfiehlt sich der Einsatz von mindestens zwei Redox-Elektroden unter Verwendung von Redox-Prüflösungen. Die Positionierung der Elektroden in der wässrigen Phase der Probe sollte präzise festgelegt werden. Doch selbst bei Anwendung dieser Kriterien kann oft nicht verlässlich ermittelt werden, ob eine Bodenprobe anaerob ist. Deshalb sollte zusätzlich die Sauerstoffkonzentration gemessen werden. Die Experimente zeigten außerdem eine vom Bodentyp abhängige Veränderung des Redox-Potenzials während der anoxischen Inkubation, selbst wenn in keiner der Proben Sauerstoff nachzuweisen war. Eine entsprechende Modifikation der Richtlinie sollte diskutiert werden. ■



Dr. Kerstin Derz...

... ist seit März 2011 stellvertretende Leiterin der Abteilung Ökologische Chemie. Metabolismus und Transferwege von Umweltchemikalien aufklären und damit zum Schutz von Umwelt und Verbraucher beitragen ist ein wesentliches Anliegen der Biologin.

/// Wenn wir neben dem »Was passiert?« auch das »Warum« verstehen, können wir mit unseren Forschungsergebnissen potenzielle Risiken durch Schadstoffe besser abschätzen.

Nach ihrer Ausbildung zur Biologielaborantin studierte Kerstin Derz Diplombiologie am Lehrstuhl für Ökologie, Ökotoxikologie und Ökochemie der RWTH Aachen. Ihre Diplomarbeit wurde mit dem »Friedrich-Wilhelm-Preis« ausgezeichnet. Mit ihrer Promotion zum Thema »Abbau von ¹⁴C-markiertem Pyren und Benzo[a]pyren durch eine erstmals beschriebene *Mycobacterium*-Spezies« rückte die Bioverfügbarkeit von Umweltchemikalien in den Fokus ihres Interesses. So erarbeitet sie im Auftrag von regulatorischen Behörden und der Industrie Methoden zur Aufklärung von Metabolismuspfeilen und Transferprozessen von Chemikalien und wendet diese Verfahren für Kunden aus der Industrie im Rahmen von Zulassungsuntersuchungen für Pestizide, Pharmazeutika und Allgemeinchemikalien an.

Beim Verhalten von Schadstoffen in der Umwelt rückt die Bioverfügbarkeit immer stärker in den Fokus. Vor allem die Bioverfügbarkeit für im Boden lebende Mikroorganismen ist ein wichtiges Kriterium dafür, ob der Stoff abgebaut wird oder sich anreichert – und potenziell umweltschädigend wirkt. Die Verfügbarkeit einer Chemikalie im Boden kann auch für den Menschen wichtig sein, etwa wenn entschieden werden muss, ob eine Altlastenfläche für bestimmte Nutzungen freigegeben werden kann. Im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte hat Kerstin Derz zu beiden Aspekten der Bioverfügbarkeit Methoden entwickelt, die in die Gesetzgebung zur Boden- und Altlastenbewertung eingeflossen sind. Auch die Industrie zeigt durch die Vergabe von Forschungsaufträgen, etwa im Hinblick auf die Pflanzenschutzmittelzulassung zunehmend Interesse an der Berücksichtigung des Aspekts der Bioverfügbarkeit.

DURCH MITARBEIT IN WISSENSCHAFTLICHEN GREMIEN WISSEN VERMITTELN...

Ihr Interesse an Fragen der Bioverfügbarkeit hat Kerstin Derz zur Übernahme der Position als Vorsitzende der ISO-Arbeitsgruppe ISO/TC 190/SC 7/WG 4 »Human Exposure« bewogen, die sie ab 2019 für zunächst zwei Jahre übernehmen wird. Die Arbeitsgruppe entwickelt ISO-Normen und befasst sich unter anderem mit Methoden zur Bestimmung der Bioverfügbarkeit und der Risikobewertung.

Lesen Sie mehr über unsere Forschungsaktivitäten auf www.ime.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie
und Angewandte Oekologie IME

Angewandte Oekologie
Auf dem Aberg 1
57392 Schmallenberg

Telefon +49 2972 302-0
Fax +49 2972 302-319

Institutsleitung

Prof. Dr. Christoph Schäfers
christoph.schaefers@ime.fraunhofer.de

Redaktion

Brigitte Peine
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Layout und Satz

die Medialisten, Aachen

Druck

Schloemer und Partner GmbH, Düren

