

Kurzfassung

Landwirtschaftlich genutzte Pflanzen sind einer Vielzahl anthropogener organischer Verbindungen ausgesetzt. Eine mögliche Quelle ist die Düngung der Anbauflächen mit Klärschlämmen, in denen sich während der Abwasserbehandlung lipophile Verbindungen, wie z. B. Bestandteile von Körperpflegeprodukten und Reinigungsmitteln, anreichern. Diese Verbindungen können so in den Kontakt mit Nahrungs- und Futterpflanzen kommen, von diesen aufgenommen werden und in die Nahrungskette gelangen. Das kann zu einer chronischen Exposition von Mensch und Tier führen, die mit negativen Folgen für ihre Gesundheit verbunden sein kann. Zudem ist eine Metabolisierung der Kontaminanten in den Pflanzen möglich, die zur Bildung neuer Metaboliten mit unbekanntem Eigenschaften führt. Die Aufnahme, Verteilung und der Metabolismus klärschlamm-bürtiger organischer Verbindungen in Nutzpflanzen kann deshalb einen wichtigen Aspekt der Lebensmittelsicherheit darstellen.

In dieser Arbeit wurde die Aufnahme und Verteilung von Triclosan, Galaxolid[®] und Tonalid[®] in Karotten, Gerste und Wiesen-Schwingel untersucht. Die Pflanzen wurden in dotierten Böden unter Gewächshausbedingungen kultiviert, nach der Ernte in einzelne Pflanzenteile separiert und mittels GC-MS hinsichtlich ihrer Kontaminantkonzentrationen analysiert. Sowohl in den Wurzeln von Gerste und Wiesen-Schwingel als auch in den Wurzeln der Karottenpflanzen wurden alle drei Verbindungen nachgewiesen. In den Pfahlwurzeln der Karotten wurde zudem ein starker Konzentrationsgradient der drei Kontaminanten zwischen der Wurzelschale und dem Wurzelinneren beobachtet. Eine signifikante Translokation der Kontaminanten von der Wurzel in die oberirdischen Pflanzenteile wurde nur bei den Karotten beobachtet, bei Gerste und Wiesen-Schwingel dagegen nicht.

Um neben der Aufnahme und Verteilung der Ausgangsverbindungen ihre mögliche Metabolisierung berücksichtigen zu können, wurden für Triclosan, Methyltriclosan und Triclocarban Metabolisierungsstudien in Karottenzellsuspensionskulturen durchgeführt. In diesen Kulturen wurden ein schneller Umsatz des Triclosans und die Bildung von acht Triclosanmetaboliten beobachtet. Für diese Metaboliten wurden auf Grundlage von Daten aus LC-MS-Analysen Strukturvorschläge erarbeitet. Dabei handelte es sich ausschließlich um Phase-II-Metaboliten, d. h. um Konjugate der phenolischen OH-Gruppe des Triclosans mit Sacchariden, ihren malonylierten Folgeprodukten und Sulfat. Phase-I-Metaboliten wurden dagegen nicht beobachtet. Die freie OH-Gruppe des Triclosans war Voraussetzung für dessen Metabolisierung. Methyltriclosan und Triclocarban verfügen über keine entsprechende

funktionelle Gruppe und wurden in den Karottenzellsuspensionskulturen nicht umgesetzt. Die acht Metaboliten des Triclosans wurden auch in den Wurzeln der triclosanexponierten Karottenpflanzen nachgewiesen, wobei die Menge der Triclosanmetaboliten die des unmetabolisierten Triclosans überstieg. Die alleinige Bestimmung der Ausgangsverbindung führte zu einer unvollständigen Erfassung der tatsächlich in die Pflanze aufgenommenen Triclosanmenge. In zukünftigen Studien zur Aufnahme von Kontaminanten in Nutzpflanzen sollte daher die mögliche Metabolisierung der Verbindungen berücksichtigt werden, um falsche Schlüsse bezüglich ihres Schicksals in Pflanzen und eine Unterschätzung ihres Eintrags in die Nahrungskette zu vermeiden.

Um zu prüfen, ob diese Ergebnisse spezifisch für Karotten sind, oder ob sie für den Triclosanmetabolismus in Pflanzen allgemeingültig sind, wurde der Metabolismus von Triclosan in Meerrettich-Haarwurzelkulturen untersucht. Durch UPLC-QToF-MS^E-Analysen und Auswertung der Datensätze mittels multivariater Datenanalyse, Massendefekt- und Isotopenmusterfilter wurden 33 Triclosanmetaboliten nachgewiesen und für 23 Strukturvorschläge erarbeitet. Bei der Mehrheit handelte es sich um Phase-II-Metaboliten, wie das Sulfatkonjugat sowie verschiedene Saccharid- und Sulfosaccharidkonjugate und ihren acetylierten und malonylierten Folgeprodukten. Erstmals wurde einem Disulfosaccharid als Produkt des pflanzlichen Fremdstoffmetabolismus nachgewiesen. Zudem wurden in den Meerrettich-Haarwurzelkulturen Konjugate des hydroxylierten Triclosans, also Phase-I+II-Metaboliten, identifiziert, sodass das Metabolitmuster wesentlich komplexer als in den Karottenzellkulturen war. Auch wenn einige Metaboliten in beiden Kulturen nachgewiesen wurden, war der Metabolismus von Triclosan sehr pflanzenspezifisch. Es ist daher nur sehr bedingt möglich, die Ergebnisse von einer Pflanzenspezies auf eine andere zu übertragen und Vorhersagen zu treffen, ob Triclosan in dieser umgesetzt wird bzw. welche Metaboliten gebildet werden.