

Promotion:

Stoffwechsellzyme und ultrastrukturelle Veränderungen in Leber und Gehirn von Bachforelle und Bachschmerle als Biomarker zur Erfassung von Umweltschadstoffen

Zusammenfassung:

In der vorliegenden Studie standen Untersuchungen zur Validierung von ausgewählten Stoffwechsellzymen in Leber und Gehirn als Biomarker zweier einheimischer Fischarten, Bachforelle und Bachschmerle, zur Erfassung von Umweltgiften im Vordergrund. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojektes "VALIMAR" wurden zwischen 1995 und 2000 im Großraum Stuttgart die unterschiedlich stark belasteten Fließgewässer Krähenbach/Aich und Körsch beprobt. Die aus Halbfreilandbeprobungen (Bypass-Exposition) gewonnenen enzymatischen Daten wurden zu ultrastrukturellen, pathologischen Daten sowie zu Ergebnissen der Biotransformation in Beziehung gesetzt. Aufgrund der Daten zu den Stoffwechsellzymen konnten beide Gewässer klar nach ihrem Belastungszustand differenziert werden. Die Körsch erwies sich dabei im Vergleich zum leicht belasteten Krähenbach/Aich-System als das stärker belastete Gewässer, wobei die Ergebnisse durch die chemische Analytik bestätigt wurden.

In einer zweiten Phase wurden um die Aussagefähigkeit der Markerantworten aus den Bypassexpositionen zu bewerten zwischen 1998 - 1999 Ergebnisse des passiven und aktiven Biomonitoring verglichen. Für die parallel zu den Halbfreilanduntersuchungen aus dem Freiland entnommenen Bachforellen und Bachschmerlen konnten Übereinstimmungen von 61,4 % bzw. 71,8 % erreicht werden. Es konnte gezeigt werden, dass das Umweltmonitoring durch Bypass-Expositionen von Testorganismen eine wirkungsvolle Alternative/Ergänzung zum passiven Umweltmonitoring bzw. zur Käfighaltung im aktiven Biomonitoring darstellt.

Um die Wirkung nicht zu kontrollierender Einflüsse auf die Biomarker im Freiland zu minimieren und den Einfluss der Schadstoffe auf die Biomarker zu überprüfen, wurden parallel zu den Halbfreilanduntersuchungen, Bachforellen im Labor unterschiedlichen Konzentrationen eines Cocktails der durchschnittlichen Schadstoffkonzentration der Körsch exponiert. Nach 4 wöchiger Exposition wurden bereits bei der 1-fachen bzw. 10-fachen Konzentration dem Bypass vergleichbare Akkumulationswerte erreicht. Dennoch blieben die Reaktionen der Stoffwechsellzyme deutlich hinter den Antworten des Freilands zurück. Offensichtlich ist zumindest bis zu einem möglichen Schwellenwert für die Induktion von Antworten der Stoffwechsellzyme eine Diskontinuität in der Belastung, wie sie im Freiland auftritt, von größerer Bedeutung als die Schadstoffkonzentration. Die Kombination von Ammoniak und Körsch-Cocktail im subletalen Bereich führte zu keinen synergistischen oder antagonistischen Effekten von statistischer Signifikanz, wenngleich die alleinige Exposition gegenüber Ammoniak zu tendenziell induzierten Werten führte.

Die Regenerationsfähigkeit der Stoffwechsellzyme konnte an Bachforellen im Anschluss an eine halbjährige Bypass-Exposition gezeigt werden, als nach Überführung in schadstofffreies Wasser die Aktivitäten nahezu aller Enzyme den Referenztieren vergleichbare Werte aufwiesen. Zur Charakterisierung des Zeitfensters in dem sich Induktionsantworten bei Biomarkern unter fortwährender Belastung nach einem Belastungspeak manifestieren, wurden Bachforellen und Bachschmerlen in einem chronischen Belastungsexperiment einem ausgewählten PAH-Cocktail exponiert. Nach einem zusätzlichen Belastungspeak konnte gezeigt werden, dass selbst unter kontinuierlicher Belastung, die Stoffwechsellzyme schnell integrierende und regenerierende Marker darstellen. 48 h nach dem Belastungspeak waren

bereits deutlich erhöhte Induktionsantworten der Stoffwechsellzyme nachzuweisen, die mit adaptiven ultrastrukturellen Veränderungen korreliert werden konnten.

In Early Life Stage und Embryolarval-Tests mit dem Zebrafisch konnte eine teratogene Wirkung des PAH-Cocktail nachgewiesen werden. Ab der 10-fachen Cocktailkonzentration traten sowohl qualitativ als auch quantitativ dosisabhängige Schädigungen der Larven auf, die den Tod der Tiere nach sich zog.

Der Vergleich der verschiedenen chronischen Belastungsversuche bestätigt, dass die Stoffwechsellzyme in einem vergleichbaren Sensitivitätsbereich mit wichtigen biologischen Endpunkten der Embryotoxikologie wie etwa Behinderung, Missbildung oder Letalität anzusiedeln sind.

In den verschiedenen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Stoffwechsellzyme sensitive und schnell integrierende Marker darstellen, die in Kombination mit ultrastrukturellen und histopathologischen Biomarkern einen wichtigen Anteil bei der Charakterisierung von Umweltgiften in unseren Gewässern liefern können.

gez. Dr. Jens Konradt