

DIE MINIMAL DETEKTIERBARE DIFFERENZ UND DIE AUSSAGEKRAFT VON MESOKOSMENSTUDIEN

THE MINIMUM DETECTABLE DIFFERENCE AND RELIABILITY OF MESOCOSM STUDIES

Hintergrund und Ziele

Mesokosmenstudien stellen die höchste experimentelle Stufe in der Risikobewertung von Chemikalien in Gewässern dar, weil sie das Testen von Effekten auf Lebensgemeinschaften unter realistischen Freilandbedingungen erlauben (Fig. 1 und 2). Die Ableitung von regulatorisch akzeptablen Konzentrationen (RAC) für Pflanzenschutzmittel beruht dabei auf der Bewertung statistisch signifikanter Unterschiede von Populationsdichten zwischen unbehandelten Kontrollen und unterschiedlich hoch belasteten Testsystemen. Um die statistische Aussagekraft einer solchen Studie zu bewerten, hat die Europäische Behörde für Nahrungsmittelsicherheit (EFSA) vorgeschlagen, minimal detektierbare Differenzen (MDD) zu berechnen, und gefordert, dass diese MDD für mindestens acht potenziell sensitive Arten ausreichend niedrig sein sollen. Allerdings wurden dafür keine konkreten Kriterien formuliert. Im hier beschriebenen Kooperationsprojekt wurde ein erster Vorschlag zur Verwendung der MDD in der Aus- und Bewertung von Mesokosmen erarbeitet. (Brock *et al.* (2014), *Environmental Science and Pollution Research* (ESPR) DOI 10.1007/s11356-014-3398-2).

Empfehlungen und Beispiel

Die MDD kann für parametrische Tests (z. B. Dunnett- oder Williams-Test) relativ einfach berechnet werden und hängt von der Anzahl der Replikate und der Varianz der Daten ab. Da solche Tests in der Regel mit log-transformierten Daten durchgeführt werden, Prozentangaben auf einer log-Skala aber schwer verständlich sind, wird empfohlen, die MDD auf die originale Skala zurückzurechnen.

MDDs sollten für jedes Taxon und für jede Probenahme bestimmt werden. Ein Taxon sollte für eine aussagekräftige Auswertung folgendes Kriterium erfüllen:

- MDD < 100 % an mindestens 5 Terminen oder
- MDD < 90 % an mindestens 4 Terminen oder
- MDD < 70 % an mindestens 3 Terminen oder
- MDD < 50 % an mindestens 2 Terminen nach der ersten Applikation der Testsubstanz.

Für eine RAC-Ableitung sollte dieses Kriterium für mindestens acht potenziell sensitive Arten erfüllt sein. Wenn dies nicht der Fall ist, kann die Studie nicht alleine verwendet werden, und zusätzliche Daten (z. B. von einer anderen Mesokosmosstudie) müssen herangezogen werden. Soll die RAC nicht nur eine ökologische Schwellenkonzentration sein, sondern auch die Erholung von Populationen erlauben, sollten auch vulnerable Arten (empfindliche Arten mit geringem Erholungspotenzial) das Kriterium erfüllen.

Neben der Bewertung der Nützlichkeit der Studie sollten MDDs auch bei der Effektklassifizierung berücksichtigt werden. So wurde zum aktuellen Klassifizierungsschema nach EFSA-Empfehlung eine neue Klasse (4 B) für klare Effekte bei zu hohen MDDs zur Beurteilung einer Erholung hinzugefügt. Das Beispiel in Figure 3 zeigt die Populationsdynamik einer Mückenart bei gestufter Belastung. In diesem Fall sind die MDDs ausreichend niedrig für eine Bewertung der Effekte und der Erholung: deutliche Effekte mit Erholung innerhalb von acht Wochen bei 1,6 und 3,3 µg/L, aber keine Erholung bei 5 µg/L.

Fazit

Die Berechnung von MDDs verbessert die Einschätzung der Eignung einer Mesokosmosstudie für die RAC-Ableitung und die Effektklassifizierung für die einzelnen Taxa. Allerdings muss die höhere Variabilität der Replikate im Vergleich zu standardisierten Labortests berücksichtigt werden.

Auftraggeber / Sponsor

Finanzierung durch Mittel der Fraunhofer-Gesellschaft

Kooperationspartner / Cooperation partner

Dr. Theo C.M. Brock, Dr. Ivo Roessink, Prof. Dr. Paul J. van den Brink, Alterra, Wageningen;
Dr. Thomas G. Preuss, Bayer CropScience, Monheim;
Dr. Monika Hammers-Wirtz, Dr. Tido Strauss, Research Institute for Ecosystem Analysis and Assessment (gaia), Aachen;
Prof. Dr. Hans Toni Ratte, RWTH Aachen University



Background and aims

Mesocosm studies (Fig. 1 and 2) are higher-tier tools used to analyze the impact of chemicals, mostly pesticides, on diverse aquatic communities under realistic outdoor exposure conditions. Regulatory acceptable concentrations (RACs) of pesticides are derived from the statistical analysis and ecotoxicological interpretation of deviations in the abundance of particular species and in the general community structure in comparisons between treatments and controls. Statistical analysis of sufficient power is required for reliable statements concerning the absence of adverse effects at a given treatment level. The European Food Safety Authority (EFSA) therefore requires that the Minimum Detectable Difference (MDD) must be sufficiently low in at least eight species. No precise criteria are provided, so a project was initiated to provide guidance on how to use the MDD concept in the evaluation of mesocosm studies.

Recommendations and example

The MDD can be calculated for a given parametric statistical test according to the number of replicates and the variance. Because such tests are usually conducted with log-transformed abundance data but percentage effects on a log-scale are difficult to understand, MDDs should be presented using the original scale. We propose that MDDs should be reported for each taxon/sampling date, and that reliable statistical analysis requires the following criterion to be fulfilled:

- MDD < 100 % for at least five sampling dates or
- MDD < 90 % for at least four sampling dates or
- MDD < 70 % for at least three sampling dates or
- MDD < 50 % for at least two sampling dates after first application of the test item.

The derivation of an RAC for the Ecological Threshold Option is based on the fulfilment of this criterion for at least eight potentially sensitive species. If this is not possible, the study alone is not sufficient and additional data (e.g. from another mesocosm study) must be included. If the study aims to derive an RAC according to the Ecological Recovery Option, these taxa

should also contain vulnerable species, i.e. species with a relatively low recovery potential. MDDs should also be considered for effect classifications. This required the introduction of a new class into the existing EFSA scheme: class 4B, pronounced effects, but MDDs too large to demonstrate recovery. The example in Figure 3 shows the dynamics of midge larvae at different treatment levels, indicating a significant deviation from control values together with the related MDDs. In this case, the MDDs are sufficiently low for the analysis of effects and recovery, e.g. pronounced effects with recovery within 8 weeks at 1.6 and 3.3 µg/L but no full recovery at 5.0 µg/L.

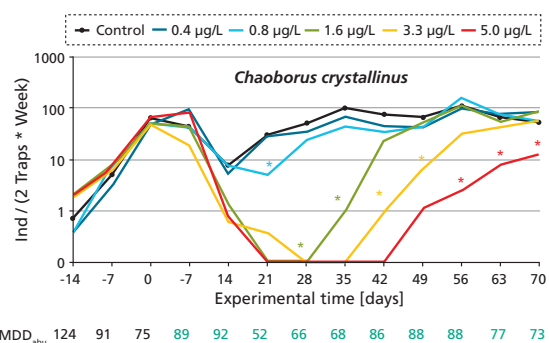


Figure 3: Example of population dynamics and related MDD in a mesocosm study (asterisks indicate significant deviations from control values, abu= abundance).

Conclusion

The MDD allows the reliability of mesocosm studies to be assessed and the effects on taxa to be classified. However, it has to be considered that the variability between replicates in such studies is larger than in standardized laboratory tests.

Contact / Ansprechpartner

Dr. Udo Hommen
 Tel: +49 2972 302-255
 udo.hommen@ime.fraunhofer.de

Figures 1 and 2: Mesocosm studies at the Mesocosm GmbH (1) and gaic (2) test sites.