




DigiOmica

2023-1-BG01-KA220-HED-000155777



РП 3 Колаборативно обучение по  
интегрирани омикс технологии за  
екологична устойчивост - DigiOmica

Модул 9: *Омикс технологии във водната  
токсикология*

## ➤ **Автори и институции**

Гамзе Юсел Ишилдар и Айсел Чаглан Гюнал  
Университет Гази

## ➤ **Образователни цели:** целта на този модул е да представи знания за

- Използването на омикс техники във водната токсикология, включително геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомика
- Важността от развиване на умения за ефективно интерпретиране на омикс данни, получени от изследвания в областта на водната токсикология
- Омикс подходите за подобряване на стратегиите за оценка на риска с конкретни проучвания в областта на водната токсикология

## ➤ Резюме

Водните екосистеми са подложени на все по-голям натиск от различни стресови фактори на околната среда, включително химически замърсители, деградация на местообитанията, изменение на климата и инвазивни видове. От съществено значение е да се разбере на молекулярно ниво как водните организми реагират на различните видове стрес, за да се оцени състоянието на водните екосистеми и да се създадат ефективни планове за опазване и управление на околната среда. Омиката, която включва геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомика, променя водната токсикология, като осигурява задълбочено разбиране за това как замърсителите влияят на водния живот. В този модул са разгледани подробно оценката на геномните методи във водната токсикология, възможностите и ограниченията на методологиите за микрочипове и количествена полимеразна верижна реакция (PCR), протеомика, метаболомика, секвениране на РНК и изследвания на метилирането на ДНК. Заедно тези омикс подходи осигуряват цялостно разбиране на молекулярните механизми, лежащи в основата на токсичността, като улесняват идентифицирането на нови биомаркери за ранно откриване на замърсяването, оценка на риска за околната среда и разработване на по-ефективни стратегии за смекчаване на последиците с цел опазване на водните екосистеми и човешкото здраве. Този модул се фокусира върху цялостния поглед върху омиката във водната токсикология с подходи от проучвания на случаи, обхващащи нейните принципи, приложения, предизвикателства и бъдещи насоки.

- **Очаквани резултати от ученето:** При завършване на този модул обучаващите се ще могат да:
- Получат знания за това как замърсителите взаимодействат с водните организми на молекулярно ниво чрез геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомика, като се изясняват пътищата и процесите, засегнати от токсикантите
  - Идентифицират биомаркери и характеризират молекулярни биомаркери, показателни за експозиция на водни замърсители, което позволява по-чувствителен и надежден мониторинг на замърсяването на околната среда и ранно откриване на потенциални рискове за водните екосистеми
  - Интегрират омикс данни в рамки за оценка на риска, което ще позволи по-всеобхватна оценка на потенциалното въздействие на замърсителите върху водните организми и екосистеми и ще даде информация за регулаторни решения, основани на доказателства
  - Прилагат омикс подходи в токсикологията на водните организми за дизайн и провеждане на експерименти за изследване на ефектите на замърсителите върху водните организми, включително избор на подходящи омикс техники, подготовка на проби, анализ и интерпретация на данни
  - Разбират принципите и приложенията на омикс техниките в интердисциплинарен изследователски подход с казуси за разработване на иновативни стратегии за защита и опазване на водните екосистеми.

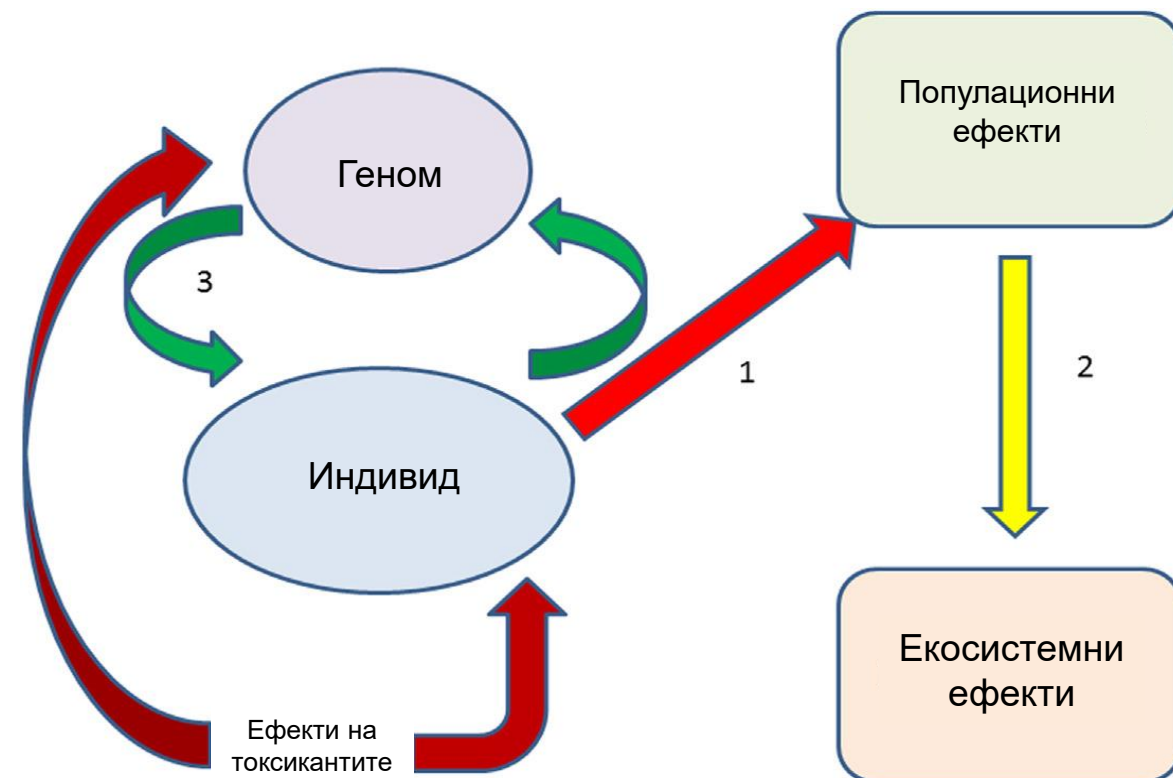
## ➤ Съдържание:

1. Въведение
2. Контекст (констатации)
  - 2.1. Геномика във водната токсикология
    - 2.1.1. Транскриптомика във водната токсикология
    - 2.1.2. Протеомика във водната токсикология
    - 2.1.3. Метаболомика във водната токсикология
    - 2.1.4. Приложения на омиката във водната токсикология
3. Алтернативи (обсъждане)
  - 3.1. Ограничения и предизвикателства пред омиката във водната токсикология
4. Решения
5. Препоръки (заключение)
6. Литература

## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 1. Въведение

- Целта на омиката е да анализира цялостно биологичните системи, като изследва различни молекули или компоненти в даден организъм или екосистема.
- Екотоксикогеномиката описва проучванията, анализиращи адаптивния отговор на токсична експозиция на транскриптомно, протеомно и метаболомно ниво.
- Във водната токсикология омикс подходите стават все по-важни за разбирането на въздействието на замърсителите върху водните организми и екосистеми.



**Фигура 1.** Йерархия на действията на токсичните вещества (Nikinmaa, 2014)

## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 2. Използване на омикс данни в екоотоксикологията

#### 2.1 Водни екосистеми

Оценка на въздействието на замърсителите във водните екосистеми върху водните организми в рамките на различни омикс технологии

В изследванията на здравето на водните екосистеми проучването на водните организми е много важно за анализа на промените в околната среда и замърсяването ѝ. С развитието на омикс технологиите, броят на изследванията на екоотоксичността на водата се увеличава с всеки изминал ден. Единичните или мултиомиксните методи позволяват представянето на многоизмерни набори от данни за цялостно тълкуване на молекулярните реакции на биологичните системи. По този начин се изследва здравето на водните екосистеми (Nam et al. 2022).

## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 2. Контекст (констатации)

#### 2.1. Геномика във водната токсикология

- Геномиката може да се използва за определяне на гените в общия геном на даден организъм, които функционират в жизнения му цикъл

##### 2.1.1. Транскриптомика във водната токсикология

- Транскриптомиката се фокусира върху изучаването на целия транскриптом на организма, включително всички РНК молекули, транскрибирани от неговия геном

##### 2.1.2. Протеомика във водната токсикология

- Протеомните подходи могат да осигурят ценна информация за механизмите на увреждане и да подпомогнат откриването на биомаркери
- В токсикологията на водните организми обикновено се използва профилиране на експресията на протеини за наблюдение на експозицията и ефекта

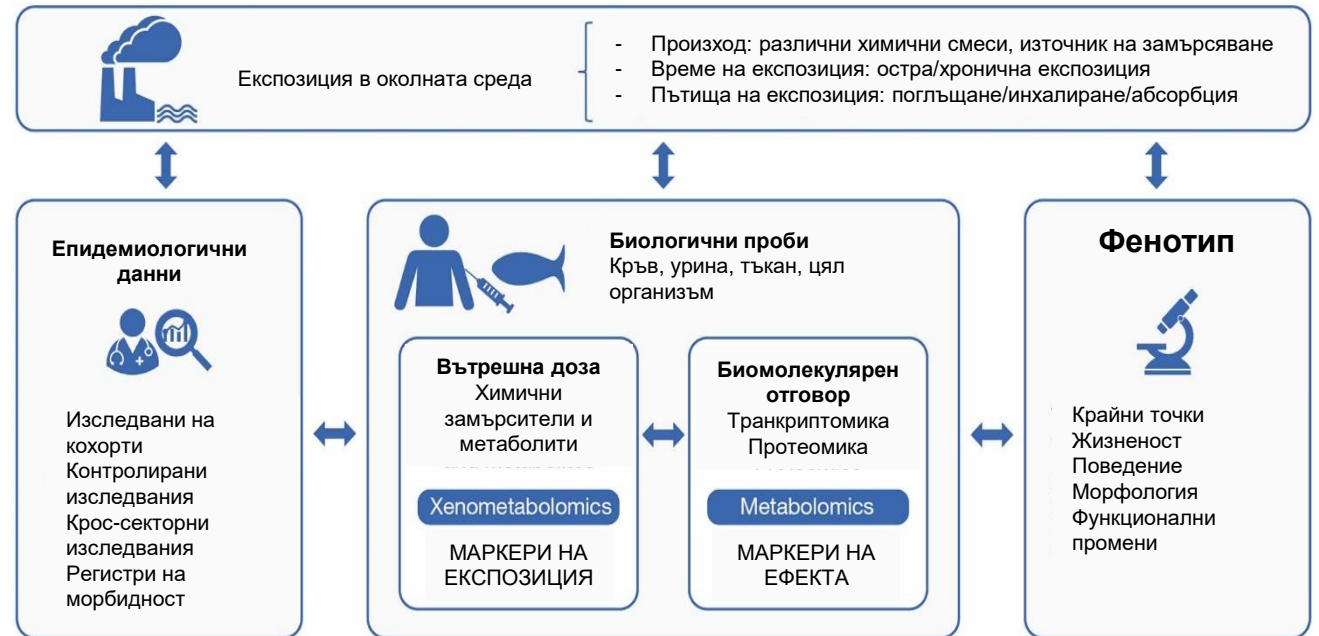


## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 2. Контекст (констатации)

#### 2.1.3 Метаболомика във водната токсикология

- Метаболомният анализ може да даде представа за метаболитните пътища, нарушени от експозицията на замърсители, да идентифицира метаболитни биомаркери на експозиция или ефект и да постигне по-добро разбиране на физиологичните реакции на организмите към замърсителите (Фигура 2).



**Фигура 2.** Схема на различните асоциации от данни, свързващи експозициите и неблагоприятните последици/заболявания в експозиционните проучвания, с акцент върху ролята на метаболомиката за изследване на молекулярните реакции към експозицията на химични замърсители (Bedia, 2022)

## 2. Контекст (констатации)

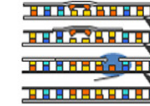
### 2.1.4 Приложения на омиките във водната токсикология

#### 2.1.4.1 Генотоксичност/оксидативен стрес

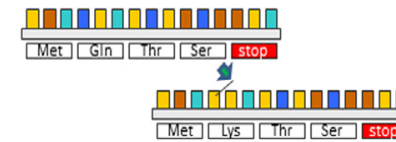
- Генотоксиканти могат да причинят грешки в репликацията на ДНК, поради което ДНКрепарацията е недостатъчна, за да изтрие всички грешки, което води до мутации (фигура 3).

#### 2.1.4.2 Други казуси

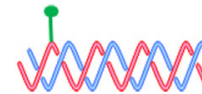
- Обсъждат се ефектите на токсичните вещества върху възпроизводството, развитието, енергийния метаболизъм и поведението, невротоксичността и имунотоксичността, епигенетиката.



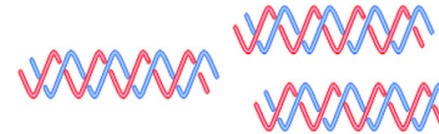
(А) Механизъм на ДНК репарация



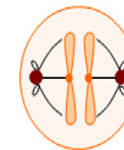
(Б) Точкова мутация



(В) Образование на ДНК адукти



(Г) ДНК фрагментиране



(Д) Образование на микроядра (напр. поради нарушения на ядреното делене (напр. на функцията на вретеното))

Фигура 3. Принципи на генотоксичните ефекти (Nikinmaa, 2014).

## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 3. Алтернативи

#### 3.1. Ограничения и предизвикателства пред омиката във водната токсикология

➤ Омикс техниките се използват ефективно за оценка на въздействието на токсични вещества върху водните организми, но все още има някои предизвикателства и нужди от подобрения, които ограничават практическото им използване в програмите за мониторинг и в регулаторен контекст

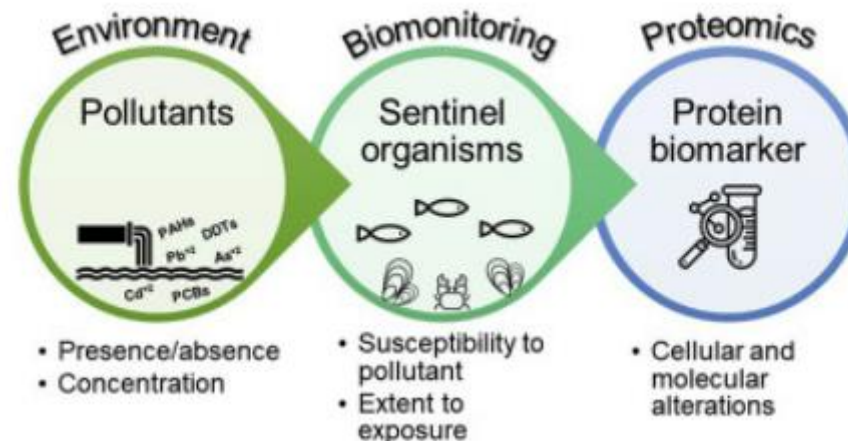
➤ Естествена изменчивост

➤ Интерпретация на данни

## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 4. Решения

- Омикс технологиите имат много приложения във водната токсикология, като например идентифициране на биомаркери за мониторинг на околната среда, разбиране на специфичните реакции на видовете към замърсителите и анализ на ефектите на сложни комбинации от замърсители.



Източник: López-Pedrouso, et al. (2020). *Environmental Pollution*, 267, 115473.

## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 4. Решения

- Омикс данни могат да се използват за изграждане на прогнозни модели, които оценяват опасностите от нови и съществуващи замърсители



## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 5. Препоръки (Заключения)

- Напредъкът в технологиите за секвениране и биоинформатичните инструменти прави омикс анализите по-достъпни и икономически ефективни.
- Интегрирането на омкс данни с други данни за околната среда, като например параметри за качеството на водата и екологични оценки, ще подобри способността ни да предсказваме и смекчаваме въздействието на замърсителите върху водните екосистеми.
- Напредъкът в областта на омиката има важни последици за практиката при оценка на риска и вземането на регулаторни решения.
- Използването на геномни технологии генерира огромно количество данни, а биоинформатиката бързо се развива, за да изпълни изискванията за анализ на данните.

## ➤ Представяне на учебното съдържание

### 6. Литература

- Bedia, C. (2022) Metabolomics in environmental toxicology: Applications and challenges, Trends in Environmental Analytical Chemistry, Vol. 34,e00161, <https://doi.org/10.1016/j.teac.2022.e00161>.
- Cristina Collí-Dulá, R., & Mariel Ruiz-Hernández, I. (2022). Applications of Omics Approaches to Decipher the Impact of Contaminants in Dolphins. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.102424
- Fent, K.; Sumpter, J.P. (2011) Progress and Promises in Toxicogenomics in Aquatic Toxicology: Is Technical Innovation Driving Scientific Innovation? Aquat. Toxicol. 2011, 105, 25–39.
- López-Pedrouso, M., Varela, Z., Franco, D., Fernández, J. A., & Aboal, J. R. (2020). Can proteomics contribute to biomonitoring of aquatic pollution? A critical review. Environmental Pollution, 267, 115473.
- Nikinmaa, M. (2014) Chapter 11 - Effects on Organisms, Editor(s): Mikko Nikinmaa, An Introduction to Aquatic Toxicology, Academic Press,Pages 111-146,ISBN 9780124115743,
- Sanchez B.C., Ralston-Hooper K., Sepúlveda M.S. (2011) Review of recent proteomic applications in aquatic toxicology. Environ Toxicol Chem. Feb;30(2):274-82. doi: 10.1002/etc.402. PMID: 21072841.
- Shepard JL, Bradley BP. 2000. Protein expression signatures and lysosomal stability in *Mytilus edulis* exposed to graded copper concentrations. Mar Environ Res 50:457–463.
- Shepard JL, Olsson B, Tedengren M, Bradley BP. 2000. Protein expression signatures identified in *Mytilus edulis* exposed to PCBs, copper and salinity stress. Mar Environ Res 50:337–340.
- Simmons, D.B.D.; Benskin, J.P.; Cosgrove, J.R.; Duncker, B.P.; Ekman, D.R.; Martyniuk, C.J.; Sherry, J.P. (2015) Omics for Aquatic Ecotoxicology: Control of Extraneous Variability to Enhance the Analysis of Environmental Effects. Environ. Toxicol. Chem. 34, 1693–1704.
- Xiang, Q., Wang, Z., Yan, J., Niu, M., Long, W., Ju, Z., & Chang, X. (2024). Metabolomic analysis to understand the mechanism of Ti3C2Tx (MXene) toxicity in *Daphnia magna*. *Aquatic Toxicology*, 270, 106904.
- Yao, Q., Yang, A., Hu, X., Zou, H., Chen, J., Li, Q., ... & Li, C. (2023). Effects of antimony exposure on DNA damage and genome-wide variation in zebrafish (*Danio rerio*) liver. *Aquatic Toxicology*, 259, 106524.

# ERASMUS+



Обогатява живота, разширява кръгозора

*Финансирано от Европейския съюз. Изразените възгледи и мнения обаче принадлежат изцяло на техния(ите) автор(и) и не отразяват непременно възгледите и мненията на Европейския съюз или на Европейската изпълнителна агенция за образование и култура (EACEA). За тях не носи отговорност нито Европейският съюз, нито EACEA.*