

01/2012

## Ecometabolómica: un nuevo instrumento para la investigación ecológica



Las técnicas analíticas metabolómicas están dirigidas a determinar el máximo número de metabolitos presentes en un organismo en un momento determinado. Estas técnicas que ya llevan tiempo desarrollándose en el marco de la biomedicina están empezando a ser usadas en el campo de la ecología. Investigadores de la Unidad de Ecología Global CREAFC-SIC-UAB han estudiado la bibliografía existente en este campo así como los avances técnicos más avanzados para dilucidar las contribuciones que la metabolómica ya ha hecho a la ecología y sobre todo para focalizar las futuras líneas de investigación en este campo, donde la aplicación de los estudios metabolómicos podría llevar a avances importantes.

La metabolómica comprende toda una serie de técnicas dirigidas a analizar el metabolome (el conjunto de los metabolitos que un organismo produce) en un momento determinado, tanto

cualitativa como cuantitativa. Esto permite conocer la respuesta a nivel metabólico en cada circunstancia. Estas técnicas se han desarrollado sobre todo dentro del marco de los estudios biomédicos pero actualmente la posibilidad del uso de las más avanzadas versiones de estas técnicas en el ámbito de la ecología está ganando terreno. Concretamente, el uso de los modernos espectroscopios de resonancia magnética nuclear (HNMR) y de la cromatografía de gases o líquidos acoplada a espectrómetros de masas (GS-MS, LC-MS) con la ayuda de los avances en el campo de la bioinformática abren la puerta a nuevos avances en el conocimiento de las respuestas tanto a nivel de organismo como de ecosistema ante los cambios ambientales. Sin embargo, estos avances tanto a nivel analítico como de hardware y software informático multiplican las posibilidades de poder visualizar e interpretar rápidamente muchos compuestos a la vez (azúcares, aminoácidos, ácidos grasos, compuestos fenólicos y otros muchos metabolitos secundarios). Esto nos capacita no sólo para tener la fotografía del metabolismo de un organismo, población o ecosistema en un momento determinado, sino también para poder disponer de la información a diferentes tiempos en tener la película temporal de los cambios metabólicos.

La necesidad de dotar la ecología de tecnologías más modernas que nos acerquen a conocer la globalidad y complejidad de los cambios de los organismos y ecosistemas ante los cambios ambientales ha llevado a algunos grupos de científicos a desarrollar estudios pioneros utilizando técnicas metabolómicas para estudiar las respuestas de ciertos organismos a ciertos cambios ambientales. El desafío que tenemos delante es colosal: introducir técnicas metabolómicas en estudios ecológicos para mejorar la eficiencia y la profundidad de éstos en el objetivo de intentar dilucidar la naturaleza y la evolución de la estructura y funcionalidad de los ecosistemas ante los cambios ambientales, ya sea por gradientes en el espacio o a lo largo del tiempo, así como los mecanismos de retroalimentación que hay detrás de los cambios. Por otra parte, los estudios que ya han empezado a explorar este campo son todavía escasos y a menudo limitados a los efectos directos de algún factor abiótico o interacciones abióticas directas entre dos especies en condiciones controladas. Sin embargo, el número de trabajos ya es suficiente para poder analizarlos conjuntamente y evaluar qué puede extraer de ellos la ciencia ecológica así como para valorar su potencial en los estudios ecológicos más complejos (ecometabolómica).

Para avanzar en estos objetivos, investigadores de la Unidad de Ecología Global CREAF-CSIC-UAB han hecho una revisión de todos los estudios disponibles que ya han usado técnicas metabolómicas en el estudio de las respuestas de los organismos a cambios ambientales y también han revisado las posibilidades de la aplicación de las técnicas de análisis metabólico más modernas en los campos más punteros de la investigación ecológica.

Los estudios existentes demuestran que las técnicas metabolómicas tienen una gran sensibilidad para detectar las respuestas de los organismos ante los cambios ambientales y las interacciones bióticas. El estudio muestra además como es posible diferenciar las respuestas a los cambios ambientales de los cambios que son consecuencia de la propia variabilidad de un individuo a lo largo del tiempo o de diferentes individuos en un momento determinado, que de hecho es lo que interesa a los ecólogos. Estos objetivos pueden ser alcanzados exitosamente por el continuo avance de las técnicas de *in vivo* HNMR, la imagen por HNMR, los nuevos espectroscopios de masas, el uso de isótopos y los avances en la bioinformática.

Muchas metas interesantes en el campo de la ecología se pueden ver impulsadas por el uso de la metabolómica aplicada a estudios que impliquen más de dos niveles tróficos o combinando

los efectos de los cambios abióticos y bióticos a la vez en condiciones naturales. Combinando estos estudios ecometabolómicos con estudios de genómica, transcriptómica y proteómica podemos llegar a estudiar un paso más allá en muchos campos de la ecología como las respuestas a estreses, los mecanismos que llevan a diferentes estilos de vida de los organismos, la estequiometría ecológica, el ciclo de los nutrientes, los cambios de estructura de las comunidades o los impactos del cambio global tanto en el espacio a través de gradientes geográficos como en el tiempo. Pero la implementación a gran escala de la metabolómica para alcanzar estas ambiciosas finalidades aún presenta algunos escollos. Las diferentes técnicas analíticas presentan distinta capacidad y sensibilidad para determinar los diferentes tipos de metabolitos (polares - no polares, volátiles - no volátiles). Además aún faltan bases de datos de productos naturales, hecho especialmente limitante en el estudio de las plantas que presentan un gran número de metabolitos secundarios.

Afortunadamente todas estas dificultades se están solucionando a gran velocidad. La falta de bases de datos es cada vez menor debido al continuo aumento en la oferta de programas informáticos con más aplicaciones y mejores bases de datos. Las posibilidades y facilidades de uso conjunto de técnicas basadas en HNMR y otras basadas en cromatografía de masas permiten disfrutar a la vez de la alta sensibilidad de los espectrógrafos de masas para el análisis cuantitativo y del gran poder del HNMR para la elucidación de las estructuras moleculares y por tanto para el análisis cualitativo. En este contexto la aparición de equipos comerciales que permiten trabajar *on line* con HNMR y HPLC-MS a la vez (HPLC-DAD-MS-SPE-NMR) mejora la ventaja que supone trabajar a la vez con las dos técnicas haciendo que se puedan detectar los metabolitos al mismo tiempo por HNMR y por MS a medida que salen separados del cromatógrafo.

Si la metabolómica va resolviendo los problemas y alcanzando los objetivos comentados, asistiremos a nuevos desarrollos y aplicaciones que permitirán avanzar en muchos campos de la ecología. Así, por ejemplo, la caracterización en el espacio y en el tiempo de las respuestas de individuos, comunidades y ecosistemas a las perturbaciones, como las derivadas del cambio global, así como la mejor comprensión de los aspectos evolutivos de las comunidades de plantas y animales, podrán suponer para la ecometabolómica un excelente marco de aplicación. A su vez, la ecología puede representar una gran oportunidad para avanzar en el conocimiento de la función metabólica en ayudar a entender las bases ecológicas y aún evolutivas que hay detrás de muchas interacciones entre metabolitos.

**Josep Peñuelas, Jordi Sardans, Albert Rivas-Ubach**

Unitat d'Ecologia Global CREAf-UAB-CSIC

[j.sardans@creaf.uab.es](mailto:j.sardans@creaf.uab.es)

## Referencias

- "Ecological metabolomics: overview of current developments and future challenges". Sardans J., Peñuelas J., Rivas-Ubach A. 2011. Chemoecology 21: 191-225.
- "Ecological metabolomics". Peñuelas J., Sardans J. 2009a. Chemistry and Ecology 25: 305-309.
- "Elementary factors". Peñuelas J., Sardans J. 2009b. Nature 460: 803-804.

[View low-bandwidth version](#)