

Evolución filogenética y adaptación ambiental de la Rubisco

La enzima Ribulosa-1,5-bifosfato carboxilasa oxigenasa (Rubisco) cataliza la única conversión cuantitativamente significativa de carbono inorgánico a orgánico, sosteniendo la gran mayoría de las cadenas alimenticias, y por lo tanto la vida en la Tierra. Ésta es, probablemente, la proteína más abundante del planeta, estando presente en la mayoría de organismos autótrofos, desde procariotas, como las bacterias fotosintéticas anaerobias y las cianobacterias, hasta eucariotas, como las algas y plantas vasculares. La Rubisco manifiesta importantes ineficiencias catalíticas relacionadas con una catálisis lenta, una baja afinidad por el CO_2 y una competencia del CO_2 con el O_2 por su sitio activo. Sin embargo, se han observado grandes diferencias en las propiedades catalíticas entre organismos de diferentes grupos taxonómicos, ligadas a cambios evolutivos a nivel molecular. El análisis pormenorizado de la bibliografía existente revela que la mayoría de estudios en los que se reporta alguno de los parámetros cinéticos de la Rubisco se han llevado a cabo en Angiospermas, existiendo, por tanto, un gran vacío de conocimiento sobre la variabilidad natural de la Rubisco de organismos pertenecientes a grupos fotosintéticos alejados evolutivamente de las plantas vasculares. Debido a la gran importancia del funcionamiento de la Rubisco en el ciclo global del carbono y a su impacto directo en la capacidad de respuesta de los organismos fotosintéticos al cambio climático, se hace necesario un análisis a gran escala del rango preciso de variación de las características bioquímicas y moleculares de la Rubisco. A nivel filogenético, el análisis de la evolución de la Rubisco demanda una exploración extensa de las propiedades catalíticas de la Rubisco en especies representativas de los principales grupos de algas. A nivel ecológico, la evidencia de una alta presión de selección sobre la Rubisco a lo largo de gradientes de CO_2 y temperatura nos indica que la exploración de especies adaptadas a ambientes extremos o que posean adaptaciones tales como los mecanismos de concentración de carbono, ampliará la variación observada hasta ahora en los rasgos cinéticos de la Rubisco. Además, la hipótesis de la evolución de la Rubisco a lo largo de gradientes ambientales en términos de alta-baja disponibilidad de N no se ha probado aún, y debe ser considerada sobre la base de la economía de los recursos. A nivel bioquímico, datos recientes sugieren que la relación entre la afinidad por el CO_2 y la tasa máxima de carboxilación de la Rubisco puede no ser universal para todos los organismos fotosintéticos. Este descubrimiento abre la posibilidad de encontrar en la naturaleza variantes de la Rubisco más eficientes de las que se conocen actualmente. A nivel molecular, el análisis en paralelo de la variación en la cinética y la secuencia proporciona información acerca de la variabilidad observada en la Rubisco, pero debe ser complementado con una exploración de la evolución a nivel atómico. Los datos preliminares sugieren la existencia de evolución molecular a nivel atómico en la Rubisco en forma de selección para la conservación de N.