

Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis (IBVF)

Luis C. Romero, director del IBVF, y Enrique Flores, como miembro de la Comisión del Área de Biología y Biomedicina, agradecemos a los doctores **Miguel García Guerrero**, **Mercedes García González**, **Francisco J. Florencio** y **Ángel Mérida** la aportación de textos, fotos y gráficos que forman el cuerpo de esta contribución del IBVF para la web www.energia2012.es

El Instituto de Bioquímica Vegetal y Fotosíntesis (CSIC-Universidad de Sevilla) está centrado en la investigación de la biología fototrófica, es decir, el estudio de los organismos que crecen gracias a la captación de la energía de la luz y de los procesos metabólicos que llevan a cabo. Entre estos estudios, los que se resumen a continuación son relevantes en el ámbito de la búsqueda de fuentes de energía renovables.

Microalgas y biocombustibles

Las limitaciones en la disponibilidad de combustibles fósiles y el precio creciente de los mismos, junto a la preocupación por la emisión de gases de efecto invernadero, fundamentalmente CO₂, han acrecentado el interés por la producción y uso de combustibles de carácter renovable. La fotosíntesis es capaz de generar biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos. La fotólisis del agua a expensas de la energía luminosa rinde oxígeno, que se libera a la atmósfera, y electrones capaces de reducir compuestos oxidados pobres en energía, como el CO₂, generando compuestos reducidos ricos en energía. Las fuentes actualmente empleadas para la producción de biocombustibles son plantas superiores con uso alimentario, tales como las oleaginosas -entre las que cabe citar soja, girasol, colza, coco y palma- y plantas que acumulan hidratos de carbono -cereales o caña azucarera-.

Microalgas y cianobacterias representan una clara alternativa para la generación de biocombustibles, con elevado rendimiento fotosintético y de generación de biomasa, en la que pueden llegar a acumular como material de reserva niveles considerables de azúcares o triacilglicerol, susceptibles de ser transformados en biocombustibles para automoción. La ausencia de estructuras de soporte (tallos, raíces, etc.), la capacidad de crecer en medio líquido (lo que facilita la operación y automatización de los sistemas de producción), así como el hecho de no constituir fuente de alimento humano aumentan el potencial de las microalgas como materia prima para la obtención de biocombustibles.

Texto publicado en la página web www.energia2012.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA



La desventaja principal de las microalgas se centra en la limitación de conocimiento y tecnología para su adecuado cultivo masivo, especialmente si se compara con la agricultura tradicional. En concreto, existe escasez de información respecto a la(s) estirpe(s) idónea(s) en las que simultáneamente concurren alta tasa de crecimiento y elevada acumulación de lípidos o carbohidratos, las condiciones de cultivo en que se optimice la productividad de estos compuestos, y los sistemas de producción idóneos, en los que se minimicen los costos de inversión y operación, así como el consumo energético. Los avances en estas líneas deben permitir alcanzar elevada productividad a bajo coste y posibilitar el escalado a nivel industrial.

Las investigaciones del grupo de Biotecnología de Microalgas del IBVF (CSIC-US) se centran en la producción por microorganismos fotosintéticos de compuestos con interés comercial, industrial o energético. Para ello, se investiga en primera instancia sobre organismos y condiciones de cultivo en condiciones controladas de laboratorio, procediéndose posteriormente a la verificación de la viabilidad y eficiencia de los cultivos a la intemperie, en una planta piloto de experimentación. A partir del conocimiento profundo de los organismos, de los procesos implicados y de los sistemas de cultivo, se persigue aprovechar la capacidad fotosintética de microalgas y cianobacterias para generar productos de interés energético, a la vez que se contribuye a eliminar CO₂ de procesos industriales.

A continuación se incluyen algunas fotos de nuestras instalaciones. , , fotobiorreactor tubular cerrado de 55 l,



Cámara de cultivo de microalgas.



Quimiostados para el cultivo de microalgas en régimen continuo.

Texto publicado en la página web www.energia2012.es



Fotobiorreactor tubular cerrado de 55 l.



Fotobiorreactor vertical plano de 350 l, estanques abiertos de 100 y 300 l.



Fotobiorreactor vertical plano de 350 l, estanques abiertos de 100 y 300 l.

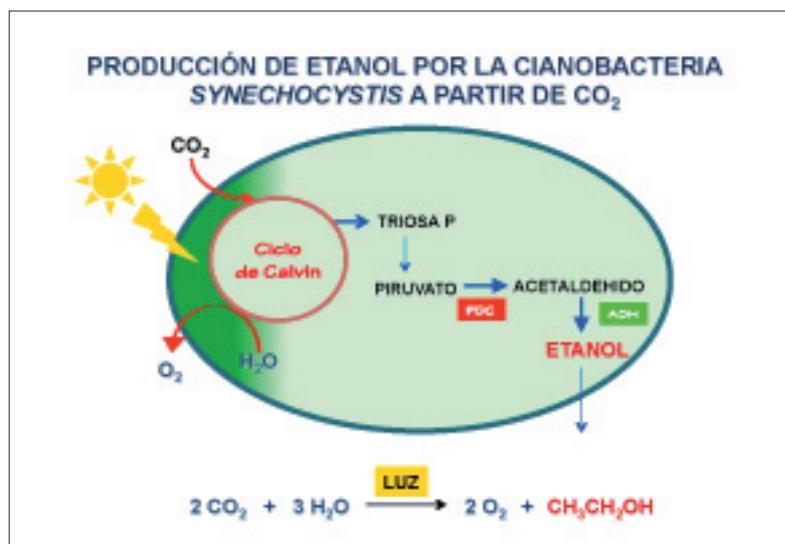
Cianobacterias e ingeniería metabólica

El creciente interés de la sociedad por los recursos de la tierra, y la preocupación sobre las consecuencias que el uso de los mismos pueda acarrear, está incidiendo en la búsqueda de nuevas aproximaciones que permitan obtener fuentes de energía que presenten una menor incidencia en la viabilidad futura de la Tierra, en especial en todo aquello que pueda afectar al cambio climático, como el aumento del CO_2 atmosférico. Las cianobacterias, que llevan a cabo la fotosíntesis oxigénica fijando el CO_2 atmosférico, son capaces de adaptarse a distintas condiciones ambientales debido a su elevada plasticidad metabólica. El estudio del su metabolismo permitirá su aplicación en la obtención de biocombustibles partiendo de compuestos abundantes y sencillos como son el agua, la energía solar y el CO_2 .

Texto publicado en la página web www.energia2012.es

La alteración del metabolismo de las cianobacterias mediante el uso de técnicas de ingeniería genética permite redirigir el flujo de carbono, desde el CO₂ hasta productos con alto valor energético, destacando entre estos la producción de alcoholes como el etanol o el butanol, la producción de ácidos grasos precursores del biodiesel o de alcanos precursores de gasolinas y queroseno. La cianobacteria *Synechocystis* sp. PCC 6803 es un modelo experimental adecuado debido al conocimiento de su genoma completo y a la disponibilidad de herramientas que permiten su manipulación genética.

El grupo Expresión Génica y Transducción de Señales en Organismos Fotosintéticos del IBVF está realizando trabajos encaminados a la construcción de estirpes de *Synechocystis* capaces de producir etanol o que incrementen su contenido en ácidos grasos. Para ello se necesitan controlar diversas rutas metabólicas y en algunos casos la introducción de genes de otros organismos que permitan completar la vía metabólica para la producción de los compuestos energéticos de interés. El esquema muestra la producción fotosintética de etanol por *Synechocystis*, para lo que ha sido necesario la introducción del gen *pdc* (piruvato de carboxilasa) de la bacteria *Zymomonas mobilis*. La actividad enzimática alcohol deshidrogenasa (ADH) es la endógena de dicha cianobacteria.

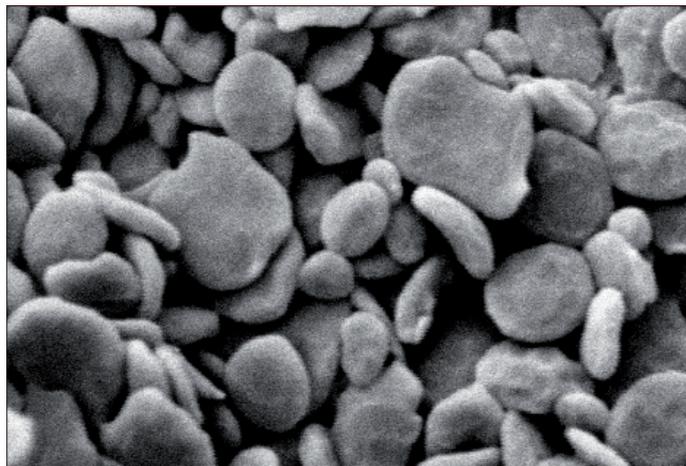


Texto publicado en la página web www.energia2012.es

Los gránulos almidón

El almidón es el segundo polímero, tras la celulosa, más abundante en los seres vivos. No solamente desempeña un papel fundamental en la fisiología de aquellos organismos que lo acumulan (algas y plantas superiores), sino que es esencial en la dieta de los seres humanos. Además, tiene un creciente número de aplicaciones industriales no relacionadas con la industria alimentaria, como la producción de pinturas, detergentes, cartones o plásticos biodegradables.

En los últimos años el almidón ha despertado un interés creciente como fuente de energía renovable a través de su hidrólisis y posterior fermentación hasta etanol por levaduras. Si bien se acepta que sólo la producción de etanol a partir de material ligno-celulósico podrá suplir al combustible fósil en los porcentajes deseados por las principales economías del planeta, también está claro que la producción de etanol a partir de almidón, mediante la estimulación de la creación de una industria económicamente rentable, representaría una útil transición tecnológica que facilitaría el desarrollo de tecnologías de producción celulósica de etanol respetuosas con el medio ambiente. El aumento de la producción de almidón se convierte así en un objetivo biotecnológico de gran interés. El grupo Regulación del Metabolismo del Almidón en Plantas Superiores del IBVF ha identificado por primera vez un elemento (almidón sintasa Clase IV, SSIV), que interviene en la iniciación del gránulo de almidón y que es una diana biotecnológica cuya manipulación puede aumentar la producción de almidón. La sobre-expresión de SSIV no solamente aumenta los niveles de almidón en tejidos fotosintéticos (hojas de la planta modelo *Arabidopsis*), sino que también lo hace en tubérculos de una planta de interés agrícola como la papa. En la actualidad, estamos identificando nuevos elementos que intervienen en la iniciación del gránulo de almidón para analizar sus posibilidades como dianas para aumentar la producción de almidón en plantas de interés agrícola. La micrografía muestra gránulos de almidón aislados de la planta *Arabidopsis thaliana*.



Texto publicado en la página web www.energia2012.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



FUNDACIÓN ESPAÑOLA
PARA LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA

