Biotransformación de compuestos esteroidales presentes en el jugo de Fique

En las principales regiones productoras de Fique de Colombia: Antioquia, Caldas, Risaralda y Nariño, se producen anualmente 80.000 m^3 de jugo de fiquederivado de la extracción de cabuya, este residuo generalmente llega a las aguas de escorrentía, contaminando las fuentes y afectando la biodiversidad en diferentes regiones del país.

Grupo investigador:
Universidad Pontificia Bolivariana / CIBIOT. Sede Medellín– Compañía de Empaques S.A.

Período de realización
Noviembre 2007 – noviembre 2009

Versión completa del artículo en:
http://www.agronet.gov.co/BibliotecaDigital.html
Allí puede buscar por título, autor, materia o palabra clave el tema de su interés.

Un estudio realizado por la Universidad del Bosque encontró que la presencia de los jugos, que presentan un alto contenido de azúcares, compuestos esteroidales y minerales, causa la muerte de organismos acuáticos como los alevinos de la trucha Arco Iris, efecto que está asociado con la presencia de saponinas que ocasionan daños sobre el epitelio respiratorio y la mucosa intestinal.

Para mitigar los efectos perjudiciales de la contaminación con jugo de Fique se ha planteado la producción de esteroides y compuestos intermediarios de síntesis, a partir de la hecogenina, tigogenina y β-sitosterol, para ser utilizados en la industria para la producción de diuréticos, andrógenos, anabólicos, estrógenos y anticonceptivos, entre otros.

La producción de dichos compuestos puede efectuarse por síntesis química o mediante transformación con microorganismos. Ésta última presenta ventajas tales como la especificidad de los microorganismos y la operación a condiciones ambientales.

Asimismo, las biotransformaciones han brindado herramientas para la producción a gran escala de esteroides naturales o análogos. Estos últimos presentan algunas ventajas frente a sus contrapartes naturales, tales como un incremento en la potencia, mayor tiempo de vida media en la corriente sanguínea, métodos de distribución simples y menores efectos secundarios. En esta investigación se evaluó la producción de intermediarios esteroidales a partir de la biotransformación de saponinas, β-sitosterol y sapogeninas procedentes de jugo de Fique**.** Para ello se determinó el rendimiento de la biotransformación del jugo de Fique bajo condiciones óptimas de operación y se estableció una metodología para la separación y purificación del producto final.

En el jugo de Fique se encontró un contenido de glucosa de 11.02 g/L, fructosa 28.37 g/L, sacarosa 1.73 g/L, saponinas 4.48 g/kg, calcio 1226.91 mg/L, magnesio 141.52 mg/L y una actividad antioxidante de 13 ± 2 mmol trolox/kg extracto. Se encontraron 11 compuestos esteroidales mayoritarios con tiempos de retención entre 53.00 min y 65.00 min.

Después de la biotransformación se encontraron 24 compuestos esteroidales, de los cuales 17 corresponden a compuestos diferentes a los encontrados en el jugo de Fique.

Caracterización del jugo de Fique

En la marcha fitoquímica se encontró la presencia de aminoácidos, compuestos fenólicos, taninos, triterpenos y esteroides, y leucoantocianinas. Compuestos como estos han sido reportados en plantas de agave, y su presencia podría estar relacionada con las aplicaciones

Proceso de corte de la hoja de Fique

Proceso de extracción del jugo de Fique

del agave y del Fique, que tradicionalmente se emplean como antirreumáticos, diuréticos y laxantes. Por ejemplo, la presencia de taninos en el jugo de Fique puede suponer que la planta podría emplearse como antidiarreico, en el tratamiento de intoxicación por metales pesados, como antitumoral y como tratamiento contra ciertos virus; todo esto debido a la capacidad de estos compuestos para unirse a proteínas y metales pesados.

La presencia de vitamina E en el jugo de Fique da cuenta de su actividad como antioxidante; ya que la vitamina E participa en la remoción de especies tóxicas de oxígeno. Adicionalmente, se determinó la presencia de limoneno, un aceite esencial empleado en las industrias de bebidas y cosméticos, y que puede presentar propiedades quimiopreventivas y quimioterapéuticas.

Separación de compuestos

Se encontró un contenido de saponinas de 4.48 g/kg jugo y una actividad antioxidante de 13 ± 2 mmol Trolox/kg extracto, comparable con la reportada para el Agave (12.48 mmol trolox/kg).

Se realizó la caracterización del jugo de Fique encontrándose grupos de compuestos como cetonas, compuestos alifáticos, esteroides, ácidos grasos y vitamina E. Se estableció un protocolo para la separación de los compuestos presentes en el jugo de Fique y en su biotransformado.

Mediante este proceso se logró la separación de 39 compuestos para el jugo de Fique y la separación de 24 compuestos esteroidales en la biotransformación.

Se determinó un porcentaje de biotransformación de 37% y una producción de 235 mg de productos transformados/L de jugo de Fique, para las condiciones de operación empleadas.

Bajo estas condiciones no se obtuvieron productos de biotransformación completa como AD y ADD, por lo que no se recomienda realizar la biotransformación directa del jugo de Fique a las condiciones utilizadas.

Biotransformación

Para la biotransformación del jugo de Fique se empleó una cepa de *Mucor sp.* procedente del laboratorio de Microbiología de la Universidad Pontificia Bolivariana. Este microorganismo fue seleccionado debido a la capacidad documentada del género *Mucor* para inducir transformaciones en compuestos esteroidales.

Proceso de separación y cuantificación de compuestos procedentes de jugo de Fique

Durante los ensayos de biotransformación se evaluó el crecimiento de *Mucor sp.* en el medio de cultivo de Fique. La cuantificación de la biomasa se realizó por peso seco y se determinó la cinética de crecimiento del microorganismo empleando el modelo sigmoidal de Gompertz y la parametrización propuesta por Zwietering y colaboradores.

La biotransformación se realizó durante 6 días, al cabo de los cuales se realizó una extracción y una posterior separación por cromatografía de columna. En el jugo de Fique se encontró un porcentaje de áreas relativas de 48.09% de compuestos esteroidales y para la biotransformación de 32.63%.

Se encontraron un total de 24 compuestos esteroidales después de la biotransformación, de los cuales 17 corresponden a compuestos diferentes a los encontrados en el jugo de Fique. Se encontró que el 63% de los compuestos esteroidales presentes en el jugo de Fique sufrieron modificaciones en su estructura; sin embargo, ninguna de estas modificaciones condujo a la aparición de compuestos sin cadena lateral en el carbono C17.

Una de las biotransformaciones identificadas fue la transformación de sitosterol en 4-estigmasteno-3-ona. Esta biotransformación se realiza por la acción de la enzima colesterol oxidasa EC 1.1.3.6. Esta enzima cataliza la modificación del anillo A de los esteroides, cambiándolo de 3β-hidroxi-5-eno a 3-oxo-4-eno.

Otra de las biotransformaciones identificadas corresponde a la transformación de tigogenina ((3β,5α,25R)-espirostan-3-ol) en tigogenona ((5α,25R)-espirostan-3-ona). Este tipo de biotransformaciones con frecuencia emplea compuestos esteroidales provenientes de una fuente de bajo costo para hacer económicamente viable el proceso.

En el caso del jugo de Fique el contenido de esteroles encontrado fue de aproximadamente 634.91 mg/L, lo que equivale a un contenido inferior al 1 %. En este caso sería necesario que la biotransformación se realizará con un rendimiento superior al 90%, para obtener una producción mínima de 571 mg/L; esto sin contar las pérdidas que se pueden presentar en la zona de separación y purificación.