



Pretratamiento de semillas oleaginosas para la extracción química de aceite.

Apellidos, nombre	Castro Giraldez, Marta ^{1,2} (marcasgi@upv.es) Tomas Egea, Juan Ángel ² (juatomeg@upv.es) Ortolá Ortolá, M ^a Dolores ^{1,2} (mdortola@tal.upv.es) Fito Suñer, Pedro José ^{1,2} (pedfisu@tal.upv.es)
Departamento	¹ Departamento de Tecnología de los Alimentos ² Instituto de Ingeniería de los Alimentos para el Desarrollo
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a presentar un pretratamiento que se puede realizar en un sistema celular como etapa en un proceso de extracción sólido-líquido. Y vamos a poner como ejemplo la extracción de aceite de semillas de soja.

2 Introducción

La extracción sólido-líquido mediante disolventes es una operación básica en la que uno o varios componentes de una fase sólida "alimento" se transfieren a una fase líquida: "disolvente". El componente o componentes que se transfieren se denominan "soluto" y la matriz sólida insoluble "inerte". El sentido de la transferencia es siempre del sólido al líquido. La extracción consiste en el mezclado del sólido con el disolvente para provocar la extracción del compuesto de interés. Se considera que se ha alcanzado el equilibrio cuando la disolución que está en contacto con el sólido está saturada. Si no hay bastante sólido para saturar la disolución se considera que se ha alcanzado el equilibrio cuando todo el soluto ha pasado a la disolución. En la realidad el disolvente se hace pasar por percolación por un lecho sólido pretratado para permitir la difusión del disolvente a través de la matriz alimentaria, es decir, con facilidad para la difusión de disolvente, con un espesor de lecho suficiente para que el tiempo de percolación coincida con el de equilibrio.

En la tabla 1 se pueden apreciar algunos ejemplos prácticos de extracción sólido-líquido.

Producto	Sólido desestructurado	Soluto	Disolvente
Aceite	Soja, maíz, trigo	Aceite	Hexano
Azúcar	Remolacha, caña	Azúcar	Agua
Café Soluble	Grano de café tostado	Café	Agua
Colorante	Pimiento rojo	Colorante	Metiletilcetona
Vainilla	Vainas	Vainilla	Etol
Café descafeinado	Grano de café verde	Cafeína	Cloruro de metilo/CO ₂ supercrítico
Carotenoides	Hojas	Carotenoides	Isopropanol
Pectinas	Manzana	Pectinas	Medio ácido
Mandioca	Yuca	Glicósidos cianogénicos	Agua

En muchos casos, la matriz sólida que contiene el compuesto de interés a extraer, es una matriz celular vegetal, lo que comporta un problema para la extracción; por tanto, hay que realizar un pretratamiento para superar las barreras estructurales y químicas para poder acceder al soluto. Las principales barreras estructurales a la transferencia de materia (tejidos celulares vegetal) serían (Figura 1):

- Sistema células-espacios intercelulares: Acceso desde la interfase al exterior de la pared celular.
- Conjunto pared-membrana celular: Acceso al interior del citoplasma.
- Interior del citoplasma: En caso de extracción de aceites; Acceso a los liposomas
- Liposomas: Descompartimentación y solubilización.

Además, en el caso de extracción de aceite o de especies químicas hidrófobas existe una barrera química:

- El agua (disolvente por excelencia en la naturaleza)



Figura 1. Microestructura de tejido parenquimático de fruto de espino amarillo (x2000) obtenida mediante Cryo-SEM.

Los distintos pretratamientos posibles son:

- Deshidratación (si se usan disolventes no polares)
- Desestructuración (mecánica, térmica...)
- Re-estructuración (láminas, cilindros...)

3 Objetivos

Una vez que el estudiante haya leído con detenimiento este documento, será capaz de:

- Seleccionar los tipos de pretratamientos en semillas oleaginosas para la extracción de aceite.
- Realizar adecuadamente un pretratamiento y una posterior extracción de aceite.



4 Desarrollo

En el punto 4.1 se van a exponer los distintos pasos para la extracción de aceite y los distintos problemas que se pueden plantear.

En el punto 4.2 se va a exponer el pretratamiento de desestructuración y reestructuración en el sistema celular de la semilla oleaginosa.

En el punto 4.3 se presentará el pretratamiento de desestructuración y reestructuración de semillas de Soja para la extracción posterior con hexano.

4.1 Necesidades de pretratamiento

Para poder determinar que etapas de pretratamiento requiere un tejido de semilla oleaginosa es necesario determinar primero el procedimiento que se seguirá en la extracción posterior. De esa manera se determinará como mejorar el acceso del disolvente (Hexano) al aceite.

1. Inmersión de la materia prima o refinado en el disolvente o extracto (semilla en hexano); o volcado del extracto sobre el lecho de refinado.
2. Difusión del disolvente a través del refinado: establecimiento de una fase líquida continua de disolvente en el material.
3. Acceso del disolvente al soluto: superación de las barreras estructurales para acceder al soluto. En el tejido vegetal el disolvente accederá a través de los espacios extracelulares o vías apoplásticas, cruzará las membranas plasmáticas y por último atravesará las membranas de los liposomas.
4. Solubilización del aceite: generación de un gradiente de concentración en la fase líquida. Si la semilla no está deshidratada la presencia de agua representará una barrera al transporte de la disolución hexano-aceite.
5. Transferencia de aceite a través de la fase líquida por diferentes mecanismos: transporte de soluto a la fase líquida exterior.

Principales problemas:

- Incompatibilidad del disolvente apolar (hexano) al medio acuoso; Deshidratación previa a la extracción.
- Barreras estructurales a la transferencia de materia (compartimentación); Ingeniería de matrices (desestructuración y/o estructuración).

4.2 Pretratamiento de desestructuración y reestructuración en el sistema celular de la semilla oleaginosa.

En los procesos de extracción de aceites en semillas oleaginosas con disolvente orgánico, generalmente hexano, las semillas pretratadas son volcadas sobre unos depósitos de fondo perforado formando un lecho. Sobre este lecho se deposita por volcado o pulverización el disolvente puro o procedente de otras extracciones sobre el lecho, atravesando el mismo por percolación. Para que la extracción sea óptima la concentración de aceite en el disolvente ha de ser la misma que la del aceite retenido en la fase líquida del lecho de semillas, al tiempo necesario para que esto se produzca se le denomina tiempo de equilibrio. Al depender el tiempo de residencia del disolvente en el lecho de la

percolación del mismo, la única manera de aproximar el tiempo de percolación al tiempo de equilibrio es facilitar la difusión del disolvente a través del tejido de las semillas para acceder al aceite.

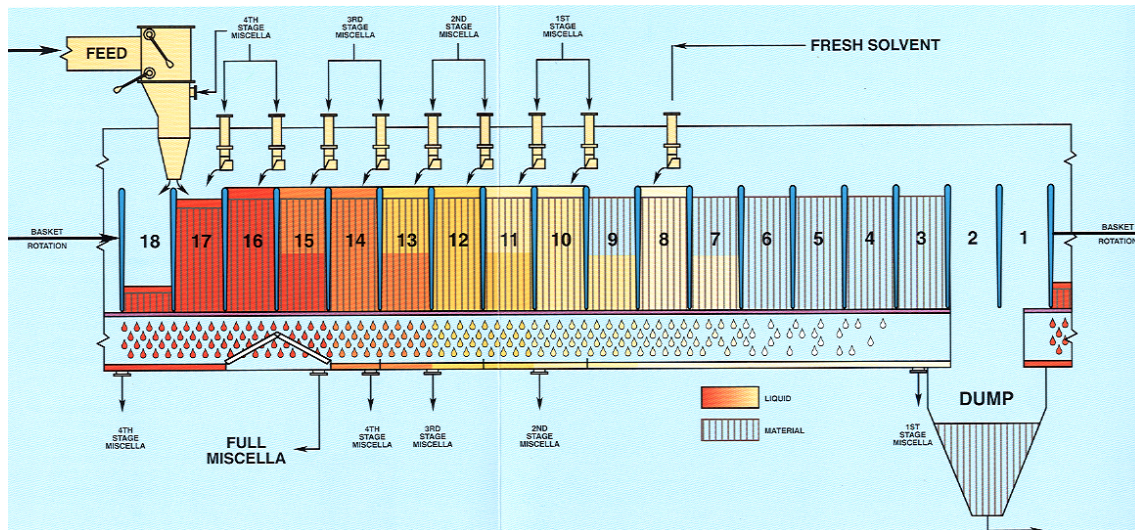


Figura 2. Equipo rotatorio de extracción de aceite con disolvente orgánico de French Co.

Por esta razón la correcta aplicación de los pretratamientos de las semillas permite realizar posteriormente una óptima extracción del aceite.

4.1 Pretratamiento de desestructuración y reestructuración de semillas de Soja para la extracción posterior con hexano.

Inicialmente la semilla de soja tiene diferentes barreras tal y como se muestra en la figura 3. En la operación de extracción de aceite, el hexano tendrá que atravesar todas estas barreras hasta alcanzar el aceite, lo que hace prácticamente inviable realizar la operación de extracción sin cambiar la matriz del alimento para facilitar el acceso del hexano al aceite. En la figura 3 se observa como los liposomas están rodeados por las proteínas de la soja que a su vez están encapsuladas en el interior de la célula.

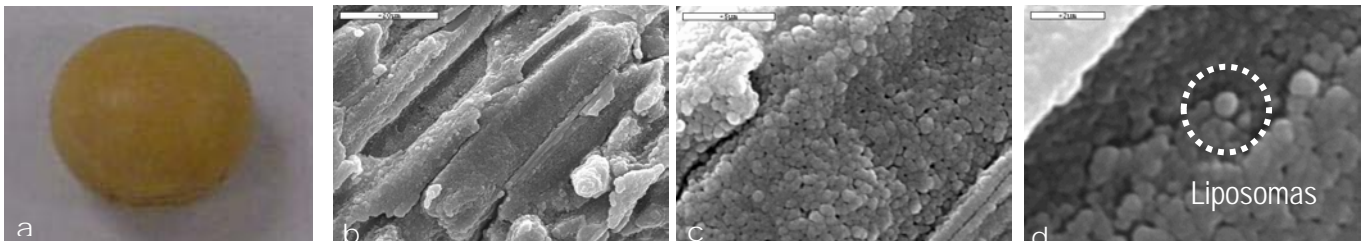


Figura 3. Semilla de Soja sin pretratamiento. a) fotografía de la semilla de soja blanca. b) detalle microscópico del interior de la semilla. c) detalle del interior celular y d) detalle de un liposoma donde se encuentra el aceite. Las tres últimas

figuras son microscopias electrónicas de barrido obtenidas mediante la técnica Cryo-SEM.

El primer paso para desestructurar la semilla de soja es la eliminación de la cascara o pericarpio de la semilla mediante una prensa de rodillo (ver figura 4a). Una vez se ha pelado la semilla (ver figura 4b), se trocea en cuartos (figura 4c y 4d).

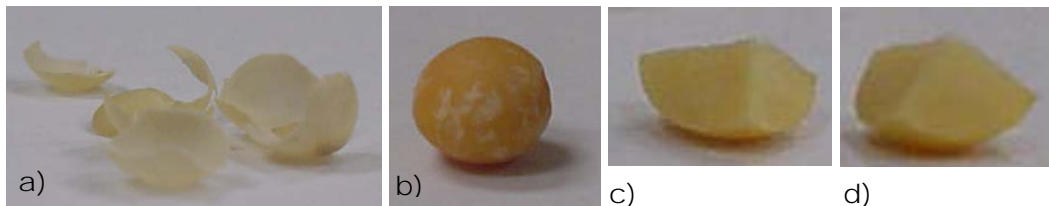


Figura 4. Pasos de procesado mecánico de la semilla de soja. a) fotografía de la cascara o pericarpio de la semilla de soja blanca. b) fotografía de la semilla de soja pelada. c) y d) fotografía de cuartos de semilla de soja blanca.

Los cuartos de soja se introducen en una cámara de vapor sobrecalentado a 150°C donde la semilla pasa de estado vítreo a gomoso, se produce la lisis celular y la desestructuración total. En este tratamiento se rompe no solo las membranas celulares, sino que también se rompen las membranas liposómicas vertiéndose el aceite al medio. Macroscópicamente la forma del cuarto de soja no cambia (ver figura 5a), pero en su interior, la estructura cambia totalmente hasta la completa desestructuración (ver figuras 5b y 5c).

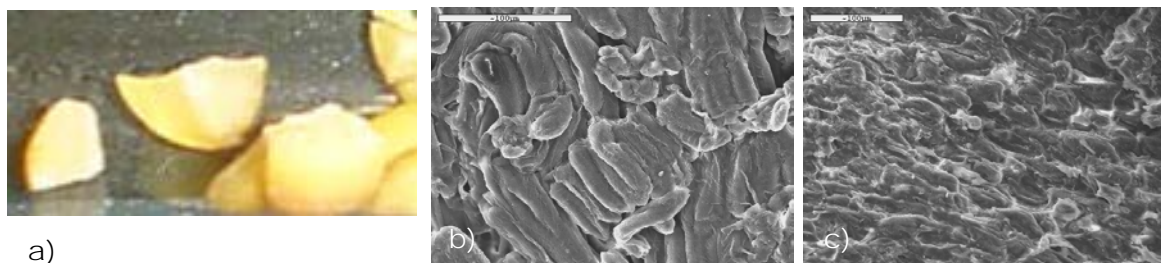


Figura 5. Tratamiento térmico de la semilla de soja. a) Fotografía de cuartos de semilla de Soja tratada térmicamente con vapor sobrecalentado a 150°C b) detalle del interior celular desestructurado térmicamente donde se aprecia la desalineación de las proteínas a mitad de tratamiento térmico y c) detalle de tejido totalmente desestructurado después del tratamiento térmico con el aceite repartido por los restos del tejido (los brillos blancos son el aceite repartido por la matriz). Las dos últimas figuras son microscopias electrónicas de barrido obtenidas mediante la técnica Cryo-SEM.

Una vez la semilla de soja ha sido desestructurada totalmente en su interior es necesario reestructurar la matriz y eliminar el agua para aumentar la porosidad y evitar la barrera que representa el agua al transporte de aceite. Por esta razón después del tratamiento térmico los cuartos de soja se pasan por una laminadora o prensa doble de rodillos donde se lamina formando el pellet húmedo. En la figura 6a se muestra la semilla de soja en estado gomoso después del prensado

o pellet húmedo. Una vez laminado se introduce en un secador de tambor rotatorio horizontal o trommel conectado a un sistema de ciclones para no perder pellets a la atmosfera donde el pellet pierde el agua hasta alcanzar un valor de humedad inferior al 2%. En este proceso, además de perder casi toda el agua presente en la semilla original, el pellet experimenta una expansión que aumenta notablemente la porosidad del mismo. De esta manera en la extracción posterior, el hexano accederá con facilidad al aceite repartido por toda la matriz alimentaria.

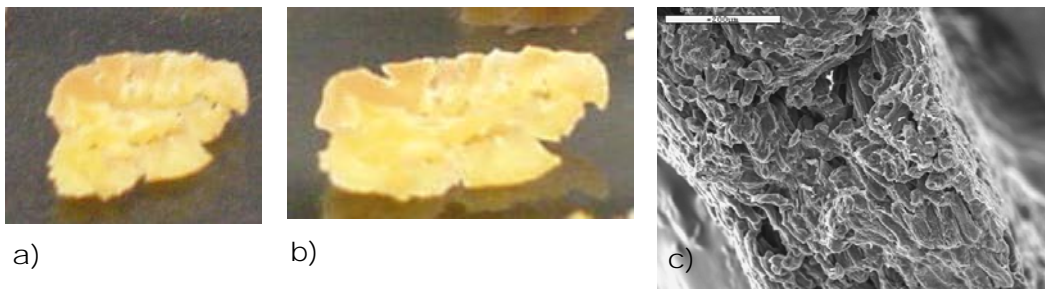


Figura 6. Semilla de Soja laminada con y sin tratamiento de secado o pellet. a) fotografía de la semilla de soja blanca laminada después del tratamiento térmico. b) fotografía de la semilla de soja blanca laminada y secada con aire caliente c) detalle microscópico del interior del pellet o semilla de soja laminada y deshidratada por aire caliente donde se aprecia el espesor y la porosidad del pellet. La última figura es una microscopia electrónica de barrido obtenida mediante la técnica Cryo-SEM.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto porque es necesario realizar operaciones de pretratamiento a semillas oleaginosas para la extracción química de aceite. Además, hemos visto el ejemplo de pretratamientos en semillas de soja para la extracción con hexano.

6 Bibliografía

6.1 Libros:

Aguilera J.M., Lillford P.J. (2008) Structure–Property Relationships in Foods. In: Aguilera J.M., Lillford P.J. (eds) Food Materials Science. Springer, New York, NY

Cheremisinoff, P.N. (1995). Solids/Liquid separation. Technomic Publishing Co., Inc., USA.

6.2 Comunicaciones presentadas en conferencias (sin publicar):

Barat, J.M. y Fito, P.J. (1998) “Simulador del proceso de extracción sólido-líquido”, Taller de Herramientas de cálculo en Ingeniería de Alimentos III. Valencia SP-UPV. Spain