

IV. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN

El equipo de destilación se sitúa en una planta para la obtención de ácido esteárico comercial.

Fundamentalmente existen tres operaciones unitarias implicadas en la manufactura de los ácidos grasos en esta industria:

1. Hidrólisis de las grasas.
2. Separación de los ácidos grasos mediante destilación.
3. Hidrogenación.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las etapas implicadas en este proceso.

1- HIDRÓLISIS DE LAS GRASAS.

El fraccionamiento hidrolítico se define de modo general como el proceso de obtención de ácidos grasos a partir de triacilgliceroles usando agua y altas temperaturas o catalizando la acción del agua a relativa baja temperatura con catalizador ácido o básico ¹.

La hidrólisis de grasas para obtener ácidos grasos y glicerina es un importante proceso comercial. Los ácidos son comercializados como tal o son empleados como compuestos intermedios para otros productos, como pueden ser jabones o ésteres ácidos. Los ácidos grasos son purificados por destilación, así que los productos de alta calidad pueden ser procesados a partir de grasas de baja calidad sometiéndolos a hidrólisis en primera instancia y a destilación posteriormente ¹.

1.1- PRINCIPIOS DE LA HIDRÓLISIS.

Los reactivos en la hidrólisis de grasas forman un sistema de reacción heterogénea constituido por dos fases líquidas. La fase acuosa dispersa está formada por agua y glicerol mientras que la fase lipídica homogénea contiene glicéridos y ácidos grasos. La hidrólisis de grasas para formar glicerol y ácidos grasos tiene lugar en la fase lipídica en varias etapas.

La reacción total puede ser resumida como sigue:



La reacción progresa a un estado de equilibrio. A alta temperatura, la naturaleza endotérmica de la hidrólisis de grasas resulta de un desplazamiento del equilibrio a favor de los productos hidrolizados.

Para lograr un alto grado de conversión en esta reacción, el contenido de agua y triglicéridos en la fase lipídica debería ser lo más alta posible y la concentración de ácidos grasos y glicerol debe ser lo menor posible.

Durante la reacción completa, los dos efectos de transferencia de masa, que prosiguen en direcciones opuestas, son de especial importancia para un alto grado de conversión:

1. Difusión de agua en la fase lipídica.
2. Extracción del glicerol de la fase lipídica a la fase acuosa mediante extracción con agua.

1.2- MÉTODO DE HIDRÓLISIS APLICADO EN LA PLANTA.

La hidrólisis de la materia prima se lleva a cabo mediante el método desarrollado por Colgate-Emery y Procter & Gamble⁷. En este proceso las grasas y el agua entran en contacto a altas temperaturas y presión en una columna cilíndrica de acero inoxidable. La torre se llena con la grasa, la cual está en una fase continua. La alimentación es introducida por la parte baja de la columna.

El agua se introduce por la parte superior en forma de pequeñas gotas y al ser más pesadas que las grasas (mayor densidad), esta cae gradualmente hacia el fondo de la columna. Como la grasa asciende progresivamente, ésta es hidrolizada, desprendiéndose la glicerina, la cual descenderá junto con el agua hacia el fondo de la columna. Los ácidos grasos se descargan por la parte superior, pasando previamente por un intercambiador de calor en el que se cruza con el agua entrante. El agua junto con la glicerina sale por el fondo de la columna después de un primer intercambio de calor con la grasa entrante.

El restante se aplica al centro de la torre (la sección de hidrólisis contiene la fase grasa continua) usando espirales de vapor, calentamiento eléctrico o vapor supercalentado. Una válvula reductora de presión en la línea de descarga de los ácidos grasos controla la presión de la torre, mientras que la mezcla agua-glicerina es controlada mediante la cantidad descargada.

Aproximadamente el 98-98.5% de la reacción tiene lugar con este método. El agua recuperada en la parte inferior contiene aproximadamente un 10-15% de glicerol y es purificada en una serie de pasos, incluyendo la eliminación de sales disueltas e impurezas del aceite, para ser concentradas posteriormente mediante evaporación del agua, mediante destilación o de ambos modos.

Dadas las grandes cantidades de agua usadas en esta etapa los ácidos grasos obtenidos como producto contendrán una proporción de agua que ha de ser eliminada en la subsiguiente etapa de destilación.

2- SEPARACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS POR DESTILACIÓN.

Los ácidos grasos sin saturar procedentes de la hidrólisis contienen una serie de impurezas de alto punto de ebullición como por ejemplo glicéridos, jabones, glicerol, esteroides, fosfatidas, así como impurezas de bajo punto de ebullición como pueden ser el agua, hidrocarburos de bajo peso molecular, aldehidos y metil-cetonas.

Por lo tanto, después del proceso de hidrólisis los ácidos grasos generalmente son purificados mediante un proceso de destilación. La fracción intermedia algunas veces puede ser fraccionada en productos relativamente puros como pueden ser los ácidos láurico, mirístico, palmítico y esteárico.

Se suele usar la destilación continua debido a la limitada estabilidad a altas temperaturas que presentan estos compuestos, especialmente los ácidos grasos insaturados. La mayoría de las destilaciones se llevan a cabo bajo vacío y algunas veces se utiliza la inyección de vapor para reducir aún más la temperatura a la que se realizará la operación.

El requerimiento básico en la destilación de los ácidos grasos es en primer lugar una columna cilíndrica a través de la cual fluye la alimentación, un equipo de vacío, así como un equipo adecuado que transfiera el calor suficiente para llevar a cabo la operación- se suele trabajar a temperaturas que oscilan entre los 470 y los 500 K- esto implica el uso tanto de un rehervidor en la parte baja de la columna, como un condensador en el domo

de la misma que recoja los productos en forma de vapor de la cabeza del equipo.

Debido a las temperaturas de operación relativamente altas usadas en la destilación, se hace imprescindible que los ácidos grasos estén en el interior de la columna el menor tiempo posible. Esto es particularmente importante en los ácidos grasos altamente insaturados, los cuales tienden a formar polímeros a las temperaturas de destilación.

2.1- SELECCIÓN DEL MÉTODO DE DESTILACIÓN MÁS APROPIADO.

Existen dos métodos posibles de destilación aplicables a esta operación, la destilación a vapor y la destilación a vacío. La selección del método más apropiado entre los dos posibles se detalla en la memoria del presente trabajo. A continuación se detallan ambos tipos de destilación.

2.1.1-Destilación a vapor.

En la destilación a vapor típica, los ácidos grasos son destilados bajo vacío. Estos son bombeados hacia un intercambiador de calor previo a la columna y la alimentación entra por el plato superior de la misma, cruzándose con la corriente de vapor proveniente del fondo de la columna la cual fluye hacia arriba. Los ácidos grasos son condensados, mientras que el vapor y las sustancias no condensables son trasladados a través de un sistema de vacío consistentes en equipos eyectores.

Los ácidos grasos condensados son enviados a tanques de almacenamiento o al siguiente paso del proceso. El residuo que abandona la parte superior de la columna generalmente se concentra en un equipo tipo *batch*. De esta manera se recuperan algunos ácidos grasos adicionales y producir de este modo productos adicionales.

El sistema de destilación funciona a vacío moderado. Si deseara desodorizar los ácidos grasos al mismo tiempo, estos deberían pasar en primera instancia por una columna de pretratamiento que trabajara a temperaturas menores que la columna de acabado. Utilizando el sistema de rociado con vapor lograríamos despojar a los ácidos grasos de todas las sustancias no deseadas.

2.1.2-Destilación a vacío

El daño provocado a los ácidos grasos resultantes de la oxidación, descomposición, deshidratación y polimerización incrementa exponencialmente con la temperatura. Por esta razón, la temperatura de destilación es aminorada con el uso de vacío y/o la inyección de vapor. En el pasado, la destilación comúnmente se llevaba a cabo a temperatura ambiente, con grandes cantidades de vapor supercalentado. Hoy en día los ácidos grasos generalmente son destilados a vacío.

Las desventajas que presenta la destilación a vapor (altos costes en la instalación, formación de gran cantidad de residuos y la contaminación del medio ambiente) son menos que las ventajas que presentan este tipo de sistemas (calentamiento directo, gran superficie de contacto así como efectos desodorizantes) para la destilación que se desea llevar a cabo.

La separación de mezclas de ácidos grasos a fracciones de ácidos grasos de pesos moleculares similares puede ser realizadas por el método usual, la técnica de destilación fraccionada en columnas de funcionamiento óptimo para la destilación de ácidos grasos.

El tiempo de retención en la columna continua de los ácidos grasos es relativamente corto, por tanto los cambios en olor y color serán moderados.

La operación a vacío y la operación a chorro de vapor son en cierta medida intercambiables. Si un proceso de destilación certero puede llevarse a cabo a una presión absoluta aproximada de 5 mm de Hg sin vapor ⁸, el mismo efecto será llevado a cabo del mismo modo a 10 o 15 mm de Hg ⁹ con un sistema de inyección de vapor.

Hoy en día los empaques estructurales fabricados de acero corrugado y perforado apilados en el interior de la columna intersecan canales en el mismo ángulo de inclinación que el eje de la columna y presentan buenos rendimientos, debido a estos óptimos rendimientos su uso se ha incrementando enormemente.

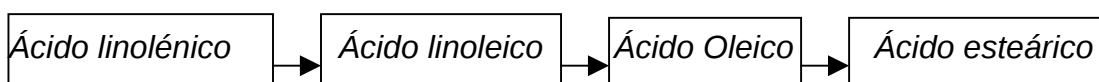
El vapor que asciende a través de los empaques se mezcla en la dirección de los estratos paralelos con el flujo líquido descendente. Estos empaques ocupa la sección de cruce entera y están hechos del mismo material que la coraza de la columna. La distribución de estos empaques distribuye el flujo de líquido hacia abajo equitativamente a lo largo de toda la sección de cruce. Esto hace que la columna drene rápidamente y no se presente estancamiento de líquido en las etapas.

La gran superficie de contacto que proporcionan estos empaques los hace altamente eficientes incluso ante pequeñas cargas de líquido. La elevada transferencia de masa no requiere que el vapor burbujee a través de los estratos de líquido. El resultado es que la caída de presión por plato teórico es bastante baja, lo cual hace que la estructura de empaques sea ideal para destilación a vacío. Los empaques tienen además otra ventaja. La progresión de las etapas de equilibrio es más precisa y puede ser calculada de manera bastante precisa a partir de correlaciones predeterminadas. Por consiguiente es posible diseñar una columna con el número deseado de platos teóricos usando empaques preferentemente al uso de platos con cachuchas, descubriendo una eficiencia de Murphee del 85 % pasa a ser del 50 % en la práctica ⁷.

3- HIDROGENACIÓN.

La hidrogenación de una grasa consiste en la adición de hidrógeno en correspondencia al doble enlace. De este modo se pueden transformar ácidos grasos insaturados en ácidos grasos saturados. Debido a este incremento en el grado de saturación también se incrementa el punto de fusión de los ácidos grasos. Esta adición de hidrógeno es generalmente conocida como *hardening* (endurecimiento). El endurecimiento de los ácidos grasos normalmente se ve reflejada en la completa saturación del doble enlace carbono-carbono para dar un índice de yodo menor a uno. La adicción de hidrógeno es usada comúnmente en sólidos que soportan catalizadores de níquel.

La instauración en los ácidos grasos del aceite es paso a paso:



La hidrogenación es una reacción exotérmica. El calor generado está en función del número de dobles enlaces hidrogenados. La energía adicional se puede recuperar en parte si el producto final es llevado a un intercambiador de calor para calentar algún fluido que nos interese.

La no existencia de agua en el proceso es un requisito imprescindible para llevar a cabo el mismo ya que de otro modo éste se podría ver ralentizado e incluso bloqueado. Por ello es fundamental la completa eliminación del agua en la anterior operación de destilación.

3.1- MECANISMO DE HIDROGENACIÓN.

El mecanismo de hidrogenación de los ácidos grasos es generalmente complejo, así, la formación de multitud de compuestos estables es teóricamente posible.

En la hidrogenación en fase gaseosa, la reacción está generalmente limitada por el contacto de dos componentes con el catalizador. El contacto de los reactivos con el catalizador puede ser mejorado incrementando la presión del sistema o reduciendo la tasa de flujo de los reactivos sobre el catalizador. Incrementar la presión de hidrógeno permite una gran solubilidad de dicho hidrógeno sobre los ácidos grasos y debido a esto aumenta la probabilidad de que el hidrógeno y el aceite entren en contacto con el catalizador. Sin embargo, hay límites en el incremento de la presión, restringiéndose de este modo la operación a determinados rangos barométricos.

Bibliografía:

[1] Alton E. Bailey (1961) Aceites y grasas industriales: obra indispensable a químicos e ingenieros interesados en la producción y fabricación de aceites y grasas. Reverté.

[2] Hans- Dieter Belitz, Werner Grosch. Química de los alimentos. Acribia 1988.

[3] E. Bernardini (1981) Tecnología de aceites y grasas.

[4] Ernest J. Henley, J.D. Seader. Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química.

[5] Owen. R. Fennema. Química de los alimentos. Department of Food Science. University of Wisconsin. Acribia 1993.

[6] Perry, Chilton (1973). Chemical engineer's handbook. McGraw-Hill

[7] Stanley M. Walas (1990). Chemical process equipment; selection and design.

[8] Patent specification No. 1585/39 523,910; by The Protector & Gamble Company

[9] Patent specification No. 341/41 546,416; by The Protector & Gamble Company