Publicación INCAP E-1338

LA EXTRUSION-COCCION EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

Por el Ing. Leonardo F. de León

Principios de la Extrusión-Cocción

Un extrusor es un tipo de equipo de procesamiento de alimentos que puede mezclar una variedad de ingredientes tales como los cereales y las leguminosas y que puede cocinarlas ya sea solos o combinados, a altas temperaturas (150-180°C), por períodos de tiempo cortos (60-120seg) a humedades de 15-25%.

El proceso de extrusión es un de los métodos de procesamiento de alimentos más eficientes en términos de consumo de energía, ya que dicho proceso realiza en un sólo paso una serie de operaciones unitarias, tales como: mezclado, calentamiento, texturización y secado.

La extrusión-cocción puede definirse como "el proceso mediante el cual materiales expansibles, compuestos de almidones y/o proteínas, con una humedad adecuada, son plastificados en un tubo por combinación de presión, calor y corte mecánico. Así resulta elevada la temperatura del producto adentro del tubo, gelatinización y modificación del almidón, desnaturalización de la proteína, alargamiento o reestructuración de los compuestos dúctiles, expansión exotérmica del producto extruído e inactivación o destrucción de compuestos tóxicos y antinutricionales".

En otras palabras, la extrusión es el proceso mediante el cual un material alimenticio es forzado a fluir bajo una variedad de condiciones controladas, y pasado a través de un orificio o una ranura a una velocidad predeterminada (la figura 1 muestra esquemáticamente un extrusor). Normalmente la extrusión de granos, harinas o sémolas es una operación relativamente simple. Sin embargo, la interpretación del mecanismo de transporte y de las transformaciones que se llevan a cabo durante la operación, es muy compleja. Durante el proceso, deben fijarse y/o controlarse varias variables, como por ejemplo: humedad en el material, temperatura de extrusión, relación de comprensión del tornillo, velocidad de rotación del tornillo, velocidad de alimentación, distribución del tamaño de partículas de las muestra, diámetro y longitud de la boquilla con el objeto de obtener un producto de alta calidad. Sin embargo, la humedad y la temperatura de extrusión suelen ser las variables más relevantes en la modificación de las propiedades de la materia prima.

Clasificación de los Extrusores

Algunos autores han clasificado a los extrusores termodinámicamente así como, por la manera como se desarrolla la presión. De acuerdo a lo anterior, los extrusores de alimentos pueden ser clasificados termodinámicamente en los siguientes grupos:

1. Extrusores autógenos (aproximadamente adiabáticos): Este tipo de extrusores genera por sí mismo su propio calor por conversión de la energía mecánica.

2. Extrusores isotérmicos: En estos extrusores la temperatura es mantenida constante a través del extrusor, removiendo el calor generado por conversión de la energía mecánica.

3. Extrusores politrópicos: Este tipo de extrusores opera entre las condiciones extremas del autógeno el isotérmico.

Existe otra clasificación de los extrusores basada en su forma: extrusores de pistón, extrusores de rodos y extrusores de tornillo, los cuales pertenecen a la clasificación de extrusores de desplazamiento positivo

Los extrusores de pistón, que son los de diseño más simple, son usados principalmente para dar el acabado a los productos. Estos consisten de un simple pistón o de una bateria de pistones, los cuales depositan cantidades muy precisas de materiales y son usados por ejemplo para rellenar el centro de chocolates.

PRODUCTOS LACTEOS PARMA ®

PARMA

PRODUCTOS DE CALIDAD

Les ofrece una gama amplia de quesos naturales y procesados para satisfacer su delicado gusto y también para sus recetas de cocina.

Adquieralos en:

Finca San Jerónimo Miramar
Patulúl, Suchitepéquez

11 Calle 8-95, Zona 1, Guatemala.
Teléfono: 21-7-43

Ahora también en
Centro Comercial Pen-Roosevelt,
Local 117

19 Calle 10-54, Zona 10, Guatemala
Teléfonos: 37-20-93, 37-04-28 y
37-35-19

O EN SUPERMERCADOS Y ABARROTERIAS DEL PAIS

Los extrusores de rodos, los cuales son también usados para el diseño de diferentes acabados consisten de dos rodos rotatorios que giran en sentidos opuestos a similar o diferentes velocidades y tienen superficies lisas y corrugadas. El espacio entre los rodos puede cerrarse para comprimir el material que pasa a través de la unidad, o el extrusor puede diseñarse para que no imparta presión, en todo el rodo. Los extrusores de tornillo, la tercera categoría, que son los más ampliamente utilizados emplean uno, dos (twin) o varios tornillos rotatorios en un barril estacionario.

Avances y Actualidad en Tecnología de Extrusión

La tecnología de extrusión tiene sus raíces en la industria metalúrgica donde un prototipo del extrusor de pistón fue desarrollado en 1977 y usado en la manufactura de tubos de plomo sin costura. Sin embargo, desde entonces, la tecnología, incluyendo diseño de máquinas y teoría, ha madurado ampliamente a través del trabajo realizado en la industrial de plásticos.

Actualmente se disponen de extrusores de simple, gemelo o de varios tornillos, algunos de ellos son ampliamente utilizados en la industria de alimentos. El uso de uno u otro extrusor depende básicamente del producto que se quiere elaborar. En los últimos 50 años, los extrusores de simple tornillo han sido cada vez más empleados. Sin embargo, las industrias productoras de extrusores indican que el interés en los extrusores de tornillos gemelos está creciendo debido a que éstos ofrecen gran flexibilidad para controlar tanto el producto como los parámetros del proceso.

Se reconoce a los extrusores de simple tornillo por su eficiencia y utilidad en la producción de diversos productos alimenticios tales como, bizcochos, cereales para desayuno, alimentos para mascotas y boquitas, y aunque carecen de: eficiencia para el mezclado, de controles durante el proceso, y de uniformidad del producto - que son las ventajas de los extrusores de los tornillos gemelos -, estos extrusores son más económicos de operar y el gasto para su mantenimiento es más bajo. Además, su costo de capital inicial es mucho menor. El diseño modular de los extrusores de doble tornillo facilita la creación de condiciones óptimas para amasar o mezclar, gelatinizar o texturizar, calentar o dar forma o para cualquier otra operación. Por otra parte, existen extrusores de doble tornillo en los cuales unos tornillos giran opuestamente y otros giran en la misma dirección. Los primeros o sea los extrusores de simple tornillo, no han sido utilizados ampliamente en la industria de alimentos, pero constituyen excelentes transportadores y son usados para el procesamiento de materiales no viscosos que requieren de velocidades bajas y de tiempos de residencia largos. Mientras que los extrusores de doble tornillo, girando en el mismo sentido, son los más utilizados en la industria de alimentos y generalmente se utilizan cuando se necesita alto grado de tranferencia de calor. Las ventajas de estos últimos extrusores son su eficiencia de bombeo, buen control sobre la distribución del tiempo de residencia, mecanismos propios de limpieza y uniformidad de procesamiento.

Usos de la Extrusión en la Industria de Alimentos

La primera aplicación del proceso de extrusión a los alimentos data de mediados de los años 1800 para la producción de embutidos y carnes procesadas. Posteriormente fue utilizado para la elaboración de pastas.

Otros tipos de extrusores proveyendo tanto cocción como capacidad de moldeo fueron introducidos a finales de los años 1940. Estos incluyeron el extrusor-cocinador que fue originalmente desarrollado para precocer maíz y soya para uso en alimentación animal, y el extrusor de collar - un tipo especializado de extrusor cocinador -, introducido en 1946, el cual produce "snacks" (boquitas) altamente expandidas a partir de ingredientes basados en granos.

La extrusión fue desarrollada primero como un método económico de gelatinización del almidón, pero luego se modificaron los aparatos y actual-

Relaciones Industriales

SOLUCIONES DE PROCESO-EMPAQUE-CODIFICACION-
MOVIMIENTO DE MATERIAL
1a Ave 1-07, Zona 2, Guatemala Tel 24005-517774 FAX 539248
TELEX 6213 PARRA GU

Deatreme Foods, Inc. SABORES PARA SNACKS, DIPS, BEBIDAS, COLORANTES NATURALES, EMULSIFICANTES, ENTURBIANTES, REEMPLAZOS DE LECHE, HUEVO, ETC QUESOS Y GRASAS EN POLVO, ETC

AUDION ELEKTRO SELLADORAS DE CAMARA DE VACIO, SELLADORAS DE USO GENERAL PARA POLIETILENO, LAMINADOS, CELOFAN Y POLIPROPILENO, ROTATIVAS CONTINUAS, DE PEDAL Y DE MANO

Dennison Industrial Systems CODIFICADORAS DE PRODUCCION SEMI-AUTOMATICAS Y AUTOMATICAS, TENEMOS DE SISTEMA FLEXOGRAFICO DE CONTACTO Y ELECTRONICAS SIN CONTACTO, JET-CODER PARA FRASCOS, BOTELLAS, BOLSAS, CAJAS, ETC CUMPLA CON LA NORMA COGUANOR NGO 34029 TENEMOS MODELOS DE DEMOSTRACION

ASESORIA, MANTENIMIENTO, REPUESTOS.

LE GUSTARIA VER SU PRODUCTO

FORTIFICADO

FORTIFICADO NUTRICIOALMENTE
FORTIFICADO MERCADOLOGICAMENTE

BUSQUE
* LA TECNOLOGIA
* LOS PRODUCTOS
* LOS EXPERTOS

PRODUCTOS ROCHE GUATEMALA S.A.
6a Calle 5-42 Zona 9
Tel.: 316665 - 366741 - 366749

ROCHE

mente es un proceso que se usa para elaborar una amplia gama de productos alimenticios tales como alimentos para bebés, cereales para desayuno, proteínas vegetales texturizadas y alimidones modificados, sopas secas, alimentos para mascotas y mezclas para bebidas secas; en algunos casos, como sucede con el extrusor de collar, constituye una máquina indispensable para la producción de snacks surtidos tales como colochos de maíz reventado. Tanto los extrusores sencillos como los extrusores complejos se utilizan actualmente en todo el mundo para elaborar, no sólo suplementos alimenticios a base de cereales y soya, sino una diversidad de snacks, y su uso va en incremento, principalmente en las industrias de concentrado para alimentación animal.

Además de los usos tradicionales de la extrusión, recientemente se ha encontrado nuevas vías para expander la utilidad de estos equipos, tal es el caso del uso de extrusores como reactores químicos en la producción de caseinato o como un equipo esterilizador de especias molidas. Recientemente, la extrusión no ha escapado la atención de trabajadores involucrados en biotecnología, ya que este tipo de equipo ha sido utilizado con bastante éxito como bioreactor para la producción de jarabes con alto contenido de maltosa a partir de almidones de cebada en presencia de alfa-milasa También se ha usado para producir jarabes de glucosa a partir de almidón de maíz, harina de maíz y harina de trigo, para su uso como azúcares fermentables en masa para panificación.

Efecto de la Extrusión sobre el Valor Nutritivo de los Alimentos Procesados

Las ventajas del uso de un extrusor para la pre-cocción de mezclas de cereales-leguminosos o semillas oleaginosas, pueden resumirse en los siguientes términos.

1. Desactivación térmica de factores antinutricionales de leguminosas o semillas oleaginosas.

2. Gelatinización de cereales para mejorar la digestibilidad y aceptabilidad, y reducir el tiempo de cocción.

3. Destrucción de bacterias o insectos para asegurar un producto sanitariamente adecuado.

4. Obtención de productos estables sin refrigeración, por su bajo contenido de humedad.

5. Control y variación de las características del producto para mejorar su aceptabilidad y mercadeo.

Todos estos cambios traen como resultado un mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y nutricionales del producto final. Estudios recientes han mostrado un efecto positivo del proceso de extrusión sobre la calidad nutricional de los alimentos procesados. Asimismo, la digestibilidad tanto, de los carbohidratos, como de las proteínas, se ve incrementada, lo cual es resultado del efecto mecánico y térmico al que son sometidos estos compuestos durante el proceso.

Por otro lado, como resultado del proceso de extrusión, se ha encontrado un incremento en el contenido de fibra dietética, principalmente de fibra soluble, lo que tiene mucha importancia especialmente cuando los alimentos están destinados a grupos especiales de población Finalmente, la extrusión de alimentos conteniendo hierro trae como resultado un incremento en la cantidad de hierro soluble cuando es ensayado bajo condiciones estomacales simuladas.

Algunas Consideraciones Finales sobre el Proceso de Extrusión

Existe un número considerable de criterios que pueden ser utilizados para la selección de un sistema de procesamiento apropiado para la producción de alimentos, tales como la capacidad de producción, el costo de adquisición del equipo, etc Sin embargo, con el objeto

de mostrar algunas cualidades de la extrusión comparada con otros sistemas de procesamiento, se puede decir lo siguiente: en cuanto a costos de capital y de operación, los sistemas de molienda tienen los costos más bajos, seguido por los sistemas de extrusión y horneo. Los sistemas de procesamiento húmedo que utilizan rodos o secadores por rocío ("spray dryers") son los más costosos, y generalmente requieren la mayor cantidad de equipo importado.

En cuanto a costos de procesamiento debidos a energía, el proceso de secado es el que involucra los mayores costos requiriendo cerca de 2,5000KJ/kg de agua removida Los procesos de extrusión en seco y de molienda son preferidos cuando los costos por energía son considerables. Es importante indicar que en el proceso de extrusión mucho del equipo auxiliar utilizado puede fabricarse localmente tal como tanques de almacenamiento, transportadores, molinos, mezcladoras, etc. Además, estos sistemas son más limpios y requieren de un mantenimiento que puede ser fácilmente hecho con el equipo producido localmente. Los equipos utilizados en el proceso de secado y en los sistemas de horneo son, por lo general, importados y requieren de mantenimiento moderado o bajo, con la excepción del secador de rodos, el cual requiere considerable atención

Todo esto muestra que la extrusión de alimentos ofrece un potencial significativo como un sistema apropiado para el procesamiento central de alimentos nutritivos; además existen extrusores que han sido desarrollados para países en desarrollo los cuales tienen costos de adquisición relativamente bajos.

Con base en lo presentado se puede concluir que la extrusión representa una buena opción para preparar alimentos de alto valor nutritivo para los países en desarrollo debido principalmente a las ventajas de dicho proceso como son: bajo costo de mano de obra por unidad procesada, bajo espacio por unidad, excelentes propiedades físicas, química y nutricionales del producto obtenido, operación simple, equipo auxiliar mínimo y facil mantenimiento.

Bibliografía Consultada

1. Alanis Guzmán, M. G. "Efecto de la extrusión sobre la calidad nutritiva y sobre algunos tóxicos naturales o contaminantes de los alimentos". Presentado en: II Simposium Panamericano sobre Extrusión de Alimentos. Chihuahua, México, 1984, p. 376-379.

SIDASA
SERVICIOS INDUSTRIALES Y AGRICOLAS
10a. Calle 0-52, Zona 9
Tel. 342678 al 91 Fax:341354-347150

CHERRY-BURRELL
AMCA INTERNATIONAL

- SISTEMAS DE PROCESAMIENTO ACEPTICOS
- INTERCAMBIADORES DE CALOR
- TERMUTADORES
- TANQUES DE PROCESO
- MAQUINAS PROCESADORAS DE HELADO
- BOMBAS PARA PROCESO DE ALIMENTOS WAKEESHA.
- LLENADORAS DE LIQUIDOS ACEPTICOS
- LINEA COMPLETA DE ACCESORIOS
- TUBERIA Y VALVULAS DE ACERO INOXIDABLE

LITOGRAFIA ZADIK, S. A.

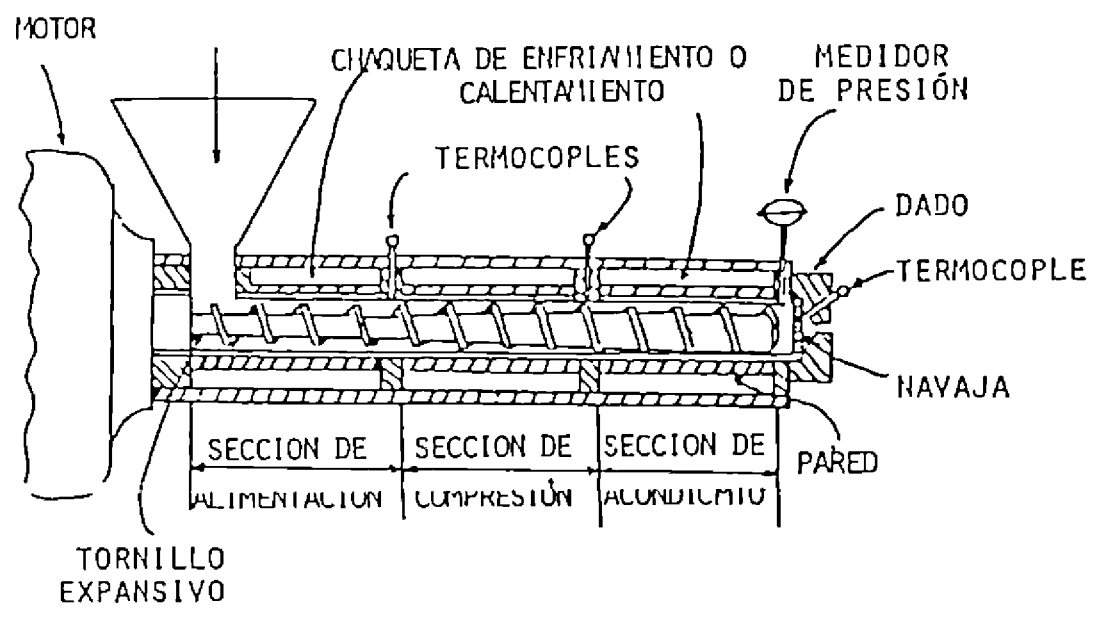
El mayor fabricante de Materiales Impresos:

- Cajas plegadizas
- Cajas parafinadas para empaque de alimentos congelados
- Etiquetas
- Afiches y material publicitario
- Folletos
- Calendarios
- Impresión de libros de texto
- Cajas en microcorrugado
- Impresos laminados en polypropileno

Consulte con nosotros sus necesidades de empaque y promoción
Más de 60 años de experiencia están a su servicio

48 Av y 3a Calle Zona 7, Guatemala, C A
Tel 911333 (PBX) Telex 5190 Zadik Gu - Fax 911342
Apartado Postal 1117 - Cable Litozadik

FIG 1 REPRESENTACION ESQUEMATICA (SECCION TRANSVERSAL) DE UN EXTRUSOR TIPICO PARA ALIMENTOS



2 Bjorkc, I , M Nyman and N G Asp "Extrusion cooking and dietary fiber Effects on dietary fiber content an on degradation in the rat intestinal tract" Cereal Chem , 61 (2) 174-179 1984

3 Bressani, R , J E Brahan, L G Elfas, R Cuevas and M R Molina "Protein quality of whole corn/whole soybean mixture processed by simple extrusion-cooker" J. Food Sci 43 1563-1565 1978

4 Colorado State University, Department of Agricultural and Chemical Engineering and Food Science and Nutrition Evaluation of Low Cost Extrusion Cooker for Use in LDC'S, Annual Report. Fort Collins, Colorado 1978, 195p, 1979, 116p (Reports 4, 6 and 7)

5 Dziezak, J D "Single and twin - screw extruders in food processing Food Technol , 43 (4) 163-174. 1989

6. Harper, J. M "Alternative processing technologies for producing precooked food products" En II Simposium Panamericano sobre Extrusión de Alimentos Chihuahua, México, 1984, p 401-429