

REVISIÓN

Estabilidad y utilización de nitrógeno en aceites y grasas*

Por Daniel Barrera-Arellano

Lab. Óleos e gorduras, DTA Faculdade de Engenharia de Alimentos,
UNICAMP Caixa Postal 6091, 13081-970 Campinas,
S.P. Brasil. e-mail = barrera@obelix.unicamp.br

RESUMEN

Estabilidad y utilización de nitrógeno en aceites y grasas.

La rancidez oxidativa es sin duda la principal causa del deterioro de aceites y grasas y define la vida de almacenamiento de este tipo de productos. Por lo tanto, la estabilidad (resistencia a la oxidación) viene a ser uno de los factores que más preocupan a los productores, así como también es uno de los principales criterios de calidad en aceites y grasas.

Los principios químicos de la rancidez, sus consecuencias, formas de prevenirla y los métodos de evaluación serán discutidos brevemente.

Innumerables factores determinan la estabilidad de aceites y grasas, destacando la composición química y las condiciones de procesamiento. Todas las etapas del proceso deben ser realizadas buscando una mayor estabilidad, para lo cual ciertos cuidados mínimos deben de ser observados. Particularmente importantes en este sentido son las etapas de clarificación y desodorización.

La utilización de antioxidantes y nitrógeno representan herramientas valiosas para el aumento de la estabilidad, principalmente en aceites de características y composición desfavorables.

PALABRAS-CLAVE: Aceite – Estabilidad – Grasa – Nitrógeno – Revisión (artículo).

SUMMARY

Stability and usage of nitrogen in fats and oils

The oxidative rancidity is, without a doubt, the main cause of the deterioration of fats and oils, and defines the shelf life of this type of products. Therefore, the stability (resistance against oxidation) has come to be one of the factors which worry the processors the most, thus it is also one of the main quality criteria.

Rancidity chemical principles, its consequences, forms to prevent and the evaluation methods will be shortly discussed.

Several factors determinate the stability of fats and oils, pointing out the chemical composition and the processing conditions. All the process steps must be accomplished searching a greater stability, for which some minimal cares must be observed. Particularly important in this sense are the steps of bleaching and deodorization.

* Trabajo presentado en el Seminario: «Nitrógeno: Protector Natural contra la Oxidación». AGA S.A., Valencia, Venezuela, 7 de octubre de 1997.

The usage of antioxidants and nitrogen represent valuable tools to improve oxidative stability, mainly in oils of unfavorable characteristics and composition.

KEY-WORDS: Fat – Nitrogen – Oil – Review (paper) – Stability.

INTRODUCCIÓN

En el control de calidad de aceites y grasas es muy común la determinación del Índice de Peróxido (POV), Anisidina, TOTOX, etc., y se pretende que con estos datos aislados, se obtenga una estimativa sobre la vida de anaquel del producto. Evidentemente, este es un criterio erróneo, pues en realidad, estamos mezclando dos cosas diferentes. Una es el estado oxidativo del producto, el cual medido por los índices mencionados, indica su situación oxidativa actual y que depende de las condiciones de manejo, almacenamiento y procesamiento de las materias primas y productos intermediarios y finales, en suma de la historia del producto, más no proporciona ninguna información acerca de su posible estabilidad. Cuando se trata de estabilidad, en realidad estamos queriendo estimar su comportamiento futuro, donde no solamente la historia del producto está implicada, sino también su composición química, es decir la presencia o ausencia de antioxidantes o pro-oxidantes, la cantidad de ácidos grasos insaturados y su tipo, etc., factores de vital importancia en la estabilidad de un aceite o grasa.

RANCIDEZ

Las características de calidad de aceites y grasas o de los alimentos que los contienen, siempre están relacionados con el fenómeno de la rancidez, que es sin duda alguna el tipo de deterioro más común e importante en estos productos. La rancidez es definida como «Alteración de los aceites y grasas organolépticamente detectable», que entre otras consecuen-

cias, ocasiona la aparición de olores y sabores indeseables, deprecia el producto y disminuye su valor nutricional.

Existen dos tipos de rancidez, la hidrolítica y la oxidativa (Figura 1). La primera se refiere a la reacción de hidrólisis de los triglicéridos de la grasa con la subsecuente producción de ácidos grasos libres. Esta reacción puede ser catalizada por lipasas presentes en los granos, semillas oleaginosas y alimentos, o producidas por microorganismos. También puede ocurrir de forma no-enzimática, por ejemplo, en los procesos de fritura, en los cuales la hidrólisis es debida a las altas temperaturas utilizadas, produciendo ácidos grasos libres. La hidrólisis enzimática, en algunos casos, es deseable, por ejemplo en quesos y otros productos de leche, donde el sabor y olor característico se debe a los ácidos grasos de cadena corta producidos por esta reacción.

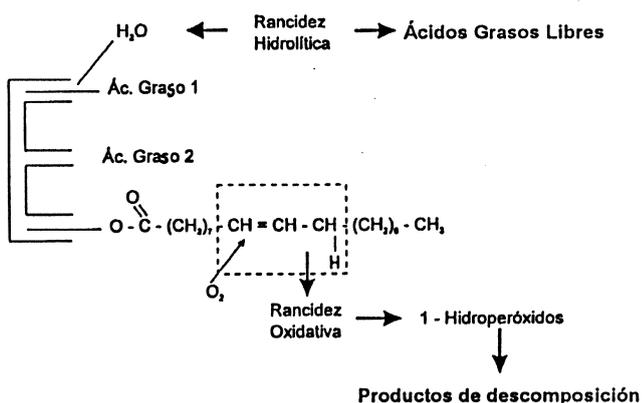


Figura 1
Tipos de rancidez: hidrolítica y oxidativa

La rancidez oxidativa, también llamada autooxidación, desde el punto de vista de calidad, es el factor más importante en aceites y grasas. En este caso, se trata de la reacción del oxígeno atmosférico con los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados (Figura 1). Esta reacción genera los productos primarios de la oxidación (peróxidos e hidroperóxidos), los cuales por una serie de reacciones paralelas producen los compuestos secundarios de la reacción, sean estos volátiles, como aldehídos, cetonas y ácidos, o no volátiles como dímeros, trímeros y polímeros, característicos de productos rancificados. La Figura 2 muestra algunas de las posibilidades de reacción entre los productos de la autooxidación y otros componentes de los alimentos, que redundan en pérdidas de calidad organoléptica, nutricional y económica.

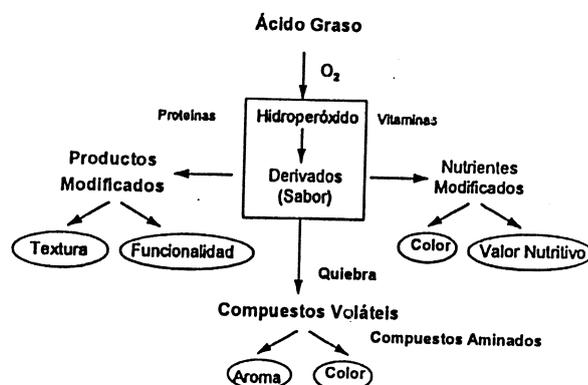


Figura 2
Reacciones entre los productos de oxidación y otros componentes de los alimentos

La reacción de autooxidación es imposible de evitar, mas es posible retardarla. En la Figura 3 se representa el mecanismo de esta reacción y los sitios en los cuales la velocidad puede ser alterada. Como se observa, la reacción es iniciada por iones metálicos o por energía térmica o luminosa, produciendo los primeros radicales libres ($R\bullet$), además, la eliminación o reducción de metales (principalmente hierro y cobre) por agentes quelantes, como ácido cítrico, y la producción y almacenamiento a bajas temperaturas y/o la protección contra la luz, retardarían la formación de los radicales libres y el apareamiento de la rancidez, aumentando la estabilidad o vida útil de los productos.

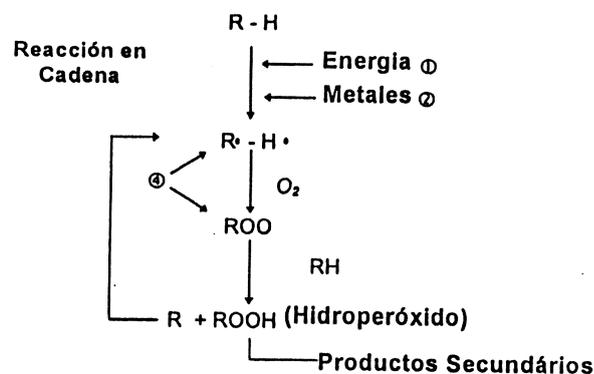
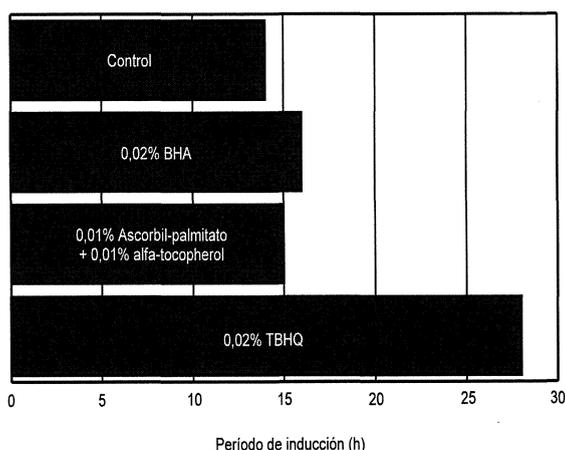


Figura 3
Mecanismo de la Autooxidación. Puntos de posible modificación de la velocidad de reacción. 4 = Antioxidantes

El punto 4 se refiere a la eliminación o inactivación de radicales libres, formados por los factores iniciadores ya mencionados, por compuestos llamados antioxidantes primarios, que tienen la capacidad de inactivar el radical libre altamente reactivo por resonancia.

Los antioxidantes sintéticos, BHT, BHA, galatos, TBHQ (ter butil hidroquinona), etoxiquina, etc., poseen esta característica debido a la presencia de grupos fenólicos en su estructura. Mas, el uso de estos compuestos está limitado por la legislación de cada país, observándose una tendencia hacia la substitución por antioxidantes naturales, como tocoferoles o extractos de plantas (por ejemplo, salvia y romero).



Fuente: Coppen, 1983.

Figura 4

Período de Inducción de oleína de palma y aceite de soja parcialmente hidrogenado (1:1) a 100°C, adicionando antioxidantes

La aplicación de antioxidantes, debe ser decidida después que las otras formas de aumentar la estabilidad se hayan revelado ineficientes para alcanzar las metas propuestas, siempre llevando en cuenta que: Un antioxidante **NO**

- Mejora el sabor de aceites o grasas de baja calidad,

- Mejora un aceite rancificado,
- Evita el crecimiento bacteriano,
- Evita la rancidez hidrolítica y
- Evita la reversión.

REDUCCIÓN DEL ACCESO DEL AIRE (OXÍGENO)

Esta es una de las medidas más fácilmente aplicables y que utilizada correctamente resulta en un aumento substancial de la estabilidad de los aceites y grasas. Un ejemplo bastante ilustrativo de como una práctica sencilla, que reduce la disponibilidad de oxígeno, aumentando la vida útil de un producto, es la implementación de una tapa flotante en un tanque de almacenamiento de aceite crudo de palma. En la Tabla 1, se observa que la degradación medida por el índice de peróxido durante el almacenamiento es mucho mayor en el tanque con aceite expuesto, además de que ocurre una pérdida más acentuada de tocoferoles (antioxidantes naturales).

Sin embargo, para alcanzar una reducción eficiente del oxígeno en aceites, es necesario actuar en dos frentes: sobre el oxígeno disuelto en el producto, que reaccionará con los lípidos insaturados y sobre el oxígeno del aire presente en el llamado «espacio de cabeza», que a medida que el primero es consumido, pasará a disolverse en el producto, continuando con la reacción de oxidación.

Actualmente, la retirada de oxígeno puede ser hecha básicamente de tres maneras:

- Adición de sequestrantes de oxígeno, como ácido ascórbico, que reaccionan con el oxígeno disuelto, retirándolo del sistema,
- Aplicación de vacío, que retira principalmente el aire del espacio de cabeza, y
- Aplicación de un gas inerte, generalmente nitrógeno, que reduce la cantidad de oxígeno disuelto y substituye el aire del espacio de cabeza.

La utilización de cada método depende obviamente del tipo de producto y de la etapa del proceso en que éste se encuentra.

Tabla 1

Efecto de una tapa flotante en la deterioración de aceite de palma en un tanque de almacenamiento

Tiempo (días)	Sin Tapa		Con Tapa	
	Índice de Peróxido	Tocoferol total (ppm)	Índice de Peróxido	Tocoferol total (ppm)
0	1.7	710	1.4	710
12	3.2	680	1.6	710
24	3.7	680	1.0	–
48	4.4	650	0.8	680

Fuente: Berger y Hamilton, 1995.

APLICACIÓN DE NITRÓGENO

El uso de nitrógeno en la industria de alimentos se ha tornado una alternativa eficiente y en franco crecimiento, debido a la tendencia de substituir métodos de conservación que ocasionan cambios físico-químicos por métodos menos severos. Además, la preferencia actual de los consumidores por alimentos más «naturales» y de alta calidad, con vida de anaquel ampliada sin el uso de aditivos sintéticos ha estimulado a la inversión industrial en nuevas tecnologías o procedimientos.

En las industrias de aceites y grasas comestibles, la aplicación de nitrógeno se torna muy interesante en 3 áreas críticas: a) materias primas, b) procesamiento y c) envasado. Existiendo por lo menos cuatro puntos críticos dentro de la planta: a) recepción, b) almacenamiento, c) tanques de proceso, y d) envasado del producto terminado (Paradis, 1993).

Actualmente, están disponibles 3 procesos o formas básicas para la aplicación de nitrógeno:

a) «**Blanketing**», donde se hace fluir una corriente de nitrógeno directo en el tanque o depósito de almacenamiento hasta conseguir una atmósfera inerte.

b) «**Sparging**», donde el nitrógeno es burbujeado directamente en el producto, para eliminar el oxígeno y vapor de agua indeseables, y

c) «**Flushing**», donde se aplica nitrógeno, hasta que el oxígeno residual sea menor que 2%, evitando

así, el desarrollo de microorganismos y minimizando las reacciones de oxidación.

A continuación serán descritas una serie de experiencias donde el nitrógeno fue aplicado en diversos productos y etapas del procesamiento.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

En la Tabla 2 son mostrados los efectos del «sparging» sobre el estado oxidativo de oleína de palma refinada, durante el transporte y almacenamiento. Se observa que la oleína tratada con nitrógeno sufre cambios oxidativos mínimos, por lo tanto, después de este período su calidad es muy superior.

Otro ejemplo, con aceite de soja neutro y blanqueado, almacenado con aplicación de nitrógeno (blanketing) se muestra en la Tabla 3. Los resultados son completamente diferentes, indicando que el proceso tiene un efecto significativo sobre la calidad. En este caso, cuando el aceite es transferido de tanque, el gas inerte es simplemente cambiado, utilizando presiones de nitrógeno entre 1 y 15 psig, durante el llenado o vaciado de los tanques. En la Figura 5 se muestra la calidad sensorial de diferentes productos elaborados con el aceite almacenado mencionado anteriormente, observándose claramente la diferencia entre el aceite almacenado con nitrógeno.

Tabla 2
Efecto del «sparging» con nitrógeno en un embarque de oleína de palma refinada

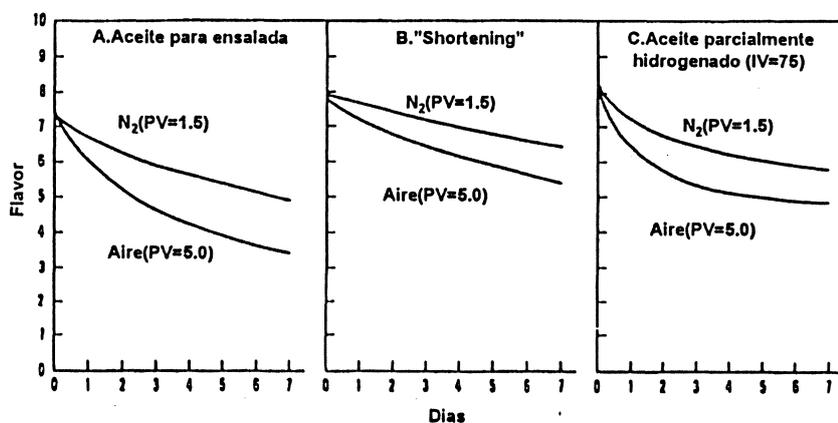
	Índice de Peróxido (meq/Kg)			
	Muestra 1		Muestra 2	
	con sparging	sin sparging	con sparging	sin sparging
Salida (carga)	0.40	0.69	0.50	0.48
Llegada (descarga)	0.45	1.35	0.68	3.10
Almacenamiento (43 días)	0.80	5.0	1.20	5.50

Fuente: Berger y Hamilton, 1995.

Tabla 3
Almacenamiento de aceite de soja clarificado

Condiciones	Con Nitrógeno	Con Aire
Temperatura media (°C)	23.9	23.9
Oxígeno en el espacio de cabeza (%) (media)	1.4	21
Índice de Peróxido (meq/k)		
Inicial	1.0	1.0
Final (6 meses)	1.5	5.0

Fuente: Mounts, 1993.



Fuente: Mounts, 1993.

Figura 5
Calidad sensorial de productos elaborados con aceite de soja clarificado almacenado por 6 meses con nitrógeno y aire

En la Tabla 4, están resumidos los puntos de una planta, donde puede ser aplicado el nitrógeno, incluyendo los volúmenes y forma de aplicación.

Actualmente, la mayoría de las industrias aplica el nitrógeno en el aceite desodorizado, cuando ya ocurrió la retirada de parte de los antioxidantes naturales del aceite y donde los precursores de la oxida-

ción formados durante el almacenamiento, no pueden ser completamente eliminados. Estos compuestos no causan problemas inmediatos, después de la desodorización, más reducen el período de almacenamiento del producto final, debido a que su actividad es más difícil de ser inhibida por los antioxidantes residuales del aceite o por el nitrógeno.

Tabla 4
Puntos de aplicación de nitrógeno en el procesamiento de aceites

Punto de aplicación	Método	Tipo	Volumen aplicado
Procesamiento - bombeo después del desodorizador	«in line» entre el enfriador y el tanque de almacenamiento	Sparging	0.125 pies ³ /gal
Tanque de almacenamiento de aceite desgomado	Directamente en el espacio de cabeza	Blanketing	Suficiente para mantener presión positiva
Carga de camión tanque	«in line» entre el tanque de almacenamiento y el carro tanque	Sparging	1,000 pies ³ por camión (8000 gal)
Carro tanque	Espacio de cabeza del carro tanque	Blanketing	Indeterminado
Planta: del carro tanque al tanque de almacenamiento	«in line» durante la descarga	Sparging	0.125 pies ³ /gal
Tanques de almacenamiento	Directamente en el espacio de cabeza	Blanketing	Suficiente para mantener presión positiva
Bombeo entre tanques de almacenamiento y tanques pulmón o equipos	«in line» durante el bombeo	Sparging	0.125 pies ³ /gal
Llenado de tanques pulmón o equipos	Entrada de tanques o equipos	Blanketing	Suficiente para mantener presión positiva mínima
Abertura o cerrado de equipos	Purga	Blanketing o purga	Indeterminado

Fuente: Mounts, 1993.

ENVASADO

El «sparging» con nitrógeno debe ser una práctica rutinaria durante el envase de aceites y grasas, minimizando la disponibilidad del oxígeno en el sistema, aumentando la estabilidad oxidativa de los productos.

En envases transparentes, el efecto de la luz se torna un factor de suma importancia en la conservación del producto, ya que la formación de iniciadores depende de la energía absorbida y ésta varía de acuerdo con el tipo de material del envase.

La radiación ultravioleta es más eficiente en la activación de la oxidación en aceites y el efecto protector del envase dependerá de su capacidad de impedir la entrada de este tipo de radiación (Espinoza y Asis, 1994). Así, en muchos casos de envases transparentes, apenas el uso de absorbedores ultravioleta no es suficiente para solucionar el problema. Por lo tanto, cualquier medida que ataque los otros factores que intervienen en la reacción, como la retirada de sustancias foto sensibilizadoras (clorofila, etc.) por una clarificación más eficiente, o la retirada de oxígeno vía «sparging» con nitrógeno, garantizarán un producto de alta calidad con vida de anaquel prolongada.

Otra ventaja de la aplicación de nitrógeno en estas situaciones, es que debido a su baja solubilidad y menor permeabilidad a través del envase, el nitrógeno tiene un efecto como gas de llenado, evitando la formación de vacío cuando los gases no inertes son consumidos, ocasionando alteraciones físicas indeseables en el producto y en la apariencia del envase (Hotchkiss, 1989).

En la Tabla 5 se muestra una comparación entre aceites de soja envasados en latas metálicas con y sin «sparging» y Tetra-Brik, donde el producto envasado en latas con aplicación de nitrógeno presenta mejor estabilidad después de 18 meses.

En procesos de producción de aceites y grasas, que serán utilizadas en la fabricación de otros productos, que requieren altas temperaturas como fritura, horneado, etc., se recomienda el uso de nitrógeno en todas las etapas, para minimizar la oxidación del aceite. Un aceite de alta calidad oxidativa es necesario para elaborar estos productos, por ejemplo, en fritura de «snacks», se requieren aceites con 0,03% de ácidos grasos libres e índice de peróxido menores de 0,3 para garantizar su calidad (Paradis, 1993).

En el envasado de productos fritos, el uso de nitrógeno es indispensable para aumentar su vida útil. La reducción de oxígeno hasta niveles menores de 2% en el espacio de cabeza vía nitrógeno y el uso de un envase de alta barrera pueden extender este período hasta 12 semanas en papas fritas (Tabla 6).

Tabla 5
Evolución del Índice de TOTOX (2 POV + IA) de aceite de soja envasado en latas y Tetra-Brik

Índice TOTOX			
Tiempo (meses)	Lata con N ₂	Lata sin N ₂	Tetra-Brik
0	2.74	2.63	2.74
1	3.04	3.19	—
2	3.55	4.17	4.07
3	4.71	4.07	4.61
4	5.98	5.64	6.40
5	6.03	6.15	5.91
6	7.18	6.19	7.42
7	6.45	6.31	7.64
8	7.02	6.33	7.94
9	7.09	8.00	8.57
10	7.37	8.50	9.74
11	7.57	9.58	10.38
12	8.30	10.22	11.60
18	9.99	11.87	14.45

Fuente: Hiltz, 1997.

MAYONESA Y SALSAS PARA ENSALADAS

Un excelente ejemplo, sobre el tipo de problemas que la utilización de nitrógeno puede ayudar a resolver en la conservación de un producto, es en mayonesas elaboradas con aceites de pescado, ingredientes que por su alta cantidad de ácidos grasos insaturados es altamente oxidable. Hsieh & Regenstein (1991) aplicaron varios antioxidantes en la estabilización del aceite, encontrando que eran necesarios cantidades hasta 4 veces superiores a las permitidas por la FDA (Food and Drug Administration- USA) para alcanzar la protección necesaria. En este caso, la exclusión del oxígeno por nitrógeno resultó en tiempos de almacenaje de hasta 14 semanas sin cambios sensoriales.

Salsas o aderezos para ensaladas es otro caso ilustrativo, donde ante la imposibilidad, por razones técnicas, de utilizar un aceite de soja parcialmente hidrogenado de alta estabilidad, un aceite refinado estabilizado con antioxidantes y envasado con tratamiento con nitrógeno permiten su utilización.

Tabla 6
Vida de anaquel de papas fritas en diferentes envases

Material	Sello	Gas	Tiempo (semanas)
Barrera media	Vertical	aire	3-4
Barrera media	Vertical	< 2% O ₂	7-9
Alta Barrera	Horizontal	< 2% O ₂	10-12

Fuente: Paradis, 1993.

MARGARINAS Y SHORTENINGS

En la Tabla 7 se muestra el efecto de la aplicación de nitrógeno en margarina. Se observa nítidamente que el nitrógeno proporcionó una protección adicional, resultando en un producto con vida de anaquel más prolongada, ya que el producto con aire a los 88

días puede ser considerado sin calidad para consumo, en cuanto, el producto tratado obtenía en este tiempo, notas sensoriales aceptables.

En margarinas, el nitrógeno se aplica en burbujas muy pequeñas (máx. 2 - 10 µm) preferiblemente entre 1 y 10% del volumen en gas, formando una emulsión. (Margarinsbolagel y Bauren, 1972; Wilton y Bauren, 1974).

Tabla 7
Efecto del procesamiento con y sin nitrógeno en margarinas

Muestra	Nota Sensorial					
	Tiempo (días)					
	0	24	29	37	81	88
I aire	7.1	—	5.5	—	4.6	—
I nitrógeno	7.0	—	7.0	—	6.5	—
II aire	6.9	5.8	—	5.7	—	4.8
II nitrógeno	7.0	6.8	—	6.5	—	5.9

En shortenings la aplicación de 15 - 20% de nitrógeno, antes de la cristalización (Votator), sin modificar el peso y sus características nutritivas, proporciona una mejora significativa en su desempeño, es más fácil de manejar, de mejor apariencia y con mayor estabilidad, ya que a pesar de sólida, la grasa adquiere una consistencia suave y lisa con plasticidad ideal, al contrario de la consistencia dura y quebradiza que se obtiene cuando la solidificación es realizada por la reducción simple de la temperatura (Anderson Clayton, 1975).

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD OXIDATIVA

Existen numerosos métodos para determinar el estado oxidativo de aceites y grasas, siendo los más utilizados, los Índices de Peróxido y Anisidina, Totox,

Número de TBA, Dienes Conjugados, etc. Todos estos índices, como ya fue comentado, proporcionan apenas, una indicación sobre el estado actual del material, siendo necesarias determinaciones sucesivas por un período largo de tiempo para conocer la estabilidad del mismo.

Los métodos específicos para la determinación de la estabilidad son generalmente pruebas aceleradas o inducidas, como el AOM (Active Oxygen Method), Prueba de Estufa (Oven Test), Bomba de Oxígeno, Prueba de Swift, Oxidografo, Rancimat y OSI, entre otros.

Estos métodos proporcionan una estimativa sobre la estabilidad oxidativa, mas no necesariamente tienen una alta correlación con la vida de anaquel del producto, que debe ser determinada por análisis sensorial. En la Figura 6 y Tabla 8 son mostradas las relaciones entre los diversos métodos y las notas sensoriales en la determinación de la vida de anaquel de aceite de soja.

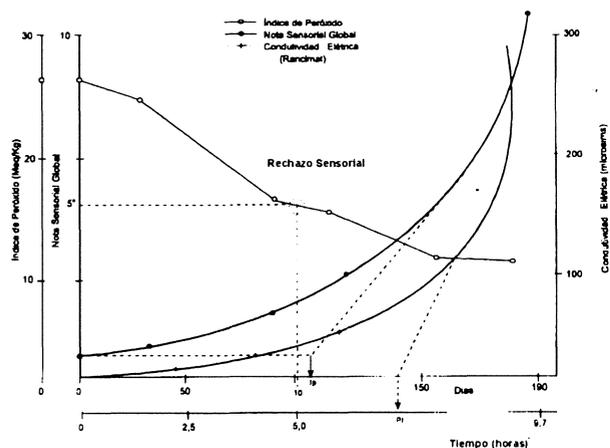


Figura 6
Relación entre las notas sensoriales y otros índices en la determinación de la vida de anaquel de aceite de soja

EFFECTO DEL PROCESAMIENTO SOBRE LA ESTABILIDAD

Las diferentes etapas del procesamiento afectan de forma diversa la estabilidad oxidativa. En general se puede afirmar que las etapas de Desgomado y Neutralización tienen poco o ningún efecto, apenas se ha observado una pequeña reducción en la concentración de tocoferoles (antioxidantes naturales). Las etapas de Clarificación y Desodorización, éstas sí, son importantísimas desde el punto de vista de su estabilidad. En la clarificación, a pesar de ocurrir una reducción de tocoferoles entre 10 y 15%, paralelamente son retirados productos de oxidación, pigmentos, metales y otros compuestos que tienen un papel importante en la reducción de la estabilidad. Esta etapa es determinante en la calidad oxidativa del aceite (Tabla 9) y debe ser realizada a la menor temperatura y mayor vacío posibles. Durante la desodorización, también ocurren pérdidas de tocoferoles, mas la eliminación de compuestos de oxidación, resulta en un aumento en la estabilidad.

Una nueva alternativa de utilización de nitrógeno en el procesamiento de aceites y que está siendo actualmente aplicada en nivel industrial, es la sustitución del vapor de agua por nitrógeno como gas de arrastre en la desodorización. Esta posibilidad es factible técnicamente, mas es necesario efectuar algunos cambios o modificaciones en el equipo y hacer una evaluación económica más precisa. Estudios en planta piloto y industrial desarrollados en España (Graciani *et al.* 1991, Ruiz-Méndez *et al.*, 1996) sobre desodorización y refinado físico con aceite de soja, oliva y grasas hidrogenadas ilustran con detalles esta posibilidad.

Procesos como la hidrogenación, aumentan la estabilidad debido al cambio en la composición de ácidos grasos. En el fraccionamiento se obtiene una oleína generalmente con menor estabilidad y una estearina con mayor, debido también a los cambios en la composición de ácidos grasos, ya que en la oleína ocurre un aumento en la concentración de insaturados. Es conveniente aclarar, que en el caso de aceite de palma este hecho no se confirma, debido a su alto contenido de tocoferoles y tocotrienoles, antioxidantes naturales, que se concentran en la oleína resultando en un producto de mayor estabilidad que el aceite original.

Por último, durante el freído de alimentos, el aceite sufre una disminución de su estabilidad, debida a las altas temperaturas utilizadas en el proceso y a los compuestos próoxidantes que el alimento incorpora.

CONCLUSIÓN

La producción de aceites y grasas de alta estabilidad debe ser una meta constante, pues es posible aumentar la estabilidad mediante la aplicación de practicas simples y de bajo costo, como:

- Utilización de bajas temperaturas en el procesamiento y almacenamiento.
- Reducción del acceso de aire (oxígeno).
- Retención máxima de antioxidantes naturales.

Tabla 8

Notas sensoriales e Índice de Peróxido de aceite de soja almacenado a temperatura ambiente

Tiempo (días)	0	28	91	119	153	190
Nota Sensorial	8.4	7.6	5.1	4.8	3.9	3.6
Índice de Peróxido (meq/k)	0.78	2.00	5.74	8.66	17.7	27.4

Fuente: Rauen-Miguel *et al.* 1992.

Tabla 9
Efecto de la clarificación sobre la estabilidad del aceite de soja desodorizado

Aceite	Clarificado		Sin clarificar	
	Flavor	POV (meq/k)	Flavor	POV (meq/k)
Nuevo	7.9	0.8	6.7	0.5
Almacenado	6.4	1.8	5.2	4.0
AOM (8h)	–	2.2	–	20.0

– Implementar buenas prácticas de fabricación, como limpieza adecuada en las líneas de proceso. Nunca completar con producto recién producido, tanques que contienen productos con estado oxidativo inferior.

– Si todo lo anterior no fue suficiente, adicionar agentes quelantes de metales y/o antioxidantes en las concentraciones mínimas necesarias o máximas permitidas.

El uso de nitrógeno en la industria de aceites y grasas es hoy una realidad, siendo imprescindible en la obtención de productos de alta calidad, representada por una estabilidad oxidativa superior, garantizando períodos de vida útil mayores.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, C. (1975). –«Compêndio prático de tecnologia e aplicações-óleos e gorduras vegetais».– p. 159. São Paulo, Divisão de productos de consumo.
- Berger, K. G. y Hamilton, R. J. (1995). –«Lipids and oxygen: is rancidity avoidable in practice?».– En «Developments in oils and fats».– p. 193, 198-202. Blackie Academic and Professional, Glasgow, UK.
- Coopen, P. P. (1983). –«The use of antioxidants».– En Allen, J. C. y Hamilton, R. J. (Eds.). –«Rancidity in foods».– pp. 66-87.- Applied Science Publishing.
- Espinoza, A. E. y Assis, J. (1994). –«Fotoxidación de óleos comestíveis em embalagens plásticas transparentes».– Óleos e Grãos 4 (19).
- Graciani, E., Rodríguez, F., Paredes, A. y Huesa, J. (1991). –«Deacidification by distillation using nitrogen as stripper. Possible application to the refining of edible fats».– Grasas y Aceites 42 (4) 286-292.
- Hilst, M. A. S. (1997). –«Estabilidade de óleo de soja acondicionado em latas com e sem nitrogênio e no sistema

Tetra-Brik».– Tesis de Maestría. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. p. 76.

Hotchkiss, J. (1989). –«Modified atmosphere packaging of poultry and related products».– In: Brody, A. «Controlled / Modified atmosphere vacuum packaging of foods».– Trumbull: Food and Nutrition Press, Inc. cap. 3, pp. 39-58.

Hsieh, Y. y Regenstein, J. (1991). –«Factors affecting quality of fish oil mayonnaise».– J. Food Sci. 56 (5)1298-1307.

Margarinbolaget, I. y Bauren, K. (1972). –«Pourable margarine».– United-States-Patent.

Mounts, T. (1993). –«Using nitrogen to stabilize soybean oil».– INFORM 4 (12) 1372-1377.

Paradis, A. (1993). –«Nitrogen in total quality for snack food».– INFORM 4 (12) 1378-1382.

Rauen-Miguel, A. M. O., Esteves, W. y Barrera-Arellano, D. (1992). –«Conexiones entre las características sensoriales y la información que proporcionan los tests de estabilidad del aceite de soja».– Grasas y Aceites 43 (4) 226-230.

Ruiz-Méndez, M. V., Garrido, A., Rodríguez, F. y Graciani, E. (1996). –«Relationships among the variables involved in the physical refining of olive oil using nitrogen as stripping gas».– Fett/Lipid 98 (3) 121-125.

Sarantópoulos, C., Alves, R., Oliveira, L. y Gomes, T. (1996). –«Embalagens com atmosfera modificada».– CETEA/ITAL.

Warner, K., Frankel, E., Snyder, J. y Porter, W. (1996). –«Storage stability of soybean oil-based salad dressing: effects of antioxidants and hydrogenation».– J. Food Sci. 51 (3), 703-708.

Wilton, I. y Bauren, K. (1974). –«Method for producing storable margarine emulsions».– Swedish-Patent-Application.

Recibido: Noviembre 1997
Aceptado: Noviembre 1997