

Pan con reducido contenido de calorías

Rafael Villanueva F.

Ingeniero industrial por la Universidad de Lima. Master of Food Science and Engineering por la Kansas State University. Jefe de Ingeniería de Nabisco Perú S. A. Consultor Nacional e Internacional.

Hoy en día la industria de la panificación utiliza fibra en la producción de panes por dos razones: reducción de calorías y enriquecimiento con fibra. El panificador, por un lado, está tratando de reducir el contenido calórico del pan mediante el aumento de celulosa no digerible de elevada absorción de agua, y, por otro, está tratando de tomar ventaja del conocimiento del consumidor respecto de las recomendaciones científicas relacionadas con la salud y los hábitos de consumo.

Esta utilización de fibra incrementa la masa total, extendiendo la porción de calorías digeribles sobre un área mayor, dando origen a menos calorías por porción. La porción la define el panificador en el empaque. Una porción puede ser una rebanada de pan de 28.35 gramos (1 onza), aunque el peso de la rebanada depende del espesor, pudiendo variar de una compañía a otra.

De acuerdo a Zelch (1989), un producto puede ser promocionado como "reducido en calorías" si es un tercio más bajo en calorías con respecto al producto tradicional. También, un producto puede ser promocionado como "bajo en calorías" si posee 40 calorías o menos por porción y 0.4 calorías por gramo.

Por miles de años, los cereales han sido el principal alimento de la mayor parte de la población. El ahorro en energía y el aumento en productividad son tan grandes cuando los cereales son consumidos directamente por el hombre, que aun los sumerios, hace 4.000 años, reconocieron que las hectáreas de tierra destinadas a la producción de trigo o cebada llenaban más estómagos, más rápida y económicamente, que la misma cantidad de tierra destinada a la ganadería (Tannahill, 1973). Tanto en la población de países desarrollados como en la de los países en desarrollo, la mayoría de cambios dietéticos que preceden a un rápido aumento en la incidencia de muchas enfermedades no infecciosas están asociadas con el aumento en el consumo de grasa, proteína animal, azúcar y con la reducción en el consumo de cereales y fibras inabsorbibles.

Los granos han sido el principal contribuyente de la nutrición humana a través de los tiempos. Sin embargo, durante la última centuria, el consumo de los cereales disminuyó considerablemente y en muchos países el consumo de grasas, carne, fruta y azúcar aumentó de manera significativa. Relacionado con la disminución en el consumo de productos de granos fue una caída notable en la ingesta de fibra dietética, a pesar del aumento en el consumo de frutas. Por ejemplo, en 1880 en la República Federal de Alemania, el consumo promedio diario de fibra dietética fue de 50 gramos (Thomas y Rienerman, 1976), mientras que en 1980, sólo fue de 20-25 gramos (German Nutrition Society, 1984). El Instituto Central de los Estados Unidos ha reportado que los americanos consumen 10-20 gramos de fibra dietética por día y deberían consumir 25-35 gramos (Prosky y otros, 1985), no obstante que otras recomendaciones sugieren niveles tan elevados como 50 gramos por día (Stephen, 1981).

Debido a que los consumidores no son propensos a ingerir directamente suficiente cantidad de vegetales u otros alimentos ricos en fibra, para conseguir los niveles recomendados, la fortificación del pan y otros alimentos comunes como suplementos de fibra, pueden jugar un rol importante en conseguir los beneficios de salud asociados con el consumo adicional de fibra. Las dietas bajas en cereales y altas en carnes están asociadas con, por lo menos, tres problemas relacionados con la salud: osteoporosis, diabetes y obesidad (Faridi, 1981).

La osteoporosis es una enfermedad que afecta principalmente a las mujeres después de la menopausia. El porcentaje de mineralización de los huesos disminuye hasta que éstos se tornan tan frágiles que un ligero trauma resulta en fractura. Es más común entre mujeres mayores en países desarrollados que entre mujeres nativas, de la misma edad, en países menos desarrollados. Esta observación fue hecha por Walker y otros (1979) en Sudáfrica donde las mujeres Bantu de mayor edad no tenían osteoporosis, mientras que las mujeres de los centros urbanos de ese país tenían la misma incidencia de osteoporosis que las mujeres blancas en los países desarrollados.

La principal diferencia entre estos dos grupos de mujeres, que puede estar relacionada con el desarrollo de la osteoporosis, está en sus dietas. Las mujeres Bantu obtienen una proporción muy grande de sus calorías del maíz, mientras que las mujeres de las zonas urbanas ingieren una dieta tan o más elevada en proteínas de origen animal que las mujeres de países desarrollados.

Otro tipo de evidencia epidemiológica proviene de Irán, donde los cirujanos ortopédicos reportaron la ausencia de osteoporosis entre mujeres mayores en las villas. La dieta de estas mujeres proporciona tanto como 70% a 90% de su ingesta calórica en forma de pan, y consumen muy poca carne.

También se ha reportado que el pan consumido en relativamente gran cantidad puede reducir la tendencia a desarrollar diabetes entre la población con susceptibilidad genética. Esto se basa en prácticamente la ausencia de diabetes entre la población que vive en las áreas rurales de Irán; mientras esto ocurre siempre en aumento entre gente que vive en los centros metropolitanos. Entre los alimentos que contienen gran cantidad de almidón, el pan causó el menor aumento en los niveles de sangre. West y Kalbfleish (1971) sugirieron que la diabetes es mucho menos frecuente en las poblaciones no industrializadas,

las cuales subsisten con una dieta alta en cereales. Seguidamente, la mortalidad y frecuencia de la diabetes disminuyó significativamente en los países industrializados durante la Segunda Guerra Mundial, tiempo durante el cual el consumo de carbohidratos refinados cayó y el consumo de pan y alimentos con contenido de fibra aumentó.

Las dietas con una alta proporción de vegetales de fibra intacta contribuyen significativamente a la prevención de la obesidad. El pan, especialmente el pan de bajo contenido de calorías y con contenido de fibra, garantiza un programa de dieta efectiva y segura para la reducción de peso.

También parece existir una correlación definitiva entre el aumento en el consumo de fibra dietética y el menor riesgo de cáncer al colon y rectal, debido posiblemente a la naturaleza misma del material. En agosto de 1984, el doctor Peter Greenwald, director de la División de Prevención y Control de Cáncer de Estados Unidos, emitió una declaración pública titulada "Fibra Dietética y Riesgo de Afección al Colon", en la que manifestaba que los datos de investigación que sugirieron que la fibra que contienen los alimentos provee alguna protección contra el cáncer de colon y rectal, han guiado al Instituto de Cáncer a dictar recomendaciones relacionadas con el consumo de dietas altas en fibra proveniente de panes de grano entero y cereales, frutas y vegetales frescos. Estas recomendaciones si son seguidas, pueden reducir el riesgo de estos tipos de cáncer (Becker y otros, 1986).

La baja densidad calórica y la naturaleza voluminosa del pan y de productos similares están también idealmente relacionados con el manejo de la obesidad y variados desórdenes digestivos tales como constipado, diverticulosis y apendicitis. El alto volumen fecal resultante de estos productos puede también tener efectos protectores contra el cáncer del intestino grueso.

La definición más popular y ampliamente aceptada de fibra dietética es la de aquella porción de material de las células de planta no digerible por las enzimas alimentarias humanas y, por lo tanto, no absorbidas nutricionalmente en el intestino delgado o grueso. Está compuesta de celulosa, lignina, hemicelulosa, pectina y un número de otras gomas y mucilagos (Baker y otros, 1979). La fibra incrementa los volúmenes fecales, acelera el tiempo de tránsito, reduce la constipación y la tendencia a la diverticulosis.

El trabajo de investigación realizado por Miranda y Harwitz (1978) en el Hospital de Veteranos en Louisville, indica que la utilización adicional de fibra en la dieta puede reducir las oscilaciones de glucosa de plasma posprandial en diabéticos. El trabajo consistió en proporcionar pan con elevado contenido de fibra a ocho diabéticos. Con excepción de uno, todos mostraron un nivel medio de glucosa de plasma más bajo (13% a 57% de disminución). Esto es importante debido a que el exceso de glucosa llama al cuerpo a bombear insulina extra dentro del sistema, lo cual se cree que redundaría en muchas de las dificultades y deterioros asociados con la diabetes.

Las fuentes principales de fibra comúnmente utilizadas en panificación son: salvado de trigo, salvado de maíz, salvado de soya, cáscara de avena, salvado de arroz y celulosa en polvo (Dubois, 1978). Otras fuentes de fibra que han sido investigadas para el uso en panificación incluyen salvado de triticale y salvado de cerveza. La fibra utilizada como ingrediente en panadería y pastas puede reducir las calorías y añadir posibles beneficios de salud (Best, 1987). Sin embargo, para que estos productos tengan éxito en el mercado, deben también poseer características sensoriales atractivas.

Basado en años de experiencia en investigación, Harry C. Ort y Jerome B. Thompson desarrollaron en 1976 (con autorización de Ort Inc. Lavalie, Maryland) un pan con elevado contenido de fibra, el cual recibió una vasta aceptación por parte de los consumidores poco tiempo después de su introducción. El pan tuvo un tercio menos de calorías, mejor proteína, buen volumen y precio competitivo. Una reducción de 20-25% en el contenido calórico puede lograrse fácilmente, pero reducciones mayores requerirán ingredientes, tecnología y manipuleo adecuados.

Dieciocho años tomó el desarrollo de la formulación y tecnología del pan con elevado contenido de fibra y bajo en calorías. El principal problema por superar fue el mantener el sabor mientras se reducían las calorías. Otras características de calidad como volumen, textura, nutrición, color y facilidad de corte tuvieron que ser mantenidas. Se encontró que se podían reducir las calorías sin problema en 25%. Sin embargo, se decidió reducir las calorías aproximadamente un tercio y esta reducción adicional (por encima del 25%) requirió de investigación. El pan, como finalmente se desarrolló, tuvo una reducción de aproximadamente un tercio en calorías, 30% menos en carbohidratos, un contenido de proteína de aproximadamente 10%, y

un contenido de fibra de 5,5%-6%. Para obtener el nivel de fibra deseado, se decidió reemplazar parte del almidón con celulosa de fibra alimenticia. La celulosa regular no tuvo la capacidad de absorción de humedad deseada y presentó algún efecto perjudicial en el sabor. Consecuentemente, se tuvo que desarrollar la tecnología de molienda y el tratamiento para preparar la celulosa antes de ser utilizada como ingrediente. Sin embargo, la adición de un nivel más elevado de fibra afectó las características de la masa, resultando en una pérdida de volumen y formación de la hogaza de pan. Este problema fue resuelto añadiendo niveles más elevados de proteína (leche en polvo desgrasada y gluten de trigo), y mediante la utilización de un acondicionador de masa (estearoil-2-lactilato sódico). El pan con elevado contenido de fibra y bajo contenido calórico fue comparado con el pan blanco regular, resultando 35% menos en calorías y 30% menos en carbohidratos. Debido a que el pan blanco regular prácticamente no contiene fibra (0,2% está establecido en el manual USDA N° 8), el pan con elevado contenido de fibra fue comparado con el pan integral, el cual contiene aproximadamente 1,6% de fibra. El pan con elevado contenido de fibra (5,5%-6%) y bajo en calorías resultó con casi 400% más fibra que el pan integral.

En un experimento conducido por Pomeranz y otros (1976), se produjo pan reemplazando hasta 15% de la harina de trigo por celulosa, salvado de trigo duro rojo de invierno y cáscara de avena. La adición de 15% de cáscara de avena de algún modo redujo la absorción de agua; el salvado aumentó la absorción en 4% y la celulosa en 10%. La cáscara de avena aumentó algo el tiempo de mezcla, la celulosa lo aumentó considerablemente y el salvado de trigo no tuvo efecto. La adición de hasta 5% de materiales de fibra disminuyó el volumen de la hogaza del pan al nivel esperado por la disolución de las proteínas funcionales del gluten. A niveles por encima del 7% de materiales de fibra, el volumen de la hogaza del pan disminuyó bastante más de lo esperado por la dilución del gluten. La gran disminución resultó de la menor capacidad de retención de gas más que por la producción insatisfactoria de gas. El efecto de los materiales de fibra sobre la textura de la corteza del pan fueron confirmados por observaciones visuales, microscopio y microscopía electrónica con barrido. La cáscara de avena impartió una textura arenosa al pan; la celulosa modificó el sabor y la sensación bucal; el salvado también modificó el sabor y la sensación

bucal, pero la modificación no fue objetable. En general, el efecto de los materiales de fibra añadidos sobre el color fueron menores para la celulosa y mayores para el salvado. El salvado disminuyó la suavidad del pan más que la celulosa, mientras que la cáscara de avena lo suavizó algo.

Prentice y D'Appolonia (1977) reportaron que una muestra comercial de afrecho cervecero (AC) fue secado en una cervecera a 45°C, 100°C y 150°C. Todas las muestras fueron molidas finalmente, incluyendo una porción que no recibió tratamiento térmico adicional. Estas muestras de AC reemplazaron 5%, 10% y 15% de harina blanca de trigo rojo de primavera en una fórmula convencional de pan. El desempeño del horneo y la aceptación del consumidor fueron comparados con el pan hecho de harina 70% blanca y 30% integral. Las mezclas de harina conteniendo AC tuvieron una absorción de farinograma y de producción más alto que la misma harina sin AC. A los niveles de 5%, 10% y 15% de sustitución, los volúmenes de las hogazas del pan (0.453kg) disminuyeron en 0%, 11% y 17%, respectivamente. Los paneles de consumidores aceptaron favorablemente el pan hecho con AC a niveles de sustitución de 5 y 10%, siempre y cuando el AC no hubiese recibido secado adicional a 100°C. Estas elevadas temperaturas parecen impartir un sabor desagradable. A nivel de sustitución del 10%, la cantidad de proteína en la harina y en la corteza de pan aumentó en 10% en relación con el pan que contiene 30% de harina integral. De modo similar, la fibra cruda y fibra ácida fueron aproximadamente el doble. Como resultado de sus hallazgos, Prentice y D'Appolonia (1977), sugirieron la utilización de subproductos de cervecera como fuente de fibra para la producción de alimentos con elevado contenido de fibra.

La producción y evaluación de un pan con elevado contenido de fibra fue conducida por Volpe y Lehman en 1977. La celulosa alfa fue escogida como fuente de reemplazo del 10% de la harina de trigo. De acuerdo con sus observaciones la masa con contenido de celulosa alfa requirió de un minuto de mezclado a velocidad baja y 5.5 minutos en segunda velocidad. La masa normal requirió de un minuto menos en segunda velocidad, para lograr el desarrollo óptimo. Bajo la condición de formulación, el pan con contenido de celulosa requirió 10% más de agua en la masa que el pan normal. En los productos finales, el pan con contenido de celulosa tuvo un contenido de humedad de 39% comparado con 34,62% del pan normal. Este nivel de

humedad sugiere que aún cuando este pan pueda ser una fuente de fibra, los beneficios de su condición de bajo en calorías debería ser aceptado con el conocimiento de que parte de la reducción en calorías se logra a través del uso de un nivel de humedad más alto. La adición de alfa celulosa tuvo el efecto de un ligero oscurecimiento de la corteza. La calidad total del pan fue generalmente más baja en la mayoría de las características evaluadas en comparación con el pan normal.

Dubois (1978) sugirió las siguientes adaptaciones para la producción de pan conteniendo un exceso de 10% de material de fibra: una harina fuerte con elevado contenido de proteína (recomendada para asegurar una estructura de gluten adecuada y volumen de la hogaza del pan satisfactorio) con 60% a 70% de la harina a ser utilizada en la etapa de esponja. El nivel de levadura debería ser incrementado de 3% a 5%, 1% a 2% añadida en la etapa de masa. La sal también aumenta algo, el rango normal es de 2,5% a 3%. El contenido de azúcar a niveles de 8% a 12%. En los panes integrales, parte del azúcar puede ser reemplazada por igual cantidad de miel de caña. La manteca frecuentemente es excluida de la fórmula con la finalidad de reducir el contenido calórico del pan. Los mejoradores de masa, tales como estearoilo-2-lactilato sódico o monoglicéridos a nivel de 0,50% y 0,25%, respectivamente, incrementan de manera marcada el volumen de la hogaza del pan, en particular en la ausencia de grasa (Shogren y otros, 1981).

Nagaic y otros (1980) reportaron que las fibras dietéticas, tales como los residuos de vegetales y konjac mannan podrían ayudar a prevenir la toxicidad causada por los aditivos de los alimentos. Por otro lado, los investigadores han sugerido que el bajo consumo de fibra podría causar enfermedades tales como diverticulosis, arteriosclerosis y cáncer de colon (Burkitt, 1975; Robertson, 1972; Painter y Burkitt, 1971).

El consumo de cereales altamente refinados, alimentos procesados y comida congelada ha aumentado considerablemente a través de los años en Japón. La disminución en el consumo de fibra en la dieta japonesa puede, por tanto, causar enfermedades relacionadas con la deficiencia en fibra como en los países occidentales.

El pan fue hecho con mezclas (95:5, 95:10 y 85:15) de harina de trigo duro y uno de los tres materiales fibrosos: residuos de gobo, holocelulosa de gobo y konjak en polvo. La holocelulosa aumentó considerablemente la absorción de la masa a niveles

de 10% y 15% de sustitución. La holocelulosa de gobo a nivel de 5% redujo severamente el volumen de la hogaza del pan. A todos los niveles de sustitución, el konjak en polvo dio el pan más suave, la holocelulosa de gobo el más duro, y el residuo de gobo el más áspero. El konjak en polvo tuvo el menor efecto sobre el color y el residuo de gobo el mayor. El pan con 5% de residuo de gobo o konjak en polvo no difirió significativamente del pan normal en volumen de la hogaza, textura de miga y sabor.

La industria de panificación está aumentando el uso de fibra vegetal en la elaboración de productos con contenido reducido de calorías. Algunas de estas fuentes de fibra tienen un color marrón oscuro que lo transmiten al producto horneado. Sin embargo, en otros casos, como en el pan blanco tradicional el panadero desea que tanto el pan normal como el de fibra sean lo más blanco posible.

La primera fuente de fibra blanca fue la celulosa alfa purificada producida de pulpa de madera blanqueada químicamente. Este material emplea los mismos procedimientos utilizados para blanquear pulpa de madera para la producción de papel blanco. La celulosa alfa derivada de la semilla del algodón recientemente se encuentra disponible. Ambos productos son muy blancos e incrementan la absorción del agua, lo cual es deseado en panes de bajas calorías. Prácticamente son materiales inertes con mínimo efecto sobre el desempeño del horneado del pan. El pan hecho con 20% de celulosa alfa tiene un color de miga que difiere un poco del pan regular. A niveles más altos, el color de la miga se hace más oscura, probablemente más por la abertura del grano que por la adición de color.

En el pan de baja caloría desarrollado por Dougherty y otros (1988) se utilizó fibra de avena blanqueada (FAB) o celulosa alfa (CA). La FAB fue utilizada como fuente de fibra en la formulación porque se deseaba una hogaza de pan ligeramente coloreada. El pan con contenido de CA también fue producido por comparación utilizando la misma fórmula y método. Se requirió de gluten vital de trigo (GVT) y mejoradores de masa para producir una hogaza del pan aceptable. Únicamente la mitad del GVT fue añadido en la esponja para prevenir el desarrollo de una masa dura. La mejor forma de oxidación fue 100 p.p.m de ácido ascórbico. El bromato de potasio solo o en combinación con ácido ascórbico no mejoró ni las características de la masa ni las del pan. La cantidad de los otros ingredientes

(levadura, alimento de levadura, jarabe de maíz y sal) fueron similares a las fórmulas normales, no obstante la dificultad en la disolución de la fibra y la elevada cantidad de agua. El pan fue horneado a una temperatura mayor que la usual (215,5°C comparada con 204,4°C) para ayudar al desarrollo del color de la corteza. La hogaza del pan con FAB fue comparable con aquella con contenido de CA luego del ajuste en el tiempo de mezclado (9 minutos para el FAB versus 12 minutos para la CA). La estructura de las células, las características externas y el grano de la miga fueron similares. La miga de pan con contenido de FAB presentó un interior blanco cremoso atractivo, sin problemas en el sabor ni en el aroma. También tuvo calorías y contenido de fibra comparables con la hogaza de pan con CA. Los problemas de sensación bucal arenosa reportados por otros investigadores (Polizzotto y otros 1983; Schimberni y otros 1982) no fueron notados por Dougherty y otros, debido posiblemente al proceso adicional utilizado en la transformación de la cáscara de avena en productos de fibra. Haseborg y Himmelstein (1988) sugirieron que el enriquecimiento de la fórmula del pan con materiales ricos en fibra podrían causar problemas con el manejo de la masa y la calidad del pan, lo cual puede ser aliviado con la acción de una hemicelulosa apropiada con contenido enzimático. En adición a las mejores características de manejo de la masa, exhibe un mayor aumento de volumen en el horno y una mejor vida de anaquel en términos de envejecimiento medido por la suavidad de la miga.

Gould y otros (1989) y Jaseberg y otros (1989) reportaron que el tratamiento de materiales lignocelulósicos tales como paja de trigo, tallos de maíz, salvado de cereales o vegetales y pulpa de frutas con una solución alcalina (pH 11,5) de peróxido de hidrógeno drásticamente incrementa su habilidad para absorber agua e hincharse cuando se hidratan, lo cual sugiere que este material puede ser útil como ingrediente para reducir la densidad calórica de los productos horneados.

La polidextrosa puede ser utilizada como sustituto no calórico para el azúcar y como sustituto parcial para la grasa, harina y almidón (Ernest, 1982; Torres y Thomas, 1981). La polidextrosa fue descubierta por el doctor Ennhard en los laboratorios centrales Pfizer. La polidextrosa es un polímero de la dextrosa, soluble en agua y aleatoriamente ligada, conteniendo cantidades menores de sorbitol ligado y ácido cítrico. Está parcialmente metabolizada, resultando en un valor de utilización

calórica de sólo una caloría por gramo. La polidextrosa puede ser utilizada de manera segura en productos horneados, premezclas para horneado, gomas de mascar, dulcería y congelados (Freeman, 1982).

Panes con elevado contenido de fibra y bajo en calorías también han sido producidos comercialmente por diferentes compañías de alimentos. Watson Foods Co. introdujo panes de molde con sólo 40 calorías por rebanada. Como resultado, el fabricante promociona al producto con un 33,33% menos de calorías, 30% menos de carbohidratos, 400% más de fibra natural y 25% más de proteínas que el pan regular. Se afirma que el sabor, la suavidad y las características de las migas son similares al pan blanco comercial regular. Los supermercados Pulix, Inc. introdujeron la primera fórmula especial de pan de calorías reducidas con 45 calorías por 17 gramos de tajada. Los ingredientes incluyen harina de soya, harina de maíz amarillo, harina de papa, y harina de centeno. La fórmula con harina de trigo contiene 40 calorías por 19 gramos de tajada. La fuente de fibra incluye avena, garbanzos, soya y maíz.

La goma xanthan fue introducida por Kelco, división de Merck and Co. Inc. utilizando 0,2% a 0,5% (basado en la harina) ayuda en el procesamiento, produciendo masas con contenido reducido de calorías que no se pegan y son fáciles de manipular. En estos panes de elevado contenido de humedad y fibra, la goma xanthan garantiza volúmenes elevados de hogaza del pan, alto contenido de humedad, mejor textura y una calidad comestible placentera, de acuerdo a lo manifestado por Kelco.

Corporate Foods Ltd. lanzó en Canadá el primer pan blanco con reducido contenido de calorías. Cada tajada de 22,68 gramos contiene 40 calorías, un tercio del pan blanco regular. La fuente de la fibra dietética es fibra de semilla de soya, un producto de Protein Technology International, subsidiaria de Ralston Purina.

Según Pylar (1988), los panes dietéticos incluyen productos que han sido enriquecidos con niveles elevados de ingredientes tales como el germen de trigo y proteína derivada de harinas de frijol de soya, semilla de algodón y maní, gluten de trigo, productos lácteos y otros. También pertenecen a esta categoría los panes con bajo contenido de sodio, panes hechos con grasas modificadas (como aquellos que contienen triglicéridos de cadena media), panes con elevado contenido de fibra dietética al

igual que los productos con insumos adicionales que cumplan con requisitos dietéticos de consumidores con ciertos problemas alimentarios o metabólicos.

Entre los panes dietéticos, aquellos con más proteínas que lo usual representan el grupo más amplio. Debido a que la proteína de soya constituye la fuente más económica de proteína dietética de buena calidad para la fortificación del pan, su utilización ha recibido mucha atención, reportándose resultados satisfactorios hasta niveles del 15% al 20% (Ranhotra y otros, 1974; Tsen y Hoover, 1973). Parece ser que la presencia de emulsificantes naturales como la lecitina y glicolípidos posee una influencia favorable en la calidad del pan a niveles bajos de utilización. La Universidad Estatal de Kansas también ha desarrollado un procedimiento denominado K-Estate para la producción de panes con elevado contenido proteico utilizando 12% (variable) de harina de soya u otra fuente de proteína. Kulp y otros (1980) han reportado la producción de un pan fortificado con 12% de harina de soya utilizando harina de trigo de bajo contenido de proteínas (menos del 11%), mediante la utilización de oxidantes y surfactantes adecuados y la adición tardía de la harina de soya.

Bibliografia

- American Institute of Baking
Bread Lecture Book. Manhattan, Kansas: 1989.
- Baker, D.; Norris, K. H. and Li, B. W.
"Food Fiber Analysis: Advances in Methodology". En: Inglett, G.W., and Falking, S.L. eds. *Dietary Fibers: Chemistry and Nutrition*. New York, San Francisco and London: Academic Press, 1979.
- Baker's Digest*, July 10, 1984, p. 32.
- Baker's Digest*, July 10, 1986, p. 34.
- Becker, H. G.; Feldheim, W.; Kulikowski, W.; Suckow, P. and Seible, W.
"Dietary Fiber and Bread: Intake, Enrichment, Determination, and Influence on Colonic Function". En: *Cereal Foods World* 31(4), 1986, p. 306.
- Beereboom, J. J.
"Low Calorie Bulking Agents". En: *Rex Food. Scie. Nutr.* 11(4), 1979, p. 401.
- Best, D.
"Building Fiber into Foods". En: *Prepared Foods* 156(6), 1987, p. 111.
- Burkitt, T.; Inamura, Y.; Ebihara, K. and Kirimaya, S.
"Preventive Effect of Dietary Vegetable Residues and Konjak Mannan against Food Red No. 2 (amaranth) Toxicity in Rats Fed a Pirified Diet Containing Mixtures Complete or Lacking in Zn, Cu, and Mn." En: *Soc. Food Nutr.* 31. Japan: 1978, p. 161.
- Dubois D.
"The Practical Application of Fiber Materials in Bread Production". En: *Bakers Digest* 52(2), 1978, p. 30.
- Dughtery, M.; Smobke, R.; Irvine, J. and Rao., E. S.
"Oat Fiber in Low Calorie Breads, Soft-type Cookies, and Pasta". En: *Cereal Foods World* 33(5), 1986, p. 424

- Ernest, N.
"Low Calorie Baked Foods Possible with Polydextrose Bulking Agent". En: *Baker's J.* 42, 1982, p. 320.
- Faridi, H.
Health Advantages of a High Bread Diet and Approaches to U.S. Type Flat Bread Production. En: *Bakers Digest* 55(6), 1981, p. 6.
- Finberg, A. J.
"Formulating Low-Calorie Foods with Carbohydrate Gums". En: *Food Technol.* 26(3), 1972, p. 28.
- Finley, J. M and Hanamoto, M. M.
"Milling and Baking Properties of Dried Brewer's Spent Grains". En: *Cereal Chem.* 57(3), 1980, p. 166.
- Freeman, T. M.
"Polydextrose for Reduced Calorie Foods". En: *Cereal Foods World* 27(10), 1982, p. 515.
- German Nutrition Society
Henrich, Frankfurt, W. Germany, 1984.
- Gould, J. M.; Brian, K.; Jaseberg B. S.; Dexter, L. B.; Hsu, J. T.; Lewis, S. M. and Fahey, G. G.
"High Fiber, non Caloric Flour Substitutes for Baked Foods. Properties of Alkaline Peroxide-Treated Lignocellose". En: *Cereal Chem.* 66(3), 1989, p. 201.
- Haseborg, E. T. and Himmelstein, A.
Quality Problems with High-Fiber Breads Solved by Use of Hemicellulose Enzymes. En: *Cereal Foods World.* 33(5), 1988, p. 419
- Kalp, K.; Volpe T.; Barret, F. and Jonsson, K.
Cereal Foods World 25(9), p. 1980, 609.
- LaBelle, F.
"Flavor Formulations Ensure Desired Flavor and Texture in Reduced Calorie Foods". En: *Food Processing* 46, 1985, 32.
- Leveille, G. A.
"The Importance of Dietary Fiber in Food". En: *Bakers Digest* 49 (2), 1975, p. 34.
- Milling and Baking News*, August 25, 1987. p. 25.
Milling and Baking News, March 1, 1988. p. 19.

- Milling and Baking News*, May 1, 1990, p. 12.
- Nagai, T.; Inamura, H. and Kiriya, S.
"Dietary Fiber Breads Containing Gobo Residue, Gobo Holocellulose, and Konjac Powder" En: *Cereal Chem.* 57(3), 1980 p. 307.
- Owen, D. F. and Cotton, R. H.
"Dietary fibers". En: *Cereal Foods World* 27(10), 1982, p. 519.
- Painter, N. S. and Burkitt, D. P.
"Diverticular Disease of Colon. A Deficiency Disease of Western Civilization". En: *Br. Med. J.*, 1971, p. 450.
- Polizzoto, L. M.; Tinsley, A. M.; Weber, C. M. and Berry, J. M.
"Dietary Fibers in Muffins". En: *J. Food Sci.* 48(1), 1983, p. 111.
- Pomeranz, Y.
Fiber in Bread Making. Bakers Digest 51 (2): 94, 1977.
- Pomeranz, Y.; Shogren, M. D.; Finney, K. F. and Bechtel, D. B.
"Fiber on Bread Making. Effects on Functional Properties". En: *Cereal Chem.* 54 (1), 1976, p. 25.
- Prentice, N. and D'Appolonia, B. L.
"High Fiber Bread Containing Brewer's Spent Grain". En: *Cereal Chem.* 54(5), 1977, p. 1,084.
- Prosky, L.; Asp, N.; Furda, I.; Devries, J.; Schweitzer, T. and Harland, B.
"Determination Of Total Dietary Fiber in Foods and Food Products", Collaborative Study. *J. Assoc. Off. Anl. Chem.* 67, 1985, p. 1,044.
- Pyler, E. J.
Baking Science and Technology. Merriam, Kansas 66202: Sosland Publishing Company, 1988, p. 776.
- Ranom, P. M. and DeStefanis, V. A.
"Bleaching of Flour and Dietary Fiber Products". En: *Cereal Foods World* 33(12), 1989, p. 984.
- Ranhotra, G. S.; Loewe, R. J. and Lehman, T. A.
En: *Cereal Chem.* 51, 1974, p. 629.
- Robertson, J.
"Changes in the Fiber Content of the British Diet". En: *Nature* 238: 290, 1972.

- Schimberni, M.; Cardinali, F.; Sodini, G. and Canella, M.
Chemical and Functional Characterization of Corn, Bran, Cat Hull Flour, and Barley Flour. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 15(6), 1982, p. 337.
- Shogren, M. D., Pomeranz, Y., and Finney, K. F.
"Counteracting the Deleterious Effects of Fiber in Breadmaking". En: *Cereal Chem.* 58(2), 1981, p. 142.
- Stephen, A. M.
"Should We Eat More Fiber?" En: *J. Human Nutr.* 35: 403, 1981.
- Tannahill, R.
Food in History. New York: Stein and Day Publ., 1973, p. 61.
- Thomas, B. and Rienerman, U.
"Die Rohfaseraufnahme in den letzten 100 Jahren". En: *Ernährungs-Umschau* 23, 1976, p. 301.
- Thompson, J.B.
"Dough Conditioner + Protein + Cellulose Treatment = High Fiber Bread Success". En: *Food Processing*, 1976.
- Tsen, C. C. and Hoover, W. J.
Cereal Chem. 50, 7, 1973.
- Torres, A. And Thomas, R. D.
"Polydextrose and its Application in Food". En: *Food Technol.* 35(7), 1981, p. 44.
- Volpe, T. and Lehman, T.
"Production and Evaluation of a High Fiber Bread". En: *Bakers Digest*, 1977.
- Walker, A. R. P.; Walker, B. F.; Richardson, B. D. and Chirst, H. H.
Amer. J. Clin. Nutr. 23, 1970, p. 243.
- West, K. M., and Kalbfleisch, J. M.
Diabetes 20, p. 99.
- Zelch, R.
"Fiber Breads". En: *Bread Lecture Book*. Manhattan, Kansas: American Institute of Baking, 1989.