

COMPOSICIONES DE PROTEÍNA DE GUISANTE PARA REDUCIR LA
ABSORCIÓN DE GRASA EN ALIMENTOS FRITOS Y MÉTODOS
RELACIONADOS

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[001] Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad a la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos No. 63/245,491, presentada el 17 de septiembre de 2021, cuya divulgación completa se incorpora aquí como referencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[002] La invención se refiere a un proceso para controlar la absorción de aceite y grasa en alimentos cocinados en aceite o grasa mediante la aplicación de composiciones “bloqueadoras de grasa” a la superficie de alimentos crudos, donde las composiciones bloqueadoras de grasa contienen una solución o mezcla de proteína de guisante y, opcionalmente, antioxidantes y /o polisacáridos derivados de los hongos, que mantienen la estabilidad y calidad del bloque graso y del alimento frito.

[003] El consumo de alimentos fritos es omnipresente en todo el mundo: se estima que se consumen 83 mil millones de dólares cada año en los Estados Unidos, y al menos el doble de esa cantidad en el resto del mundo. E. Choe and D.B. Min Chemistry of Deep-Fat Frying Oils, J. of Food Sci., Vol 72 (5) 2007. Los problemas de salud derivados de la fritura generalmente se conocen y están bien documentados. Por ejemplo, el New York Times ha informado sobre estudios que muestran aumentos en las enfermedades cardíacas (22%), accidentes cerebrovasculares (37%) y muerte cardiovascular (2%) debido al consumo de alimentos fritos. New York Times (22 de enero de 2021). La mayoría de las calorías de los alimentos fritos provienen de la grasa, por lo que reducir el contenido de grasa sin reducir la palatabilidad podría ser una estrategia valiosa para mejorar los hábitos dietéticos de quienes no están dispuestos a renunciar a los alimentos fritos.

[004] Impulsado por las tendencias dietéticas de los consumidores, se ha producido un aumento de las proteínas de origen vegetal en la industria alimentaria. Este atractivo generalizado para el consumidor ha dado lugar a muchas opciones de suministro, incluidas soluciones vegetarianas y veganas. Se ha descubierto previamente que la proteína de guisante es capaz de reducir la absorción de grasa cuando se aplica tópicamente a la superficie del producto rebozado antes de freír. Sin embargo, se ha entendido en general que la proteína de guisante solubilizada era necesaria para reducir sustancialmente la absorción de grasas. Más específicamente, los expertos en la técnica han entendido que para lograr el resultado deseado de absorción reducida de grasas, serían necesarios rangos de pH específicos. *Ver, por ejemplo.*, Process for Reduction Oil and Fat Content in Cooked Food with Pea Protein Patente de EE.UU. n.º 9.028.905, expedida el 12 de mayo de 2015, que se incorpora en su totalidad como referencia en el presente documento.

[005] La patente de EE.UU. n.º 9.028.905 describe que la proteína de guisante se puede utilizar para reducir el contenido total de grasa en los alimentos cocinados; sin embargo, explica además que la solución de proteína de guisante debe ser una solución ácida con un pH en el intervalo de 2 a 3, o una solución básica con un rango de pH de 8 a 9, rangos en los que la proteína de guisante exhibe convencionalmente una excelente solubilidad. En ese momento, también se reveló y se entendió fácilmente que no era deseable acercarse al punto isoeléctrico, rango de pH de 4 a 6, donde la proteína de guisante tendría una solubilidad reducida. Sin embargo, contrariamente a estas enseñanzas anteriores, los inventores han descubierto inesperadamente que las composiciones de proteína de guisante con un pH en el intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 6 son capaces de lograr reducciones deseables en la absorción de grasa sin comprometer la calidad del alimento frito. Este descubrimiento fue sorprendente, particularmente cuando personas con conocimientos comunes entenderían que en el punto isoeléctrico hay una

cantidad igual de cargas positivas y negativas a lo largo de la molécula de proteína y que los segmentos cargados tienden a interactuar entre sí. Esta interacción de cargas opuestas dentro de la molécula de proteína hace que la molécula de proteína en general sea mucho menos reactiva y, en muchos casos, la proteína precipita fuera de la solución.

SUMARIO DE LA INVENCION

[006] La presente invención se refiere a composiciones “bloqueadoras de grasa” que comprenden proteína de guisante, y opcionalmente antioxidantes y/o polisacáridos derivados de hongos, que mantienen la estabilidad y calidad del bloque de grasa y del alimento frito. Estas composiciones se pueden aplicar a diversos sustratos alimentarios antes de freír para reducir la absorción general de grasa cuando el alimento se cocina en grasa o aceite. Otro aspecto de la presente invención se refiere a procesos para preparar tales composiciones. Otro aspecto de la presente invención se refiere a composiciones que comprenden soluciones de proteína de guisante y mezclas de proteína de guisante, por ejemplo mezclas de proteína de guisante que se han ajustado para tener un pH en el intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 6. Otro aspecto de la presente invención se refiere a métodos para reducir la absorción general de grasa cuando el alimento se cocina en aceite o grasa, manteniendo al mismo tiempo, y en algunos casos mejorando, las características sensoriales deseables del alimento cocinado.

[007] Otro aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para recubrir alimentos crudos con composiciones bloqueadoras de grasa que contienen proteína de guisante, por ejemplo mezclas de proteína de guisante con un pH en el intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 6, antes de cocinar el alimento en aceite o grasa, que incluye, entre otros, sumergir el alimento en la composición de proteína de guisante, rociar la composición de proteína de guisante sobre el alimento o, alternativamente, incorporar la

composición de proteína de guisante en una mezcla, tal como rebozado o pan rallado, utilizada para recubrir el alimento antes de cocinar los alimentos con aceite o grasa.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

[008] La Figura 1 muestra papel secante de los lotes 1-9 de hongos no tratados.

[009] La Figura 2 muestra papel secante de los lotes 10-15 de hongos sin tratar.

[0010] La Figura 3 muestra papel secante de los lotes 1-9 de hongos bañados en proteína de guisante.

[0011] La Figura 4 muestra papel secante de los lotes 10-15 de hongos bañados en proteína de guisante.

[0012] La Figura 5 muestra el pan rallado utilizado para cubrir las tiras de pollo. De izquierda a derecha: panko japonés gourmet (extruido, con levadura química), simple (con levadura) y tostado (con levadura)

[0013] La Figura 6 muestra a la izquierda: chips de pepinillos fritos con empanizado de panko, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0014] La Figura 7 muestra a la izquierda: chips de pepinillos fritos con empanizado de panko, réplica de dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0015] La Figura 8 muestra el contenido de grasa de encurtidos fritos rebozados con pan rallado panko (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados del tratamiento con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

[0016] La Figura 9 muestra la reducción del contenido de grasa de encurtidos fritos rebozados con pan rallado panko (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el porcentaje de reducción de grasa entre los tratamientos (p=0,4952).

[0017] La Figura 10 muestra el contenido de humedad (%) de encurtidos fritos rebozados con pan rallado panko (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados con letras diferentes son significativamente diferentes (p<0,05).

[0018] La Figura 11 muestra el aumento del contenido de humedad (%) de encurtidos fritos rebozados con pan rallado panko (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el aumento del contenido de humedad entre los tratamientos (p=0,3665).

[0019] La Figura 12 muestra a la izquierda: chips de pepinillos fritos con empanizado gourmet, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0020] La Figura 13 muestra a la izquierda: chips de pepinillos fritos con empanizado gourmet, réplica de dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0021] La Figura 14 muestra el contenido de grasa de encurtidos fritos rebozados con pan rallado gourmet (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados del tratamiento con letras diferentes son significativamente diferentes (p<0,05).

[0022] La Figura 15 muestra la reducción del contenido de grasa de encurtidos fritos rebozados con pan rallado gourmet (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados con letras diferentes son significativamente

diferentes ($p < 0,05$).

[0023] La Figura 16 muestra el contenido de humedad (%) de encurtidos fritos rebozados con pan rallado gourmet ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el contenido de humedad entre los tratamientos ($p=0,2190$).

[0024] La Figura 17 muestra el aumento del contenido de humedad (%) de encurtidos fritos rebozados con pan rallado gourmet ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el aumento del contenido de humedad entre los tratamientos ($p=0,6478$).

[0025] La Figura 18 muestra a la izquierda: chips de pepinillos fritos con empanizado simple, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0026] La Figura 19 muestra a la izquierda: chips de pepinillos fritos con empanizado simple, réplica de dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0027] La Figura 20 muestra el contenido de grasa de encurtidos fritos rebozados con pan rallado ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados del tratamiento con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

[0028] La Figura 21 muestra la reducción del contenido de grasa de encurtidos fritos rebozados con pan rallado ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el porcentaje de reducción de grasa entre los tratamientos ($p=0,9344$).

[0029] La Figura 22 muestra el contenido de humedad (%) de encurtidos fritos rebozados con pan rallado ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

[0030] La Figura 23 muestra el aumento del contenido de humedad (%) de encurtidos fritos rebozados con pan rallado ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el aumento del contenido de humedad entre los tratamientos ($p=0,8443$).

[0031] La Figura 24 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado de panko, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0032] La Figura 25 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado panko, réplica de dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0033] La Figura 26 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado de panko, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: pollo frito con empanizado panko, replica dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry.

[0034] La Figura 27 muestra el contenido de grasa del pollo frito rebozado con pan rallado panko ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados del tratamiento con letras diferentes son significativamente diferentes ($p<0,10$).

[0035] La Figura 28 muestra la reducción del contenido de grasa del pollo frito rebozado con pan rallado panko ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el porcentaje de reducción de grasa entre los tratamientos ($p=0,5715$).

[0036] La Figura 29 muestra el contenido de humedad (%) del pollo frito rebozado con pan rallado panko ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el contenido de humedad entre

los tratamientos ($p=0,1993$).

[0037] La Figura 30 muestra el aumento del contenido de humedad (%) del pollo frito rebozado con pan rallado panko ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el aumento del contenido de humedad entre los tratamientos ($p=0,6732$).

[0038] La Figura 31 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado gourmet, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0039] La Figura 32 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado gourmet, réplica de dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0040] La Figura 33 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado gourmet, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: pollo frito con empanizado gourmet, réplica de dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry.

[0041] La Figura 34 muestra el contenido de grasa del pollo frito cubierto con pan rallado gourmet ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados del tratamiento con letras diferentes son significativamente diferentes ($p<0,10$).

[0042] La Figura 35 muestra la reducción del contenido de grasa del pollo frito cubierto con pan rallado gourmet ($n=2$). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados con letras diferentes son significativamente diferentes ($p<0,05$). No hubo diferencias significativas en el porcentaje de reducción de grasa entre los tratamientos ($p=0,3066$).

[0043] La Figura 36 muestra el contenido de humedad (%) del pollo

frito cubierto con pan rallado gourmet (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el contenido de humedad entre los tratamientos (p=0,4441).

[0044] La Figura 37 muestra el aumento del contenido de humedad (%) del pollo frito rebozado con pan rallado gourmet (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el aumento del contenido de humedad entre los tratamientos (p=0,4094).

[0045] La Figura 38 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado simple, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0046] La Figura 39 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado simple, réplica de dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: papel secante de los tratamientos de la foto de la izquierda.

[0047] La Figura 40 muestra a la izquierda: pollo frito con empanizado simple, réplica de uno. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry. Derecha: pollo frito con empanizado simple, replica dos. Fila superior: sin tratar, segunda fila: 2% Proteus V Dry, tercera fila: 4% Proteus V Dry, fila inferior: 6% Proteus V Dry.

[0048] La Figura 41 muestra el contenido de grasa del pollo frito rebozado con pan rallado (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados del tratamiento con letras diferentes son significativamente diferentes (p<0,10).

[0049] La Figura 42 muestra la reducción del contenido de grasa del pollo frito rebozado con pan rallado (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en la reducción del contenido de grasa entre los tratamientos (p=0,7409).

[0050] La Figura 43 muestra el contenido de humedad (%) del pollo frito rebozado con pan rallado (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. Los resultados con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

[0051] La Figura 44 muestra el aumento del contenido de humedad (%) del pollo frito rebozado con pan rallado (n=2). Las barras de error representan $\pm$ SEM. No hubo diferencias significativas en el aumento del contenido de humedad entre los tratamientos ($p = 0,8566$).

[0052] La Figura 45 muestra los palitos de mozzarella prefritos bañados en Control (izquierda) y Proteus®-V (derecha) durante la prueba del día 1.

[0053] La Figura 46 muestra los palitos de mozzarella prefritos sumergidos en Proteus®-V (derecha) de control (izquierda) en papel secante, prueba del día 1.

[0054] La Figura 47 muestra la prueba del día 2 de palitos de mozzarella prefritos bañados en Control (izquierda) y Proteus®-V (derecha).

[0055] La Figura 48 muestra el Control (izquierda) Proteus®-V (derecha) palitos de mozzarella prefritos bañados en papel secante Prueba del día 2

[0056] La Figura 49 muestra la vista de corte diagonal de palitos de mozzarella prefritos Control (izquierda) y Proteus®-V (derecha).

[0057] La Figura 50 muestra el aceite después de freír para los palitos de mozzarella Control (izquierda) y Proteus®-V (derecha), pruebas del día 1 después de 10 lotes.

[0058] La Figura 51 muestra el aceite después de freír para los palitos de mozzarella Control (izquierda) y Proteus®-V (derecha), pruebas del día 2 después de 10 lotes.

[0059] La Figura 52 muestra los datos y el gráfico de barras del índice de estabilidad a la oxidación (OSI) de aceites para freír de experimentos con

palitos de mozzarella.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS.

[0060] La presente invención se refiere a composiciones “bloqueadoras de grasa” que comprenden proteína de guisante y, opcionalmente, un antioxidante, que se pueden aplicar a diversos sustratos alimentarios antes de freír para reducir la absorción general de grasa cuando se fríe. Otro aspecto de la presente invención se refiere a los procesos para preparar tales composiciones. Otro aspecto de la presente invención se refiere a preparar composiciones bloqueadoras de grasa que contienen mezclas de proteínas de guisantes o en el rango de pH de aproximadamente 4 a aproximadamente 6, donde la composición es capaz de reducir la absorción general de grasa cuando se fríe a un nivel deseable, manteniendo al mismo tiempo la absorción de grasa general cuando se fríe a un nivel deseable. Características sensoriales de los alimentos fritos.

[0061] Según al menos una realización, la composición “bloqueadora de grasa” contiene proteína de guisante, y opcionalmente un antioxidante, aplicado a los alimentos, ya sea a través de una inmersión previa a la fritura o de una etapa de pulverización, donde la composición es capaz de reducir la absorción general de grasa mediante al menos 20% cuando se aplica a los alimentos antes de cocinarlos. En una realización alternativa, la composición se incorpora al rebozado o mezcla de pan utilizada para recubrir los alimentos crudos antes de freírlos.

[0062] Otro aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para preparar la composición de proteína de guisante para que tenga un pH entre aproximadamente 4 y aproximadamente 6.

[0063] Otro aspecto de la presente invención se refiere a métodos para reducir la absorción general de grasa recubriendo un alimento crudo con una composición que contiene proteína de guisante y opcionalmente un antioxidante, antes de freír, donde la cantidad de aceite y/o grasa absorbida

por el alimento durante la cocción se reduce sustancialmente, por ejemplo, en al menos un 20 %, o al menos un 30 % en peso en comparación con un alimento que no incluía la composición de proteína de guisante.

[0064] Los procesos para obtener composiciones de proteína de guisante se describen, por ejemplo, en la solicitud de patente de EE.UU. no 2008/0226810A1, publicada el 18 de septiembre de 2008, que se incorpora en su totalidad al presente documento como referencia.

[0065] Según al menos una realización de la presente invención, la solución de proteína de guisante se consigue dirigiéndose al punto isoeléctrico. Esto se puede lograr añadiendo un ácido, tal como ácido cítrico, para ajustar el pH al intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 6. En determinadas realizaciones, el pH está en el intervalo de aproximadamente 4,0 a aproximadamente 5,5, mientras que en otras realizaciones el pH es de aproximadamente 4,5 a aproximadamente 4,8, y más preferentemente 4,5. Las personas con conocimientos habituales en la técnica reconocerán que se pueden usar otros ácidos para alcanzar el nivel de pH deseado, incluidos, entre otros, ácido fosfórico, ácido clorhídrico u otros ácidos orgánicos, tales como ácidos málico, láctico y tartárico.

[0066] Las composiciones de la presente invención se pueden aplicar directamente a la superficie de un sustrato alimentario. En realizaciones alternativas, la composición de proteína de guisante seca o la solución acuosa de proteína de guisante se recubre sobre la superficie del alimento antes de cocinarlo en aceite o grasa, por ejemplo, mediante inmersión o pulverización sobre la superficie del alimento, o alternativamente se inyecta y/ o mezclado con el rebozado o mezcla de pan que se aplica a la superficie del alimento crudo. En una realización alternativa, las composiciones se inyectan y/o se mezclan con el alimento crudo. La inyección se puede realizar de muchas formas, como con una jeringa, agitando al vacío o remojando el alimento en una solución de proteína de guisante. La composición de proteína de guisante

seca o la solución de proteína acuosa se pueden aplicar solas o mezcladas con alimentos convencionales o aditivos nutritivos tales como empanizados o rebozados, condimentos secos, harina de galletas saladas, harina de maíz o similares. A modo de ejemplo no limitante, la composición se puede aplicar a alimentos crudos antes de cocinarlos en aceite o grasa (es decir, freír), incluyendo verduras tales como cebolla, coliflor, brócoli, zanahoria, habichuela, patata (por ejemplo, papas fritas o chips), guisantes dulces o maíz. En al menos una realización, la composición se aplica a hongos. En realizaciones alternativas, la composición se aplica a queso, tal como queso mozzarella. En realizaciones alternativas, la composición se aplica a composiciones de pastelería, tales como rebozado para rosquillas, o pasta, como fideos. La proteína se puede utilizar en productos parcialmente fritos (parcialmente fritos para fijar el rebozado) o completamente fritos.

[0067] La proteína también se puede aplicar a sustratos no vegetales, como carne, pescado o aves. Carnes adecuadas representativas incluyen jamón, ternera, cordero, cerdo, venado, ternera, búfalo o similares; aves de corral tales como pollo, carne de ave deshuesada mecánicamente, pavo, pato, ave de caza o ganso o similares, ya sea en forma de filete o molida. Además, los productos cárnicos procesados que incluyen tejido muscular animal, tales como una composición de salchicha, una composición de hot dog, un producto emulsionado o similares, pueden recubrirse, inyectarse o mezclarse con la composición de proteína de guisante seca o la solución acuosa de proteína de guisante o una combinación de estos métodos de adición. Las composiciones de salchichas y hot dogs incluyen carne o pescado molido, hierbas tales como salvia, especias, azúcar, pimienta, sal y rellenos tales como productos lácteos que son bien conocidos en la técnica. Las composiciones de rebozado representativas incluyen, entre otras, aquellas que comprenden harina, huevo y leche, que pueden incluir alimentos adicionales tales como harina de maíz, harina de galletas saladas o harinas para espolvorear.

[0068] Según al menos una realización de la presente invención, la composición de guisantes secos o la solución acuosa de proteína de guisante se pueden recubrir mediante inmersión y agitación del alimento crudo en la solución o en un adobo que contiene la solución acuosa de proteína en un recipiente o aparatos de volteo o volteo al vacío. La mezcla de proteína de guisante seca o la solución acuosa de proteína de guisante también pueden contener sabores y especias tales como sal, sabor a mantequilla o sabor a ajo o similares. En realizaciones alternativas, las mezclas de proteínas de guisantes incluyen especias adicionales para conferir un sabor dulce o salado.

[0069] Los expertos en la técnica apreciarán que muchas otras fuentes de proteínas de origen vegetal podrían ser susceptibles de esta tecnología. Las legumbres, incluida la proteína de guisante, fueron la primera fuente de proteína estudiada.

[0070] Según al menos una realización, los polisacáridos de fuentes de hongos se pueden incluir opcionalmente en la composición proteica de origen vegetal. Por ejemplo, en al menos una realización, la composición comprende además quitosano de hongo.

[0071] En realizaciones adicionales, se pueden incluir opcionalmente antioxidantes en la composición proteica de origen vegetal. Por ejemplo, en al menos una realización, la composición comprende además una mezcla de tocoferol, extracto de té verde soluble en aceite, extracto de romero y/o mezclas de los mismos.

[0072] En realizaciones alternativas, la composición de la presente invención incluye extractos de origen natural, tales como extracto de romero, extracto de menta verde, extracto de té verde, extracto de acerola, tocoferoles y/o mezclas de los mismos.

[0073] Como apreciarán los expertos en la técnica, el término “una superficie” como se usa en el presente documento generalmente se refiere a una superficie de alimento crudo que está colocada adyacente a una superficie

o superficies del alimento crudo. Por ejemplo, una superficie se puede colocar a 90 grados de una superficie o superficies adyacentes del alimento crudo. Además, el término “una superficie” puede comprender la superficie que conecta o “intercalada entre” dos superficies adyacentes. Lo más preferiblemente, toda la superficie del alimento crudo se recubre con una composición de proteína de guisante seca o una solución acuosa de proteína de guisante, aunque en otras realizaciones la mayor parte de la superficie está rebozada. El alimento crudo que contiene la proteína de guisante se puede cocinar entonces a temperatura elevada en aceite y/o grasa evitando sustancialmente la absorción de aceite y/o grasa por el alimento que se está cocinando.

[0074] Los aceites y/o grasas adecuados, incluidos los aceites hidrogenados o no hidrogenados, que se pueden utilizar para cocinar alimentos crudos, son los utilizados convencionalmente para cocinar, incluidos manteca de cerdo, aceite de maní, aceite de maíz, aceite vegetal, aceite de canola, aceite de oliva, aceite de palma, aceite de coco, aceite de sésamo, aceite de girasol, mantequilla, mezclas de los mismos o similares.

[0075] Una vez que se ha añadido la composición bloqueadora de grasa al alimento crudo, incluyendo, entre otros, sumergir el alimento en la composición de proteína de guisante, rociar la composición de proteína de guisante sobre el alimento o, alternativamente, incorporar la composición de proteína de guisante en una mezcla, tal como rebozado o pan rallado, usado para recubrir el alimento antes de cocinarlo con aceite o grasa, el alimento crudo puede cocinarse luego con aceite y/o grasa de una manera convencional, tal como fritura con mucha grasa, fritura en sartén o similar.

[0076] Según al menos una realización de la presente invención, el alimento preparado según las enseñanzas de esta divulgación contiene entre aproximadamente un 20 % y aproximadamente un 40 % menos de aceite, por ejemplo, entre aproximadamente un 20 % y un 25 % menos de aceite y/o

grasa por peso en comparación con el mismo alimento libre de la proteína de esta invención. Según al menos una forma de realización, la reducción de la absorción de grasas fue de al menos un 25%, y más particularmente de aproximadamente un 30%. En consecuencia, se reduce la cantidad de grasa o aceite necesaria para cocinar un peso determinado de un tipo determinado de alimento.

[0077] Según al menos una realización de la presente invención, el alimento preparado según las enseñanzas de esta divulgación contiene entre aproximadamente un 6% y aproximadamente un 43% más de humedad, por ejemplo entre aproximadamente un 10% y aproximadamente un 30%, y en realizaciones adicionales entre aproximadamente un 10% y aproximadamente un 30% aproximadamente un 12 % y aproximadamente un 20 % de aumento de humedad en peso en comparación con el mismo alimento libre de la proteína de esta invención.

[0078] Según al menos una realización, las composiciones de proteína de guisante de la presente invención se añaden a la superficie del alimento con una tasa de aplicación que oscila entre aproximadamente el 0,1% y aproximadamente el 6% en peso, por ejemplo, entre aproximadamente el 0,1 y aproximadamente el 2,5% en peso. En al menos una realización, la composición se aplica en una proporción de aproximadamente entre aproximadamente 0,2% y aproximadamente 1,5% en peso. En al menos una realización, el alimento se sumerge en la composición a una tasa de inclusión de aproximadamente el 6 % en peso. Los expertos en la materia apreciarán que la técnica de aplicación, por ejemplo, aplicar la composición sobre la superficie del alimento con un baño previo a la fritura, una aplicación por pulverización o, alternativamente, mediante inclusión en un rebozado u otro rebozado alimentario, puede influir en la tasa de inclusión óptima.

[0079] En realizaciones alternativas, por ejemplo, cuando la cantidad se mide como una tasa de absorción, las composiciones de proteína de

guisante de la presente invención se añaden en una cantidad que oscila entre aproximadamente el 3 % y aproximadamente el 15 % en peso, y más específicamente entre aproximadamente el 4 % hasta aproximadamente el 10% en peso.

[0080] Los siguientes ejemplos ilustran la presente invención y no pretenden ser limitantes.

EJEMPLOS

EJEMPLO 1

Materiales y métodos:

[0081] *Sustancias químicas y reactivos.* Los reactivos y productos químicos que se utilizaron en este estudio se resumen en la Tabla 1. La proteína de guisante utilizada en este estudio contiene un 50 % de proteína, que se obtuvo de Kemin Nutrisurance (Des Moines, Iowa).

Tabla 1 Descripción general de productos químicos y reactivos.

Material	N.º de RM o n.º de artículo	Nº. de Lote	Proveedor
Proteína de guisante	RM02135	2101117406	Kemin Nutrisurance (Verona, MS)
Ácido cítrico	RM16450	N/A	
Agua fría de manantial	N/A	N/A	Cristalino
Aceite de canola	N/A	BB 26/10/22	Hy-Vee (Des Moines, IA)
Rebozado	B87874-1	N/A	Alimentos para recién casados (Horn Lake, MS)
Empanizado	A50092-1	N/A	Alimentos para recién casados (Horn Lake, MS)
Cebollas vidalia	N/A	N/A	Hy-Vee (Des Moines, IA)
FORTIUM® TRLG 1727	#017793	20201231-01	KFT Am

[0082] En el primer estudio, los prototipos se probaron sin la adición de un antioxidante en la suspensión de proteína de guisante. Las cebollas frescas se pelaron y cortaron a mano en rodajas de aproximadamente ½ pulgada. Las cebollas cortadas se procesaron mediante un sistema de dos pasadas que consistió en rebozado-pre-espolvoreado-rebozado-empanizado. El prepolvo se realizó moliendo el empanizado a mano durante aproximadamente un minuto hasta lograr un polvo fino, por observación visual. El rebozado se preparó mezclando los ingredientes secos con agua (30% seco/70% agua) en un recipiente con un batidor hasta lograr un rebozado visualmente consistente.

[0083] El sistema de dos pasadas utilizado consistió en sumergir los aros de cebolla recién cortados en un rebozado bien mezclado, seguido de un polvo previo y aplicar una ligera presión para asegurar la adhesión. Los aros de cebolla espolvoreados se agitaron ligeramente para eliminar el polvo previo suelto. Luego, los aros de cebolla espolvoreados se devolvieron al recipiente de rebozado y se sumergieron por completo. En el siguiente paso, se colocó el producto rebozado en un recipiente con pan rallado y se agitó vigorosamente para asegurar una cobertura total. El exceso de pan rallado se eliminó agitando ligeramente.

[0084] A continuación, se vertió lentamente la composición de proteína de guisante en agua fría de manantial y se mezcló durante aproximadamente 30 segundos usando un batidor de cocina. Para cada uno de los prototipos probados, la receta se muestra en la Tabla 2 a continuación.

Tabla 2 Fórmulas para prototipos de suspensión acuosa de proteína de guisante.

Descripción del prototipo	Proteína de guisante, pH 6,6	Proteína de guisante, pH 4,5	Proteína de guisante, pH 3,6
Proteína de guisante (%)	4,0	4,0	4,0
Ácido cítrico (%)	0	0,1510	0,3158
Agua (%)	96,0	95,849	95,684

[0085] La concentración de proteína de guisante se seleccionó para que coincidiera con la concentración utilizada en la patente estadounidense número 9.028.905. Debido a que la proteína de guisante utilizada en este experimento tenía una concentración del 50%, se utilizó el doble de cantidad (4%). Como se describe en la Tabla 2, las composiciones varían en la cantidad de ácido cítrico y dieron como resultado tres acideces diferentes.

[0086] Las suspensiones proteicas se utilizaron como “salsa” para aros de cebolla empanizados. El propósito de este paso era cubrir el empanizado con las proteínas de los guisantes que actúan como un “bloque de grasa” durante el proceso de fritura. Los aros de cebolla empanizados se sumergieron en las suspensiones de proteína de guisantes durante aproximadamente un segundo antes de freírlos. Se tuvo cuidado de asegurar la

misma cantidad de absorción de las suspensiones de proteína de guisante. Se incluyó el control negativo, utilizando aros de cebolla empanizados que no pasaron por el proceso de inmersión.

[0087] A continuación, el paso de freír se produjo a 350 °F en aceite de canola fresco en una freidora de mesa (Hamilton Beach). Los aros de cebolla rebozados se dejaron caer en el aceite para freír durante 1,5 minutos. Los productos terminados se escurrieron en cestas para freír, se enfriaron a temperatura ambiente y luego se congelaron. Los contenidos de grasa y humedad se analizaron utilizando protocolos estándar para alimentos fritos.

[0088] Después de la aplicación de la solución de proteína de guisante, se determinó que la transferencia inmediata al aceite para freír producía la mejor apariencia del producto.

Tabla 3 Recogida de solución de proteína porcentual antes de freír.

Muestra No.	Peso de aros de cebolla frescos (gramo)	Peso de aros de cebolla empanizados (gramo)	Peso de aros de cebolla rebozados de proteína de guisante (gramo)	Peso de aros de cebolla fritos (gramo)	Recogida de suspensión de proteína porcentual
1	50,52	113,40	135,94	111,10	19.99%
2	50,21	105,10	125,60	104,00	19.50%
3	51,10	127,30	146,82	128,40	15.33%

[0089] Para determinar el impacto del pH en las suspensiones de proteína de guisante, se agregaron diferentes cantidades de ácido cítrico a una cantidad fija de proteínas de guisante en agua, como se muestra en la Tabla 2. Los cambios de peso de los aros de cebolla durante los procesos de preparación y fritura se monitorearon y reportaron en la Tabla 4.

[0090] El rendimiento en verde y cocido de los derechos de cebolla frita se calculó utilizando la Ecuación 1 y la Ecuación 2. Hubo un aumento significativo en el rendimiento en verde y cocido en comparación con los controles que no contenían proteína de guisante en su rebozado.

$$\text{Rendimiento a verde} = \frac{\text{Peso del alimento frito}}{\text{Peso de los aros de cebolla frescos iniciales}}$$

Ecuación 1. Cálculo del rendimiento a verde de los aros de cebolla frita.

$$\text{Rendimiento de cocción} = \frac{\text{Peso del alimento frito}}{\text{Peso de los aros de cebolla}}$$

rebozados y empanizados

Ecuación 2. Cálculo del rendimiento de cocción de los aros de cebolla fritos.

Tabla 4 Cantidad de proteína de guisante recogida en aros de cebolla empanizados en la prueba n.º 1. Peso inicial representaba el peso de los aros de cebolla frescos. El peso rebozado es el peso de los aros de cebolla empanizados y bañados en proteína de guisantes. El peso frito informa el peso de los aros de cebolla fritos. El rendimiento a GRN (verde) y el rendimiento de Cook se calculan utilizando las Ecuaciones 1 y 2. Se realizaron triplicados para cada grupo de tratamiento.

Descripción del tratamiento	Peso inicial (gramo)	Peso rebozado (gramo)	Peso frito (gramo)	Rendimiento a GRN (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control (sin inmersión)					
1	46,94	95,70	83,01	176,84	86,74
2	45,64	101,32	88,60	194,13	87,45
3	48,77	104,21	88,35	181,16	84,78
Promedio ± Desviación estándar				184,04 ± 9,00 ^a	86,32 ± 1,38 ^a
Proteína de guisante pH 6,6					
1	46,42	110,20	104,50	225,11	94,83
2	45,20	100,20	94,54	209,38	94,35
3	50,50	109,45	100,04	198,10	91,40
Promedio ± Desviación estándar				210,86 ± 13,57 ^b	93,53 ± 1,86 ^{a,b}
Proteína de guisante pH 4,5					
1	50,66	99,97	95,20	187,90	95,23
2	48,82	104,50	101,69	208,30	97,31
3	50,30	113,25	111,80	222,20	98,72
Promedio ± Desviación estándar				206,13 ± 17,25 ^{a,b}	97,09 ± 1,76 ^b
Proteína de guisante pH 3,6					
1	44,52	98,40	97,68	219,41	99,27
2	48,17	111,00	109,16	226,61	98,34
3	46,80	98,65	102,40	218,80	103,80
Promedio ± Desviación estándar				221,61 ± 4,34 ^{b,c}	100,47 ± 2,92 ^{b,c}

EJEMPLO 2Materiales y métodos:

[0091] *Sustancias químicas y reactivos.* Los reactivos y productos químicos que se utilizaron en este estudio se resumen en la Tabla 1. La proteína de guisante utilizada en este estudio contiene un 50 % de proteína, que se obtuvo de Kemin Nutrisurance (Des Moines, Iowa). En el segundo

estudio, los prototipos se probaron sin la adición de un antioxidante en la suspensión de proteína de guisante.

[0092] Los mismos prototipos de la Tabla 2 se trataron con una mezcla de antioxidantes, FORTIUM TRLG 1727 (TRLG) (Kemin Industries, Des Moines, Iowa), al 0,864 % (% en peso). TRLG es una mezcla que contiene tocoferoles, extracto de romero y extracto de té verde soluble en lípidos, y en estudios previos se ha demostrado que mejora la estabilidad oxidativa de los alimentos fritos. En la suspensión de proteína, se transfirió la cantidad adecuada de TRLG y la mezcla se agitó con el batidor durante 1-2 minutos hasta que la suspensión fue homogénea mediante control visual. Se repitieron los mismos procedimientos para la preparación de aros de cebolla rebozados y la fritura. Los alimentos fritos también se analizaron en busca de contenido de grasa y humedad, y se congelaron para estudios de almacenamiento a largo plazo. La estadística se realizó mediante el software StatGraphics 18 Multiple Range Test ($p < 0,05$), nivel de significancia.

[0093] Se añadió FORTIUM TRLG 1727 a la suspensión acuosa proteica para obtener el posible efecto protector durante el almacenamiento congelado de los alimentos fritos. El cambio de peso de los aros de cebolla también se controló por triplicado. Los resultados se resumen en la Tabla 5. La adición de antioxidantes no afectó los rendimientos de los alimentos fritos, lo cual es deseable.

Tabla 5 Cambios de peso de los aros de cebolla procesados en el ensayo n.º 2 cuando se agregó a la salsa de proteína de guisante una mezcla de antioxidantes. FORCIO TRLG 1727. Peso inicial representaba el peso de los aros de cebolla frescos. El peso rebozado es el peso de los aros de cebolla empanizados y bañados en proteína de guisantes. El peso frito informa el peso de los aros de cebolla fritos. El rendimiento a GRN (verde) y el rendimiento de Cook se calculan utilizando las Ecuaciones 1 y 2. Se realizaron triplicados para cada grupo de tratamiento. AO = antioxidante

Grupos de tratamiento	Peso inicial (gramo)	Peso rebozado (gramo)	Peso frito. (gramo)	Rendimiento a GRN (%)	Rendimiento de cocción (%)
pH 6,6, con AO					
1	48,55	101,62	91,18	187,81	89,73
2	50,19	115,62	109,30	217,77	94,53
3	50,12	114,00	110,84	221,15	97,23
Promedio ± Desviación estándar				208,91 ± 18,35 ^{a,b}	93,83 ± 3,80 ^{b,c}
pH 4,5, con AO					
1	49,90	122,30	118,00	236,47	96,48
2	48,20	126,00	125,20	259,75	99,37
3	48,47	121,00	118,72	244,94	98,12
Promedio ± Desviación estándar				247,05 ± 11,78 ^d	97,99 ± 1,44 ^{b,c}
pH 3,6, con AO					
1	49,47	110,00	110,10	222,56	100,09
2	51,36	131,00	128,00	249,22	97,71
3	52,20	118,00	136,00	260,54	115,25
Promedio ± Desviación estándar				244,11 ± 19,50 ^{cd}	104,35 ± 9,52 ^c

[0094] Los contenidos de grasa y humedad en los aros de cebolla fritos se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6 Contenido de grasa y humedad en los aros de cebolla fritos. Para cada grupo de tratamiento, se analizaron triplicados. AO = Antioxidante dosificado en la suspensión de proteína de guisante.

Descripción del tratamiento	Gordo (%)	Humedad (%)
Control (sin inmersión)		
1	23,30	37,4
2	18,79	44,1
3	25,97	34,4
Promedio ± Desviación estándar	22,69 ± 3,63 ^a	38,6 ± 5,0 ^a
pH 6,6		
1	15,41	44,4
2	16,87	38,9
3	19,51	44,5
Promedio ± Desviación estándar	17,26 ± 2,08 ^b	42,6 ± 3,2 ^{a,b}
pH 4,5		
1	17,42	47,9
2	19,69	43,8
3	15,84	44,5
Promedio ± Desviación estándar	17,65 ± 1,94 ^b	45,4 ± 2,2 ^b
pH de la proteína 3,6		
1	15,59	45,6
2	15,38	44,9
3	17,63	49,8
Promedio ± Desviación estándar	16,20 ± 1,24 ^b	46,8 ± 2,7 ^b
pH 6,6, con AO		
1	19,69	40,1
2	21,09	43,8
3	18,07	44,0
Promedio ± Desviación estándar	19,62 ± 1,51 ^{a,b}	42,6 ± 2,2 ^{a,b}
pH 4,5, con AO		
1	14,38	44,6
2	16,76	43,5
3	17,55	44,1

Promedio $\pm$ Desviación estándar	16,23 $\pm$ 1,65 ^b	44,1 $\pm$ 0,6 ^b
pH 3,6, con AO		
1	12,78	45,2
2	17,26	43,2
3	18,35	40,6
Promedio $\pm$ Desviación estándar	16,13 $\pm$ 2,95 ^b	43,0 $\pm$ 2,3 ^{a,b}

Tabla 7 Resumen de los resultados de los anillos de cebolla que comparan los controles con la proteína de guisante aplicada tópicamente a pH variable

Descripción del Producto	Reducción de grasa frente a controles (%)	Aumento de humedad versus controles (%)	Aumento del rendimiento ecológico frente a los controles	Aumento del rendimiento cocido frente a los controles
pH 6,6	23,93	10,36	14,57	8,35
pH 4,5	22,21	17,62	12,00	12,48
pH 3,6	28,60	21,24	20,04	16,39
pH 6,6 con AO	13,53	10,36	13,51	8,70
pH 4,5 con AO	28,47	14,25	34,24	13,52
pH 3,6 con AO	28,91	11,40	32,64	20,89

[0095] Todas las muestras rebozadas de proteína de guisante tenían un contenido de grasa reducido y un aumento de humedad en comparación con los controles.

[0096] Una ventaja del uso de proteína de guisante es el deseable aumento en el rendimiento de cocción; Teniendo esto en cuenta, los investigadores observaron que los productos acidificados (a pH 3,6 y 4,5) daban mejores resultados en esta categoría. Todos los productos bañados en proteína de guisante cumplieron con los criterios industriales percibidos para su adopción comercial (es decir, 20% menos de grasa, $\geq 5\%$ de rendimiento de cocción y sin impacto sensorial negativo), excepto la muestra de pH 6,6 con antioxidante. Se detectó una ligera firmeza, o una capa similar a una “cáscara”, en las muestras de pH 3,6, lo cual era menos deseable en comparación con la muestra de pH 4,5.

[0097] Además, las observaciones sensoriales demostraron que los aros de cebolla rebozados con proteína de guisante no tenían mal olor ni sabor; la textura también era jugosa y la firmeza correcta. Un participante en el panel sensorial observó que el atributo que se destacó fue la “no untuosidad” de los aros de cebolla cubiertos de guisantes. Otros participantes comentaron que los aros de cebolla tratados eran “los mejores que jamás

habían probado”. Las hojas de drenaje de papel también mostraron un drenaje de aceite sustancialmente reducido que se producía en el producto rebozado de guisantes. En general, el panel sensorial apuntó a un producto rebozado de guisantes que tenía un sabor y características muy similares a los de un control no tratado.

EJEMPLO 3

Materiales y métodos:

[0098] *Procedimiento para freír hongos.* Los ingredientes y materias primas utilizados en este estudio se enumeran en la Tabla 8. El rebozado (1 kg) se preparó combinando un 30% de mezcla de rebozado y un 70% de agua de manantial fría en un tazón para mezclar de acero inoxidable de 4 cuartos. La mezcla se mezcló hasta que estuvo homogénea usando una batidora de mano (Kitchen Aid). El polvo previo se preparó moliendo el empanizado en un procesador de alimentos (Cuisinart) durante 30 segundos hasta que pareciera un polvo fino. La salsa de proteína de guisante (Tabla 9) se preparó combinando un 4 % de proteína de guisante (50 % de contenido de proteína) con un 96 % de agua de manantial fría. La mezcla se mezcló hasta que estuvo homogénea usando una batidora de mano (Kitchen Aid). La concentración de proteína de guisante se seleccionó con base en estudios previos. Se añadió ácido cítrico en pequeñas cantidades hasta alcanzar el pH objetivo de 4,50 (pH real = 4,48). El pH se midió usando un medidor de pH portátil (Testo 206).

Tabla 8 Materias primas utilizadas en este estudio.

Material	N.º de RM o n.º de artículo	N.º. de Lote	Proveedor
Proteína de guisante 50%	RM02135	2101117406	Kemin Nutrisurance (Verona, MO)
Ácido cítrico	RM16450	N/A	Cargill (Minneapolis, MN)
Agua de manantial	N/A	N/A	Cristalino (Des Moines, IA)
Aceite de canola	N/A	051221-3627	Fareway (Ankeny, IA)
Mezcla de rebozado	B87874-1	N/A	Alimentos para recién casados (Horn Lake, MS)
Empanizado	A50092-1	N/A	Alimentos para recién casados (Horn Lake, MS)
Hongos blancos	N/A	N/A	Fareway (Ankeny, IA)

Tabla 9 Fórmula de solución de proteína de guisante acidificada.

Ingrediente	Cantidad (gramos)	Porcentaje (%)
Proteína de guisante	40,0	3,99
Ácido cítrico	2,30	0,25
Agua	960	95,78

[0099] Se vertieron tres kg de aceite de canola en dos freidoras digitales de 1800 W y 9 tazas (Presto ProFry #05462). Una freidora se dedicó a los hongos no tratados y la otra se utilizó sólo para los hongos bañados en proteínas. Los termostatos de la freidora estaban configurados para precalentarse a 350 °F (176,7 °C). Los hongos blancos se limpiaron con una toalla de papel húmeda para quitar la tierra y se quitaron los extremos de los muñones con un cuchillo para que quedaran al ras con las tapas de los hongos. Los hongos se clasificaron en 29 grupos de aproximadamente 80 g, que normalmente eran de 4 a 5 hongos. Un lote adicional pesaba solo 50 g porque no se sabía cuánto rebozado y empanizado se adherirían a los hongos y cumplirían con el objetivo de peso del producto terminado de 75-150 g. Este objetivo de peso del lote representaba la proporción óptima de alimentos fritos: aceite (1:20-1:40) necesaria para evitar una reducción excesiva en la temperatura del aceite al agregar el alimento.

[00100] Los hongos de control no tratados se prepararon mediante un proceso de 3 pasos: preespolvoreado, rebozado y empanizado. El peso de los hongos sin recubrir se registró como peso en verde. Luego, los hongos de ese lote se colocaron individualmente a mano en el recipiente de polvo previo. Se retiraron del prepolvo y se agitaron ligeramente para retirar el exceso. A continuación, se sumergieron en el recipiente de rebozado con una espumadera y se retiraron después de aproximadamente 1 segundo. Se agitaron ligeramente para quitar el exceso de rebozado. Luego, los hongos se colocaron encima del empanizado en el siguiente tazón, y el empanizado se vertió encima y se presionó ligeramente sobre los hongos para favorecer la adhesión. Se pesaron los hongos para registrar el peso empanizado. Luego se añadieron a la cesta de la freidora, que se sumergió en el aceite y se frió durante 3 minutos hasta que estuvieran dorados. Los hongos se voltearon

después de 1,5 minutos para que ambas superficies tuvieran un color uniforme. Se levantó la cesta de la freidora del aceite, se escurrieron los hongos durante unos 10 segundos y luego se pesaron para registrar el peso frito. Se transfirieron al papel secante marrón (papel kraft Uline de 24” #S3575). Una vez que dejaron de humear, se retiraron del papel secante y se transfirieron a una bandeja para hornear de acero inoxidable en el congelador. Los hongos tratados con inmersión en proteínas se prepararon mediante un proceso de 4 pasos que incluía los 3 pasos utilizados para el control sin tratar más la inmersión en proteínas como paso final antes de freír. Después de registrar el peso empanizado, los hongos se sumergieron en el recipiente con solución de inmersión de proteínas durante 1 segundo usando una espumadera. Los hongos sumergidos se pesaron para registrar el peso sumergido y luego se frieron de la misma manera que se describe para el control sin tratar.

[00101] *Cálculos de rendimiento.* El porcentaje de recogida de empanizado se calculó utilizando la Ecuación 3. El porcentaje de absorción de rebozado de proteína de guisante se calculó utilizando la Ecuación 4. El porcentaje de rendimiento en peso verde se calculó utilizando la Ecuación 5. El porcentaje de rendimiento de cocción para los hongos no tratados se calculó utilizando la Ecuación 6, y el porcentaje de rendimiento de cocción para los hongos rebozados de proteínas se calculó utilizando la Ecuación 7. Para cada métrica, la media y la desviación estándar de los 15 lotes se calcularon utilizando MS Excel. El aceite restante después de finalizar la fritura se restó de la cantidad inicial de aceite añadido para determinar la cantidad de aceite absorbido por la cantidad total de alimentos fritos. Esto se utilizó para determinar la cantidad promedio de aceite absorbido por peso del alimento frito. Sólo se realizó una réplica de este experimento.

$$\left(\frac{\text{peso empanizado} - \text{peso verde}}{\text{peso verde}} \right) \times 100 = \text{recogida de empanado (\%)}$$

Ecuación 3. Cálculo de recogida de empanado.

$$\left(\frac{\text{peso rebozado} - \text{peso empanizado}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{recogida de rebozado (\%)}$$

Ecuación 4. Cálculo de captación de rebozado proteico.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso verde}} \right) \times 100 = \text{rendimiento a verde (\%)}$$

Ecuación 5. Cálculo del rendimiento al peso en verde.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{rendimiento de cocción (\%)}$$

Ecuación 6. Cálculo del rendimiento de cocción de los hongos sin tratar.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso rebozado}} \right) \times 100 = \text{rendimiento de cocción (\%)}$$

Ecuación 7. Cálculo del rendimiento de cocción de los hongos bañados en proteínas.

[00102] *Análisis nutricional.* Se prepararon dos lotes compuestos (1-7 y 8-15) para los hongos no tratados y cubiertos de proteínas. Cada muestra compuesta se molió en un procesador de alimentos (Cuisinart) hasta que fuese homogénea y se analizó para análisis de grasa y humedad siguiendo métodos oficiales apropiados para productos fritos.

[00103] Las diversas mediciones que se registraron para los 15 lotes de hongos empanizados sin tratar y los 15 lotes de hongos empanizados bañados en proteínas se enumeran en las Tablas 10-11. El porcentaje medio general de recogida de empanizado para los hongos bañados en proteínas fue numéricamente mayor (29,29% ± 3,67%) que para los hongos no tratados (25,59% ± 3,78%). El porcentaje de rendimiento a verde de los hongos bañados en proteínas fue numéricamente mayor (120,58 % ± 6,19 %) que el de los no tratados (109,14 % ± 3,10 %), lo que representa una mejora del 10,48 %. El rendimiento de cocción de los hongos bañados en proteínas fue numéricamente menor que el de los hongos no tratados, pero esto tenía sentido porque el 96% del rebozado que recogieron los hongos era agua, por lo que se evaporó durante la fritura. Esta fue la razón por la que el porcentaje de rendimiento en verde es una mejor medida del rendimiento para este tipo de producto en lugar de basar el rendimiento en el peso del alimento

inmediatamente antes y después de freír.

Tabla 10 Métricas del experimento de control de fritura de hongos (sin salsa de proteína de guisantes). Peso verde era el peso de los hongos. Peso empanizado se registró después de que los hongos se recubrieran con polvo previo, rebozado y empanizado. El peso frito se registró después de retirar los hongos del aceite para freír.

Número de lote	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
1	51,54	62,29	20,86	56,52	109,66	90,74
2	89,68	107,53	19,90	95,69	106,70	88,99
3	83,01	97,87	17,90	88,18	106,23	90,10
4	84,4	107,72	27,63	93,5	110,78	86,80
5	82,84	104,38	26,00	87,05	105,08	83,40
6	81,61	105,07	28,75	91,72	112,39	87,29
7	85,92	105,79	23,13	94,04	109,45	88,89
8	85,22	107,83	26,53	92,61	108,67	85,89
9	85,24	108,87	27,72	93,71	109,94	86,08
10	81,67	104,92	28,47	86,33	105,71	82,28
11	85,22	108,83	27,70	96,8	113,59	88,95
12	80,05	99,24	23,97	84,04	104,98	84,68
13	75,92	99,72	31,35	84,51	111,31	84,75
14	83,07	107,14	28,98	95,48	114,94	89,12
15	79,71	99,64	25,00	85,85	107,70	86,16
Promedio	81,01	101,79	25,59	88,40	109,14	86,94
Desviación estándar	8,76	11,55	3,78	9,83	3,10	2,51

Tabla 11 Métricas del experimento de fritura de hongos rebozados de proteína de guisante. Peso verde era el peso de los hongos. Peso empanizado se registró después de que los hongos se recubrieran con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína de guisante. El peso frito se registró después de retirar los hongos del aceite para freír.

Número de lote	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
1	80,83	102,47	26,77	117,28	14,45	90,67	112,17	77,31
2	86,47	108,04	24,95	123,69	14,49	94,4	109,17	76,32
3	84,14	110,70	31,57	123,91	11,93	103,2	122,65	83,29
4	87,4	109,83	25,66	120,85	10,03	100,98	115,54	83,56
5	80,36	102,02	26,95	113,10	10,86	93,61	116,49	82,77
6	85,06	112,16	31,86	125,76	12,13	103,65	121,86	82,42
7	84,92	116,39	37,06	129,21	11,01	112,38	132,34	86,97
8	83,31	106,4	27,72	118,41	11,29	101,67	122,04	85,86
9	78,41	101,69	29,69	112,75	10,88	99,57	126,99	88,31
10	82,60	111,15	34,56	123,08	10,73	102,55	124,15	83,32
11	81,37	103,04	26,63	113,71	10,36	95,41	117,25	83,91

12	74,74	98,16	31,34	108,47	10,50	93,05	124,50	85,78
13	77,95	98,55	26,43	109,47	11,08	90,78	116,46	82,93
14	86,06	113,99	32,45	126,49	10,97	109,8	127,59	86,81
15	74,22	93,32	25,73	103,71	11,13	88,73	119,55	85,56
Promedio	81,86	105,86	29,29	117,99	11,46	98,70	120,58	83,67
Desviación estándar	4,11	6,60	3,67	7,55	1,33	7,06	6,19	3,30

[00104] El rebozado de proteína de guisante reduce el aceite absorbido durante la fritura. Esto se midió cuantitativamente (Tabla 12) y reveló un 21,9% menos de grasa en los hongos que se sumergieron en la solución de proteína de guisante antes de freírlos en comparación con los fritos sin el tratamiento de proteína. Estos hongos tratados también tenían un 5,77% más de humedad que los hongos no tratados. Con base en la cantidad de aceite restante después de freír, el tratamiento con proteína resultó en un 25% menos de aceite usado por unidad de peso de hongos usados, lo que fue un 33% menos de aceite usado en base al peso de los hongos fritos terminados (Tabla 13).

Tabla 12 Contenido medio de grasa y humedad de los hongos fritos y mejora con respecto a los hongos de control.

Descripción de la muestra	Gordo (%)	Humedad (%)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control	11.75 ± 0.98	67.60 ± 2.69	109.14 ± 3.10	86.94 ± 2.51
Proteína de guisante bañada	9.26 ± 1.48	71.50 ± 5.37	120.58 ± 2.69	83.67 ± 3.30
Mejora sobre el control	21,19 % menor	5,77% mayor	10,48% mayor	3,27% menor

Tabla 13 Uso de aceite según la cantidad de hongos y el producto terminado.

Descripción de la muestra	Gramos de aceite usado/gramos de peso verde	Gramos de aceite usado/gramos de fritura
Control	0,20	0,18
Proteína de guisante bañada	0,15	0,12
Uso de aceite de proteínas bañadas versus control	25% menos aceite	33% menos aceite

[00105] Según observaciones sensoriales, los hongos tratados con proteína de guisante tenían una apariencia de superficie más suave y una textura más firme que los hongos no tratados. Las pruebas sensoriales revelaron que los hongos rebozados tenían una textura más crujiente, menos residuos grasos durante la masticación y menos aceite en los dedos después de tocar los hongos. Además, el tamaño del residuo de aceite que quedaba en el papel secante para hongos sin tratar era considerablemente mayor (FIGS. 1-

2) que el de los hongos rebozados de proteínas (FIGS. 3-4).

[00106] En general, el tratamiento superficial con proteína de guisante acidificada redujo el contenido de grasa de los hongos empanizados en un 21% y aumentó el rendimiento al peso verde en un 10,5%. Quedaron menos residuos grasos en el papel secante y se mejoró la calidad sensorial según los comentarios de menor sensación grasosa en la boca y una textura más crujiente. El menor uso de aceite (33%) por peso de comida frita se traduce en menores costos de materia prima, lo que compensaría el costo del rebozado proteico.

[00107] En resumen, los hongos rebozados con proteína de guisante tenían menos grasa, mayor humedad y mayor porcentaje de rendimiento en verde en comparación con los hongos de control. El uso reducido de aceite compensaría al menos una parte del costo del producto, y las características sensoriales mejoradas mejorarían el atractivo para el consumidor. Las características de formación de película de la proteína de guisante podrían optimizarse en función de las necesidades del material frito, por lo que la solución para mojar podría estar más concentrada para alimentos como palitos de mozzarella que se benefician de una cáscara más dura, en comparación con las verduras rebozadas estilo tempura que deberían tener sólo una capa ligera y crujiente con poco aceite residual. El etiquetado de “proteína vegetal” es otro beneficio de este producto porque muchos alimentos fritos ya contienen proteínas vegetales.

EJEMPLO 4

Materiales y métodos:

[00108] Los ingredientes y materias primas utilizados en este estudio se enumeran en la Tabla 14. Los investigadores identificaron tres tipos de pan rallado de uso común que son de interés para estudios posteriores, incluido el pan rallado panko de estilo japonés (pan de trigo con levadura y sin corteza), el pan rallado simple (pan de trigo con levadura y levadura) y el pan rallado

gourmet (con levadura química, extruido). (FIG. 5). Cada tipo de empanizado se realizó como un experimento separado y cada uno se replicó dos veces. Se prepararon aceite para freír, rebozado y soluciones para mojar frescas para los 15 lotes de fritura realizados para cada tipo de empanizado. El rebozado (300 g) se preparó combinando un 30 % de mezcla de rebozado y un 70 % de agua de manantial fría en un recipiente para mezclar. La mezcla se mezcló hasta que estuvo homogénea usando una batidora de mano (Kitchen Aid). El polvo previo se preparó moliendo el tipo respectivo de empanizado en un procesador de alimentos (Cuisinart) durante 30 segundos hasta que pareció un polvo fino. Se prepararon tratamientos de inmersión previos a la fritura (200 g, Tabla 15) para evaluar la capacidad de bloqueo de grasa de varios niveles de Proteus.[®] V Dry (0%, 2%, 4% y 6%), que es una combinación de proteína de guisante y proteína de lenteja acidificada a pH 4,50. Se mezclaron Proteus V Dry y agua hasta que estuvieron homogéneos usando una batidora de inmersión.

Tabla 14 Ingredientes utilizados en este estudio.

Material	Nº. de Artículo	Nº. de Lote	Proveedor
Proteus V Dry	018246	20220201	Muestreo de tecnologías alimentarias de Kemin
Agua de manantial	N/A	N/A	Cristalino (Des Moines, IA)
Aceite de canola replicar 1	N/A	120621-7142	Fareway (Ankeny, IA)
Aceite de canola replicar 2	N/A	122721-8336	Fareway (Ankeny, IA)
Mezcla de rebozado previa a la inmersión Golden Dipt	103GD700121	N/A	Ingredientes de Kerry a través de webstaurantstore.com
Pan rallado natural Golden Dipt	104GD0048707	N/A	Ingredientes de Kerry a través de webstaurantstore.com
Pan rallado gourmet Golden Dipt	104GD4301707	N/A	Ingredientes de Kerry a través de webstaurantstore.com
Pan rallado tostado estilo japonés Panko	13705010	N/A	Kikkoman EE. UU a través de webstaurantstore.com
Chips de pepinillo para hamburguesa con eneldo Vlastic	N/A	N/A	Fareway (Ankeny, IA)

Tabla 15 Tratamientos de inmersión para cada tipo de empanado

Descripción
Control sin tratar: sin inmersión. Tres lotes para rodaje, tres lotes para experimento.
2% Proteus V Dry – tres lotes
4% Proteus V Dry – tres lotes
6% Proteus V Dry – tres lotes

[00109] Se vertió aceite de canola (2500 g) en una freidora digital de

1800 W y 9 tazas (Presto ProFry #05462). El termostato estaba configurado para precalentarse a 375 °F (190,5 °C). Se escurrieron chips de hamburguesa con eneldo en frasco usando un colador de alambre y se secaron entre capas de toallas de papel para eliminar el exceso de humedad de la superficie. Los encurtidos se dividieron en 15 lotes con un peso objetivo de aproximadamente 30-40 g. Según estudios anteriores, este objetivo de peso del lote representaba la proporción óptima de alimentos fritos y aceite (1:20-1:40) para evitar una reducción excesiva en la temperatura del aceite al agregar los alimentos. El peso de los encurtidos sin recubrir se registró como peso en verde. Se almacenaron tres lotes de encurtidos a temperatura ambiente mientras se rebozaban, empanizaban y freían, y los lotes restantes se cubrieron con film transparente y se refrigeraron hasta que llegó el momento de cubrirlos y freírlos. Para el primer paso del proceso de rebozado, los pepinillos de cada lote se colocaron en el recipiente con polvo previo y se arrojaron. Se retiraron del prepolvo y se agitaron ligeramente para retirar el exceso. Luego se sumergieron los pepinillos espolvoreados en el recipiente de rebozado y se sumergieron por completo. A continuación, el producto rebozado se colocó en un recipiente con pan rallado y se agitó vigorosamente para asegurar una cobertura total. Los pepinillos se agitaron suavemente para eliminar el exceso de pan rallado. Seis lotes de pepinillos empanizados no se sumergieron en el baño de proteínas antes de freírlos, pero los nueve lotes restantes se sumergieron en las respectivas soluciones proteicas inmediatamente antes de freírlos. Los pepinillos se sumergieron en el recipiente con solución de inmersión de proteínas durante 1 segundo usando una espumadera y luego se pesaron para registrar el peso sumergido.

[00110] Se frieron tres lotes de encurtidos empanizados pero sin bañar para acondicionar el aceite y confirmar el tiempo de fritura. Estos lotes se descartaron después de freír. Los pepinillos se añadieron a la cesta de la freidora, que se sumergió en el aceite y se frió durante 1,5 minutos hasta que

estuvieron dorados. Se levantó la cesta de la freidora del aceite, se escurrieron los pepinillos durante unos 10 segundos y luego se pesaron para registrar el peso frito. Se colocaron inmediatamente dos encurtidos de cada lote en una bolsa de polietileno estéril con un cierre de alambre plegable (Fisher Scientific #14-955-176). La bolsa se cerró y se colocó sobre una bandeja para hornear de aluminio en el congelador. Los pepinillos restantes se extendieron sobre papel secante marrón (papel kraft Uline de 24" #S3575) donde permanecieron hasta que estuvieron fríos al tacto.

[00111] *Cálculos de rendimiento.* El porcentaje de recogida de empanizado se calculó utilizando la Ecuación 8. El porcentaje de absorción del rebozado Proteus V Dry se calculó utilizando la Ecuación 9. El porcentaje real de Proteus V Dry entregado a los encurtidos se calculó utilizando la Ecuación 10. El porcentaje de rendimiento en peso verde se calculó utilizando la Ecuación 11. El porcentaje de rendimiento de cocción para los encurtidos no tratados se calculó usando la Ecuación 12, y el porcentaje de rendimiento de cocción para los encurtidos rebozados de proteína se calculó usando la Ecuación 13. Para cada tipo de empanizado, se realizaron dos réplicas, con tres semanas de diferencia.

$$\left(\frac{\text{peso empanizado} - \text{peso verde}}{\text{peso verde}} \right) \times 100 = \text{recogida de empanado (\%)}$$

Ecuación 8. Cálculo de recogida de empanado.

$$\left(\frac{\text{peso rebozado} - \text{peso empanizado}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{recogida de rebozado (\%)}$$

Ecuación 9. Cálculo de captación de rebozado proteico.

Recogida de rebozado Proteus V Dry (%) × Concentración de Proteus V Dry (%) en solución de inmersión = Proteus V Dry (%) entregado a los encurtidos

Ecuación 10. Proteus V Dry real entregado a los encurtidos.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso verde}} \right) \times 100 = \text{rendimiento a verde (\%)}$$

Ecuación 11. Cálculo del rendimiento al peso en verde.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{rendimiento de cocción (\%)}$$

Ecuación 12. Cálculo del rendimiento de cocción de los encurtidos sin tratar.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso rebozado}} \right) \times 100 = \text{rendimiento de cocción (\%)}$$

Ecuación 13. Cálculo del rendimiento de cocción de los encurtidos bañados en proteínas.

[00112] *Análisis nutricional.* Los dos encurtidos congelados de cada lote de tratamiento se molieron en un molinillo de café hasta que quedaron homogéneos. El contenido de humedad de cada lote se analizó utilizando el analizador de sólidos y humedad por microondas + infrarrojo CEM Smart 6, y luego la muestra se transfirió al analizador de grasas Oracle Rapid NMR (CEM Corporation, Matthews, NC) para medir el contenido de grasa.

[00113] *Análisis estadístico.* Dentro de cada tipo de empanizado, los valores de grasa, humedad y rendimiento de cocción se sometieron a un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) basado en el tratamiento utilizando Paquete de software Centurión 18 STATGRAPHICS^{®6}. Cuando el ANOVA fue significativo ($p < 0,05$), las diferencias entre los tratamientos se evaluaron utilizando las diferencias menos significativas de Fisher.

[00114] *Resultados y Análisis.* Los resultados se resumen en las Tablas 16-24.

Tabla 16 Métricas de la primera réplica del estudio de respuesta a la dosis de panko Breadcrumbs. Peso verde era el peso de los pepinillos. Peso empanizado se registró después de que los encurtidos se recubrieron con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar los pepinillos empanizados del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	41,21	77,81	88,81			68,92	167,24	88,57
Sin tratar	33,60	62,11	84,85			51,54	153,39	82,98
Sin tratar	34,32	65,17	89,89			56,29	164,02	86,37
2%	29,54	56,15	90,08	64,92	15,62	47,63	161,24	73,37
2%	29,79	60,00	101,41	69,68	16,13	52,41	175,93	75,22
2%	31,28	62,43	99,58	71,13	13,94	51,85	165,76	72,89

4%	33,38	63,41	89,96	74,28	17,14	56,75	170,01	76,40
4%	31,51	57,96	83,94	65,79	13,51	49,07	155,73	74,59
4%	29,70	53,56	80,34	62,00	15,76	47,31	159,29	76,31
6%	30,86	64,56	109,20	77,48	20,01	58,68	190,15	75,74
6%	31,13	64,41	106,91	75,87	17,79	58,79	188,85	77,49
6%	30,66	61,24	99,74	72,58	18,52	56,25	183,46	77,50

Tabla 17 Métricas de la segunda réplica del estudio de respuesta a la dosis de panko Breadcrumb. Peso verde era el peso de los pepinillos. Peso empanizado se registró después de que los encurtidos se recubrieron con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar los pepinillos empanizados del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	31,51	53,94	71,18			43,85	139,16	81,29
Sin tratar	30,54	52,5	71,91			43,16	141,32	82,21
Sin tratar	32,41	53,51	65,10			42,84	132,18	80,06
2%	31,51	55,53	76,23	64,37	15,92	44,80	142,18	69,60
2%	30,45	53,69	76,32	61,92	15,33	43,77	143,74	70,69
2%	31,63	54,54	72,43	62,75	15,05	45,30	143,22	72,19
4%	31,79	57,71	81,54	67,49	16,95	49,24	154,89	72,96
4%	31,21	54,18	73,60	65,22	20,38	46,50	148,99	71,30
4%	29,72	52,32	76,04	62,90	20,22	46,64	156,93	74,15
6%	30,13	53,18	76,50	62,57	17,66	45,36	150,55	72,49
6%	30,93	52,98	71,29	62,59	18,14	45,14	145,94	72,12
6%	32,10	54,72	70,47	65,23	19,21	50,72	158,01	77,76

[00115] El rendimiento de cocción (Tabla 18) para los pepinillos bañados fue menor ($p < 0,05$) que los encurtidos sin tratar, pero esto probablemente se debió a que entre el 94 % y el 98 % de la capa de inmersión absorbida por los encurtidos era agua, por lo que se evaporaba durante la fritura. No hubo diferencias significativas ($p = 0.7357$) en los valores de rendimiento a verde para cualquiera de los tratamientos. Los encurtidos rebozados tenían una textura más crujiente, menos residuos grasos durante la masticación y menos aceite en los dedos después de tocar el producto. Además, el tamaño de las manchas de residuos de aceite en la zona del papel secante de los pepinillos no tratados era considerablemente mayor (Figuras 6 y 7) que el de los pepinillos revestidos.

Tabla 18 Valores medios de los datos de rendimiento ($n=2$) para encurtidos

fritos rebozados con pan rallado panko.

Descripción de la muestra	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control	149,55	83,58 ^b
2% Proteus V Dry	155,35	72,33 ^a
4% Proteus V Dry	157,64	74,28 ^a
6% Proteus V Dry	169,49	75,52 ^a

[00116] Dentro de cada columna, las medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

[00117] El contenido de grasa también se midió cuantitativamente (FIGS. 8-9) y reveló entre un 27 y un 34% menos de grasa ($p < 0,05$) en los encurtidos sumergidos que en los no tratados, pero no hubo diferencia ($p = 0.4952$) en el porcentaje de reducción de grasa entre los tratamientos de Proteus V Dry. Los encurtidos tratados también tuvieron entre un 28% y un 43% más ($p < 0,05$) humedad que los encurtidos no tratados (Figs. 10-11), pero no hubo diferencia ($p = 0.3665$) en el porcentaje de aumento del contenido de humedad entre los tratamientos de Proteus V Dry.

Tabla 19 Métricas de la primera réplica del estudio de respuesta a la dosis de pan rallado gourmet. Peso verde era el peso de los pepinillos. Peso empanizado se registró después de que los encurtidos se recubrieron con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar los pepinillos empanizados del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	31,88	55,64	74,53			48,74	152,89	87,60
Sin tratar	31,83	54,11	70,00			45,80	143,89	84,64
Sin tratar	30,03	51,13	70,26			46,73	155,61	91,39
2%	30,39	52,01	71,14	60,35	16,04	51,12	168,21	84,71
2%	30,22	51,33	69,85	59,31	15,55	50,54	167,24	85,21
2%	32,39	50,45	55,76	56,71	12,41	46,56	143,75	82,10
4%	30,88	53,66	73,77	62,85	17,13	53,77	174,13	85,55
4%	29,95	49,17	64,17	56,89	15,70	48,26	161,14	84,83
4%	31,45	49,52	57,46	56,69	14,48	48,58	154,47	85,69
6%	33,13	55,09	66,28	63,92	16,03	54,62	164,87	85,45
6%	33,78	52,38	55,06	59,42	13,44	52,49	155,39	88,34
6%	34,13	53,05	55,44	60,22	13,52	52,91	155,02	87,86

Tabla 20 Métricas de la segunda réplica del estudio de respuesta a la dosis de

ruta de navegación gourmet. Peso verde era el peso de los pepinillos. Peso empanizado se registró después de que los encurtidos se recubrieron con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar los pepinillos empanizados del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	31,63	54,15	71,20			47,79	151,09	88,25
Sin tratar	30,15	54,61	81,13			48,24	160,00	88,34
Sin tratar	32,61	58,87	80,53			51,14	156,82	86,87
2%	30,51	56,86	86,37	64,75	13,88	56,68	185,78	87,54
2%	32,90	54,65	66,11	61,06	11,73	53,59	162,89	87,77
2%	32,56	56,85	74,60	64,60	13,63	56,24	172,73	87,06
4%	32,78	58,92	79,74	67,69	14,88	57,18	174,44	84,47
4%	32,11	54,45	69,57	62,16	14,16	53,37	166,21	85,86
4%	31,29	51,90	65,87	58,64	12,99	48,87	156,18	83,34
6%	33,34	58,25	74,72	66,88	14,82	55,56	166,65	83,07
6%	31,53	56,65	79,67	65,21	15,11	56,31	178,59	86,35
6%	32,32	59,24	83,29	68,72	16,00	59,45	183,94	86,51

[00118] Para el pan rallado gourmet, no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos para el rendimiento de cocción ($pag=0.3464$) o ceder al verde ($pag=0,4067$) (Tabla 21). Los encurtidos rebozados eran más crujientes y menos grasosos que los encurtidos sin tratar. Además, el tamaño de las manchas de residuos de aceite en la zona del papel secante de los pepinillos no tratados era considerablemente mayor (Figuras 12 y 13) que el de los pepinillos revestidos.

Tabla 21 Valores medios de los datos de rendimiento ($n=2$) para encurtidos fritos rebozados con pan rallado gourmet.

Descripción de la muestra	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control	153,38	87,85
2% Proteus V Dry	166,77	85,73
4% Proteus V Dry	164,43	84,96
6% Proteus V Dry	167,41	86,26

[00119] El contenido de grasa también se midió cuantitativamente (FIGS. 14-15) y reveló entre un 19 y un 32% menos de grasa ($pag<0,05$) en los encurtidos sumergidos que en los encurtidos no tratados. El Proteus V Dry al 6% logró un mayor ($pag<0.05$) porcentaje de reducción de grasa que el

tratamiento Proteus V Dry al 2%, pero ninguno fue diferente al tratamiento Proteus V Dry al 4%. No hubo diferencia ($p=0,2190$) entre el contenido de humedad (FIGS. 16-17) de los encurtidos tratados o no tratados, por lo que, naturalmente, tampoco hubo diferencias ($p=0.6478$) en el porcentaje de aumento del contenido de humedad entre los tratamientos de Proteus V Dry.

Tabla 22 Métricas de la primera réplica del estudio de dosis-respuesta de ruta de navegación simple. Peso verde era el peso de los pepinillos. Peso empanizado se registró después de que los encurtidos se recubrieron con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar los pepinillos empanizados del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	30,27	47,92	58,31			42,09	139,05	87,83
Sin tratar	31,64	52,67	66,47			47,21	149,21	89,63
Sin tratar	30,96	53,85	73,93			47,08	152,07	87,43
2%	30,96	48,13	55,46	54,45	13,13	47,45	153,26	87,14
2%	31,18	50,44	61,77	57,35	13,70	49,49	158,72	86,29
2%	30,26	47,75	57,80	52,96	10,91	46,51	153,70	87,82
4%	31,17	50,99	63,59	57,88	13,51	50,51	162,05	87,27
4%	30,09	49,42	64,24	56,12	13,56	48,29	160,49	86,05
4%	31,06	50,86	63,75	57,03	12,13	49,56	159,56	86,90
6%	32,36	55,78	72,37	63,09	13,11	53,85	166,41	85,35
6%	32,22	57,98	79,95	66,17	14,13	59,31	184,08	89,63
6%	31,87	53,59	68,15	60,36	12,63	52,90	165,99	87,64

Tabla 23 Métricas de la segunda réplica del estudio de dosis-respuesta de ruta de navegación simple. Peso verde era el peso de los pepinillos. Peso empanizado se registró después de que los encurtidos se recubrieron con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar los pepinillos empanizados del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	31,29	52,57	68,01			46,53	148,71	88,51
Sin tratar	31,80	51,05	60,53			46,23	145,38	90,56
Sin tratar	31,40	54,65	74,04			49,69	158,25	90,92
2%	31,50	52,92	68,00	59,98	13,34	51,77	164,35	86,31
2%	32,43	53,40	64,66	60,32	12,96	54,30	167,44	90,02
2%	30,85	50,60	64,02	57,53	13,70	49,33	159,90	85,75

4%	30,79	54,96	78,50	62,72	14,12	52,85	171,65	84,26
4%	31,03	53,20	71,45	60,59	13,89	51,77	166,84	85,44
4%	32,57	53,19	63,31	60,40	13,56	52,15	160,12	86,34
6%	32,28	52,62	63,01	60,80	15,55	50,27	155,73	82,68
6%	32,06	51,06	59,26	58,59	14,75	51,94	162,01	88,65
6%	31,94	55,68	74,33	64,25	15,39	53,81	168,47	83,75

[00120] Para el pan rallado simple, no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos para el rendimiento de cocción ($p_{ag}=0.1692$), pero hubo una tendencia ($p_{ag}=0,0902$) hacia la significación estadística para el rendimiento a resultados verdes que muestran un mayor rendimiento para los tratamientos Proteus V Dry al 4% y al 6% en comparación con el control sin tratar (Tabla 24). Los encurtidos rebozados tenían una textura más crujiente, menos residuos grasos durante la masticación y menos aceite en los dedos después de tocar el producto. Además, el tamaño de las manchas de aceite que quedaban en los pepinillos no tratados del papel secante era considerablemente mayor que el de los pepinillos revestidos (FIGS. 18-19).

Tabla 24 Valores medios de los datos de rendimiento ($n=2$) para encurtidos fritos rebozados con pan rallado.

Descripción de la muestra	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control	148,78 ^a	89,15
2% Proteus V Dry	159,56 ^{ab}	87,22
4% Proteus V Dry	163,45 ^b	86,04
6% Proteus V Dry	167,11 ^b	86,28

[00121] Dentro de cada columna, las medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p_{ag}<0,10$).

[00122] El contenido de grasa también se midió cuantitativamente (FIGS. 20-21) y reveló la tendencia casi significativa de 22-27% menos de grasa ($p_{ag}=0.0801$) en los encurtidos sumergidos que en los no tratados, pero no hubo diferencia ($p_{ag}=0,9344$) en el porcentaje de reducción de grasa entre los tratamientos de Proteus V Dry. Los encurtidos tratados también tuvieron un 20-26% más ($p_{ag}<0.05$) humedad que los encurtidos sin tratar (FIGS 22-23), pero no hubo diferencia ($p_{ag}=0.8443$) en el porcentaje de aumento del contenido de humedad entre los tratamientos de Proteus V Dry. Para cada tipo

de pan rallado, los encurtidos fritos rebozados con microbarrera dejaron menos residuos grasos en el papel secante y tenían una textura más crujiente y una sensación en boca menos grasosa. Además, los chips de pepinillos rebozados tenían menos grasa y mayor humedad que los pepinillos empanizados sin recubrir. La capacidad de bloqueo de grasa fue consistente en todas las tasas de aplicación, con la tasa de aplicación ideal entre aproximadamente 0,2 y aproximadamente 0,7 % de Proteus V Dry entregado al producto empanizado. La versatilidad de este producto para funcionar bien con los tres tipos de pan rallado fue sorprendente y muestra muchas ventajas, incluida la facilidad de uso y la eficiencia potencial, ya que los procesadores de alimentos reducirán el uso de aceite para freír y sus gastos asociados debido a la menor absorción de aceite. Dado que el precio del aceite para freír ha superado la tasa de inflación de los precios de los alimentos, reducir el uso de aceite durante la fritura es un beneficio bienvenido para los procesadores de alimentos que continúan enfrentando presiones en la cadena de suministro y en los precios.

EJEMPLO 5

Materiales y métodos:

[00123] Los ingredientes y materias primas utilizados en este estudio se enumeran en la Tabla 25. Un cliente objetivo identificó tres tipos de pan rallado de uso común entre los disponibles en el proveedor de suministros para servicios de alimentos webstaurantstore.com. Nuestra intención era que estos tres tipos de rutas de navegación se pareciera mucho a las rutas de navegación patentadas utilizadas por los clientes objetivo. El cliente eligió pan rallado panko de estilo japonés (pan de trigo con levadura y sin corteza), pan rallado simple (pan de trigo con levadura y levadura) y pan rallado gourmet (con levadura química, extruido). Cada tipo de empanizado se realizó como un experimento separado y cada uno se replicó dos veces. Se prepararon aceite para freír, rebozado y soluciones para mojar frescas para los

15 lotes de fritura realizados para cada tipo de empanizado. El rebozado (300 g) se preparó combinando un 30 % de mezcla de rebozado y un 70 % de agua de manantial fría en un recipiente para mezclar. La mezcla se mezcló hasta que estuvo homogénea usando una batidora de mano (Kitchen Aid). El polvo previo se preparó moliendo el tipo respectivo de empanizado en un procesador de alimentos (Cuisinart) durante 30 segundos hasta que pareció un polvo fino. Se prepararon tratamientos de inmersión previos a la fritura (200 g, Tabla 26) para evaluar la capacidad de bloqueo de grasa de varios niveles de Proteus.[®] V Dry (0, 2%, 4% y 6%), que es una combinación de proteína de guisante y proteína de lenteja acidificada a pH 4,50. Se mezclaron Proteus V Dry y agua hasta que estuvieron homogéneos usando una batidora de inmersión.

Tabla 25 Ingredientes utilizados en este estudio.

Material	Nº. de Artículo	Nº. de Lote	Proveedor
Proteus V Dry	018246	20220201	Muestreo de tecnologías alimentarias de Kemin
Agua de manantial	N/A	N/A	Cristalino (Des Moines, IA)
Aceite de canola replicar 1	N/A	122721-8336	Fareway (Ankeny, IA)
Aceite de canola replicar 2	N/A	011422-9468	Fareway (Ankeny, IA)
Mezcla de rebozado previa a la inmersión Golden Dipt	103GD700121	N/A	Ingredientes de Kerry a través de webstaurantstore.com
Pan rallado natural Golden Dipt	104GD0048707	N/A	Ingredientes de Kerry a través de webstaurantstore.com
Pan rallado gourmet Golden Dipt	104GD4301707	N/A	Ingredientes de Kerry a través de webstaurantstore.com
Pan rallado tostado estilo Panko japonés	13705010	N/A	Kikkoman EE. UU a través de webstaurantstore.com
Tiras de pollo Just Bare replica 1	N/A	N/A	Hy Vee (Ankeny, Iowa)
Tiras de pollo marca HyVee réplica 2	N/A	N/A	Hy Vee (Ankeny, Iowa)

Tabla 26 Tratamientos de inmersión para cada tipo de empanado

Descripción
Control sin tratar: sin inmersión. Tres lotes para rodaje, tres lotes para experimento.
2% Proteus V Dry – tres lotes
4% Proteus V Dry – tres lotes
6% Proteus V Dry – tres lotes

[00124] Se vertió aceite de canola (2500 g) en una freidora digital de 1800 W y 9 tazas (Presto ProFry #05462). El termostato estaba configurado para precalentarse a 375°F (190,5°C). Las tiras de pollo envasadas se cortaron

cada uno en cuatro porciones y los trozos se clasificaron en grupos de cuatro que pesaban entre 50 y 60 g. Este objetivo de peso del lote representaba la proporción óptima de alimento frito: aceite (1:20-1:40) necesaria para evitar una reducción excesiva en la temperatura del aceite al agregar el alimento. El peso del pollo sin recubrir se registró como peso verde. Se almacenaron tres lotes de pollo a temperatura ambiente mientras se rebozaban, empanizaban y freían, y los lotes restantes se cubrieron con film transparente y se refrigeraron hasta que llegó el momento de cubrirlos y freírlos. Para el primer paso del proceso de rebozado, el pollo de cada lote se colocó en el recipiente con polvo previo y se agitó. Las piezas se retiraron del prepulvo y se agitaron ligeramente para eliminar el exceso. Luego se sumergió el pollo espolvoreado en el tazón de rebozado y se sumergió por completo. A continuación, el producto rebozado se colocó en un recipiente con pan rallado y se agitó vigorosamente para asegurar una cobertura total. El pollo se agitó suavemente para eliminar el exceso de pan rallado. Seis lotes de pollo empanizado no se sumergieron en el baño de proteínas antes de freírlos, pero los nueve lotes restantes se sumergieron en las respectivas soluciones proteicas inmediatamente antes de freírlos. Se sumergió el pollo en el recipiente con solución de inmersión de proteínas durante 1 segundo con una espumadera y luego se pesó para registrar el peso sumergido.

[00125] Se frieron tres tandas de pollo empanizado pero sin mojar para acondicionar el aceite y confirmar el tiempo de fritura. Estos lotes se descartaron después de freír. Se añadió el pollo a la cesta de la freidora, que se sumergió en el aceite y se frió durante 1,5 minutos hasta que se dore. Se levantó la cesta de la freidora del aceite, se escurrieron las tiras durante unos 10 segundos y luego se pesaron para registrar el peso frito. Una tira de pollo de cada lote se colocó inmediatamente en una bolsa de polietileno estéril con un cierre de alambre plegable (Fisher Scientific #14-955-176). La bolsa se cerró y se colocó sobre una bandeja para hornear de aluminio en el

congelador. Las tiras restantes se extendieron sobre papel secante marrón (papel kraft Uline de 24" #S3575) donde permanecieron hasta que estuvieron fríos al tacto.

[00126] *Cálculos de rendimiento.* El porcentaje de recogida de empanizado se calculó utilizando la Ecuación 14. El porcentaje de absorción del rebozado Proteus V Dry se calculó utilizando la Ecuación 15. Se utilizó la ecuación 16 para calcular la cantidad real de Proteus V Dry entregada a cada lote de pollo. El porcentaje de rendimiento en peso verde se calculó utilizando la Ecuación 17. El porcentaje de rendimiento de cocción para el pollo no tratado se calculó usando la Ecuación 18, y el porcentaje de rendimiento de cocción para el pollo rebozado de proteína se calculó usando la Ecuación 19. Para cada tipo de empanizado, se realizaron dos réplicas, con cinco semanas de diferencia.

$$\left(\frac{\text{peso empanizado} - \text{peso verde}}{\text{peso verde}} \right) \times 100 = \text{recogida de empanado (\%)}$$

Ecuación 14. Cálculo de recogida de empanado.

$$\left(\frac{\text{peso rebozado} - \text{peso empanizado}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{recogida de rebozado (\%)}$$

Ecuación 15. Cálculo de captación de rebozado Proteus V Dry.

$$\frac{\text{Proteus V Dry coating pickup (\%)} \times \text{Proteus V Dry concentration (\% in dipping solution)}}{\text{entregado al pollo}} = \text{Proteus V Dry (\%)}$$

Ecuación 16. Proteus V Dry real (%) entregado al pollo.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso verde}} \right) \times 100 = \text{rendimiento a verde (\%)}$$

Ecuación 17. Cálculo del rendimiento al peso en verde.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{rendimiento de cocción (\%)}$$

Ecuación 18. Cálculo del rendimiento de cocción del pollo sin tratar.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso rebozado}} \right) \times 100 = \text{rendimiento de cocción (\%)}$$

Ecuación 19. Cálculo del rendimiento de cocción del pollo bañado en proteínas.

[00127] *Análisis nutricional.* Las tiras de pollo congeladas de cada lote de tratamiento se descongelaron parcialmente, se cortaron en cubos con un cuchillo y se molieron en un molinillo de café hasta que estuvieron homogéneos. El contenido de humedad de cada muestra se analizó utilizando el analizador de sólidos y humedad por microondas + infrarrojo CEM Smart 6, y luego la muestra se transfirió al analizador de grasas Oracle Rapid NMR (CEM Corporation, Matthews, NC) para medir el contenido de grasa.

[00128] *Análisis estadístico.* Dentro de cada tipo de empanizado, los valores de grasa, humedad y rendimiento de cocción se sometieron a un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) basado en el tratamiento utilizando STATGRAPHICS.[®] Paquete de software Centurión 18. Cuando el ANOVA fue significativo ($p < 0,05$), las diferencias entre los tratamientos se evaluaron utilizando las diferencias menos significativas de Fisher.

[00129] *Resultados y análisis.* Los resultados se resumen en las Tablas 27-35.

Tabla 27 Métricas de la primera réplica del estudio de respuesta a la dosis de panko Breadcrumbs. Peso verde era el peso del pollo. Peso empanizado se registró después de que el pollo se cubriera con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar el pollo empanizado del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	58,46	79,98	36,81			73,94	126,48	92,45
Sin tratar	59,11	78,83	33,36			70,68	119,57	89,66
Sin tratar	60,72	83,09	36,84			75,28	123,98	90,60
2%	67,64	90,20	33,35	100,69	11,63	84,89	125,50	84,31
2%	65,94	85,88	30,24	94,90	10,50	80,06	121,41	84,36
2%	68,12	93,45	37,18	104,37	11,69	86,59	127,11	82,96
4%	70,08	93,26	33,08	105,20	12,80	90,74	129,48	86,25
4%	72,91	99,84	36,94	112,53	12,71	98,40	134,96	87,44
4%	75,11	102,52	36,49	114,08	11,28	99,63	132,65	87,33
6%	66,76	95,45	42,97	108,49	13,66	92,64	138,77	85,39
6%	63,20	92,66	46,61	104,28	12,54	91,36	144,56	87,61
6%	70,36	102,70	45,96	115,41	12,38	100,66	143,06	87,22

Tabla 28 Métricas de la segunda réplica del estudio de respuesta a la dosis de panko Breadcrumbs. Peso verde era el peso del pollo. Peso empanizado se registró después de que el pollo se cubriera con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar el pollo empanizado del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	58,66	81,7	39,28			75,1	128,03	91,92
Sin tratar	59,28	80,85	36,39			74,58	125,81	92,24
Sin tratar	57,86	78,45	35,59			71,81	124,11	91,54
2%	61,05	83,98	37,56	96,50	14,91	81,95	134,23	84,92
2%	61,64	84,30	36,76	96,87	14,91	78,31	127,04	80,84
2%	61,06	91,60	50,02	104,93	14,55	88,05	144,20	83,91
4%	62,09	84,59	36,24	96,36	13,91	80,52	129,68	83,56
4%	58,62	82,09	40,04	94,62	15,26	80,58	137,46	85,16
4%	59,37	83,63	40,86	95,71	14,44	81,93	138,00	85,60
6%	58,58	79,87	36,34	91,80	14,94	78,71	134,36	85,74
6%	63,70	89,77	40,93	103,11	14,86	87,25	136,97	84,62
6%	60,80	85,18	40,10	99,80	17,16	85,24	140,20	85,41

[00130] El rendimiento de cocción (Tabla 29) para el pollo bañado fue menor ($p < 0,05$) que el pollo no tratado, pero esto probablemente se debió a que el 96% de la capa de inmersión absorbida por el pollo era agua, por lo que se evaporó durante la fritura. Para los valores de rendimiento a verde, los tratamientos fueron numéricamente más altos que el control, lo que equivale a tendencias que se acercaron a los niveles convencionales de significancia ($p = 0,0964$). El pollo rebozado tenía una textura más crujiente, menos residuos grasos durante la masticación y menos aceite en los dedos después de tocar el producto. Además, el tamaño de las manchas de residuos de aceite en el área del pollo no tratado del papel secante era notablemente mayor (FIG. 24-25) que el del pollo rebozado. El tratamiento Proteus V tuvo un impacto mínimo e inconsistente en la adhesión del empanizado (FIG. 26). Para algunos de los lotes dentro de algunos niveles de tratamiento, había un espacio visible entre la capa de empanizado y el pollo después de que se cortó transversalmente con un cuchillo de cocina, pero la cáscara de empanizado no

se cayó durante la manipulación.

Tabla 29 Valores medios de los datos de rendimiento (n=2) para pollo frito rebozado con pan rallado panko.

Descripción de la muestra	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control	124,66 ^x	91,40 ^b
2% Proteus V Dry	129,92 ^{xy}	83,56 ^a
4% Proteus V Dry	133,71 ^{xy}	85,90 ^a
6% Proteus V Dry	139,66 ^y	86,00 ^a

^{x, y}Dentro de cada columna, las medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

^{a,b}Dentro de cada columna, las medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

[00131] El contenido de grasa también se midió cuantitativamente (FIGS 27-28) y reveló entre un 22 y un 34 % menos de grasa ($p = 0.0609$) en el pollo bañado que en el pollo sin tratar, pero no hubo diferencia ($p = 0,5715$) en el porcentaje de reducción de grasa en los tratamientos de Proteus V Dry. El pollo tratado también tuvo un 9-15% numéricamente más alto ($p = 0.1993$) humedad que el pollo no tratado (FIGS 29-30), pero no hubo diferencia ($p = 0.6732$) en el porcentaje de aumento del contenido de humedad entre los tratamientos de Proteus V Dry.

Tabla 30 Métricas de la primera réplica del estudio de respuesta a la dosis de pan rallado gourmet. Peso verde era el peso del pollo. Peso empanizado se registró después de que el pollo se cubriera con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar el pollo empanizado del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	71,12	94,09	32,30			86,69	121,89	92,14
Sin tratar	68,57	89,75	30,89			85,99	125,40	95,81
Sin tratar	62,07	82,58	33,04			79,00	127,28	95,66
2%	67,69	96,06	41,91	105,29	9,61	97,94	144,69	93,02
2%	70,00	96,54	37,91	104,27	8,01	91,74	131,06	87,98
2%	66,89	94,59	41,41	103,13	9,03	95,87	143,32	92,96
4%	66,90	92,83	38,76	103,00	10,96	94,87	141,81	92,11
4%	74,95	104,08	38,87	113,44	8,99	106,01	141,44	93,45
4%	60,34	87,42	44,88	95,40	9,13	87,38	144,81	91,59
6%	70,88	96,11	35,60	106,19	10,49	99,56	140,46	93,76
6%	69,89	97,22	39,10	106,93	9,99	98,81	141,38	92,41
6%	64,09	92,53	44,38	102,79	11,09	95,57	149,12	92,98

Tabla 31 Métricas de la segunda réplica del estudio de respuesta a la dosis de ruta de navegación gourmet. Peso verde era el peso del pollo. Peso empanizado se registró después de que el pollo se cubriera con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar el pollo empanizado del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	67,51	89,35	32,35			83,40	123,54	93,34
Sin tratar	63,23	83,90	32,69			79,27	125,37	94,48
Sin tratar	65,02	87,73	34,93			83,44	128,33	95,11
2%	61,94	83,44	34,71	91,63	9,82	84,11	135,79	91,79
2%	63,54	85,07	33,88	92,60	8,85	85,83	135,08	92,69
2%	65,73	88,64	34,85	96,36	8,71	89,01	135,42	92,37
4%	63,43	86,61	36,54	95,85	10,67	87,75	138,34	91,55
4%	64,89	85,62	31,95	94,06	9,86	87,98	135,58	93,54
4%	71,12	97,54	37,15	106,75	9,44	99,87	140,42	93,56
6%	67,13	90,78	35,23	99,62	9,74	91,22	135,89	91,57
6%	60,79	82,00	34,89	90,45	10,30	82,83	136,26	91,58
6%	62,90	85,53	35,98	94,37	10,34	87,95	139,83	93,20

[00132] El rendimiento de cocción (Tabla 32) para el pollo bañado fue menor ($p < 0,05$) que el pollo no tratado, pero esto probablemente se debió a que el 96% de la capa de inmersión absorbida por el pollo era agua, por lo que se evaporó durante la fritura. Para los valores de rendimiento a verde, los tratamientos fueron superiores ($p < 0,05$) que el control, pero no hubo diferencias entre los tratamientos.

[00133] El pollo rebozado era más crujiente y menos grasoso que el pollo sin tratar. Además, las manchas de residuos de aceite en el área del pollo no tratado del papel secante eran más grandes (FIG. 31-32) que las del pollo rebozado. El tratamiento Proteus V tuvo un impacto mínimo en la adhesión del empanizado (FIG. 33). Para algunos de los lotes dentro de algunos niveles de tratamiento, había un espacio visible entre la capa de empanizado y el pollo después de que se cortó transversalmente con un cuchillo de cocina, pero la cáscara de empanizado no se cayó durante la manipulación.

Tabla 32 Valores medios de los datos de rendimiento (n=2) para pollo frito

rebozado con pan rallado gourmet.

Descripción de la muestra	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control	125,30 ^a	94,43 ^a
2% Proteus V Dry	137,56 ^b	91,80 ^b
4% Proteus V Dry	140,41 ^b	92,63 ^b
6% Proteus V Dry	140,49 ^b	92,58 ^b

^{a,b}Dentro de cada columna, las medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

[00134] El contenido de grasa también se midió cuantitativamente (FIGS 34-35) y reveló entre un 24 y un 40 % menos de grasa ($p < 0,05$) en el pollo sumergido que en el pollo no tratado, pero no hubo diferencia ($p = 0,3066$) en el porcentaje de reducción de grasa en los tratamientos de Proteus V Dry. No hubo diferencia ($p = 0,4441$) entre el contenido de humedad (FIGS 36-37) del pollo tratado o no tratado, por lo que tampoco hubo diferencias ($p = 0,4094$) en el porcentaje de aumento del contenido de humedad entre los tratamientos de Proteus V Dry.

Tabla 33 Métricas de la primera réplica del estudio de dosis-respuesta de ruta de navegación simple. Peso verde era el peso del pollo. Peso empanizado se registró después de que el pollo se cubriera con polvo previo, rebozado y empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar el pollo empanizado del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	71,98	94,01	30,61			88,18	122,51	93,80
Sin tratar	59,37	77,47	30,49			72,70	122,45	93,84
Sin tratar	70,62	96,40	36,51			91,67	129,81	95,09
2%	68,78	93,59	36,07	100,83	7,74	94,33	137,15	93,55
2%	55,20	74,05	34,15	80,01	8,05	74,29	134,58	92,85
2%	62,83	83,48	32,87	90,13	7,97	83,78	133,34	92,95
4%	59,37	78,98	33,03	84,11	6,50	78,08	131,51	92,83
4%	57,93	80,07	38,22	85,39	6,64	79,04	136,44	92,56
4%	58,26	80,35	37,92	86,04	7,08	78,63	134,96	91,39
6%	58,48	80,93	38,39	88,07	8,82	81,66	139,64	92,72
6%	63,81	86,90	36,19	93,96	8,12	89,68	140,54	95,44
6%	68,19	92,25	35,28	99,77	8,15	93,28	136,79	93,50

Tabla 34 Métricas de la segunda réplica del estudio de dosis-respuesta de ruta de navegación simple. Peso verde era el peso del pollo. Peso empanizado se registró después de que el pollo se cubriera con polvo previo, rebozado y

empanizado. Peso rebozado se registró después de la inmersión en la solución de proteína vegetal. El peso frito se registró después de retirar el pollo empanizado del aceite para freír.

Tratamiento	Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Recogida de empanado (%)	Peso rebozado (gramo)	Recogida de rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Sin tratar	61,46	80,75	31,39			76,57	124,59	94,82
Sin tratar	60,84	78,04	28,27			72,69	119,48	93,14
Sin tratar	62,96	83,27	32,26			78,36	124,46	94,10
2%	62,51	83,28	33,23	88,63	6,42	82,38	131,79	92,95
2%	60,36	79,46	31,64	84,94	6,90	77,78	128,86	91,57
2%	59,97	81,88	36,53	87,23	6,53	80,70	134,57	92,51
4%	61,57	81,83	32,91	88,58	8,25	80,57	130,86	90,96
4%	59,80	80,17	34,06	86,27	7,61	80,80	135,12	93,66
4%	60,05	80,77	34,50	86,80	7,47	80,91	134,74	93,21
6%	61,07	83,74	37,12	90,79	8,42	83,12	136,11	91,55
6%	59,14	80,70	36,46	87,69	8,66	81,14	137,20	92,53
6%	61,54	81,46	32,37	87,31	7,18	80,74	131,20	92,48

[00135] Para el pan rallado simple, no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos para el rendimiento de cocción ($p_{\text{ag}}=0,2097$), pero hubo significancia estadística ($p_{\text{ag}}<0,05$) para el rendimiento a resultados verdes que muestran un mayor rendimiento para todos los tratamientos de Proteus V Dry en comparación con el control sin tratar (Tabla 35). El pollo rebozado tenía una textura más crujiente, menos residuos grasos durante la masticación y menos aceite en los dedos después de tocar el producto. Además, el tamaño de las manchas de residuos de aceite que quedaron en el área del pollo no tratado del papel secante era ligeramente mayor que el del pollo rebozado (FIG. 38-39). El tratamiento Proteus V tuvo un impacto mínimo e inconsistente en la adhesión del empanizado (FIG. 40). Para algunos de los lotes dentro de algunos niveles de tratamiento, había un espacio visible entre la capa de empanizado y el pollo después de que se cortó transversalmente con un cuchillo de cocina, pero la cáscara de empanizado no se cayó durante la manipulación.

Tabla 35 Valores medios de los datos de rendimiento ($n=2$) para pollo frito rebozado con pan rallado.

Descripción de la muestra	Rendimiento en verde (%)	Rendimiento de cocción (%)
Control	123,88 ^a	94,13

2% Proteus V Dry	133,38 ^b	92,73
4% Proteus V Dry	133,94 ^b	92,44
6% Proteus V Dry	136,92 ^b	93,04

[00136] Dentro de cada columna, las medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

[00137] El contenido de grasa también se midió cuantitativamente (FIGS 41-42) y reveló la tendencia casi significativa de 29-41% menos de grasa ($p = 0.0608$) en el pollo bañado que en el pollo sin tratar, pero no hubo diferencia ($p = 0,7409$) en el porcentaje de reducción de grasa entre los tratamientos de Proteus V Dry. El pollo tratado también tuvo un 8-10% más ($p < 0.05$) humedad que el pollo no tratado (FIGS 43-44), pero no hubo diferencia ($p = 0.8566$) en el porcentaje de aumento del contenido de humedad entre los tratamientos de Proteus V Dry.

[00138] En los tres experimentos, las tiras de pollo rebozadas tuvieron un menor ($p < 0,05$) contenido de grasa que el pollo empanizado sin rebozar. Si bien tuvieron un aumento numérico en el contenido de humedad para los tres tipos de empanizado, sólo las diferencias para el pan rallado simple fueron significativas. La solución de proteína vegetal acidificada mejoró la experiencia alimentaria del pollo, haciéndolo más crujiente y con una sensación menos grasosa. La capacidad de bloqueo de grasa fue consistente en las tres tasas de aplicación, con la tasa de aplicación ideal entre 0,15 y 0,85 % de Proteus V Dry aplicada al producto empanizado. La versatilidad fue sorprendente, ya que el producto tuvo un buen desempeño en los tres tipos de empanizado probados. Las ventajas del producto incluyen facilidad de uso y eficiencia, donde los procesadores de alimentos ahorran dinero en aceite para freír debido a la menor absorción de aceite.

EJEMPLO 6

Materiales y métodos:

[00139] *Sustancias químicas y reactivos.* Los reactivos y productos químicos que se utilizaron en este estudio de palitos de mozzarella se resumen en la Tabla 36. El polvo de Proteus-V se mezcló con agua fría y el pH de la

mezcla resultante fue 4,45.

Tabla 36 Reactivos y productos químicos que se utilizaron en este estudio.

Material	N.º de RM o n.º de artículo	N.º. de Lote	Proveedor
Proteus V Dry*	M018246	20220404-01	Kemin Food Technologies, Inc. (Des Moines IA)
Ácido cítrico	RM16450	N/A	
Agua de manantial	N/A	N/A	Cristalino
Aceite de canola	N/A	0023260851	Sam's West, Inc. (Bentonville, AR)
		1237	
Rebozado	103GD700121	Mezcla de rebozado previa al baño	Ingredientes de Kerry (Beloit, WI)
Empanizado	104GD4301707	Migas de Rebozado Gourmet	Ingredientes de Kerry (Beloit, WI)
Palitos de queso en hebras	N/A	93968 05356	Sam's West, Inc. (Bentonville, AR)

[00140] *Procedimiento con palitos de mozzarella.* Estos procedimientos se realizaron en dos días separados, lo que permitió una verdadera replicación (N=2), utilizando aceite, rebozado y empanizado frescos al comienzo de cada día. Se pelaron palitos de queso en tiras crudos de su envoltura y se colocaron en grupos de seis. Los investigadores seleccionaron seis barras como tamaño de lote porque esa cantidad cabía en la canasta de la freidora sin amontonarse. Los palitos de queso se rebozaron y empanizaron mediante un sistema de dos pasadas. El componente de rebozado seco se colocó en un recipiente para mezclar y se añadió el componente de agua mientras se mezclaba vigorosamente a mano con un batidor de varillas. Se utilizó un sistema automático de rebozado y empanizado Bettcher para aplicar el rebozado y el empanizado. Siguiendo las instrucciones de la máquina, se colocó el pan rallado en la unidad hasta que apareció una “onda” en el empanizado. La unidad superior se llenó con rebozado hidratada hasta llegar al orificio de llenado. Se colocaron palitos de queso en tiras uno a la vez sobre la cinta mirando hacia lo largo. La unidad se sometió a una pasada de rebozado y empanizado y fue capturada y reenviada a través de la unidad para una segunda pasada. Las recolecciones se midieron durante todo el recorrido para garantizar recolecciones consistentes.

[00141] Para el producto de control, los palitos rebozados y

empanizados se colocaron directamente en el aceite para freír caliente. Para las muestras con proteína añadida, los palitos de queso rebozados y empanizados se sumergieron a mano durante aproximadamente un segundo en un recipiente de Proteus® V-Dry hidratado. Posteriormente, el producto sumergido se agitó ligeramente para eliminar el exceso de proteína y se colocó en la freidora.

[00142] *Procedimiento de fritura.* La fritura se realizó utilizando dos unidades Presto Digital ProFry separadas (National Presto Industries, Inc., Eau Claire, WI). Uno para controles y otro para muestras de Proteus-V. Se colocaron tres cuartos (2,84 litros) de aceite nuevo en la unidad de freír y se calentaron hasta 375°F fue logrado. Una luz verde significaba que la temperatura había vuelto a 375° F después de cada lote. Se añadió aceite nuevo al comienzo de cada día. Se colocaron palitos de queso rebozados en las cestas para freír y se dejaron caer en el aceite durante 45 segundos, luego se escurrieron durante aproximadamente cinco segundos antes de pesarlos. Se procesaron un total de 120 palitos de mozzarella cada día durante dos días (240 palitos en total).

[00143] *Procedimiento post fritura.* Inmediatamente después de freír y pesar, se colocaron dos barras en una bolsa Whirl Pak y se congelaron para analizar la grasa y la humedad. Se colocaron cuatro barras sobre papel secante marrón (papel kraft Uline de 24" #S3575) y se fotografiaron inmediatamente. Posteriormente, los palitos fritos se mantuvieron durante aproximadamente una hora, se retiraron del papel y se volvieron a fotografiar mostrando el aceite que se había absorbido en el papel secante.

[00144] *Análisis nutricional.* Los dos palitos de mozzarella congelados de cada lote de tratamiento se molieron en un molinillo de café hasta que quedaron homogéneos. El contenido de humedad de cada lote se analizó utilizando el analizador de sólidos y humedad por microondas + infrarrojo CEM Smart 6, y luego la muestra se transfirió al analizador de grasas Oracle

Rapid NMR (CEM Corporation, Matthews, NC) para medir el contenido de grasa.

[00145] *Índice de estabilidad oxidativa (OSI)*. La estabilidad oxidativa de las muestras se analizó utilizando el instrumento de estabilidad oxidativa Omnion (Rockland, MA). El Instrumento de Estabilidad Oxidativa ofrece un reemplazo automatizado del Método de Oxígeno Activo (Método Oficial AOCS Cd 12-57). Este método proporciona una determinación instrumental rápida de la estabilidad oxidativa de grasas, aceites y otros materiales orgánicos midiendo el período de inducción (período de tiempo antes de que se produzca una rápida aceleración de la oxidación).

[00146] En este método se hace pasar una corriente de aire purificado a través de la muestra que se mantiene en un bloque calefactor termoestable. Luego, el aire efluente de la muestra de aceite o grasa se burbujea a través de un recipiente que contiene agua desionizada en el que se monitorea continuamente la conductividad del agua. A medida que avanza la oxidación, se forman ácidos orgánicos volátiles que son transportados al agua, lo que aumenta la conductividad del agua. El cambio de conductividad del agua es monitoreado por una computadora, que luego proporciona un punto de inducción. El punto de inducción (el cambio máximo en la velocidad de oxidación), según lo indicado por el Índice de Estabilidad del Aceite (OSI), se correlaciona positivamente con la eficacia antioxidante y la posterior estabilidad oxidativa del sustrato. Todas las muestras fueron evaluadas a 110 °C.

[00147] *Ácidos grasos libres (AGL)*. Los FFA se analizaron utilizando el procedimiento AOCS Ca5a-40 de Eurofins, Des Moines, IA.

Tabla 37 Fórmulas para Proteus®-V Solución acuosa seca Día 1

Descripción del prototipo	Gramos (g)	Porcentaje
Proteus®-V Dry pH 4,45	80	4,0
Agua	1920	96,0

Tabla 38 Fórmulas para Proteus®-V Solución acuosa seca Día 2

Descripción del prototipo	Gramos (g)	Porcentaje
Proteus®-V Dry pH 4,45	40	4,0

Agua	960	96,0
------	-----	------

Tabla 39 Fórmulas de rebozado hidratante Día 1 y Día 2

Descripción del prototipo	Gramos (g)	Porcentaje
Rebozado	80	30
Agua	1920	70

$$\left(\frac{\text{peso empanizado} - \text{peso verde}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{rebozado (\%)}$$

Ecuación 1. Cálculo del porcentaje de rebozado.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso verde}} \right) \times 100 = \text{rendimiento a verde (\%)}$$

Ecuación 2. Cálculo del rendimiento al peso en verde.

$$\left(\frac{\text{peso frito}}{\text{peso empanizado}} \right) \times 100 = \text{rendimiento de cocción (\%)}$$

Ecuación 3. Cálculo del rendimiento de cocción.

[00148] *Análisis estadístico.* El análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de rango múltiple se realizaron utilizando StatGraphic XVIII.

[00149] *Resultados y Análisis.* Los resultados de este estudio se resumen en la Tabla 40.

Tabla 40 Captación porcentual de Proteus®-V por inmersión

Muestra No.	peso antes de Proteus®-V Dip	peso después de Proteus®-V Dip	Recogida porcentual
1	42,73	45,03	5,38
2	43,11	45,35	5,20
3	42,53	44,91	5,60
4	42,88	45,36	5,78
5	42,92	45,56	6,15
6	45,95	48,51	5,57
7	43,18	45,68	5,79
8	40,11	42,35	5,58
9	42,97	45,48	5,84
10	41,23	43,69	5,97
Promedio			5,69
Desviación Estándar			0,28

[00150] El porcentaje de recuperación objetivo para estos ensayos se fijó en 5%, por lo que un valor medio de 5,69% era aceptable. En el pasado se ha descubierto, utilizando una solución de proteína de músculo animal, que introducir los productos rebozados en el aceite para freír lo antes posible después de la aplicación de la proteína produce un mejor producto desde un punto de vista visual. Esto es cierto para los productos de pan rallado, pero especialmente para los rebozados a base de harina empanizados en barril. La

solución de proteína, si permanece sobre el rebozado por mucho tiempo, tiende a dar una apariencia suave. Para estas pruebas, se decidió realizar un experimento separado mediante el cual se determinaría la recuperación promedio y los resultados serían suficientes para las pruebas. Esto no permitió detener el proceso entre la inmersión en proteína y **fritura**.

Tabla 41 Controles de prueba del día 1

Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento (YTG) (%)	Gordo (%)	Humedad (%)	Rendimiento de cocción (%)
152,35	256,61	0,41	258,52	1,70	12,28	44,15	1,01
155,94	258,27	0,40	260,75	1,67	12,95	43,74	1,01
145,93	245,10	0,40	246,40	1,69	11,93	44,46	1,01
144,45	249,97	0,42	251,50	1,74	11,92	44,38	1,01
150,51	258,33	0,42	260,20	1,73	12,39	44,44	1,01
151,22	260,60	0,42	262,22	1,73	12,37	44,33	1,01
146,62	262,15	0,44	264,12	1,80	13,31	43,99	1,01
144,51	245,16	0,41	245,78	1,70	13,00	44,31	1,00
145,65	251,61	0,42	253,09	1,74	12,47	44,27	1,01
148,39	254,86	0,42	256,24	1,73	12,04	44,51	1,01
Promedios							
148,56 ^a	254,27 ^a	0,42 ^a	255,88 ^a	1,72 ^a	12,47 ^a	44,26 ^a	1,01 ^a
Desviación Estándar							
3,64	5,77	0,01	6,14	0,03	0,45	0,23	0,00

Tabla 42 Día 1 de prueba Proteus®-V Dry

Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento (YTG) (%)	Gordo (%)	Humedad (%)	Rendimiento de cocción (%)
147,24	269,78	0,45	277,08	1,88	10,35	44,99	1,03
144,51	258,00	0,44	265,86	1,84	9,30	48,04	1,03
158,32	283,16	0,44	288,15	1,82	10,24	44,70	1,02
149,90	269,47	0,44	276,85	1,85	9,71	47,04	1,03
147,87	265,51	0,44	272,40	1,84	9,45	48,26	1,03
148,32	270,23	0,45	278,01	1,87	9,36	47,14	1,03
147,60	265,26	0,44	271,87	1,84	9,34	47,57	1,02
142,59	257,50	0,45	263,70	1,85	9,68	47,54	1,02
149,30	262,35	0,43	270,04	1,81	9,38	47,63	1,03
151,44	260,00	0,42	267,83	1,77	9,85	46,71	1,03
Promedios							
148,71 ^a	266,13 ^a	0,44 ^c	273,18 ^c	1,84 ^b	9,67 ^b	46,96 ^c	1,03 ^b
Desviación Estándar							
4,01	7,24	0,01	6,79	0,03	0,36	1,14	0,00

Tabla 43 Controles de prueba del día 2

Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento (YTG) (%)	Gordo (%)	Humedad (%)	Rendimiento de cocción (%)
148,41	252,38	0,41	253,46	1,71	13,43	43,44	1,00
151,68	253,25	0,40	256,16	1,69	12,35	45,47	1,01
140,58	234,09	0,40	234,33	1,67	12,14	45,74	1,00
155,89	265,74	0,41	268,25	1,72	12,17	46,86	1,01
167,12	271,63	0,38	260,58	1,56	12,83	46,00	0,96
145,19	247,43	0,41	249,76	1,72	11,54	45,95	1,01
148,87	253,89	0,41	250,01	1,68	11,93	45,82	0,98

147,80	243,98	0,39	250,89	1,70	13,43	44,43	1,03
159,30	262,30	0,39	263,61	1,65	11,68	46,76	1,00
146,08	245,79	0,41	246,29	1,69	12,23	44,77	1,00
Promedios							
151,09 ^a	253,05 ^a	0,40 ^b	253,33 ^a	1,68 ^c	12,37 ^a	45,52 ^b	1,00 ^a
Desviación Estándar							
7,36	10,58	0,01	9,11	0,04	0,63	1,00	0,02

Tabla 44 Día 2 de prueba Proteus®-V Dry

Peso verde (gramo)	Peso empanizado (gramo)	Rebozado (%)	Peso frito (gramo)	Rendimiento (YTG) (%)	Gordo (%)	Humedad (%)	Rendimiento de cocción (%)
144,36	248,67	0,42	253,82	1,76	9,79	47,76	1,02
151,59	262,44	0,42	269,08	1,78	9,82	48,39	1,03
156,07	262,87	0,41	269,83	1,73	10,14	48,19	1,03
144,79	249,19	0,42	257,45	1,78	10,31	48,31	1,03
153,32	268,62	0,43	274,01	1,79	9,47	49,56	1,02
150,93	260,01	0,42	262,98	1,74	10,20	47,60	1,01
151,26	255,26	0,41	264,97	1,75	9,84	50,23	1,04
148,24	251,20	0,41	270,99	1,83	9,81	49,54	1,08
153,11	268,93	0,43	275,53	1,80	9,13	48,73	1,02
149,43	258,99	0,42	260,81	1,75	9,48	48,12	1,01
Promedios							
150,31 ^a	258,62 ^a	0,42 ^a	265,95 ^b	1,77 ^d	9,80 ^b	48,64 ^d	1,01 ^b
Desviación Estándar							
4,01	7,24	0,01	6,80	0,03	0,35	0,82	0,02

Tabla 45 Métricas de queso en tiras crudo

Muestra No.	Gordo (%)	Humedad (%)
1	8,73	55,80
2	8,57	55,15
3	9,19	55,03
Promedio	8,83	55,33
Desviación Estándar	0,32	0,41

[00151] Proteus®-V de origen vegetal funcionó bien para impedir que la grasa sea absorbida por el rebozado de palitos de mozzarella fritos. Se encontró un aumento del rendimiento a verde del 5,4 % al 7,0 % en las muestras sumergidas en Proteus®-V. Se encontró que los productos que contenían Proteus®-V tenían un mayor contenido de humedad del 6,1 % al 6,9 % más que los controles. En ambas pruebas hubo un aumento del dos por ciento en la cantidad de rebozado aplicado a las muestras de Proteus®-V, lo que podría explicar parte del aumento del rendimiento hasta el verde. Sin embargo, el mayor contenido de humedad y la menor capa encontrada en el aceite usado también ayudarían a aumentar el rendimiento. El contenido de grasa de las barras sumergidas en Proteus®-V fue entre un 20,8% y un 22,5% menor en grasa cruda total que las muestras no sumergidas, lo que potencialmente permite obtener un mejor panel nutricional. Sin embargo, para

obtener una estimación de la cantidad de aceite que realmente se utiliza en la operación de fritura, el contenido de grasa de la barra interna de queso crudo no afectada debe descontarse del contenido total de grasa. Esto se debe a que la barra de queso crudo no sufre cambios durante la operación de prefritura. Cuando se realizó este cálculo, la cantidad de aceite que se redujo al sumergir las barras en Proteus®-V fue de 31,265 a 42,18 %. Dado que el costo de los aceites comestibles sigue aumentando, un gran ahorro sería beneficioso para los procesadores. Se demostró que los rendimientos de cocción eran entre un 1,00 % y un 1,98 % más altos en el producto Proteus®-V, que es mucho menor que los rendimientos de rendimiento en verde. Esto puede sugerir que la retención de humedad por sí sola no explica completamente el aumento de los rendimientos en verde; posiblemente haya un papel más importante en la retención del rebozado sobre el sustrato a medida que viaja a través del aceite.

[00152] El producto sumergido en Proteus®-V desarrolló un color amarillo ligeramente más claro en comparación con los controles (FIG. 45 y 47)) En el pasado, se ha demostrado que la adición de dextrosa (0,75 % p/p) a la solución de proteína produce un color más oscuro. En la producción, al pan rallado se le agregaría dextrosa directamente, lo que produciría un producto más consistente que la adición de proteína.

[00153] Los resultados del papel secante mostraron visualmente que el producto Proteus®-V absorbió menos aceite en la prueba del día 1 (FIG. 46) y posiblemente una absorción igual o ligeramente mayor en la prueba del Día 2 (FIG. 48). Proteus®-V y otras proteínas producen una microcapa superficial que rodea el sustrato, lo que potencialmente bloquea la humedad para que no escape del producto durante la operación de fritura. Al mismo tiempo, impide que la grasa penetre en el revestimiento. Hemos visto en el pasado que el aceite de freír, en lugar de penetrar, se acumula y se acumula en la superficie del sustrato. Esto puede dar resultados variables en una evaluación con papel secante. Un método para reducir el contenido de grasa es colocar una cuchilla

de aire sobre la banda y soplar suavemente el aceite superficial acumulado para quitar del producto.

[00154] Al examinar las muestras cortadas diagonalmente en la FIG 49, tanto las muestras Controles como las sumergidas en Proteus®-V tuvieron una excelente adhesión entre la barra de queso y el rebozado. Este es un atributo importante de los productos fritos, donde si se desarrolla una brecha entre las dos fases, se considera un defecto.

[00155] Además, se demostró que la calidad del aceite del producto producido con Proteus-V es similar o mejor en estabilidad que los aceites de control. En las Figuras 50 y 51 se muestran fotografías de muestras de aceite después de la fritura de las pruebas del Día 1 y del Día 2. En ambas pruebas, los aceites de control tenían más partículas y un fino lodo marrón que se encontró en el fondo del aceite. En operaciones típicas de fritura, este lodo marrón es lo que se transfiere a los filtros y se elimina. Los lodos que se eliminan dan como resultado un menor rendimiento. Una estimación anecdótica de cuánta pérdida de rendimiento se produce cuando un procesador local de pescado congelado en Gloucester, MA, eliminaría cuatro barriles de 55 galones de lodo por cada 40.000 libras de producto producido. El peso del lodo sería de aproximadamente 1.600 libras. (4 x 400 lbs), lo que representa una pérdida de rendimiento del 4%. El lodo se forma a partir del desprendimiento del rebozado a medida que el producto viaja a través del aceite para freír y se acumula en un filtro continuo. Una razón parcial de la degradación del aceite en las operaciones de fritura es que el lodo se somete a un alto calor continuo antes de ser eliminado por el filtro. El dorado es el resultado de que el empanizado se someta a reacciones de Maillard a altas temperaturas, similares a tostar una rebanada de pan.

[00156] Se utilizaron dos métodos para evaluar el aceite de fritura utilizado para freír los palitos de mozzarella. El análisis de ácidos grasos libres mide el grado de rancidez hidrolítica que se ha producido en el aceite y

el OSI o índice de estabilidad oxidativa, evalúa la descomposición de los hidrocarburos, que conduce al enranciamiento. Las mediciones de ácidos grasos libres realizadas en los controles y en los aceites tratados con Proteus®-V mostraron que se había producido muy poca oxidación en cualquiera de los aceites con una lectura del 0,05% para ambos. El estándar voluntario de la industria para los ácidos grasos libres en el aceite fresco es $\leq 0,05\%$ y los aceites con valores $\geq 2,0\%$ se descartan.

[00157] En ambos lotes de aceite utilizados para la fabricación de palitos de mozzarella, el aceite con Proteus®-V fue numéricamente mejor y significativamente mejor ($p < 0,05$) en el lote n.º 2 que los controles cuando se midió el índice de estabilidad oxidativa (FIG. 52).

[00158] En resumen, el uso de Proteus®-V como aerosol tópico en producción sugiere un método para aumentar el rendimiento a verde, reducir el porcentaje de grasa, aumentar el porcentaje de humedad y estabilizar la calidad del aceite en palitos de mozzarella prefritos. Esto posiblemente podría resultar en costos de producción más bajos y mejorar la nutrición para los procesadores de tipos similares de productos, y podría encajar en categorías de origen vegetal o de carne.

[00159] El coste de los aceites ha aumentado drásticamente respecto al año anterior, por lo que sería bienvenido un método que conduzca a una reducción de su uso. Los aceites comúnmente utilizados en la producción de alimentos han aumentado su coste un 152% en los últimos dos años². Utilizando un precio de \$0,90/lb para el aceite, los ahorros estimados para el procesador que utiliza Proteus®-V sería \$0,02 – \$0,03/libra de producto terminado

[00160] Habiendo descrito la invención con referencia a composiciones particulares, teorías de efectividad y similares, será evidente para los expertos en la técnica que no se pretende que la invención esté limitada por tales realizaciones o mecanismos ilustrativos, y que se pueden realizar

modificaciones sin apartarse del alcance o espíritu de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Se pretende que todas estas modificaciones y variaciones obvias se incluyan dentro del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Las reivindicaciones pretenden cubrir los componentes y pasos reivindicados en cualquier secuencia que sea eficaz para cumplir los objetivos previstos, a menos que el contexto indique específicamente lo contrario.

[00161] Se debe apreciar además que se pueden realizar modificaciones menores en la dosificación y formulación de la composición y los rangos expresados en el presente documento y aun así estar dentro del alcance y espíritu de la presente invención.

[00162] También debe entenderse que las formulaciones y procesos ilustrados en los dibujos adjuntos y descritos en la siguiente especificación son simplemente realizaciones ejemplares de los conceptos inventivos definidos en las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, las dimensiones específicas y otras características físicas relacionadas con las realizaciones aquí descritas no deben considerarse limitantes, a menos que las reivindicaciones indiquen expresamente lo contrario. Cuando se proporciona un rango de valores, se entiende que cada valor intermedio, hasta la décima parte de la unidad del límite inferior, a menos que el contexto dicte claramente lo contrario, entre el límite superior e inferior de ese rango, y cualquier otro valor declarado o intermedio en ese rango indicado, está abarcado dentro del alcance de la presente divulgación. Los límites superior e inferior de estos rangos más pequeños pueden incluirse independientemente en los rangos más pequeños, y también están abarcados dentro del alcance de la presente divulgación, sujeto a cualquier límite específicamente excluido en el rango indicado. Cuando el rango indicado incluye uno o ambos límites, los rangos que excluyen uno o ambos límites incluidos también se incluyen en el alcance de la presente divulgación. Se entiende que todos los rangos y

parámetros, incluidos, entre otros, porcentajes, partes y proporciones, divulgados en el presente documento abarcan todos y cada uno de los subrangos asumidos y subsumidos en los mismos, y cada número entre los puntos finales. Por ejemplo, se debe considerar que un rango declarado de “1 a 10” incluye todos y cada uno de los subrangos que comienzan con un valor mínimo de 1 o más y terminan con un valor máximo de 10 o menos (por ejemplo, 1 a 6,1, o 2,3 a 9,4), y a cada número entero (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) contenido dentro del rango. En esta especificación y las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares “un”, “una” y “el” incluyen referencia plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Todas las combinaciones de pasos del método o pasos del proceso como se usan en este documento se pueden realizar en cualquier orden, a menos que se especifique lo contrario o se implique claramente lo contrario por el contexto en el que se realiza la combinación a la que se hace referencia.

[00163] En la medida en que los términos “incluye” o “incluido” o “tener” o “tener” se utilicen en la especificación o las reivindicaciones, se pretende que sea inclusivo de una manera similar al término “que comprende” tal como se entiende ese término interpretado cuando se emplea como palabra de transición en una reivindicación. Además, en la medida en que se emplee el término “o” (por ejemplo, A o B), se pretende que signifique “A” o “B” o tanto “A” como “B”. Cuando el Solicitante pretenda indicar “sólo A o B pero no ambos”, se empleará el término “sólo A o B pero no ambos” o una estructura similar. Por lo tanto, el uso del término “o” en este documento es inclusivo y no exclusivo. Además, en la medida en que los términos “en” o “dentro” se utilicen en la especificación o las reivindicaciones, se pretende que signifique adicionalmente “sobre” o “sobre”. En esta especificación y las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares “un”, “una” y “el” incluyen referencia plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

[00164] La descripción anterior se ha presentado con fines de

ilustración y descripción. No pretende ser una lista exhaustiva ni limitar la invención a las formas precisas divulgadas. Se contempla que otros procesos y métodos alternativos obvios para los expertos en la técnica se consideran incluidos en la invención. La descripción son simplemente ejemplos de realizaciones. Se entiende que se pueden realizar otras modificaciones, sustituciones y/o adiciones que estén dentro del espíritu y alcance previstos en la divulgación. De lo anterior se puede ver que los aspectos ejemplares de la divulgación logran al menos todos los objetivos previstos.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para reducir la absorción de aceite y/o grasa en alimentos crudos durante la cocción de alimentos con aceite y/o grasa que comprende:

a. preparar una composición de proteína de guisante mezclando una proteína de guisante con agua y/o un ácido para lograr un pH dentro del intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 6; y

b. añadir la composición de proteína de guisante a una superficie del alimento crudo antes de cocinar el alimento en aceite y/o grasa;

en el que el porcentaje de grasa bloqueada para que no se transfiera al alimento cocinado es al menos el 20 % en comparación con la grasa para la que no se puede transferir al alimento cocinado sin la composición de proteína de guisante.

2. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de freír el alimento crudo.

3. El proceso de la reivindicación 1, en el que la composición de proteína de guisante se aplica al alimento crudo sumergiendo el alimento crudo en la composición de proteína de guisante o rociando la composición de proteína de guisante sobre el alimento crudo.

4. El proceso de la reivindicación 1, en el que la proteína de guisante composición se mezcla con un rebozado que se aplica a la superficie del alimento crudo antes de cocinarlo en aceite y/o grasa.

5. El proceso de la reivindicación 4, en el que el rebozado es un rebozado o una mezcla de pan rallado.

6. El proceso de la reivindicación 1, en el que la composición de proteína de guisante es un polvo seco.

7. El proceso de la reivindicación 1, en el que la composición de proteína de guisante es un líquido, una suspensión o una emulsión.

8. El proceso de la reivindicación 1, en el que la proteína de

guisante composición comprende además al menos un antioxidante.

9. El proceso de la reivindicación 1, en el que la solución de proteína de guisante comprende además un extracto de origen vegetal.

10. Un proceso para pretratar un alimento crudo antes de cocinar el alimento crudo en aceite y/o grasa que comprende la etapa de aplicar una composición de proteína de guisante con un pH en el rango de aproximadamente 4 a 6 a la superficie del alimento crudo en una cantidad efectiva para reducir la grasa transferida a los alimentos cocidos en al menos un 20 % en comparación con la cantidad de grasa transferida a los alimentos cocinados sin la composición de proteína de guisante.

11. El proceso de la reivindicación 10, en el que la composición de proteína de guisante se aplica al alimento crudo sumergiendo el alimento crudo en la composición de proteína de guisante o rociando la composición de proteína de guisante sobre el alimento crudo.

12. El proceso de la reivindicación 10, en el que la proteína de guisante composición se mezcla con un rebozado que se aplica a la superficie del alimento crudo antes de cocinarlo en aceite y/o grasa.

13. El proceso de la reivindicación 12, en el que el rebozado es un rebozado o una mezcla de pan rallado.

14. El proceso de la reivindicación 10, en el que la composición de proteína de guisante es un polvo seco.

15. El proceso de la reivindicación 10, en el que la composición de proteína de guisante es un líquido, una suspensión o una emulsión.

16. El proceso de la reivindicación 10, en el que la proteína de guisante composición comprende además al menos un antioxidante, un extracto a base de plantas y/o mezclas de los mismos.

17. Un método para reducir la absorción general de grasa de un alimento durante la fritura que comprende añadir una composición de

proteína de guisante con un pH en el intervalo de aproximadamente 4 a 6 a la superficie del alimento crudo en una cantidad eficaz para reducir la grasa transferida a los alimentos cocidos en al menos un 20 % en comparación con la cantidad de grasa transferida a los alimentos cocinados sin la composición de proteína de guisante.

18. El método de la reivindicación 17, en el que la composición de proteína de guisante se aplica al alimento crudo sumergiendo el alimento crudo en la composición de proteína de guisante o rociando la composición de proteína de guisante sobre el alimento crudo.

19. El método de la reivindicación 17, en el que la proteína de guisante composición se incorpora a una capa para los alimentos crudos.

20. El método de la reivindicación 17, en el que la proteína de guisante composición comprende además al menos un antioxidante, un extracto a base de plantas y/o mezclas de los mismos.

RESUMEN

COMPOSICIONES DE PROTEÍNA DE GUISANTE PARA REDUCIR LA ABSORCIÓN DE GRASA EN ALIMENTOS FRITOS Y MÉTODOS RELACIONADOS

La presente invención se refiere a una composición “bloqueadora de grasa” que contiene proteína de guisante, y opcionalmente un antioxidante, para aplicación a alimentos, donde la composición es capaz de reducir la absorción total de grasa en al menos un 20 % cuando la composición se aplica a los alimentos antes de freír o cocinar los alimentos. Otro aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para preparar la composición de proteína de guisante para que tenga un pH entre aproximadamente 4 y 6. Otro aspecto de la presente invención se refiere a métodos para reducir la absorción general de grasa recubriendo un alimento crudo con una composición que contiene proteína de guisante y opcionalmente un antioxidante, antes de freír, donde el La cantidad de aceite y/o grasa absorbida por el alimento durante la cocción se reduce sustancialmente.