

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 559**

51 Int. Cl.:

G01N 3/40 (2006.01)

G01N 3/30 (2006.01)

G01N 33/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2012 PCT/EP2012/055125**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012 WO12136484**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2012 E 12710931 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2694943**

54 Título: **Procedimiento para la medición de la dureza y para la selección de productos agrícolas**

30 Prioridad:

05.04.2011 IT PN20110022

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.03.2017

73 Titular/es:

**UNITEC S.P.A. (100.0%)
Via Provinciale Cotignola, 20/9
48022 Lugo (Ravenna), IT**

72 Inventor/es:

**BENEDETTI, LUCA;
MACRELLI, ENRICO;
ROMANI, ALDO y
PAGANELLI, RUDI PAOLO**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 605 559 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

Descripción

Procedimiento para la medición de la dureza y para la selección de productos agrícolas

5 La presente invención se refiere a un método perfeccionado y a un aparato para medir y determinar la dureza de un producto agrícola, lo cual, junto con otros parámetros del producto, define en términos generales la calidad del producto con el fin de decidir su destino y utilización final.

El término "productos agrícolas" según se utiliza en la aquí comprende potencialmente todo tipo de productos agrícolas frescos y, por tanto, no sólo fruta fresca en general, por ejemplo en particular kiwis y melocotones, sino también otros productos de hortalizas, por ejemplo patata, melones y melones cantalupos, tomates, etc.

10 Como es conocido, normalmente en los mercados desarrollados los productos frescos que se ofrecen al público se someten primero a una o más mediciones o selecciones para evaluar las características que definen en total su calidad general.

15 Se han ideado varios métodos y normalmente se aplican para medir y evaluar la calidad de tales productos, lo que se puede expresar como un conjunto de calidades externas tales como el color, la forma, el tamaño y la uniformidad visibles en la superficie y sus características internas.

Lo último se refiere esencialmente al grado de maduración, el sabor, el contenido en azúcares y la integridad de la parte interna.

20 Sin embargo, cuando se deben examinar estas características internas mediante un ensayo no destructivo, éstas deben determinarse sólo de forma indirecta, estableciendo una correlación de estas características con los resultados de los exámenes, ensayos y mediciones oportunos.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un nuevo método no destructivo y un dispositivo relacionado para medir y evaluar estas características internas de un producto agrícola.

En el campo técnico son conocidos métodos básicos para evaluar las características de este tipo de productos.

25 La patente WO 94/29715 describe un método para ensayar la calidad de una fruta mediante la aplicación de una fuerza dinámica, como puede ser un ligero impulso aplicado sobre la fruta misma, y detectando su reacción dinámica mediante un transductor piezoeléctrico soportado por un medio adecuado, de modo que el elemento piezoeléctrico se somete a una carga de referencia y genera como reacción una señal eléctrica desde dicho transductor piezoeléctrico, correspondiente a la velocidad de cambio de dicha carga y, finalmente, analizando dicha señal y comparándola con los valores de referencia para determinar la calidad del producto correspondiente.

30 Aunque este método es válido desde el punto de vista teórico, sin embargo, se ha mostrado poco fiable cuando se aplica como método para determinar, por correlación, el valor de una magnitud utilizado en el sentido más general para evaluar la calidad de una fruta, como en particular la dureza relativa.

35 Por tanto, básicamente la invención descrita en dicha patente no proporciona ninguna enseñanza práctica que sea útil para procesar ventajosamente los datos obtenidos por dicho método.

Además, este método ha demostrado ser escasamente fiable para medir a escala masiva un gran número de productos.

40 La patente WO 97/27006 describe un método para ensayar la calidad de una fruta mediante la aplicación de una fuerza dinámica, por ejemplo un ligero impulso sobre la fruta misma. Este método es similar al anterior, pero propone un aparato para aplicar una fuerza dinámica sobre el producto a examinar y para detectar una señal de salida correspondiente mediante un transductor piezoeléctrico.

45 Aunque este método es útil por sí mismo en cuanto a los medios mecánicos/eléctricos perfeccionados para examinar el producto, por otro lado, sin embargo, carece por completo de cualquier enseñanza real y efectiva para correlacionar una magnitud eléctrica detectada en una característica inherente del producto examinado y, por tanto, tiene el mismo inconveniente principal que la patente anterior.

La JP-9-236586 describe un método para determinar el grado de madurez de productos de hortalizas y frutas mediante el impacto de una pieza que colisiona con las hortalizas y frutas a una velocidad determinada y midiendo mediante dos micrófonos la propagación de las ondas de impulso formadas por la superficie de las

5 hortalizas y frutas. Se dispone un segundo micrófono de modo que quede separado del primer micrófono una distancia predeterminada. Un sistema de procesamiento operativo calcula el tiempo transcurrido entre las ondas formadas del impulso medidas por el primer y el segundo micrófono y un sistema de evaluación del grado de madurez compara este intervalo de tiempo con una velocidad de propagación de referencia para comprobar si las hortalizas y las frutas ya están maduras.

10 El artículo "Non-destructive fruit firmness sensors: a review", de F.J. García-Ramos y col., publicado en la revista de Investigación Agrícola, vol. 3, Nº 1, del 31 de marzo de 2005, páginas 61-73, describe una técnica para medir la curva de deformación de fuerza con el fin de determinar la dureza de una fruta mediante la aplicación de una pequeña fuerza de deformación a la fruta sin que se produzca su daño; la curva de deformación de fuerza no destructiva puede registrarse con un muelle o sensor piezoeléctrico situado en la parte posterior de un émbolo de presión. La curva se obtiene por la aplicación de una pequeña carga durante un tiempo predeterminado o calculando la fuerza necesaria para alcanzar una deformación prefijada.

15 El documento arriba indicado proporciona, como técnica alternativa de medida, la exposición de la fruta a diferentes tipos de vibración, siendo las más comunes vibraciones acústicas y mecánicas. Según el método acústico, mediante el uso de un micrófono o un sensor piezoeléctrico se mide la señal emitida por la fruta después de someterla a vibración por un ligero impacto. La señal acústica recibida se transforma según Fourier y se calcula la frecuencia principal, que varía entre 5 MPa para la fruta verde hasta 0,5 MPa para la fruta demasiado madura.

20 Así es deseable, y esto es el objetivo principal de la presente invención, conseguir un tipo de procedimiento de medición y evaluación de una característica de un producto agrícola en base a una correlación entre:

- el valor de dicha característica
- y un índice obtenido a partir de valores de la reacción eléctrica de dicho producto cuando es sometido a una fuerza dinámica

donde dicha reacción se detecta mediante medios piezoeléctricos.

25 El objetivo de la presente invención es determinar un índice que se puede medir en el mismo producto y se correlaciona de forma precisa con la dureza correspondiente, pero que se puede medir con un ensayo no destructivo, contrariamente a lo que ocurre con el ensayo de penetración.

30 Así será suficiente "comparar" con dicho índice los valores extremos aceptables de dureza en correlación con el mismo, en otras palabras: se suponen los valores extremos de dureza y con la correlación ya conseguida se determinan los valores extremos del intervalo del índice correspondiente; esto asegura que los valores del índice de referencia, que se miden para cada fruta, se comparan con dicho intervalo del índice y la subsiguiente selección del producto se realiza en base al resultado de dicha comparación.

Este objetivo se alcanza con un método realizado de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

35 De la siguiente descripción quedan evidentes las características y ventajas de la invención, a partir de ejemplos no limitativos y en referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- Figura 1: muestra un plano cartesiano donde se han marcado los puntos de coordenadas que corresponden a dos variables correlacionadas, medidas y detectadas en un primer paso del experimento de acuerdo con la invención.
- 40 Figura 2: ilustra el circuito general del ensayo utilizado en el experimento de la invención.
- Figura 3: ilustra un detalle del circuito de la figura 2.
- Figura 4: muestra un plano cartesiano donde se marcan los puntos de coordenadas que corresponden a otras dos variables correlacionadas detectadas en un segundo paso del experimento según la invención.
- 45 Figura 5: vista externa general de la herramienta utilizada para medir la dureza de la fruta en general.
- Figura 6: diagrama simplificado en proyección ortográfica externa de la barra de medición de la herramienta de la figura 5.

Aunque la presente invención se refiere específicamente a un proceso, se hace referencia, sin embargo para una mayor claridad, a un ciclo de ensayo típico y a los dispositivos correspondientes con los cuales se puede realizar dicho proceso.

50 Por otro lado, para una comprensión más fácil y menos complicada de la invención, en la siguiente descripción se parte del supuesto de que el tamaño externo del producto a medir a lo largo del recorrido de la propagación del impulso mecánico, en otras palabras entre dos electrodos piezoeléctricos dispuestos en lados opuestos del producto a medir, es conocido con exactitud y queda, por tanto, excluido del alcance de la presente invención.

De hecho, la medición de una dimensión externa de la fruta requiere una técnica de aplicación inmediata y completamente evidente y, por ello se supone aquí para simplificar que es bien conocida dicha dimensión.

5 Los productos agrícolas y, en particular, la fruta fresca para los mercados de consumidores, antes de ser enviados a los diferentes mercados tienen que cumplir ciertas características y requisitos que, como bien sabe cualquier operador, son típicos para cada tipo de mercado y uso.

Lo fundamental es que dichas características de los productos en cuestión juntas determinan lo que se define, en términos generales, como su "calidad".

10 Por esta razón y antes de enviarlos a los mercados de destino, estos productos normalmente se recogen y seleccionan en base a tales características que juntas determinan la "calidad", de manera que para cada una de dichas características se define primero un rango correspondiente de aceptación (normalmente expresado en términos cuantitativos para permitir el uso de medios automáticos de medición) y finalmente dichos productos se someten a la medición de las características preseleccionadas.

15 Finalmente, y en base a la comparación entre dicho rango de aceptación y el resultado de las correspondientes mediciones, se seleccionan los productos y se envían a los diferentes mercados, dependiendo de los resultados obtenidos, es decir según su "calidad". Entre las diferentes mediciones realizadas, una de las más importantes y representativas de su condición general, en particular en cuanto a su destino y uso, es el ensayo de dureza de la carne interna.

20 De hecho, una consideración universalmente conocida y aceptada, también basada en una experiencia común, y no sólo para los expertos del sector, es que la dureza de una fruta es uno de los parámetros más importantes para clasificarla y, más importante, para decidir su destino y uso.

El parámetro de dureza se mide con un método y medios de ensayo que consisten esencialmente en el llamado ensayo con "penetrómetro". Este ensayo es conocido universalmente por los expertos en el sector y bastará explicar aquí que consiste en un ensayo de dureza de tipo clásico, es decir, consiste en:

- 25
- aplicar una herramienta con una sonda cilíndrica de área conocida y no irrelevante,
 - presionar con dicha sonda ortogonalmente la superficie de la fruta o el producto en el punto de contacto,
 - ejercer presión suficiente hasta que dicha sonda penetre en el producto a examinar hasta una profundidad predefinida,
 - medir la fuerza aplicada sobre dicha sonda para alcanzar dicha profundidad previamente definida.

30 El valor de la fuerza así medida, definido como "dureza" y representado por el símbolo "Du", suministra un valor convencional de dureza del producto que, como se ha mencionado más arriba, se correlaciona estrictamente y es así representativo del grado de madurez del producto.

35 Generalmente este ensayo es muy válido y fácil de realizar con medios y procedimientos simples e inmediatos; sin embargo, tiene el problema insuperable de ser un ensayo destructivo, de modo que no se puede considerar que el producto o los productos sometidos a este ensayo estén íntegros, ya que quedan obviamente dañados; así, este ensayo sólo se puede realizar en pequeñas muestras de producto.

40 La consecuencia final es que con frecuencia este ensayo, ya que sólo se puede realizar en una muestra del producto, no es representativo de la calidad media del lote del cual se ha cogido el producto. Y, lo que es peor, dada la gran variabilidad general de características de los productos de un mismo lote, puede haber productos absolutamente inaceptables que, sin embargo, se considerarían automáticamente aceptados debido a que quedan incluidos en un lote cuya "calidad" media ha sido evaluada y considerada aceptable.

Esta situación es completamente inaceptable y peligrosa desde el punto de vista comercial.

Para solucionar este problema la presente invención se ha propuesto como objetivo la identificación de uno o más parámetros adicionales o "índices" que pueden:

- 45
- proporcionar, en caso necesario junto con otros parámetros, una indicación fiable de la condición general del producto y que, por tanto, puede correlacionarse con las características factibles de medir con el ensayo de "penetrómetro" arriba mencionado,
 - ser absolutamente no destructivo,
 - ser apto para implementarse a escala mundial con medios conocidos en la técnica.

Así, la presente invención es el resultado de una amplia serie de pruebas y ensayos para identificar dichos indicadores y los medios y procedimientos de ensayos correspondientes.

- 5 Los detalles de este programa de pruebas y ensayos obviamente no se proporcionan bien porque también incluyen todos los ensayos que no han conducido a resultados útiles bien porque lo que aquí se aplica es sólo aportar los resultados finales que se pueden utilizar para revelar de una manera precisa y detallada los conocimientos necesarios y suficientes para introducir un método de ensayo válido, verificable y repetible.

Con el fin de fundamentar mejor el contenido de la invención y documentar el experimento que ha llevado a esta invención, éste se explica a continuación en detalle.

1) EL EXPERIMENTO

- 10 El experimento consistía en verificar y medir la correlación existente entre los siguientes parámetros/índices:

INDICE S3

- relativo a la dureza, aquí representada con el símbolo “Du” (ensayo de penetrómetro).

Evidentemente, en base de lo arriba mencionado, cada fruta se sometió en primer lugar a la medición de su índice S3, después de lo cual se realizó el ensayo por penetrómetro.

- 15 1A) Este primer índice S3 se define como sigue:

$$S3 = (\Delta l / \Delta t)^2$$

donde Δl representa la longitud del trayecto de un impulso dinámico que atraviesa el producto o la fruta a examinar, medida desde el punto en el que se aplica la fuerza hasta el punto en el que ésta se detecta, y Δt es el tiempo durante el cual dicha fuerza dinámica atraviesa la fruta.

- 20 El procedimiento del ensayo y los medios utilizados para detectar Δt se explicarán más adelante. En este momento es suficiente especificar que estos datos representan el tiempo transcurrido en milisegundos:

- desde el momento en que se aplica la fuerza dinámica, es decir una fuerza mecánica, sobre el producto o la fruta a examinar en un área delimitada de su superficie y que atraviesa la misma fruta a lo largo de una trayectoria con una longitud Δl
25 – hasta el momento en que se detecta esta fuerza en otra área del producto, de preferencia en el área opuesta a aquella donde se aplicó la fuerza.

En la práctica, y brevemente, esto significa que se aplica un impacto sobre la fruta ligeramente desde un lado y se mide la velocidad de propagación de dicho impacto dentro de la fruta.

$S3 = (\Delta l / \Delta t)^2$ es así el cuadrado de dicha velocidad de propagación.

- 30 1B) INDICE DE DUREZA

Ya se ha explicado más arriba el significado de la medición de dureza (Du) y, por tanto, para mayor brevedad no se repite aquí.

- 1C) La fruta sometida al experimento: un lote de frutas de kiwi.

- 1D) INSTRUMENTO PARA MEDIR LA DUREZA

- 35 En el presente experimento se hace referencia a un penetrómetro modelo FT 327 suministrado por la empresa TR Snc, con sus oficinas centrales en Via Copernico 26 (47100) Forli (Italia) que también aparece en su sitio web www.trsn.com.

- 40 El modelo de penetrómetro utilizado en el experimento también se muestra en las figuras 5 y 6 y éste utiliza una sonda de tipo cilíndrico con un anillo de referencia y un tope 15, con una sección transversal de penetración circular de 8 mm de diámetro.

Esta característica es esencial para implementar la invención; de hecho, la medida de la fuerza de penetración es realmente una medida de la presión necesaria para insertar la sonda en la fruta una profundidad predeterminada.

Así, si se utiliza una sonda con un área diferente de penetración, por ejemplo doble, naturalmente sería necesaria una fuerza de penetración dos veces mayor para obtener la misma profundidad de penetración, ya que lo que se mide realmente no es la fuerza de penetración, sino la resistencia de la fruta a una presión de penetración dada.

- 5 Pero, debido a que la presión en sí no es una cantidad directamente medible, al menos en el caso en cuestión, es necesario determinar indirectamente el valor de esta cantidad y, por tanto, ya que la presión es el resultado de una fuerza dividida entre un área relativa de aplicación de esta fuerza, se deduce que en este caso los valores de la fuerza medida por el penetrómetro siempre deben imputarse a la sección de penetración de la sonda correspondiente.

10 1E) PUESTA EN PRÁCTICA DEL EXPERIMENTO

El experimento consistía en verificar la existencia y el alcance de la correlación entre los dos índices de dureza (Du) y S3 detectados en la misma fruta.

Para el propósito específico, el experimento consistía en someter las frutas individuales a la medición separada de dos índices diferentes, es decir:

- 15 - el índice S3
- y el ensayo respectivo de la dureza "Du"

y después analizar estadísticamente los resultados.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- 20 El análisis estadístico se llevó a cabo con los valores S3 y Du arriba definidos con el fin de verificar cualquier correlación entre los mismos.

El análisis estadístico de correlación entre dos series de números (cada uno representativo del valor de la cantidad) es un tipo de análisis clásico conocido universalmente y, por tanto, se omite su explicación.

- 25 Basta señalar que se constata que se correlacionan dos variables cuando se puede demostrar una correlación significativa entre una serie doble de valores correspondientes (por ejemplo S3 y Du) que varían juntos sin que exista una relación directa causa-efecto entre ellos, pero cuando ambos están unidos, por ejemplo, con una tercera variable.

Para medir esta correlación se utiliza el índice estadístico R^2 , llamado "coeficiente de correlación lineal", lo que es bien conocido en los análisis estadísticos clásicos y, por tanto, no se explica más en detalle.

- 30 Este índice se obtiene de la relación entre la covarianza y el producto de las dos varianzas de dos variables que se examinan (S3 y Du); este índice puede ser positivo o negativo y puede variar entre cero y uno; el máximo, es decir uno, significa que existe una correspondencia lineal perfecta entre las dos variables (es decir su correlación se representa en un plano cartesiano por una línea recta) y el mínimo, igual a cero, significa que no hay correlación.

- 35 Al procesar los valores, naturalmente con referencia a la correspondiente fruta de kiwi, de las columnas dos y tres, para el fin de verificar una posible correlación se vio que:

- a) El coeficiente de correlación entre las dos variables -S3- y -Du- es $R^2 = 0,6864$ y, por tanto, un índice que demuestra una buena relación lineal entre las dos variables que se examinan.
b) Los valores de los coeficientes a y b de la línea recta de correlación representados por la función

- 40 general $Y = bx + a$, resultaron ser:
 $a = 1,1135$ y $b = 0,0053$

La línea recta de correlación entre los índices de valor, ambos medidos, de Du y S3 resultó, por tanto:

$$Du = 0,0053 \cdot S3 - 1,1135$$

- 45 Para mostrar la posición de dicha línea recta con respecto a los valores (y, por tanto las frutas individuales) que la generaron, se dibujó la línea en el plano cartesiano de la figura 1. En dicha figura 1 también se muestra un amplio conjunto de puntos con coordenadas de dureza -Du- (en ordenadas) y del índice S3 (en abscisas), donde cada uno de dichos valores se mide y calcula para las correspondientes frutas de kiwi.

En el mismo plano se traza también la línea recta de correlación "R" arriba definida.

Resumiendo, se ha demostrado que:

- los valores de dureza "Du" y de S3 se correlacionan estrechamente y que
- la correspondiente línea recta de correlación se indica como: $Du = 0,0053 \cdot S3 - 1,1135$.

5 Después de identificar los coeficientes a y b, se ha resuelto virtualmente el problema en la base de la invención, de hecho será suficiente proceder de acuerdo con el método clásico, que es:

- introducir en la relación previa el valor de la variable conocida, que en este caso es el valor de S3,
- a continuación, calcular el valor de la variable desconocida, es decir: "Du", el valor de dureza buscado que se determina así de modo indirecto.

10 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE S3

Para determinar el valor del índice $S3 = (\Delta l / \Delta t)^2$ para cada fruta de kiwi, se puede utilizar un dispositivo de medición según se muestra en las figuras 2 y 3.

La figura 2 muestra el diagrama de bloque de un circuito completo de medición del valor S3.

Dicho circuito incluye:

- 15
- un generador de impulsos 1 que transmite una secuencia de impulsos 2 que consiste en medio ciclo de una onda sinusoidal V_t hasta un amplificador de potencia 3; en este paso se pueden procesar de diferentes formas dichos impulsos, lo que no se revela aquí, con el fin de volverlos más útiles y detectables en los siguientes pasos del proceso.

20 Dicho amplificador de potencia 3 genera una señal de potencia VVT que alimenta un dispositivo de naturaleza esencialmente piezoeléctrica que incluye una sección 4A para generar una fuerza dinámica que también puede ser un impulso y una sección subsiguiente para recibir el correspondiente impulso dinámico 4B.

La señal V_r recibida por dicha sección 4B, después de haberse procesado a su vez, es enviada a un primer canal receptor 10, que aquí está diseñado de modo integral con el generador de impulsos 1.

25 Además, la misma señal de potencia también se envía a un segundo canal receptor 11 funcionalmente asociado a dicho primer canal receptor 10.

Ambas señales se reciben así en dos momentos muy cercanos entre sí, pero no coincidentes.

La señal del canal 10, de hecho, se retarda con respecto a la señal del canal 11 debido a que debe atravesar todo la fruta a examinar y la correspondiente propagación mecánica requiere, naturalmente, un tiempo definido, ya que se transmite a una velocidad finita.

30 En este punto se mide el tiempo de retardo entre dichas dos señales de los canales 10 y 11 para obtener el valor de la variable Δt en la relación: $S3 = (\Delta l / \Delta t)^2$.

La segunda variable Δl representa, como ya se ha mencionado, la distancia entre la zona de transmisión y la zona de recepción del impulso mecánico que atraviesa la fruta.

35 Así, esta magnitud es simplemente la medida de una distancia entre dos puntos bien definidos de la fruta, por lo que es una medición completamente evidente de la longitud geométrica que no requiere ningún conocimiento en particular y, por tanto, no existe la necesidad de dar más explicaciones al respecto.

En lo que concierne la composición y el modo operativo de dichas dos secciones 4A y 4B se puede ver una realización preferente en la figura 3.

40 La fuerza dinámica se genera mediante métodos conocidos, por ejemplo una palanca de funcionamiento controlado 20 o un dispositivo equivalente que aplica una fuerza mecánica controlada que se transmite a un brazo 21 provisto de una articulación en un extremo hasta una parte fija 22 y en el otro extremo a un soporte, preferentemente elástico y cóncavo 23.

En la superficie de dicha concavidad, sobre la cual se aplica la fruta a examinar, se ha dispuesto una película transductora piezoeléctrica 24.

Frente a la primera sección 4A se ha dispuesto una segunda sección 4B que incluye un conjunto esencialmente similar al anterior, en otras palabras un segundo brazo 32 que tiene un soporte cóncavo 33 sobre cuya la superficie cóncava 34 se ha dispuesto de modo similar una segunda película transductora piezoeléctrica 35.

5 Dicho segundo soporte 33 a su vez se conecta en un extremo del brazo 32 cuyo extremo opuesto está articulado en un punto fijo mediante un pasador correspondiente 37.

La fruta 100 se sujeta y soporta entre las dos superficies cóncavas de los soportes 23 y 33 y, en particular, entre las correspondientes películas piezoeléctricas 24 y 35.

10 Así, resulta evidente que si se aplica cualquier fuerza mecánica sobre la fruta 100, esta fuerza es transmitida a través de uno de dichos soportes y la correspondiente película piezoeléctrica y la misma fuerza es transmitida a través de la totalidad de la fruta hasta la película piezoeléctrica opuesta, naturalmente con su propia velocidad específica.

15 Entonces, si se conecta con dicho primer transductor 24 dicho primer canal receptor 10 y el segundo canal receptor 11 se conecta con dicho segundo transductor 35, se puede apreciar fácilmente que dichos dos canales 10 y 11 son atravesados por las correspondientes señales que representan un fenómeno físico similar, en otras palabras, la fuerza mecánica aplicada sobre la fruta; sin embargo, este fenómeno se detecta en dos instantes diferentes (uno posterior al otro) que corresponden cada uno al instante preciso en el que la misma fuerza alcanza una u otra de las películas piezoeléctricas 24 y 25 respectivamente.

Con este retardo entre las dos señales se mide exactamente el tiempo de transmisión del impulso mecánico a través de la fruta 100 y, con ello, se resuelve el problema planteado.

20 Un técnico en la materia seguramente habrá entendido que lo que se indica más arriba de forma simplificada es sólo uno de varios métodos para medir el tiempo que tarda un impulso en atravesar una fruta, puesto que tales métodos ya son bien conocidos se omiten más explicaciones.

En este punto y después de obtener la línea recta $Du = 0,0053 \cdot S3 - 1,1135$ de la figura 1, se puede obtener fácilmente la solución del problema básico de la invención.

25 El problema presentado es, de hecho, determinar si una característica de la fruta a examinar cumple con los valores prefijados; de acuerdo con la presente invención la característica en cuestión es la dureza de la fruta que se puede medir con el ensayo del penetrómetro.

30 El objetivo de la presente invención es determinar un índice que se puede medir en el producto mismo y que se puede correlacionar de modo significativo con la correspondiente dureza, medición que, sin embargo, debe ser un ensayo no destructivo, contrariamente al caso del ensayo por penetrómetro.

35 Por tanto, bastará "comparar" con este índice el valor extremo aceptable correlacionado con el mismo, es decir, se miden los valores de dureza extremos y, con la correlación ya obtenida, se determinan los valores extremos del intervalo del correspondiente índice. Obviamente se deduce que los valores del índice mencionado, medidos en cada fruta, se comparan entonces con dicho intervalo del índice y la selección subsiguiente del producto se realiza en base a los resultados de dicha comparación.

40 Así, bastará entonces, sobre esta base y de nuevo haciendo referencia a la figura 1, marcar en el eje de las abscisas o del valor de dureza -Du- según se ha medido por el penetrómetro, los dos valores extremos H y K del intervalo predeterminado de aceptabilidad y proyectar, entonces, sobre la línea recta $Du = 0,0053 \cdot S3 - 1,1135$ los puntos correspondientes H1 y K2 y, finalmente, proyectar estos puntos sobre el eje de las ordenadas, es decir del índice S3, y encontrar los valores extremos del intervalo del mismo índice S3_H, S3_K.

Igual que en todas las clasificaciones, se evalúan entonces las frutas y se clasifican en uno u otro sentido dependiendo del valor del correspondiente índice S3 con relación a dicho intervalo S3_H, S3_K.

45 Teniendo en cuenta el entorno real de la actividad y la naturaleza estadística y técnica de los ensayos, también se probó y determinó que se alcanza una solución particularmente ventajosa si los parámetros a y b pueden variar individualmente dentro de una tolerancia del 15% independientemente del valor elegido y, por tanto, independientemente de la tolerancia del otro coeficiente con respecto al correspondiente valor nominal.

En el transcurso de largos y amplios experimentos realizados exactamente con los mismos métodos y medios arriba descritos se descubrió que también hay un segundo índice medido en la fruta de kiwi que se correlaciona de modo significativo con su dureza medida según se explica más arriba.

50 El segundo índice es:

ES 2 605 559 T3

$$S4 = m/(\Delta l \cdot \Delta t^2)$$

donde:

m = peso de la fruta en gramos.

5 Δl = longitud de la fruta en milímetros, en la sección atravesada por el impulso mecánico.

Δt = el tiempo de recorrido del mismo impulso en milisegundos.

En lo que se refiere a la "nueva" variable m, es decir el peso de la fruta, también en este caso es evidente que su medición es autoevidente e inmediata y, por tanto, no se explica más en detalle.

10 Este segundo índice se obtiene de una amplia serie de ensayos y mediciones con un tipo de experimento idéntico al anterior.

Los ensayos y las condiciones del experimento que llevaron a la identificación de dicho segundo índice S4 y que demostraron su gran importancia se explican a continuación. Sin embargo, debido a que las consideraciones a tener en cuenta y las condiciones de ensayo son idénticas a los considerados para el índice S3, se omite su repetición con el fin de simplificar y abreviar.

15 Además, la figura 4 representa, de forma similar a la figura 1, la posición de los puntos individuales que tienen coordenadas (Du, S4), donde -Du- muestra en la ordenada el valor de la dureza de cada fruta de kiwi ensayada.

También en el presente caso, similar a lo mostrado en la figura 1, la figura 4 muestra en un plano cartesiano la relación que existe entre los valores de dureza medidos dispuestos en la abscisa (Du) y los correspondientes valores S4.

20 También en este caso queda claramente evidente su correlación, la cual queda también señalada por la línea recta correspondiente de correlación.

En este segundo experimento se encontró que:

- 25 a) el coeficiente de correlación entre las dos variables S4 y Du es $R^2 = 0,8028$, es decir un índice que demuestra una excelente relación de linealidad entre las dos variables examinadas,
b) los valores de los coeficientes a y b de la línea recta de correlación lineal representados por la función general

línea, representada por la función general $Y = b \cdot x + a$

donde: $a = 1,5084$ y $b = 0,0072$

Por tanto, la línea recta de correlación entre los valores-índices de Du y S4 resulta ser:

30
$$Du = 0,0072 \cdot S4 - 1,5084$$

Para mostrar la posición de dicha línea recta con respecto a los valores (y así a las frutas por separado) que la generaron, se dibujó la línea en el plano cartesiano de la figura 4; en esta figura 4 también se ha dibujado una amplia serie de puntos con las coordenadas -Du- y S4 donde cada uno de los valores se mide y calcula para las correspondientes frutas de kiwi identificadas en la columna 1 de las tablas B1, B2, B3.

35 Resumiendo, se demostró que:

- los valores de "Du" (dureza) y S4 tienen una fuerte correlación y que
- la correspondiente línea de correlación se representa como sigue:

$$Du = 0,0072 \cdot S4 - 1,5084$$

40 De nuevo es evidente que, una vez determinada esta línea recta de correlación, los modos de selección de la fruta de acuerdo con dicho segundo índice S4 son de cualquier forma similares a los arriba explicados en el caso del índice S3 y, en particular, con referencia a la figura 4, a los intervalos correspondientes H >> >>K y S4_G>>>S4_K.

45 Y, teniendo en cuenta el entorno de actividades real y la naturaleza estadística y técnica de los ensayos, también en este caso se determinó que se consigue una solución particularmente ventajosa cuando los parámetros $a = 1,5084$ y $b = 0,0072$ también pueden variar individualmente dentro de una tolerancia del 15%, independientemente del valor elegido y, por tanto, independientemente del otro coeficiente con respecto al correspondiente valor nominal.

Reivindicaciones

1. Método para medir la dureza y para la selección de productos agrícolas, que comprende los siguientes pasos:
- 5 – implementar un programa de ensayos adecuado para identificar y seleccionar uno o más índices (S3, S4) correlacionados con la dureza (Du) de dicho producto agrícola, medida por un ensayo correspondiente de penetración, donde dicho programa de ensayos utiliza los datos de medición de un ensayo de dureza por penetrómetro (Du) en un primer producto agrícola y un ensayo no destructivo que comprende la medida de los datos detectados por al menos un transductor piezoeléctrico (24, 35), de al menos el tiempo de trayecto (Δt) y la longitud del recorrido (Δl) de una fuerza dinámica aplicada a y que atraviesa dicho primer producto agrícola y medir los datos del peso (m) del primer producto agrícola.
 - 10 – calcular los coeficientes de ecuación (a, b) que definen la correlación lineal $Du = b \cdot S_n + a$ entre dicho uno o dichos índices (S3, S4) y la dureza correspondiente (Du) de dicho primer producto agrícola, donde S_n indica dicho o dichos índices (S3, S4), donde un primer índice identificado (S4) de dicho uno o dichos índices (S3, S4) se define por la relación de $S4 = m / (\Delta k \cdot \Delta t^2)$, siendo Δl la longitud del trayecto de una fuerza dinámica que atraviesa dicho primer producto agrícola, Δt el tiempo durante el cual la fuerza dinámica atraviesa dicho primer producto agrícola y m el peso de dicho primer producto agrícola,
 - 15
- donde dicha dureza (Du) de un segundo producto agrícola correlacionada con el primer índice (S4) se mide de acuerdo con los siguientes pasos:
- 20 – medición del peso (m) de dicho segundo producto agrícola,
 - aplicación de una fuerza dinámica a dicho segundo producto agrícola mediante un primer transductor piezoeléctrico (24) que genera una primera señal eléctrica referida a la aplicación de dicha fuerza dinámica,
 - 25 – detección de la reacción dinámica de dicho segundo producto agrícola mediante un segundo transductor piezoeléctrico (35) que puede generar una segunda señal eléctrica referida a la transmisión de dicha fuerza dinámica a través del producto agrícola,
 - análisis de dicha primera y segunda señal eléctrica correlacionada con la dureza de dicho segundo producto agrícola y medición de dicho tiempo del trayecto de cruce (Δt) y dicha longitud de trayecto (Δl) de dicha fuerza dinámica a través de dicho segundo producto agrícola,
 - 30 – cálculo de dicho primer índice (S4) como $S4 = m / (\Delta l \cdot \Delta t^2)$.
 - determinación de la dureza (Du) de dicho segundo producto agrícola mediante la comparación del primer índice medido (S4) con dicha correlación lineal $Du = b \cdot S4 + a$.
 - 35
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho primer y segundo producto agrícola sometido a dicho programa de ensayo es una fruta de kiwi y porque dichos coeficientes (a, b) de dicha correlación lineal $Du = b \cdot S4 + a$ son, respectivamente:
- $b = 0,0072$ y $a = -1,5084$**
- 40 3. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque los valores numéricos de dichos coeficientes (a, b) muestran una tolerancia independiente de $\pm 15 \%$.
4. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha fuerza dinámica aplicada a dicho primer y segundo producto agrícola es del tipo de impulsos.
- 45 5. Método según la reivindicación 1, donde dicho primer y segundo transductor piezoeléctrico (24, 35) se disponen, cuando se utilizan, en partes opuestas de dicho primer producto agrícola y dicho segundo producto agrícola a examinar.

CONVERSIÓN

FIG. 1

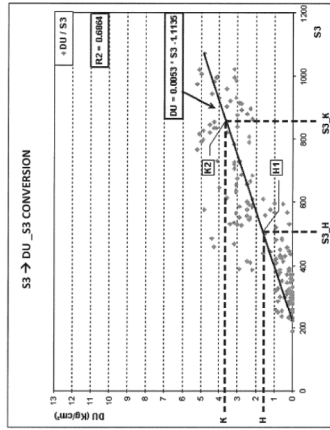
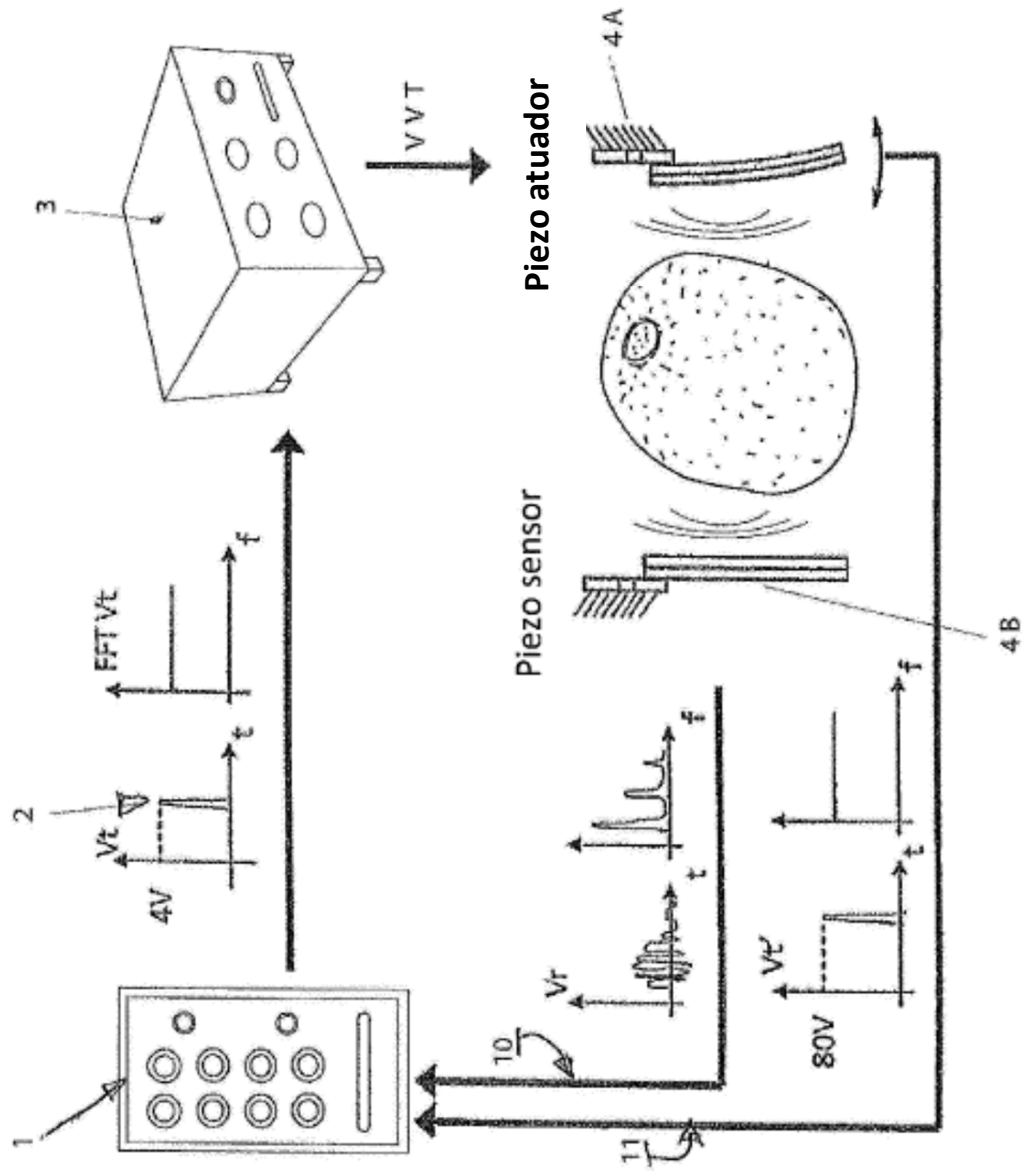
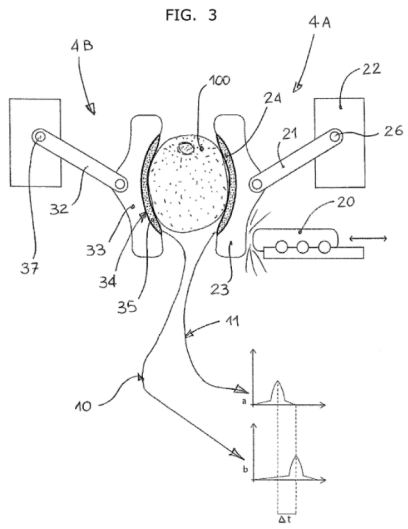


FIG. 2





CONVERSIÓN

FIG. 4

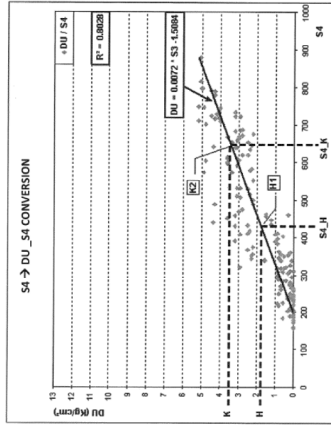


FIG. 5

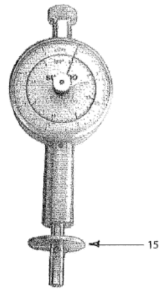


FIG. 6

