

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 882**

51 Int. Cl.:

G01N 21/88 (2006.01)

B07C 5/342 (2006.01)

B26D 5/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2011 PCT/EP2011/061607**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2012 WO12013476**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2011 E 11743039 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 2598860**

54 Título: **Procedimiento, unidad captadora y máquina para detectar defectos de "puntas de azúcar" en patatas**

30 Prioridad:
27.07.2010 AT 47310 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2020

73 Titular/es:
**INSORT GMBH (100.0%)
Berndorf 166
8324 Kirchberg an der Raab, AT**

72 Inventor/es:
**BURGSTALLER, MARKUS;
KERSCHHAGGL, PETER y
GROINIG, MARCUS**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 746 882 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, unidad captadora y máquina para detectar defectos de “puntas de azúcar” en patatas

La invención se refiere a un procedimiento y a una unidad captadora para detectar defectos de “puntas de azúcar” en patatas.

5 La invención se refiere, además, a una máquina para el tratamiento de patatas afectadas por defectos de “puntas de azúcar”.

Un procedimiento para detectar defectos de “puntas de azúcar” en patatas se conoce del documento US 5.818.953.

10 La detección y subsiguiente clasificación de productos a granel con ayuda de cámaras es un método habitual. Una forma de realización de una instalación de este tipo para la clasificación de patatas se describe, por ejemplo, en la patente US 4.351.437 A. En el caso de esta instalación conocida, las patatas son transportadas sobre un transportador de mesa de rodillos, siendo conducidas, ordenadas en filas transversales, a una zona de inspección en la que son irradiadas con luz en el procedimiento de luz incidente, y la luz reflejada por las patatas es detectada por una cámara de imágenes en línea. La cámara de imágenes en línea escanea regularmente de forma transversal por encima de cada una de las filas de patatas y genera una señal de salida de detección, la cual corresponde a la luz reflejada. En este caso, la cámara observa una zona iluminada clara de las patatas frente a un fondo oscuro, de modo que a partir de las imágenes detectadas de esta manera un microprocesador puede determinar la longitud de las patatas en dirección a la fila de patatas.

15 Otras instalaciones para la clasificación y el análisis de alimentos se describen en el documento EP 672 468 B1 o el documento EP 1 332 353 B1. De manera predominante en ellas tiene lugar una detección de luz incidente y una clasificación de los objetos transportados, en las que los objetos transportados son inspeccionados de manera totalmente automática al irradiar luz sobre ellos y la luz reflejada es captada y analizada por una cámara. La luz es luz blanca de banda ancha o filtrada, pero también está realizada como luz LED o láser con determinadas longitudes de onda relevantes para el respectivo planteamiento del problema. Con esta tecnología se pueden reconocer, por ejemplo, imperfecciones en la superficie del objeto, pero también determinadas diferencias de calidad en el material del género.

20 El documento JP 2000 111473 A da a conocer asimismo un procedimiento para la inspección no destructiva de la calidad de fruta y verdura mediante irradiación con luz de la fruta o bien de la verdura y medición de la luz transmitida a través de la fruta o bien de la verdura.

30 Recientemente se consagran también visiblemente tecnologías espectroscópicas en el análisis y la clasificación en línea de alimentos. Por ejemplo, mediante un denominado “anizador del aroma o del sabor” se analiza el contenido en azúcar de frutos enteros. Una forma de realización de un dispositivo de este tipo se describe en la patente US 7.103.207 o bien, configurado como aparato manual, en el documento WO 99/61898 A1. Estos procedimientos trabajan a base de un espectrómetro de 1 canal. En este caso, se detecta y analiza el comportamiento de reflexión y/o transmisión de un único punto de medición o mancha de medición de un objeto.

35 Con estas tecnologías conocidas no pueden detectarse, sin embargo, muchos defectos e imperfecciones en frutas y verduras. En particular, no pueden detectarse inequívocamente los denominados defectos de “puntas de azúcar” en patatas, conocidos en la bibliografía también como “sugar-ends”, dado que en este caso se trata de imperfecciones del crecimiento en el tubérculo patata. En el caso de estas imperfecciones locales del crecimiento se manifiesta una acumulación de azúcares en el extremo del tallo, en particular en el extremo proximal de los tubérculos patata, provocada por diversos factores medioambientales. Propensas a estos defectos de “puntas de azúcar” son, en particular, clases de patatas de tubérculo largo, tales como, p. ej., las clases “Russet Burbank” y “Shepody” utilizadas a menudo para la producción de patatas fritas. Esta imperfección del crecimiento es de gran importancia económica, dado que los azúcares reductores que se acumulan localmente forman con aminoácidos, en el transcurso del calentamiento, pigmentos de pardos a negros que hacen que el producto final patata sea ópticamente de un aspecto desagradable y, por lo tanto, no comercializable. Un problema esencial en los defectos de “puntas de azúcar” es que ópticamente no se pueden distinguir en las patatas o bien partes de patatas crudas, sino que solo aparecen en el calentamiento en la cocina o bien en la industria elaboradora de alimentos y luego conducen a menudo a reclamaciones. Un aspecto adicional de la invención es evitar la formación incrementada de acrilamida durante el horneado y la fritura de patatas. En particular, las patatas fritas han caído en descrédito desde hace algunos años, dado que contienen acrilamida, una sustancia que puede desencadenar el cáncer. La acrilamida se forma durante el horneado y la fritura de patatas a altas temperaturas, al sobrecalentarse el almidón contenido en las patatas. La sustancia de partida más importante para acrilamida en los alimentos es el aminoácido asparagina que se presenta, ante todo, en patatas y cereales. La formación de acrilamida es fomentada por azúcares tales como glucosa, sustancias por lo tanto que se presentan en medida incrementada en el caso de patatas con defectos de “puntas de azúcar”.

Enfoques actuales para el reconocimiento temprano de defectos de “puntas de azúcar” en patatas se basan en calentar muestras de ensayo de patatas después de la cosecha o durante el control de entrada de mercancías, y

después inspeccionarlas visualmente por parte del personal de servicio. Si en este caso muestras individuales de ensayo mostraran defectos de "puntas de azúcar", entonces a menudo se desecha de forma rigurosa toda la carga de las patatas, lo cual representa una gran pérdida de material y está ligado con grandes pérdidas para la empresa de producción. Alternativamente a ello, en el caso de la aparición de defectos de "puntas de azúcar" en la muestra de ensayo se cortan todos los extremos de las patatas de toda la carga. Con ello se reduce ciertamente la pérdida de material, pero mediante la etapa de trabajo adicional del corte se producen costos de trabajo y de las máquinas. Además de ello, el calentamiento y la inspección de muestras de ensayo es una cuestión laboriosa que impide un rápido tratamiento de las patatas.

Por lo tanto, sería deseable poder proporcionar un procedimiento y una unidad captadora para la detección de defectos de "puntas de azúcar" en patatas que no solo sean aplicados en muestras de ensayo, sino que posibiliten un examen fiable de todas las patatas, y esto, además de ello, en línea en una línea de tratamiento de patatas. Además, sería deseable poder proporcionar una máquina para el tratamiento de patatas afectadas por defectos de "puntas de azúcar", en la que primeramente son detectables de manera fiable patatas con defectos de "puntas de azúcar" y, a continuación, las patatas afectadas por defectos de "puntas de azúcar" son desechadas o son tratadas mediante la supresión por corte de las partes afectadas.

La presente invención resuelve el problema anterior mediante la provisión de un procedimiento para la detección de defectos de "puntas de azúcar" en patatas con los rasgos caracterizantes de la reivindicación 1, de una unidad captadora para detectar defectos de "puntas de azúcar" en patatas con los rasgos caracterizantes de la reivindicación 17, así como de una máquina para el tratamiento de patatas afectadas por defectos de "puntas de azúcar" con los rasgos caracterizantes de la reivindicación 25. Ejecuciones ventajosas de la invención se exponen en la siguiente descripción y en las reivindicaciones subordinadas.

El procedimiento de acuerdo con la invención para la detección de defectos de "puntas de azúcar" en patatas comprende:

la irradiación de las patatas con al menos una fuente de luz,

para una pluralidad de puntos locales en cualquier patata, encontrándose los puntos locales en las dos regiones extremas de la patata y encontrándose otros puntos locales en una región central de la patata, la proyección selectiva de la luz reflejada y/o transmitida a los respectivos puntos locales en al menos un fotosensor, la captación de señales de medición de la luz para cada uno de los puntos locales a través del al menos un fotosensor a partir de la luz recibida y el almacenamiento intermedio de las señales de medición de la luz registradas de este modo para cada uno de los puntos locales,

la determinación de al menos una característica de clasificación a partir de las señales de medición de la luz y

la clasificación de patatas como afectadas por defectos de "puntas de azúcar", cuando al menos una característica de clasificación corresponda a un criterio de "puntas de azúcar" predeterminado, así como

la irradiación de las patatas con luz de banda ancha, el registro de los espectros de la luz reflejada y/o transmitida por los puntos locales como señales de medición de la luz mediante el al menos un fotosensor, y la determinación de al menos una característica de clasificación a partir de los espectros o de la enésima ($n = 1, 2, \dots$) derivada de los espectros, en donde la luz reflejada y/o transmitida en cada caso por los puntos locales es registrada mediante la disociación del espectro en una pluralidad de componentes espectrales, y cada uno de los componentes espectrales es irradiado sobre un punto de la imagen fotosensible asociado a estos componentes espectrales de un fotosensor dotado de una pluralidad de puntos de imágenes, en donde opcionalmente los puntos de imágenes del fotosensor están dispuestos de forma bidimensional, representando la primera dimensión los puntos locales y representando la segunda dimensión los componentes espectrales de la luz,

en donde la determinación de al menos una característica de clasificación a partir del espectro respectivo o de la enésima derivada del espectro respectivo de los puntos locales comprende el cálculo de un perfil de diferencias para el punto local respectivo mediante la formación de las diferencias entre las señales de medición de la luz espectrales del punto local respectivo y los valores espectrales de un espectro de referencia para una serie de longitudes de onda, o mediante la formación de las diferencias entre la enésima derivada de las señales de medición de la luz espectrales del punto local respectivo y de la enésima derivada del espectro de referencia para una serie de longitudes de onda, y la característica de clasificación se determina a partir del perfil de diferencias determinado de esta forma.

En principio, sería suficiente con detectar puntos locales en aquella región extrema de la patata en la que crece la hierba y en una región central. No obstante, en la práctica, en el tratamiento de patatas en el instante de la detección de "puntas de azúcar", la hierba ya ha sido eliminada del tubérculo patata, y la patata puede haberse girado varias veces en el transcurso del transporte, de modo que para una realización factible de la invención está previsto detectar puntos locales en las dos regiones extremas de la patata y otros puntos locales en una región central de la patata.

Con el procedimiento de acuerdo con la invención pueden detectarse defectos de “puntas de azúcar” en patatas no movidas, en patatas movidas de manera intermitente y en patatas movidas de forma continua.

Por el término “patata”, tal como se utiliza en esta memoria, se han de entender tanto patatas enteras como trozos de patata, en particular trozos de patata en forma de tiras o en forma de discos cortados en la dirección longitudinal o transversal.

Cuando la luz reflejada y/o transmitida por los puntos locales es proyectada secuencialmente sobre el al menos un fotosensor, entonces mediante este proceso de multiplexación por división de espacio se contenta uno con un único fotosensor. En este caso se exploran sucesivamente puntos locales. La luz reflejada y/o transmitida por los puntos locales puede ser proyectada, por ejemplo con ayuda de un espejo móvil bidimensional, sobre el fotosensor.

Cuando las patatas son movidas a lo largo de una dirección de transporte con una velocidad de transporte definida, y la luz reflejada o transmitida por puntos locales es proyectada sucesivamente distanciada en el tiempo sobre el mismo fotosensor, entonces tiene lugar, visto en la dirección de transporte, un proceso de multiplexación por división de tiempo. Con el fin de poder explorar con un fotosensor la luz reflejada o transmitida de puntos locales arbitrariamente distribuidos, es suficiente con una exploración local transversal o inclinada a la disposición de transporte, por ejemplo a lo largo de una línea. Cuando en lugar de un único fotosensor está dispuesta una pluralidad de fotosensores transversalmente a la dirección de transporte, no son necesarios medios de desviación para la luz reflejada o transmitida por los puntos locales. Más bien – visto en la dirección de transporte – puntos locales situados uno tras otro son asociados en cada caso al mismo fotosensor y durante el movimiento de avance de las patatas son explorados en el proceso de multiplexación por división de tiempo.

De acuerdo con un primer enfoque para la determinación de al menos una característica de clasificación a partir de las señales de medición de la luz y la clasificación de patatas afectadas por defectos de “puntas de azúcar”, cuando al menos una característica de clasificación corresponde a un criterio de “puntas de azúcar” predeterminado, está previsto proporcionar al menos un fotosensor que solo sea sensible para una única longitud de onda o una banda de longitudes de onda dentro de la banda de frecuencias de la fuente de luz de banda ancha o bien filtrada. También pueden estar previstos varios fotosensores que son sensibles para diferentes longitudes de onda o bandas de longitudes de onda. Las señales de medición de la luz del al menos un fotosensor son valores de intensidad de la luz representativos para una longitud de onda o banda de longitudes de onda o para varias longitudes de onda o bandas de longitudes de onda separadas unas de otras, en donde la característica de clasificación son estos valores de intensidad de la luz y el criterio de “puntas de azúcar” se define como la desviación de un valor de intensidad de la luz umbral. Los valores de intensidad de la luz en el caso de las determinadas longitudes de onda o bandas de longitudes de onda pueden obtenerse, mediante:

- irradiación paralela o secuencial de las patatas con luz de banda estrecha con las longitudes de onda o bandas de longitudes de onda determinadas; y/o
- mediante irradiación de las patatas con luz de banda ancha y filtración de la luz reflejada y/o transmitida en los respectivos puntos locales con filtros pasa banda, cuyos intervalos de paso contienen las longitudes de onda o bandas de longitudes de onda determinadas; y/o
- mediante provisión de fotosensores que son sensibles en determinadas longitudes de onda o bandas de longitudes de onda.

De acuerdo con la invención, la irradiación de las patatas tiene lugar con una fuente de luz de banda ancha. Mediante el al menos un fotosensor se registran como señales de medición de la luz para todos los puntos locales los espectros de la luz reflejada y/o transmitida por los puntos locales. Esto determina que, al menos en el caso de prever un único fotosensor, éste debe estar configurado para la resolución del espectro. Alternativamente a ello, pueden estar previstos varios fotosensores que sean sensibles para diferentes intervalos de frecuencia parcial del espectro. A partir de los espectros determinados o de la n ésima ($n = 1, 2, \dots$) derivada de los espectros se determina al menos una característica de clasificación.

En una forma de realización de la invención preferida, dado que es muy precisa, la luz reflejada y/o transmitida respectiva de los puntos locales es registrada mediante la disociación del espectro en una pluralidad de componentes espectrales, y cada uno de los componentes espectrales es irradiado sobre un punto de la imagen fotosensible asociado a este componente espectral con una pluralidad de fotosensores dotados de puntos de imágenes. Los puntos de imágenes pueden estar dispuestos en una línea (captador de línea) en donde secuencialmente (en el proceso de multiplexación) para cada uno de los puntos locales la luz reflejada o transmitida por el respectivo punto local es disociada espectralmente y es proyectada sobre todos los puntos de imágenes del sensor de líneas. Las señales de medición de la luz espectrales recogidas de este modo secuencialmente para cada uno de los puntos locales son almacenadas de modo intermedio como una imagen bidimensional, cuya primera dimensión representa los puntos locales y cuya segunda dimensión representa los componentes espectrales de la radiación. Alternativamente al sensor de líneas, los puntos de imágenes del fotosensor están dispuestos de forma bidimensional (sensor de superficie), representando la primera dimensión los puntos locales y representando la segunda dimensión los componentes espectrales de la luz.

Mediante la disociación del almacenamiento intermedio de la luz reflejada o transmitida de los respectivos puntos locales en sus componentes espectrales se posibilita entonces la determinación de la al menos una característica de clasificación a partir del respectivo espectro o de la enésima derivada del respectivo espectro de los puntos locales. Esta determinación de una característica de clasificación comprende el cálculo de un perfil de diferencias para el punto local respectivo mediante la formación de las diferencias entre las señales de medición de la luz espectrales del punto local respectivo y de los valores espectrales de un espectro de referencia para una serie de longitudes de onda, o mediante la formación de las diferencias entre la enésima derivada de las señales de medición de la luz espectrales del punto local respectivo y la enésima derivada del espectro de referencia para una serie de longitudes de onda, en donde la característica de clasificación se determina a partir del perfil de diferencias calculado de esta forma.

En otra forma de realización de la invención, en el que la característica de clasificación se determina a partir del perfil de diferencias calculado tal como se describe en el párrafo anterior, una característica de clasificación derivada de los perfiles de diferencias es el perfil de intensidad del perfil de diferencias respectivo a través de la longitud de onda. El criterio de clasificación se elige en este caso a partir de rebasar por arriba o rebasar por abajo valores límite de intensidad en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores de intensidad dentro de las bandas de longitudes de onda. Como criterio de clasificación alternativo o adicional puede definirse la presencia de valores de intensidad dentro o fuera de un intervalo de valores de intensidad definido en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores de intensidad dentro de las bandas de longitudes de onda. Como otro criterio de clasificación alternativo o adicional puede definirse la similitud entre al menos un tramo del perfil de intensidad con un modelo previamente definido.

En otra forma de realización de la invención, en la que la característica de clasificación se determina a partir del perfil de diferencias calculado como se describe arriba, una característica de clasificación derivada de los perfiles de diferencias es el perfil del primer o del segundo cociente diferencial del respectivo perfil de diferencias. En este caso, el criterio de clasificación se elige de rebasar por arriba o rebasar por abajo valores límite de los cocientes diferenciales en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores del cociente diferencial dentro de las bandas de longitudes de onda. Como criterio de clasificación alternativo o adicional puede definirse la presencia de valores del cociente diferencial dentro o fuera de un intervalo definido de valores del cociente diferencial en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores del cociente diferencial dentro de las bandas de longitudes de onda. Como otro criterio de clasificación alternativo o adicional puede definirse la similitud de al menos un tramo del perfil del cociente diferencial con un modelo predefinido. Se ha de indicar al respecto que en la realización práctica técnica por computadora de la invención, no se calcula la mayoría de las veces el cociente diferencial propiamente dicho, sino que se lleva a cabo un cálculo aproximativo del cociente de las diferencias. Sin embargo, para los fines de la presente invención, esto es equivalente al cálculo del cociente diferencial.

En una forma de realización preferida de la invención, una característica de clasificación derivada de los perfiles de diferencias se obtiene a partir de la transformación, al menos por tramos, de los perfiles de diferencias en un intervalo de longitudes de onda visible, con lo cual se obtienen imágenes de color falsas. Preferiblemente, al menos tres tramos de los perfiles de diferencias se transforman en intervalos de longitudes de onda visibles. El criterio de clasificación es en esta forma de realización la aparición y/o la ausencia, resueltas localmente, de colores o intervalos de colores o transiciones de colores en las imágenes de color falsas, en donde se recurre no solo a colores específicos sino también a intervalos de colores, que también se designan como "nubes de colores", colores similares, etc. Esta forma de realización ofrece varias ventajas. Posibilita la inspección visual por el personal de servicio, p. ej., como vigilancia o en el caso de un diseño inicial de una instalación para la detección de patatas con defectos de "puntas de azúcar". Además, esta forma de realización posibilita también el tratamiento ulterior de los intervalos de longitudes de onda transformados con medios establecidos del tratamiento digital de imágenes, lo cual simplifica esencialmente la implementación mediante software, dado que, en parte, se puede recurrir también a rutinas estándares. Finalmente, la transformación, al menos por tramos, de los perfiles de diferencias en un intervalo de longitudes de onda visible puede compensar también heterogeneidades de las patatas a examinar, lo cual es particularmente ventajoso en el caso de la inspección visual por parte de personal de servicio.

En otra forma de realización particularmente ventajosa de la invención, el espectro de referencia se calcula como un espectro promediado a partir de los datos de imágenes espectrales de puntos locales de al menos una patata, preferiblemente de los datos de imágenes espectrales de puntos locales que están asociados a una región central de una o varias patatas. Con ello, se crea un espectro de referencia muy fiable, sin que para ello sean necesarios trabajos de calibración o de ajuste complejos o se requiriera un Know-How particular del personal de servicio. Esto simplifica enormemente la instalación y el funcionamiento de instalaciones en la industria en las que se implementa la presente invención.

En un perfeccionamiento del procedimiento previamente descrito para el cálculo de un espectro de referencia, está previsto que el espectro de referencia sea calculado o actualizado como un espectro promediado localmente y/o en el tiempo a partir de los datos de imágenes espectrales de puntos locales de una o varias de las patatas a examinar en cuanto a defectos de "puntas de azúcar", opcionalmente mientras que las patatas son desplazadas a lo largo de

la dirección de transporte. Esta forma de realización permite el cálculo de un espectro de referencia directamente a partir del género de patata a examinar, pudiendo ser actualizado este espectro de referencia de forma continua o a determinados intervalos de tiempo o, p. ej., manualmente en el transcurso de un examen del control de calidad.

5 De nuevo en otra forma de realización de la invención, la determinación de al menos una característica de clasificación a partir del espectro respectivo o de la enésima derivada del espectro respectivo de los puntos locales comprende el cálculo de concentraciones de sustancias constitutivas, tales como, p. ej., glucosa, almidón, sólidos y/o la detección del aspecto vítreo a partir del espectro o de la enésima derivada del espectro del punto local respectivo. Las características de clasificación se eligen a partir de los valores de concentración determinados de las sustancias constitutivas o combinaciones de los mismos, tales como, p. ej., la relación de glucosa a almidón y/o el aspecto vítreo. En el caso de esta forma de realización se lleva a cabo, por consiguiente, la detección de defectos de "puntas de azúcar" analizando a partir de los espectros o de sus derivadas determinadas sustancias constitutivas o el aspecto vítreo (una característica óptica) y, a continuación, sacando conclusiones a partir de las sustancias constitutivas o bien del aspecto vítreo sobre la posible presencia de defectos de "puntas de azúcar".

15 En un perfeccionamiento del procedimiento expuesto en el párrafo anterior, a partir del espectro o de la enésima derivada del espectro de al menos un punto local se determinan concentraciones de sustancias constitutivas, tales como, p. ej., glucosa, almidón, sólidos, y/o el aspecto vítreo, en donde el punto local se encuentra preferiblemente en una región central de una patata. Opcionalmente, se recurre a una pluralidad de puntos locales bajo la formación del valor medio de sus espectros o de la enésima derivada de los espectros. La desviación de los valores de concentración de referencia determinadas de las sustancias constitutivas o combinaciones de las mismas, tales como, p. ej., la relación de glucosa a almidón y/o el aspecto vítreo de referencia, de concentraciones de sustancias constitutivas o combinaciones de las mismas y/o del aspecto vítreo de puntos locales, que se encuentran en regiones extremas de las patatas, representan en esta forma de realización de la invención un criterio de "puntas de azúcar". Mediante esta determinación automatizable de concentraciones de referencia de sustancias constitutivas y/o de un aspecto vítreo de referencia se evitan complejos trabajos de calibración o ajuste para llegar a estos valores de referencia. Tampoco se requiere un Know-How particular del personal de servicio. Otra gran ventaja es que la determinación de los valores de referencia mencionados puede tener lugar en línea sin interrupción del funcionamiento de las instalaciones en las que se implementa la presente invención.

La presente invención resuelve el problema planteado al comienzo también mediante la provisión de una unidad captadora para la detección de defectos de "puntas de azúcar" en patatas, que comprende:

- 30 - al menos una fuente de luz para la irradiación de las patatas,
- al menos un fotosensor,
- una óptica con la que se proyecta en puntos locales en cada de una de las patatas luz reflejada y/o transmitida sobre el al menos un fotosensor,
- 35 - en donde el al menos un fotosensor genera señales de medición de la luz a partir de la luz recibida para cada uno de los puntos locales,
- una memoria intermedia con la que se almacenan para cada uno de los puntos locales las señales de medición de la luz generadas por al menos un fotosensor,

caracterizada por

40 medios de cálculo que ejecutan el procedimiento para la detección de defectos de "puntas de azúcar" en patatas según una de las reivindicaciones 1 a 13, en donde los medios de cálculo clasifican las patatas como afectadas por defectos de "puntas de azúcar" y emiten una señal de "puntas de azúcar" cuando al menos una característica de clasificación corresponda a un criterio de "puntas de azúcar" predeterminado,

45 y la cual presenta al menos un fotosensor (12), una pluralidad de puntos de imágenes (Bxy) fotosensibles, en donde opcionalmente los puntos de imágenes del fotosensor están dispuestos de forma bidimensional, en donde la primera dimensión representa los puntos locales (P1-P4) y la segunda dimensión representa los componentes espectrales de la luz, y la óptica (13) comprende medios de desviación de la luz (20) móviles con los que la luz reflejada y/o transmitida desde los puntos locales es proyectada secuencialmente sobre el al menos un fotosensor (12), y la óptica (13) comprende filtros pasa banda (19) o un espectrógrafo (21).

50 Se ha demostrado que la detección de defectos de "puntas de azúcar" en patatas proporciona resultados particularmente fiables cuando la al menos una fuente de luz irradia luz en al menos un intervalo de longitudes de onda situado entre 350 y 2500 nm. Dentro de este intervalo de longitudes de onda se prefieren intervalos de longitudes de onda parciales de 1000 – 1700 nm (el denominado intervalo NIR) y/o de 350 – 1000 nm (el denominado intervalo VISNIR) y/o de hasta 2500 nm (el denominado intervalo SWIR). Estos intervalos de longitudes de onda parciales pueden calcularse con los siguientes tipos de fotosensores: sensores de silicio para longitudes de onda de 350 a 1000 nm, sensores de indio-galio-arseniuro para longitudes de onda de 900 a 1700 nm, sensores de mercurio-cadmio-telurio (MCT) para longitudes de onda de 800 a 2500 nm.

5 Para la detección continua de defectos de “puntas de azúcar” en patatas está previsto dotar a la unidad captadora de medios de transporte sobre los cuales se desplacen las patatas a lo largo de una dirección de transporte con una velocidad de transporte definida. Para la detección de la luz reflejada o transmitida por los distintos puntos locales, el transporte de las patatas representa una multiplexación por división de tiempo. Esto significa que una detección local de la luz reflejada o transmitida por los distintos puntos locales solo tiene que tener lugar transversalmente a la dirección de transporte, mientras que, por el contrario, puntos locales situados uno tras otro son elaborados mediante la multiplexación por división de tiempo predeterminada por la velocidad de transporte.

10 Con el fin de reducir el número de fotosensores (en caso extremo a solo un fotosensor), la óptica comprende, de acuerdo con la invención, medios de desviación de la luz móviles con los que la luz reflejada y/o transmitida por los puntos locales es proyectada secuencialmente sobre el al menos un fotosensor. En una forma de realización alternativa, con la que es posible una detección más rápida de defectos de “puntas de azúcar” en patatas, está prevista, sin embargo, una pluralidad de fotosensores.

15 Con el fin de garantizar que la luz recibida por el al menos un fotosensor, reflejada o transmitida por puntos locales se encuentre dentro de un intervalo de longitudes de onda adecuado para el fotosensor, con lo cual se mejora la calidad de la medición, en un perfeccionamiento de la invención está previsto que la óptica comprenda filtros pasa banda o un espectrógrafo.

20 Con el fin de posibilitar un control en línea rápido de patatas en cuanto a la presencia de defectos de “puntas de azúcar”, y con el fin de alcanzar, además, un tamaño constructivo compacto de la unidad captadora, es conveniente que se utilicen fotosensores con una pluralidad de puntos de imágenes fotosensibles, en donde opcionalmente los puntos de imágenes del fotosensor están dispuestos de forma bidimensional, en donde la primera dimensión representa los puntos locales y la segunda dimensión representa los componentes espectrales de la luz.

25 La presente invención se refiere también a una máquina para el tratamiento de patatas afectadas por defectos de “puntas de azúcar”. Esta máquina comprende un dispositivo transportador para el transporte continuo de patatas a lo largo de una dirección de transporte con una velocidad de transporte definida, un dispositivo de tratamiento para patatas y una unidad captadora de acuerdo con la invención, realizada como se ha descrito arriba, en donde una señal de “puntas de azúcar” emitida por la unidad captadora controla al dispositivo de tratamiento. El dispositivo de tratamiento comprende, en una primera forma de realización, medios de clasificación de patatas, los cuales, en el caso de la presencia de la señal de “puntas de azúcar”, clasifica las patatas asociadas a esta señal. En otra forma de realización de la invención, el dispositivo de tratamiento comprende un dispositivo de corte para cortar los extremos de patatas enteras o trozos de patata cortados a lo largo, afectados por defectos de “puntas de azúcar”.

30 La invención se explica ahora con mayor detalle con ayuda de ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente en vista lateral una máquina para el tratamiento de patatas afectadas por defectos de “puntas de azúcar”.

35 La Fig. 2 muestra la máquina conforme a la Fig. 1 esquemáticamente en vista en planta.

La Fig. 3 muestra una representación esquemática de una óptica utilizada en la unidad captadora de acuerdo con la invención.

La Fig. 4 muestra una vista en planta esquemática de un fotosensor sensible para una pluralidad de longitudes de onda diferentes y puntos de imágenes resueltos localmente.

40 La Fig. 5 muestra una representación esquemática de una patata con puntos locales ilustrativos.

La Fig. 6 muestra un diagrama de la intensidad de la luz a lo largo de las longitudes de onda de señales de medición de la luz espectrales en puntos locales de una patata.

45 La Fig. 7 muestra un diagrama de la intensidad de la luz a lo largo de las longitudes de onda de los perfiles de diferencias de señales de medición de la luz espectrales en puntos locales de una patata con respecto a un espectro de referencia.

La Fig. 8 muestra un diagrama de la 1ª derivada de los perfiles de diferencias representados en la Fig. 7 de señales de medición de la luz espectrales.

La Fig. 9 muestra una imagen de una patata (pelada) registrada con una cámara digital.

50 La Fig. 10 muestra una imagen de la patata de la Fig. 9, la cual se calculó conforme a una realización del procedimiento de acuerdo con la invención (sustancia constitutiva glucosa).

La Fig. 11 muestra una imagen de la patata de la Fig. 5 que se calculó conforme al procedimiento de acuerdo con la invención como imagen de color falsa sobre la base de perfiles de diferencias espectrales.

En las Figuras 1 y 2 se representa esquemáticamente en vista lateral o bien en vista en planta una máquina 1 de acuerdo con la invención para la detección y el tratamiento de patatas K afectadas por defectos de “puntas de azúcar”. La máquina 1 comprende un dispositivo transportador 2 para el transporte continuo o discontinuo de patatas K a lo largo de una dirección de transporte F. En el caso del transporte continuo, éste tiene lugar con una velocidad de transporte v definida. El dispositivo transportador 2 puede estar configurado, por ejemplo, como cinta transportadora, transportador de rodillos, resbaladera o similares. La máquina 1 comprende, además, un dispositivo de tratamiento 3 para patatas K. Este dispositivo de tratamiento 3 comprende medios de clasificación de patatas 5 y/o un dispositivo de corte 4 para cortar los extremos de patatas afectadas por defectos de “puntas de azúcar”. En las Figuras 1 y 2, los medios de clasificación de patatas 5 están representados esquemáticamente con una lanzadera 5a. Se entiende, sin embargo, que en lugar de una lanzadera se pueden emplear también otros medios, tales como medios de expulsión (p. ej., sobre la base de aire comprimido o de muelle) o medios de desviación o trampillas, etc. El dispositivo de corte 4 está representado con una cuchilla 4a a modo de guillotina, pero se pueden utilizar, sin embargo, también otras cuchillas conocidas por el experto en la materia.

El elemento central de la máquina 1 es una unidad captadora designada en general con el símbolo de referencia 10 para la detección de defectos de “puntas de azúcar” en patatas, la cual se describe en lo que sigue de manera detallada. Cuando la unidad captadora 10 detecta una patata K afectada por defectos de “puntas de azúcar”, genera una señal 6, 7 de “puntas de azúcar” que es transmitida al dispositivo de tratamiento 3 y desencadena un tratamiento correspondiente de las patatas K. Este tratamiento comprende la clasificación de las patatas K mediante los medios de clasificación de patatas 5 o el corte de partes de las patatas K afectadas por defectos de “puntas de azúcar”. Se señala que bajo la expresión “patatas K”, tal como se utiliza en esta memoria, se han de entender tanto tubérculos patata enteros como trozos de patatas, en particular trozos de patatas en forma de tira o en forma de disco cortados en la dirección longitudinal o transversal. Dado que los defectos de “puntas de azúcar” solo se manifiestan en las regiones extremas de los tubérculos patata, para trozos de patatas cortados transversalmente solamente tiene sentido, en general, la clasificación mediante los medios de clasificación de patatas 5.

La unidad captadora 10 para la detección de defectos de “puntas de azúcar” en patatas comprende una o varias fuentes de luz 11 para la irradiación de las patatas K, al menos un fotosensor 12, una óptica 13, con la que la luz LP1-LP4 reflejada y/o transmitida en puntos locales P1-P4 en cada una de las patatas K es proyectada selectivamente sobre el al menos un fotosensor 12. El al menos un fotosensor 12 genera, a partir de la luz LP1-LP4 recibida para cada uno de los puntos locales P1-P4, señales de medición de la luz LM1-LM4, y transmite éstas, mediante medios de cálculo 14, a una memoria intermedia 15 en la que se almacenan para cada uno de los puntos locales P1-P4 las señales de medición de la luz LM1-LM4. Los medios de cálculo 14 son controlados por un código de programa almacenado en una memoria de programa 16, con el fin de procesar un procedimiento para la detección de defectos de “puntas de azúcar” en patatas. En el caso de este procedimiento, explicado en lo que sigue en detalle, a partir de las señales de medición de la luz LM1-LM4, opcionalmente bajo una realización previa de un tratamiento previo para la elaboración de las señales de medición de la luz LM1-LM4 en una forma elaborable más rápidamente y/o afectada por una menor tasa de errores, se clasifican las patatas como afectadas por defectos de “puntas de azúcar” cuando al menos una característica de clasificación corresponda a un criterio de “puntas de azúcar” predeterminado; en este caso, se emite una señal 6, 7 de “puntas de azúcar” al dispositivo de tratamiento 3.

Se ha demostrado que la infestación de patatas K con defectos de “puntas de azúcar” se puede detectar de manera muy fiable cuando se evalúan señales de medición de la luz LM1-LM4 dentro de un intervalo de longitudes de onda situado entre 350 y 2500 nm, en donde dentro de este intervalo de longitudes de onda pueden evaluarse una o varias longitudes de onda o bandas de longitudes de onda específicas. Con el fin de reducir la complejidad del cálculo y minimizar la influencia de luz perturbadora, es conveniente mantener la iluminación a través de la al menos una fuente de luz 11 dentro del intervalo de longitudes de onda mencionado y también ajustar al mismo la sensibilidad de los fotosensores 12. Esto puede alcanzarse empleando una o varias fuentes de luz 11 de banda estrecha (diodos de luz, láser, etc.), o utilizando una fuente de luz 11 de banda ancha con un filtro frontal 17 que solo permite el paso de luz en el intervalo de longitudes de onda entre 350 y 2500 nm o bien en intervalos de longitudes de onda parciales de las mismas. Como fotosensores 12 pueden pasar a emplearse varios fotosensores, que en cada caso son sensibles para diferentes intervalos de longitudes de onda parciales. Intervalos de longitudes de onda parciales son, por ejemplo, los intervalos de longitudes de onda parciales de 900 – 1700 nm (NIR) y/o de 350 – 1000 nm (VISNIR) y/o de hasta 2500 nm (SWIR). Fotosensores 12 adecuados para estos intervalos de longitudes de onda parciales son, p. ej., sensores de silicio con una sensibilidad principal de 350-1000 nm, sensores de indio-galio-arseniuro con una sensibilidad principal de 900-1700 nm y sensores de mercurio-cadmio-telurio (MCT) con una sensibilidad principal 800-2500 nm.

Debe mencionarse que en el ejemplo de realización representado, la fuente de luz 11 y el fotosensor 12 están dispuestos en el mismo lado de la patata K, de modo que la luz LP1-LP4 reflejada por los puntos locales P1-P4 accede al fotosensor 12. Cuando la fuente de luz 11 se coloca por debajo del dispositivo transportador 2, entonces la luz transmitida por los puntos locales P1-P4 accede al fotosensor 12. En esta última disposición, el dispositivo transportador 2 se ha de construir con elementos permeables a la luz o se han de prever elementos, p. ej., elementos de cinta transportadora o rodillos a distancia entre sí, de modo que la luz pueda penetrar a su través, o bien, en el caso de utilizar una resbaladera, se puede incorporar una rendija, o se puede medir al final del tramo de transporte “en caída libre”.

La misión de la óptica 13 es conducir la luz LP1-LP4 reflejada o transmitida por los puntos locales P1-P4 de manera adecuada a al menos un fotosensor 12. Tal como se representa esquemáticamente en la Fig. 3, la óptica 13 comprende para este fin, en general, al menos una lente 18 óptica, así como, opcionalmente, al menos un filtro pasa banda 19 y/o medios de desviación de la luz 20, por ejemplo un espejo desviable a lo largo de uno o dos ejes. Cuando los medios de desviación de la luz 20 solo pueden ser desviados en un eje, entonces la óptica 13 se orienta de modo que una exploración de la luz tiene lugar transversalmente a la dirección de transporte F (la denominada multiplexación local). Si se tiene en cuenta también el movimiento de las patatas K en la dirección de transporte F con la velocidad de transporte v (la denominada multiplexación por división de tiempo), entonces se puede realizar una exploración secuencia bidimensional, en la que se puede uno contentar con un único fotosensor 12 (multiplexación por división de tiempo y local combinada). Para una mayor velocidad de tratamiento es, sin embargo, conveniente la presencia de varios fotosensores 12, que trabajen en paralelo, en donde los fotosensores son sensibles para diferentes intervalos de longitudes de onda y/o cubren diferentes puntos locales P1-P4. Cuando una pluralidad de fotosensores 12 está dispuesta distribuida transversalmente a la dirección de transporte F (sensor de línea) entonces – visto en la dirección de transporte F – se asocian al mismo caso al fotosensor puntos locales situados uno detrás de otro. Para una resolución incrementada de las longitudes de onda, la óptica 13 puede comprender también un espectrógrafo 21.

En la Fig. 4 está representado esquemáticamente en vista en planta un fotosensor 12 bidimensional preferido que presenta en una disposición rectangular una pluralidad de puntos de imágenes Bxy fotosensibles. Las líneas 1-m representan puntos locales resueltos localmente, las columnas 1-n representan los diferentes componentes espectrales de la luz que accede al fotosensor. En una forma simplificada de este fotosensor, que se ha de combinar con una multiplexación local mediante medios de desviación de la luz 20, el número n de las columnas presentes o utilizadas se elige igual a 1.

La Fig. 5 muestra cuatro puntos locales P1-P4 ilustrativos en una patata K. Los puntos locales P1 y P2 se encuentran en el extremo proximal de la patata, del que no crece hierba (no representado), P3 es un punto local próximo al centro y P4 es un punto local en el extremo distal de la patata K. La luz LP1-LP4 reflejada durante la irradiación por la luz procedente de la fuente de luz 11 de los puntos locales P1-P4 está representada en el diagrama de longitudes de onda/intensidad de la Fig. 6 en una resolución espectral en un intervalo de longitudes de onda de 1000 a 1700 nm.

En el caso de la detección de la luz LP1-LP por el fotosensor 12 bidimensional mostrado en la Fig. 4, el cual posibilita una descomposición de la luz recibida para cada uno de los puntos locales, las intensidades de la luz LP1-LP4 reflejada por los puntos locales P1-P4 corresponden esencialmente a las señales de medición de la luz LM1-LM4 generadas por el fotosensor para cada uno de los puntos locales P1-P4, tal como son almacenados para el tratamiento ulterior en la memoria intermedia 15.

Sin embargo, si se utiliza un fotosensor 12 que solo es sensible para la longitud de onda parcial TW1 (p. ej., a 1200 nm), entonces un fotosensor 12 de este tipo proporciona para la luz LP1-LP4 recibida por cada uno de los puntos locales P1-P4 solamente en cada caso un valor de intensidad como señal de medición de la luz LM1'-LM4'.

Sin embargo, si se utiliza un fotosensor 12 que solo es sensible para una banda de longitudes de onda parcial TWB1 (p. ej., entre 1300 y 1400 nm), entonces un fotosensor 12 de este tipo proporciona para la luz LP1-LP4 recibida por cada uno de los puntos locales P1-P4 solamente en cada caso un valor de intensidad promediado como señal de medición de la luz LM1''-LM4''.

Como se reconoce del diagrama de la Fig. 6, las formas de señales de la luz LP1-LP4, reflejada por los puntos locales P1-P4, son similares entre sí, pero se desvían una de otra en la altura de la señal y se intersectan en parte. Anticipándose a la explicación posterior, se ha de mencionar que en el caso de esta patata se trata de una patata con defecto de "puntas de azúcar". La detección de este defecto tiene lugar en el caso de utilizar el fotosensor 12 únicamente sensible para la longitud de onda parcial TW1 de 1200 nm mediante comparación de las señales de medición de la luz LM1'-LM4' representadas por valores de intensidad de la luz, que en este caso representan la característica de clasificación, con un primer valor de intensidad de la luz umbral T1 de, p. ej., 1500 unidades de intensidad de la luz relativas. La desviación, mejor dicho el rebase por abajo de los valores de intensidad de la luz de este valor de intensidad de la luz umbral T1 se define como el criterio de "puntas de azúcar". Como se reconoce del diagrama de la Fig. 6, con excepción de la señal de medición de la luz LM3', todas las otras señales de medición de la luz LM1', LM2', LM4' rebasan por abajo el valor de intensidad de la luz umbral T1, de lo que resulta que la patata K presenta un defecto de "puntas de azúcar". Ciertamente, sin embargo, solamente las regiones de la patata en torno al punto local P1 (con seguridad) y el punto local P2 (eventualmente) están afectadas por defectos de "puntas de azúcar", mientras que, por el contrario, la detección de un defecto de "puntas de azúcar" en el punto local P4 es una interpretación errónea que puede manifestarse en el caso de una situación de iluminación desfavorable y de una simple consideración de valores de intensidad de la luz absolutos. Al mismo resultado se llega en el caso de utilizar el fotosensor 12 sensible para la banda de longitudes de onda parciales TWB1 entre 1300 y 1400 nm. También aquí, en el caso de una comparación de un segundo valor de la intensidad de la luz umbral T2 de, p. ej., 1000 unidades de intensidad de la luz relativas, los valores de intensidad promediados de las señales de medición de la luz LM1'', LM2'', LM4'' de los puntos locales P1, P2, P4 se encuentran por debajo del segundo valor de intensidad de la luz

umbral T2 y solamente la señal de medición de la luz LM3” o bien su valor de intensidad promediado del punto local P3 se encuentra por encima del segundo valor de intensidad de la luz umbral T2. Para aumentar la seguridad de medición podría recurrirse, por ejemplo, a la claridad a 1050 nm como “claridad de referencia” a la que se remiten los resultados de medición. Con ello, se pueden eliminar efectos de iluminación.

5 Asimismo anticipándose a la explicación posterior, se ha de mencionar en este punto que a partir de la luz LP1-LP4 o bien a partir de las señales de medición de la luz LM1-LM4 generadas mediante un fotosensor 12 de resolución espectral, al comienzo del tratamiento o también en funcionamiento en marcha, se pueden obtener espectros de referencia. P. ej., recurriendo como espectro de referencia a la señal de medición de la luz LM3 del punto local P3 próximo al centro o determinando a partir de las señales de medición de la luz LM1-LM4 de varios o de todos los puntos locales P1-P4 mediante la formación del valor medio un espectro de referencia, o de acuerdo con uno de los otros métodos descritos con mayor detalle más adelante.

15 Como se reconoce del diagrama de la Fig. 6, los valores de la intensidad de la luz de las señales de medición de la luz LM1'-LM4' o bien LM1''-LM4'' están dispuestas relativamente próximos uno junto a otro. Esto conduce en el caso de su uso como característica de clasificación y al criterio de “puntas de azúcar” definido como la desviación de un valor de intensidad de la luz umbral, a veces a una tasa de errores de detección indeseablemente elevada. Esta tasa de errores puede reducirse claramente cuando la irradiación de las patatas tiene lugar con luz de banda ancha, y los espectros de la luz LP1-LP4 reflejada y/o transmitida por los puntos locales P1-P4 como señales de medición de la luz LM1-LM4, tal como es posible con el fotosensor 12 representado en la Fig. 4. A partir de los perfiles de señales, es decir, los espectros de las señales de medición de la luz LM1-LM4 se pueden establecer con los medios de la discusión de las curvas características de clasificación significativas y criterios de “puntas de azúcar”, p. ej., pendientes o curvaturas en el caso de determinadas longitudes de onda. Un aumento adicional de la importancia de las señales evaluables se puede obtener cuando se forma la n -ésima ($n = 1, 2, \dots$) derivada de los espectros, es decir, de las señales de medición de la luz LM1-LM4 y sobre ellas se aplican medios de la discusión de curvas como características de clasificación y criterios de “puntas de azúcar”. Mediante la formación de las derivadas aumenta, a saber, la magnitud de las variaciones de dirección de los perfiles de las curvas, con lo cual se genera información de la que se puede caracterizar mejor la magnitud del azúcar.

Se ha de mencionar que las señales de medición de la luz LM1-LM4 espectrales pueden ser sometidas, antes de su tratamiento, además a un tratamiento previo. El tratamiento previo de espectros incluye las funciones.

- comparación de la intensidad
- 30 • tratamiento de píxeles defectuosos
- supresión del ruido de fondo
- corrección local
- derivada (1ª y 2ª derivada)
- normalización
- 35 • alisamiento

En otra variante de la detección de defectos de “puntas de azúcar” en patatas se determina una característica de clasificación a partir del espectro respectivo o de la n -ésima derivada del espectro respectivo de los puntos locales P1-P4 al formar, tal como se representa en el diagrama de la Fig. 7, un perfil de diferencias D(P1), D(P2), D(P3), D(P4) para el punto local respectivo P1-P4 mediante la formación de las diferencias entre las señales de medición de la luz espectrales del punto local respectivo y los valores espectrales de un espectro de referencia para una serie de longitudes de onda, o al formar las diferencias entre la n -ésima derivada de las señales de medición de la luz espectrales del punto local respectivo y la n -ésima derivada del espectro de referencia para una serie de longitudes de onda. La característica de clasificación se determina a partir de los perfiles de diferencias así determinados, por ejemplo al definir un tercer valor de intensidad de la luz umbral T3 y al definir el criterio de “puntas de azúcar” como el rebase por abajo del valor de intensidad de la luz umbral T3 en un intervalo de longitudes de onda, p. ej., entre 1150 y 1300 nm o incluso en el caso de una única longitud de onda, p. ej., a 1150 nm. Como se puede reconocer del diagrama de la Fig. 7, los perfiles de diferencias D(P1), D(P2), D(P3) y D(P4) para el punto local P1-P4 respectivo se diferencian fuertemente entre sí, y no hay duda que el perfil de diferencias D(P1) del punto local P1 apunta a un defecto de “puntas de azúcar” a diferencia del perfil de diferencias D(P3) del punto local P3 próximo al centro.

50 Los *perfiles de diferencias* se designan en lo que sigue como *espectro de diferencias*. Conforme al sentido se quieren dar a entender también con ello los perfiles de diferencias de la 1ª y 2ª derivadas.

Definición:

Espectro del minuendo: espectro actual medido (de un punto local)

Espectro del sustraendo: espectro de referencia (almacenado en la memoria).

Primeramente se calcula el **espectro de diferencias (Δr) con respecto al espectro del sustraendo (r):**

$$\Delta r = \text{DiffSpectra}(x, r_{norm}, k, d)$$

con:

5 x = espectro del minuendo (espectro actual medido)

r_{norm} = el espectro del sustraendo normalizado a 1 (espectro de referencia)

k y d : determinan la normalización.

Δr presenta grandes desviaciones cuando el espectro del minuendo x es diferente a r_{norm} , y pequeñas cuando ambos son similares.

10 En lo que sigue, se explica la determinación en línea de un espectro de referencia durante el funcionamiento o bien la formación de la n -ésima derivada del espectro de referencia.

Del **espectro del minuendo** (espectro actual) se resta el **espectro del sustraendo** (espectro de referencia). El espectro del sustraendo puede adaptarse durante el transcurso de la detección de defectos de “puntas de azúcar” en patatas.

15 La adaptación del espectro del sustraendo es necesaria para cualquier género de patata que se modifique. A saber, se ha demostrado que una punta de azúcar bien destacada en el tiempo de cosecha, que presenta una elevada concentración de azúcar localmente compacta en el extremo proximal de las patatas, en el transcurso del tiempo de almacenamiento comienza a expandirse en dirección al centro de las patatas. Con ello se forma durante el almacenamiento un aumento de la punta del azúcar con concentraciones de azúcar locales más bajas.

20 **Método 1 para la determinación en línea del espectro del sustraendo (espectro del centro promediado)**

- determinación en línea de la parte localmente central de las patatas (a través de medidas de formación de objetos),
- promedio de todos los espectros de todas las patatas detectadas en esta región. Solo variaciones permanentes (ninguna breve) encuentran acceso al espectro del sustraendo (comportamiento I)

25

$$r = \frac{1}{1+G} (r + G x_{patata})$$

con:

r = espectro del sustraendo

30 x_{patata} = espectro promediado (localmente) por encima de la región central de la patata considerada momentáneamente

G = factor de ponderación con el que espectros del centro recientemente determinados pasan a formar parte de la modificación del espectro del sustraendo.

Método 2 para la determinación en línea del espectro del sustraendo (espectro integrado de la patata)

35 Este método presenta, con respecto al método 1, la ventaja de que no es necesaria determinación alguna de la región central.

40 Inicialmente se predetermina un espectro del sustraendo (= espectro de una patata sana). Todos los espectros del minuendo, independientemente de la localización sobre la patata, que solo tienen una ligera desviación del espectro del sustraendo, encuentran acceso en la determinación en curso y eventualmente una adaptación del espectro del sustraendo. Ligeras desviaciones con respecto a la referencia corresponden a una patata sana, elevadas desviaciones se interpretan como defectos y, por lo tanto, se ignoran para la adquisición de los espectros del sustraendo.

Para la **cuantificación de la similitud** se determina y se recurre a la distancia cuadrada de la desviación determinada momentáneamente con respecto al espectro del sustraendo momentáneo.

$$Dev = (\Delta r_1)^2 + (\Delta r_2)^2 + (\Delta r_3)^2 + \dots (\Delta r_w)^2$$

con:

Δr = espectro de diferencias (véase el punto 3)

W = número de los puntos espectrales medidos

caso : $Dev < \epsilon$

$$r = \frac{1}{1+G} (r + Gx)$$

5 Cuando la desviación (Dev) es menor que una barrera (ϵ) ajustable, entonces el espectro x momentáneamente considerado es similar al espectro momentáneo del sustraendo. En este caso, el espectro del minuendo (x) pasa a formar parte de manera integrante en el espectro del sustraendo actual. Tiene lugar una adaptación del espectro de referencia a las relaciones que se modifican. Se anuncia una desviación demasiado grande del espectro de referencia original ("primera receta") y requiere de una liberación por parte del usuario.

10 A perfiles de señales muy distintos, pero asimismo significativos, se accede cuando a partir de los perfiles de diferencias D(P1), D(P2), D(P3), D(P4) del diagrama de la Fig. 7 se forma la enésima derivada. La ventaja de esta forma de realización es que en el caso de los cálculos, independientemente de la intensidad y, con ello, de las relaciones de iluminación alternantes, dado que solo pasan a formar parte de la evaluación las modificaciones. El diagrama de la Fig. 8 muestra los perfiles de señales D'(P1), D'(P2), D'(P3), D'(P4) de la 1ª derivada de los perfiles de diferencias D(P1), D(P2), D(P3), D(P4) que forman una característica de clasificación. Como criterios de puntas de azúcar pueden definirse aquí, p. ej., un valor del cociente diferencial negativo promediado en el intervalo de longitudes de onda entre 1100 y 1200 nm y un valor del cociente diferencial positivo promediado en el intervalo de longitudes de onda entre 1300 y 1400 nm. Estos criterios se cumplen por el perfil de señales D'(P1), del punto local P1 e indican un defecto de "puntas de azúcar". En general, una característica de clasificación puede ser la presencia de valores del cociente diferencial dentro o fuera de un intervalo de valores del cociente diferencial definido en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores del cociente diferencial dentro de las bandas de longitudes de onda, y/o la similitud de al menos un tramo del perfil del cociente diferencial con un modelo predefinido.

25 En otra forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención, una característica de clasificación derivada de los perfiles de diferencias se obtiene a partir de la transformación, al menos por tramos, de los perfiles de diferencias D(P1), D(P2), D(P3), D(P4) del diagrama de la Fig. 7, o de los diagramas de la Fig. 6 y, ante todo, de la Fig. 8 en un intervalo de longitudes de onda visibles, con lo cual se obtienen "imágenes de color falsas". Preferiblemente, se transforman al menos tres tramos de los perfiles de diferencias en intervalos de longitudes de onda visibles y el criterio de clasificación es la aparición resuelta localmente y/o la ausencia de colores o zonas de colores o transiciones de colores en las imágenes de colores falsas. En este caso, no solo tienen que utilizarse colores específicos, sino que también se puede recurrir a zonas de colores (nubes de colores), colores similares, etc. La ventaja de la transformación de colores: compensa heterogeneidades del material. La Fig. 11 muestra una imagen de las patatas K de la Fig. 5 que se calculó conforme al procedimiento de acuerdo con la invención como imagen de color falso sobre la base de perfiles de diferencias. Se reconoce claramente el intervalo de puntas de azúcar Z en el extremo superior de las patatas K.

La transformación en el intervalo de longitudes de onda visible (VIS) posibilita la representación de un espectro mediante los tres colores base (RGB). Si se modifica la información espectral, entonces se modifica también el color. Si la información espectral es similar, entonces también será similar la representación del color.

40 En el caso de la detección de puntas de azúcar, a partir de un espectro preparado se calculan tres características, las cuales se asocian en función de la escala a los canales de color rojo (R), verde (G) y azul (B).

Determinación de las características de colores (características)

Para la adquisición de las características de colores se dispone de una serie de posibilidades. Para la detección de puntas de azúcar se ha establecido como bien adecuado el tipo de cálculo "intensidad del intervalo espectral".

45 Intensidad del intervalo espectral

La característica intensidad del intervalo espectral multiplica el espectro a transformar por una curva de filtro. El resultado es un escalar (valor 1 dimensional)

$$F = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^W y_i h_i$$

con

F = valor para la característica (característica)

y = espectro preparado

5 h = curva de filtro

i = índice de longitudes de onda

W = número de los puntos de longitud de onda del espectro y.

10 Para una mejor comprensión, este proceso puede explicarse con ayuda de un sistema de cámara de color estándar. Mediante filtros ópticos incorporados en el sensor, la información espectral incidente de la luz es transformada, condicionado por la característica del filtro, en un valor de intensidad. Por ejemplo, si se utiliza un filtro verde, entonces la información espectral se amortigua en el intervalo azul y rojo, por el contrario se deja pasar la intensidad de la luz en el intervalo espectral verde. El pixel sensor irradiado proporciona, por consiguiente, un valor que corresponde a la irradiación óptica media en el intervalo espectral verde. El resultado de la intensidad del intervalo espectral de características puede compararse con este valor.

15 Las curvas de filtro se orientan en función de la aplicación y se predeterminan por parte del ingeniero de la aplicación. Esto puede tener lugar manualmente, pero también con ayuda de un cálculo automático de curvas de filtro adecuadas (procedimiento de optimización).

Adquisición multivariable de diferencias espectrales

20 Este método se diferencia en relación con el cálculo (en línea) de los valores de características, del tipo de característica "intensidad del intervalo espectral". Aquí también se calcula un valor de la característica mediante la multiplicación de un vector de transformación (curva de filtro) por el espectro. La diferencia estriba exclusivamente en que el establecimiento de "curvas de filtros" ideales tiene lugar automáticamente durante la calibración fuera de línea.

25 Para la calibración se eligen enfoques de espectro que representan materiales a diferenciar. En el transcurso de la calibración se elaboran, mediante la aplicación de procedimientos de análisis de datos multivariables, diferencias entre los espectros. En última instancia, el usuario define qué diferencias son representadas como color.

Representación de los valores de características sobre el espacio de color

30 Cada uno de los tipos de característica proporciona por norma general valores en un intervalo arbitrario. P. ej., si un espectro de intensidad se multiplica por una curva de filtro, entonces el intervalo de valores de las características depende del intervalo de valores del espectro y de la curva de filtro. Fuertes variaciones en el espectro pueden dispersarse a lo largo de un amplio intervalo del valor de las características. Es fácilmente reconocible que los valores de características pueden tener también valores negativos. Para la representación del color, el intervalo de valores está sin embargo definido con precisión, condicionado por un formato de imagen definido (p. ej., 3 x 8 bits para R, G y B – en este caso, cada uno de los valores de color debe encontrarse en el intervalo de 0...255). Por lo tanto, es necesaria una representación de los valores de características a esperar a un intervalo de valores definido.

Métodos de manipulación de colores – adaptación de las imágenes de color químicas (CCI) a las necesidades de la aplicación objetivo

40 La adaptación de una CCI (siglas inglesas de imagen de color química) puede determinar un aumento valioso de la idoneidad de la imagen para una aplicación objetivo. En el tratamiento de imágenes existe una serie de métodos, los cuales se utilizan para la adaptación de la información del color. Son conocidos y están bien introducidos métodos tales como: manipulación de contraste, saturación, claridad y gamma.

45 La primera etapa de la manipulación del color posibilita la creación de referencias no lineales entre los valores de características y el color en la imagen de partida (p. ej., para la corrección gamma). Con ello, es posible, p. ej., destacar diferencias en el caso de bajas intensidades. Con el fin de tener aquí el mayor espacio libre posible, esta relación se lleva a cabo individualmente mediante el empleo de una tabla de consulta (Look-Up Table (LUT) para cada una de las características de color

$$F_{LUT} = LUT(F_s)$$

Operaciones basadas en contraste y saturación pueden llevarse a cabo con una transformación del color. Para ello se multiplica una tripleta de colores con una matriz de transformación de colores 3 x 3

$$\begin{bmatrix} F_{sROJO} \\ F_{sVERDE} \\ F_{sAZUL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{sLUTrojo} & F_{sLUTverde} & F_{sLUTazul} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c11 & c12 & c13 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ c31 & c32 & c33 \end{bmatrix}$$

5 La matriz de transformación de colores C se establece en el transcurso de la calibración. Una adaptación de esta matriz en el funcionamiento en línea puede ser ventajosa para el establecimiento “rápido” de los colores químicos a la aplicación objetivo

Clasificación de defectos de puntas de azúcar en imágenes de color químicas

10 Ésta tiene lugar sobre la base de métodos introducidos del tratamiento de imágenes industrial. En el caso de una interpretación adecuada de las curvas de filtro o bien de una aplicación de tratamiento de datos multivariable, los extremos del azúcar aparecen en un color claramente distinto, como resultado del contenido en azúcar claramente diferente en este punto. La Fig. 9 muestra una imagen de una patata tomada con una cámara digital. La Fig. 10 muestra una imagen de la patata de la Fig. 9 que fue calculada de acuerdo con el procedimiento anterior, con la realización especial como imagen B/N. La zona de la derecha clara en la imagen calculada de la Fig. 10 va acompañada de un elevado contenido en glucosa y, por consiguiente, apunta a una punta de azúcar, mientras que 15 la patata restante presenta regiones más oscuras que apuntan a un contenido menor de azúcar. En la imagen de la Fig. 9 tomada digitalmente se puede reconocer, por el contrario, en todo caso un ligero aspecto vítreo en la región extrema de la derecha de la patata, pero esta característica está demasiado débilmente pronunciada como para poder ser interpretada como defecto de “puntas de azúcar”.

20 En principio, el procedimiento de formación de imágenes en color químicas es extraordinariamente adecuado para determinar al menos una característica de clasificación a partir del espectro respectivo o de la enésima derivada del espectro respectivo de los puntos locales, en el que se determinan concentraciones de sustancias constitutivas, tales como, p. ej., glucosa, almidón, sólidos y/o se detecta el aspecto vítreo a partir del espectro o de la enésima derivada del espectro del punto local respectivo. Características de clasificación pueden elegirse a partir de los valores de concentración determinados de las sustancias constitutivas o combinaciones de los mismos, tales como, 25 p. ej., la relación de glucosa a almidón y/o el aspecto vítreo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección de defectos de “puntas de azúcar” en patatas (K), que comprende:

la irradiación de las patatas (K) con al menos una fuente de luz (11),

para una pluralidad de puntos locales (P1-P4) en cualquier patata (K), encontrándose los puntos locales (P1, P2, P4) en las dos regiones extremas de la patata (K) y encontrándose otros puntos locales (P3) en una región central de la patata (K), la proyección selectiva de la luz (LP1-LP4) reflejada y/o transmitida a los respectivos puntos locales (P1-P4) en al menos un fotosensor (12), la captación de señales de medición de la luz (LM1-LM4) para cada uno de los puntos locales (P1-P4) a través del al menos un fotosensor (12) a partir de la luz (LP1-LP4) recibida y el almacenamiento intermedio de las señales de medición de la luz (LM1-LM4) registradas de este modo para cada uno de los puntos locales (P1-P4),

la determinación de al menos una característica de clasificación a partir de las señales de medición de la luz (LM1-LM4) y

la clasificación de patatas (K) como afectadas por defectos de “puntas de azúcar”, cuando al menos una característica de clasificación corresponda a un criterio de “puntas de azúcar” predeterminado,

en donde

la irradiación de las patatas (K) con luz de banda ancha, el registro de los espectros de la luz (LP1-LP4) reflejada y/o transmitida por los puntos locales (P1-P4) como señales de medición de la luz (LM1-LM4) mediante el al menos un fotosensor (12), y la determinación de al menos una característica de clasificación a partir de los espectros o de la n -ésima ($n = 1, 2, \dots$) derivada de los espectros, en donde la luz reflejada y/o transmitida en cada caso por los puntos locales es registrada mediante la disociación del espectro en una pluralidad de componentes espectrales, y cada uno de los componentes espectrales es irradiado sobre un punto de la imagen (Bxy) fotosensible asociado a estos componentes espectrales de un fotosensor (12) dotado de una pluralidad de puntos de imágenes, en donde opcionalmente los puntos de imágenes (Bxy) del fotosensor están dispuestos de forma bidimensional, representando la primera dimensión los puntos locales y representando la segunda dimensión los componentes espectrales de la luz,

en donde la determinación de al menos una característica de clasificación a partir del espectro respectivo o de la n -ésima derivada del espectro respectivo de los puntos locales comprende el cálculo de un perfil de diferencias para el punto local (P1-P4) respectivo mediante la formación de las diferencias entre las señales de medición de la luz (LM1-LM4) espectrales del punto local (P1-P4) respectivo y los valores espectrales de un espectro de referencia para una serie de longitudes de onda, o mediante la formación de las diferencias entre la n -ésima derivada de las señales de medición de la luz (LM1-LM4) espectrales del punto local (P1-P4) respectivo y de la n -ésima derivada del espectro de referencia para una serie de longitudes de onda, y la característica de clasificación se determina a partir del perfil de diferencias (D(P1)-D(P4)) determinado de esta forma.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la luz (LP1-LP4) reflejada y/o transmitida por los puntos locales (P1-P4) es proyectada secuencialmente sobre el al menos un fotosensor (12).

3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que las patatas (K) son movidas a lo largo de una dirección de transporte (F) con una velocidad de transporte (v) definida, y la luz (LP1-LP4) reflejada o transmitida por puntos locales (P1-P4) es proyectada sucesivamente distanciada en el tiempo sobre el mismo fotosensor (12).

4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que está dispuesta distribuida una pluralidad de fotosensores (12) transversalmente a la dirección de transporte (F), en donde - visto en la dirección de transporte - se asocian en cada caso al mismo fotosensor (12) puntos locales (P1-P4) situados uno detrás de otro.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que las señales de medición de la luz (LM1-LM4) contienen valores de intensidad de la luz para una longitud de onda (TW1) o banda de longitudes de onda (TWB1) o para varias longitudes de onda o bandas de longitudes de onda separadas unas de otras, en donde la característica de clasificación de estos valores de intensidad de la luz y el criterio de “puntas de azúcar” se define como la desviación de un valor de intensidad de la luz umbral (T1, T2).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que los valores de intensidad de la luz en el caso de las determinadas longitudes de onda (TW1) o bandas de longitudes de onda (TWB1) se obtienen mediante irradiación paralela o secuencial de las patatas (K) con luz de banda estrecha con las longitudes de onda (TW1) o bandas de longitudes de onda (TWB1) determinadas, y/o mediante irradiación de las patatas (K) con luz de banda ancha y filtración de la luz reflejada y/o transmitida en los respectivos puntos locales (P1-P4) con filtros pasa banda (19), cuyos intervalos de paso contienen las longitudes de onda o bandas de longitudes de onda determinadas, y/o

mediante provisión de fotosensores que son sensibles en determinadas longitudes de onda o bandas de longitudes de onda.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que una característica de clasificación derivada de los perfiles de diferencia es el perfil de intensidad del perfil de diferencias respectivo a través de la longitud de onda, y el criterio de clasificación se elige a partir de rebasar por arriba o rebasar por abajo valores límite de intensidad en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores de intensidad dentro de las bandas de longitudes de onda y/o de la presencia de valores de intensidad dentro o fuera de un intervalo de valores de intensidad definido en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores de intensidad dentro de las bandas de longitudes de onda, y/o la similitud entre al menos un tramo del perfil de intensidad con un modelo previamente definido.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4 y 7, caracterizado por que una característica de clasificación derivada de los perfiles de diferencias es el perfil del primer o del segundo cociente diferencial del respectivo perfil de diferencia, y el criterio de clasificación se elige de rebasar por arriba o rebasar por abajo valores límite del cociente diferencial en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores del cociente diferencial dentro de las bandas de longitudes de onda, y/o la presencia de valores del cociente diferencial dentro o fuera de un intervalo definido de valores del cociente diferencial en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas, eventualmente bajo la formación del valor medio de los valores del cociente diferencial dentro de las bandas de longitudes de onda, y/o la similitud de al menos un tramo del perfil del cociente diferencial con un modelo predefinido.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4 y 7 a 8, caracterizado por que una característica de clasificación derivada de los perfiles de diferencias se obtiene a partir de la transformación, al menos por tramos, de los perfiles de diferencias en un intervalo de longitudes de onda visible, con lo cual se obtienen imágenes de color falsas, en donde, preferiblemente, al menos tres tramos de los perfiles de diferencias se transforman en intervalos de longitudes de onda visibles, y el criterio de clasificación es la aparición y/o la ausencia, resueltas localmente, de colores o intervalos de colores o transiciones de colores en las imágenes de color falsas.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4 y 7 a 9, caracterizado por que el espectro de referencia se calcula como un espectro promediado a partir de los datos de imágenes espectrales de puntos locales (P1-P4) de al menos una patata (K), preferiblemente de los datos de imágenes espectrales de puntos locales (P1-P4) que están asociados a una región central de una o varias patatas (K).
11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que el espectro de referencia se calcula o actualiza como un espectro promediado localmente y/o en el tiempo a partir de los datos de imágenes espectrales de puntos locales (P1-P4) de una o varias de las patatas (K) a examinar en cuanto a defectos de "puntas de azúcar", opcionalmente mientras que las patatas (K) son desplazadas a lo largo de la dirección de transporte (F).
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la determinación de al menos una característica de clasificación a partir del espectro respectivo o de la enésima derivada del espectro respectivo de los puntos locales (P1-P4) comprende el cálculo de concentraciones de sustancias constitutivas, tales como, p. ej., glucosa, almidón, sólidos y/o la detección del aspecto vítreo a partir del espectro o de la enésima derivada del espectro del punto local respectivo, y las características de clasificación se eligen a partir de los valores de concentración determinados de las sustancias constitutivas o combinaciones de los mismos, tales como, p. ej., la relación de glucosa a almidón y/o el aspecto vítreo.
13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que a partir del espectro o de la enésima derivada del espectro de al menos un punto local (P1-P4), en donde el punto local (P1-P4) se encuentra preferiblemente en una región central de una patata, en donde opcionalmente, se recurre a una pluralidad de puntos locales (P1-P4) bajo la formación del valor medio de sus espectros o de la enésima derivada de los espectros, se determinan concentraciones de referencia de sustancias constitutivas, tales como, p. ej., glucosa, almidón, sólidos y/o el aspecto vítreo, y la desviación de los valores de concentración de referencia determinadas de las sustancias constitutivas o combinaciones de las mismas, tales como, p. ej., la relación de glucosa a almidón y/o el aspecto vítreo de referencia, de concentraciones de sustancias constitutivas o combinaciones de las mismas y/o del aspecto vítreo de puntos locales (P1-P4), que se encuentran en regiones extremas de las patatas, representan un criterio de "puntas de azúcar".
14. Unidad captadora (10) para la detección de defectos de "puntas de azúcar" en patatas (K), que comprende
- al menos una fuente de luz (11) para la irradiación de las patatas (K),
 - al menos un fotosensor (12),
 - una óptica (13) con la que se proyecta en puntos locales (P1-P4) en cada de una de las patatas (K) luz (LP1-LP4) reflejada y/o transmitida sobre el al menos un fotosensor (12),
 - en donde el al menos un fotosensor (12) genera señales de medición de la luz (LM1-LM4) a partir de la luz (LP1-LP4) recibida para cada uno de los puntos locales,

- una memoria intermedia (15) con la que se almacenan para cada uno de los puntos locales (P1-P4) las señales de medición de la luz (LM1-LM4) generadas por al menos un fotosensor (12),

en donde

5 medios de cálculo (14) que ejecutan el procedimiento para la detección de defectos de “puntas de azúcar” en patatas según una de las reivindicaciones 1 a 13, en donde los medios de cálculo (14) clasifican las patatas como afectadas por defectos de “puntas de azúcar” y emiten una señal (6, 7) de “puntas de azúcar” cuando al menos una característica de clasificación corresponda a un criterio de “puntas de azúcar” predeterminado,

10 y la cual presenta al menos un fotosensor (12), una pluralidad de puntos de imágenes (Bxy) fotosensibles, en donde opcionalmente los puntos de imágenes del fotosensor están dispuestos de forma bidimensional, en donde la primera dimensión representa los puntos locales (P1-P4) y la segunda dimensión representa los componentes espectrales de la luz, y la óptica (13) comprende medios de desviación de la luz (20) móviles con los que la luz reflejada y/o transmitida desde los puntos locales es proyectada secuencialmente sobre el al menos un fotosensor (12), y la óptica (13) comprende filtros pasa banda (19) o un espectrógrafo (21).

15 15. Unidad captadora según la reivindicación 14, caracterizada por que la al menos una fuente de luz (11) irradia luz en al menos un intervalo de longitudes de onda situado entre 350 y 2500 nm.

16. Unidad captadora según la reivindicación 14 o 15, caracterizada por su cooperación con medios de transporte (2) sobre los cuales las patatas se desplazan a lo largo de una dirección de transporte (F) con una velocidad de transporte (v) definida.

20 17. Unidad captadora según una de las reivindicaciones 14 a 16, caracterizada por que está prevista una pluralidad de fotosensores (12).

18. Unidad captadora según una de las reivindicaciones 14 a 19, caracterizada por fotosensores (12) que son sensibles en longitudes de onda o bandas de longitudes de onda definidas.

25 19. Máquina (1) para el tratamiento de patatas afectadas por defectos de “puntas de azúcar”, que comprende un dispositivo transportador (2) para el transporte de patatas (K) a lo largo de una dirección de transporte (F) con una velocidad de transporte (v) definida y un dispositivo de tratamiento (3) para patatas (K), caracterizada por una unidad captadora (10) dispuesta junto al dispositivo transportador (2) según una de las reivindicaciones 14 a 18, en donde una señal (6, 7) de “puntas de azúcar” emitida por la unidad captadora (10) controla al dispositivo de tratamiento (3).

20. Máquina según la reivindicación 19, caracterizada por que el dispositivo de tratamiento (3) comprende medios de clasificación de patatas (5).

30 21. Máquina según la reivindicación 19, caracterizada por que el dispositivo de tratamiento (3) comprende un dispositivo de corte (4) para cortar los extremos de patatas (K) afectados por defectos de “puntas de azúcar”.

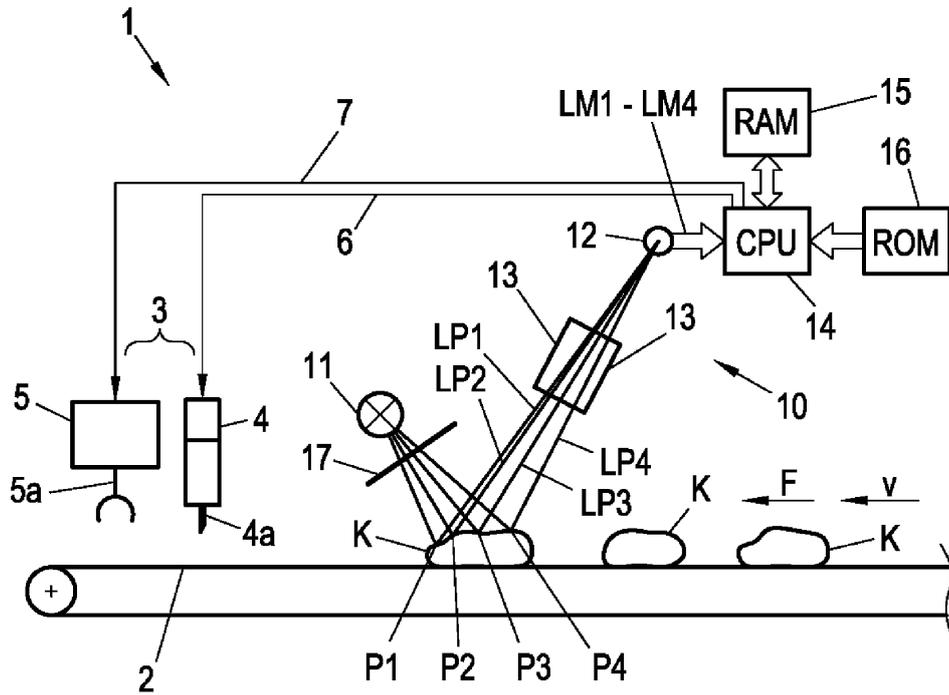


Fig. 1

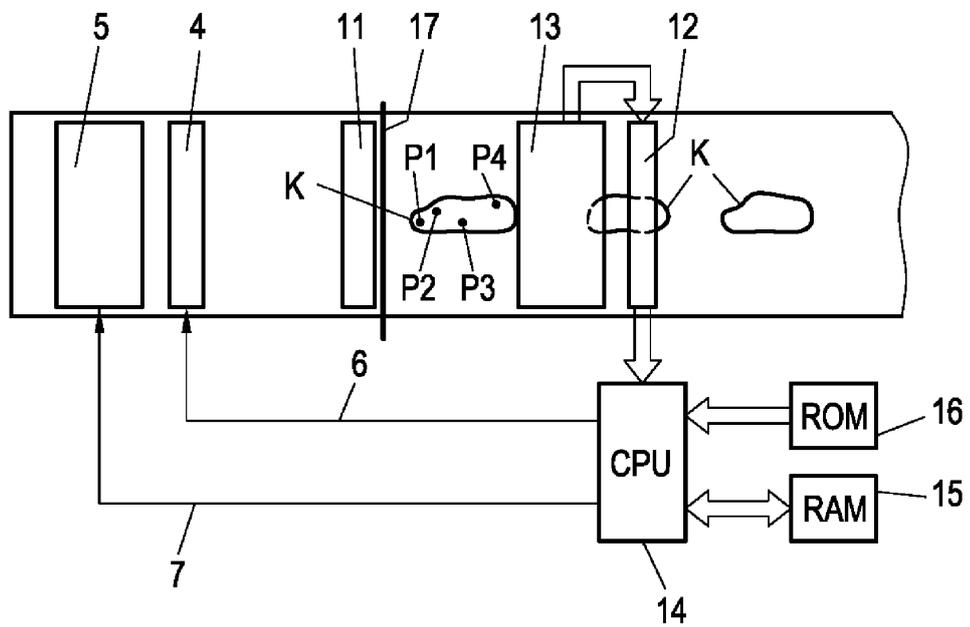


Fig. 2

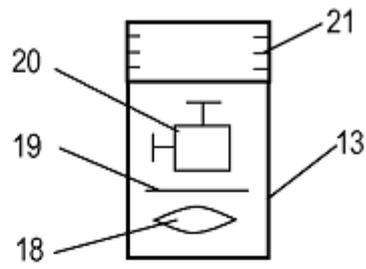


Fig. 3

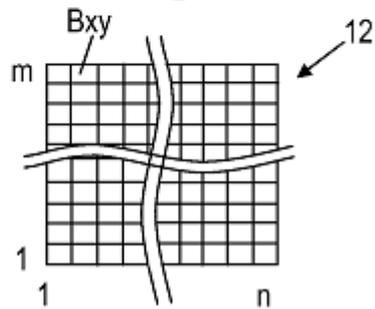


Fig. 4

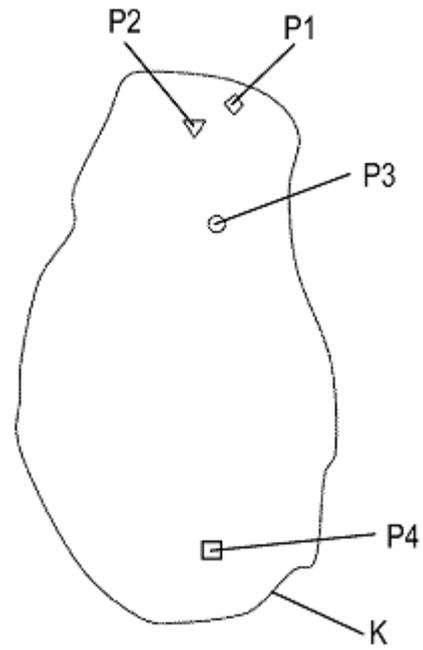


Fig. 5

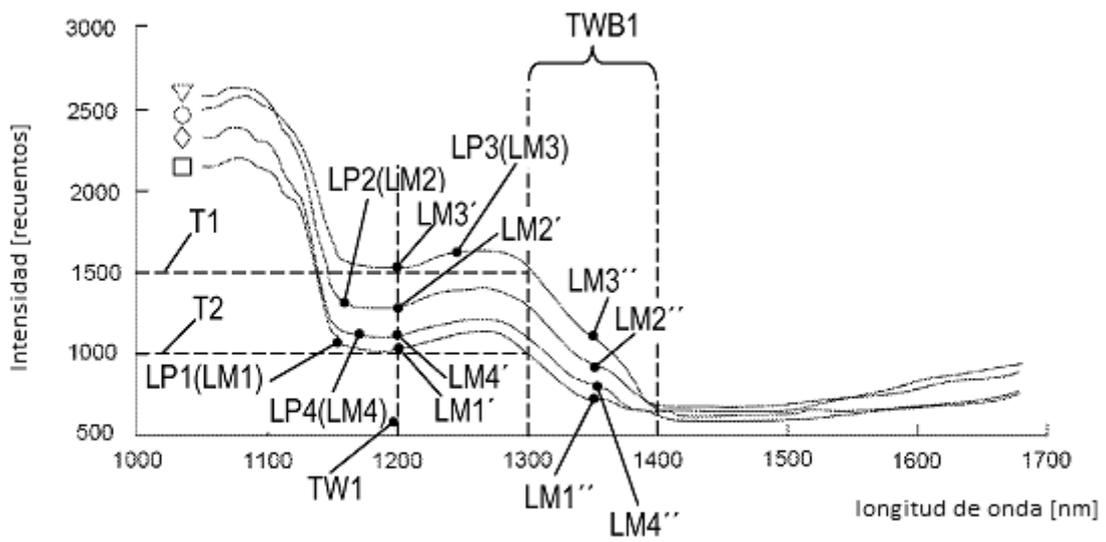


Fig. 6

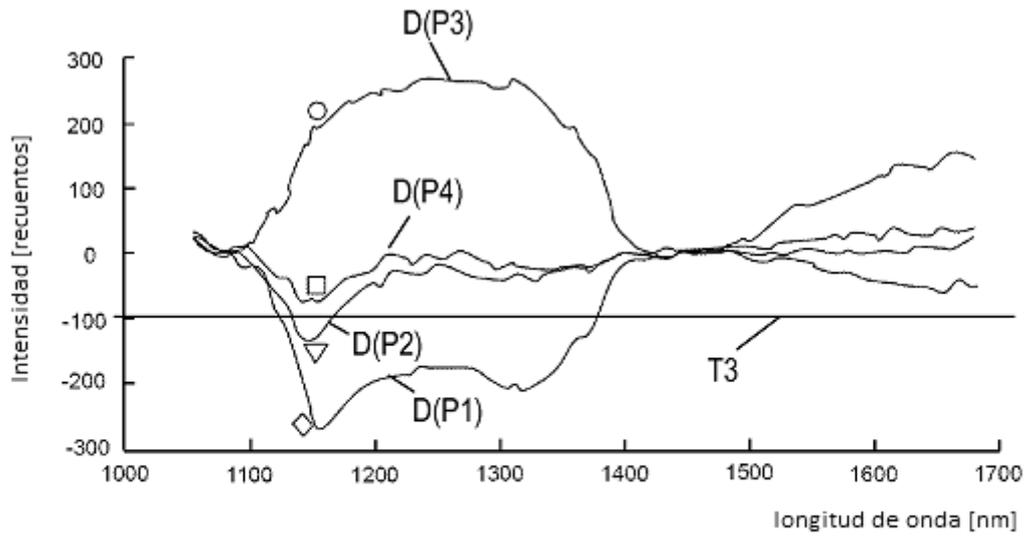


Fig. 7

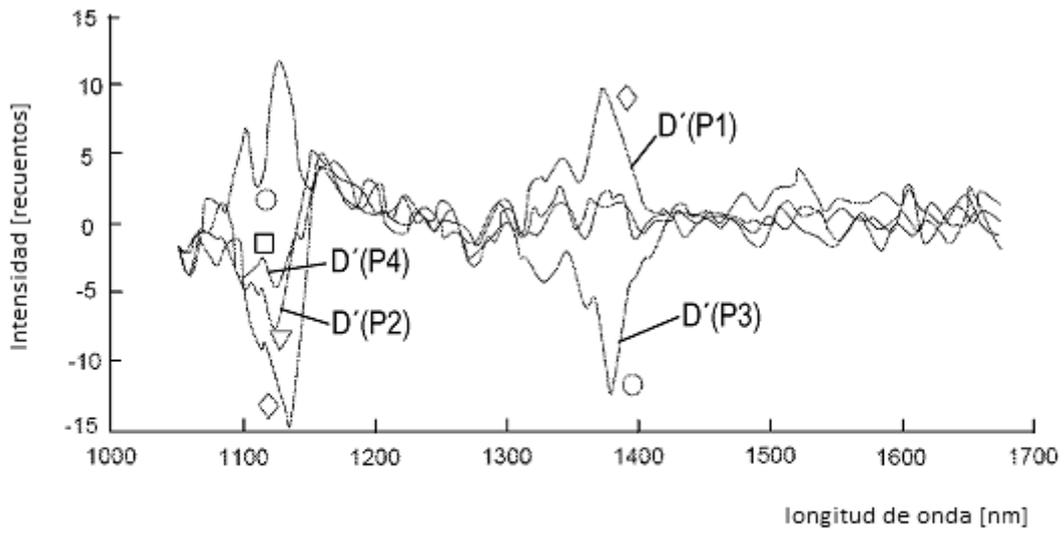


Fig. 8

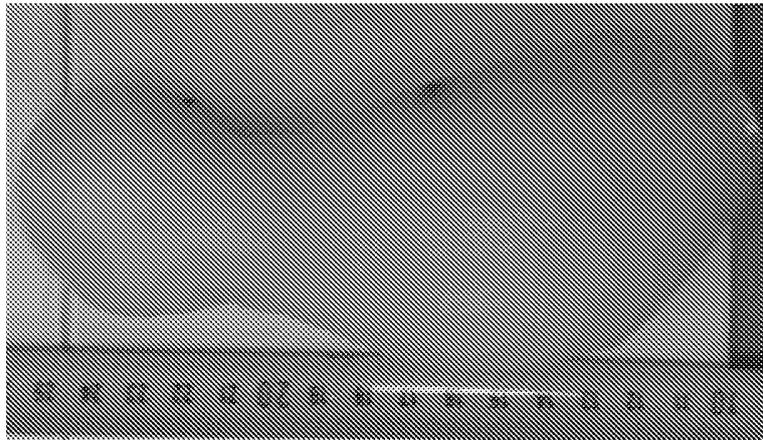


Fig. 9

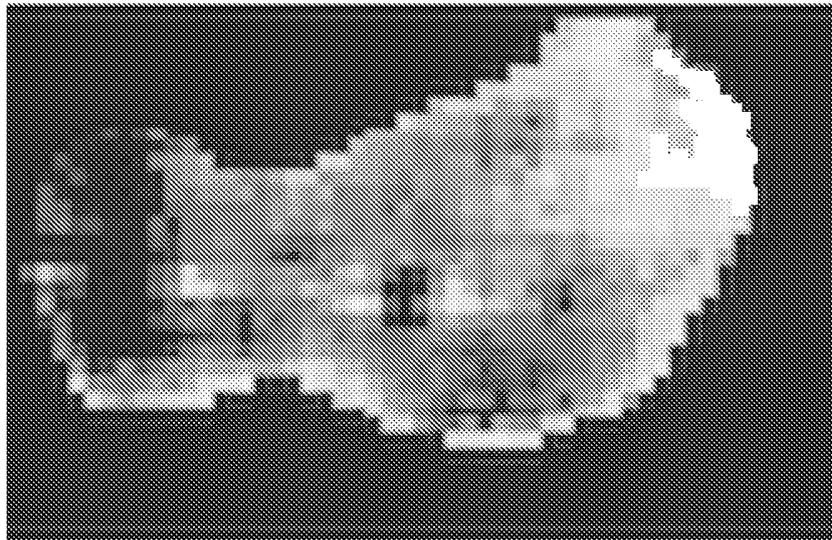


Fig. 10

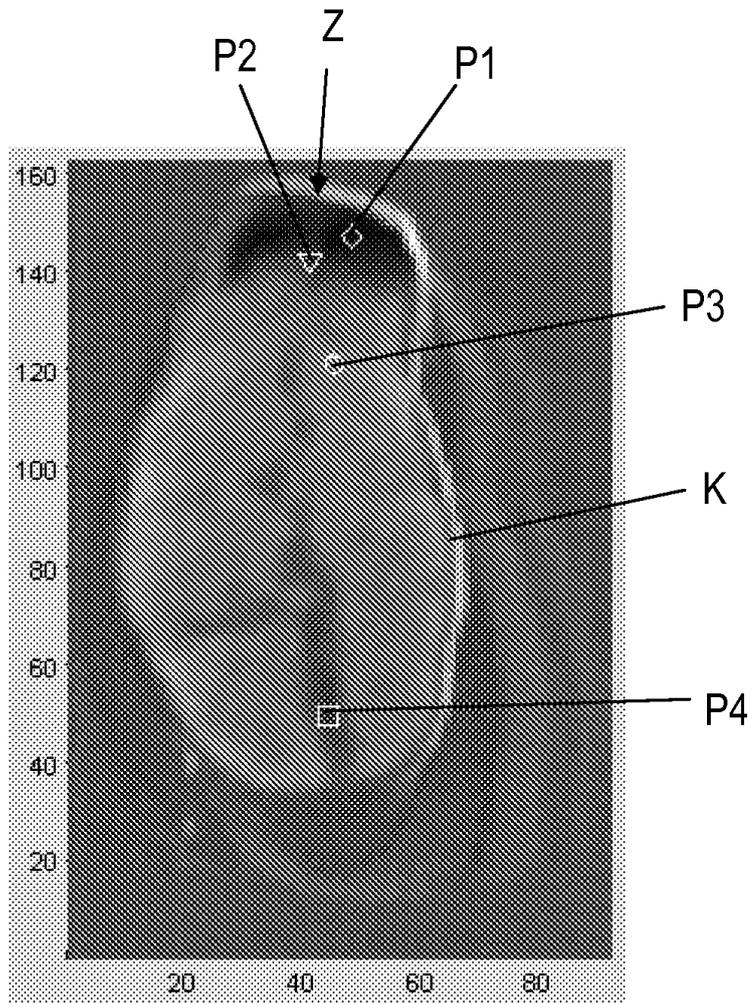


Fig. 11