



White Paper

Informe de la Industria: Equipamiento de Selección Digital para Frutos Secos

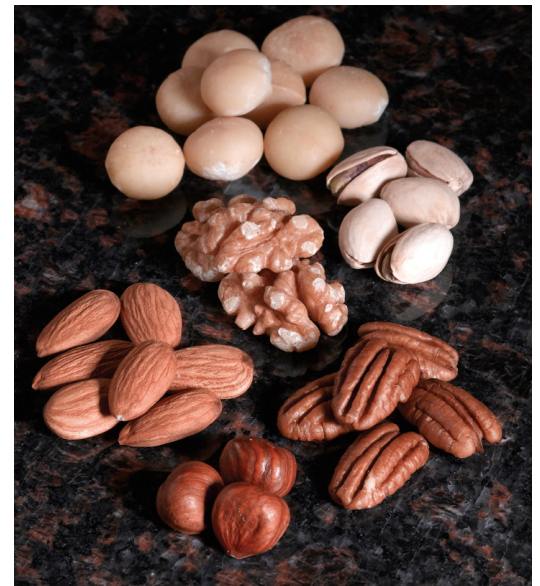
Los procesadores de frutos secos alrededor del mundo se esfuerzan por producir varios tipos de productos (con o sin cáscara) libres de materiales extraños (FM), materia extraña vegetal (EVM) o frutos secos fuera de las especificaciones (OOS) para mejorar la calidad e incrementar el valor de su producto. Se aplican varias tecnologías y metodologías en varias etapas de la línea de proceso para incrementar aún más este valor. Los frutos secos limpios se separan en distintas clasificaciones según el color, el tamaño y la forma. Estos objetivos de calidad se alcanzan fácilmente con la variedad de sistemas de selección digitales, que proporcionan la capacidad de detectar defectos que no son visibles para el ojo humano.

Los seleccionadores digitales especializados han sido recientemente desarrollados para mejorar la eliminación de FM, EVM y OOS, mejorar la selección según la forma, eliminar aquellos frutos secos que muestran signos de moho o aflatoxinas y más. Estos avances ayudan a los procesadores a alcanzar estándares de calidad óptimos mientras se protege el rendimiento a través de falsos rechazos, retrabajo y degradación del producto. Con tantas herramientas efectivas para mejorar la calidad disponibles en la actualidad, el desafío se convierte en identificar la configuración del seleccionador óptimo o la combinación de seleccionadores para alcanzar mejor los objetivos de cada procesador.

En este documento, exploraremos los diferentes tipos de sistemas de selección disponibles para procesadores de frutos secos, incluso los últimos y más modernos seleccionadores por color, seleccionadores láser inteligentes y nueva tecnología hiperespectral. El objetivo es ayudar a los procesadores de varios tipos de nueces, como almendras, pistachos, maníes y otros, a seleccionar la solución de selección perfecta para su aplicación.

La Solución de Selección Ideal

Muchos debates acerca de la solución ideal para la selección de frutos secos comienzan con el presupuesto de capital. Un procesador que puede acceder solo a un sistema obtendrá más beneficios con un seleccionador multipropósito que pueda hacer todo lo necesario, como eliminar FM y EVM, cáscaras, fibras y membrana, pero también seleccionar por color, tamaño y forma, junto con la detección de signos de aflatoxinas, si es necesario. Si un seleccionador cuenta con un sistema de selección de dos vías (uno en la sección de ingreso hacia la sección de aceptación y una sección de rechazo), el procesador procesará el producto a través del mismo seleccionador varias veces, y eliminará FM y EVM en la primera pasada, y clasificará el producto por color, tamaño o forma durante las pasadas subsiguientes. Este proceso involucra un determinado nivel de regulación de productos por etapas.





Los múltiples procesos de selección con la regulación por etapas se pueden evitar al implementar una selección de doble pasada donde el seleccionador de ingreso se separe de manera mecánica en dos partes. Un lado lleva a cabo la selección primaria y la sección de rechazo vuelve hacia el otro lado, que lleva a cabo la segunda selección. Por otro lado, se puede utilizar el clasificador de tres vías, donde el producto queda sujeto a dos criterios de eyección en una sola pasada. La ventaja del clasificador de tres vías es que el seleccionador puede utilizar todo su ancho de selección en una sola pasada y

así exponer el producto a la menor manipulación posible. Por lo tanto, la selección de doble pasada o el clasificador multipropósito de tres vías por lo general es ideal para procesadores que deben invertir en un solo sistema. Es importante comprender la flexibilidad que el sistema necesita para maximizar el rendimiento del seleccionador, de manera que los procesadores deben considerar factores como la posibilidad de actualización, la flexibilidad y la capacidad de acondicionamiento cuando se elige un sistema. Los sistemas modulares que ofrecen recambios sencillos y rápidos pueden ser una opción válida.

Para los procesadores de frutos secos que puedan hacer una inversión más considerable y prefieren no utilizar la regulación, por lo general la solución ideal es instalar varios seleccionadores en una secuencia de manera que solo se necesite una pasada. Este enfoque, aunque más costoso al principio, mejora la rentabilidad rápidamente, ya que puede duplicar o triplicar los resultados de la línea de producción. También permite una mejor integración de varias tecnologías, reduce los costos de mano de obra y ofrece beneficios de múltiples puntos de control (evita problemas de falla de un punto único) mientras alcanza los objetivos de calidad de producto. En este escenario, el primer seleccionador por lo general se enfoca en la eliminación de FM o EVM y los seleccionadores subsiguientes se enfocan en el color, el tamaño o la forma mientras eliminan cualquier tipo de FM residual.

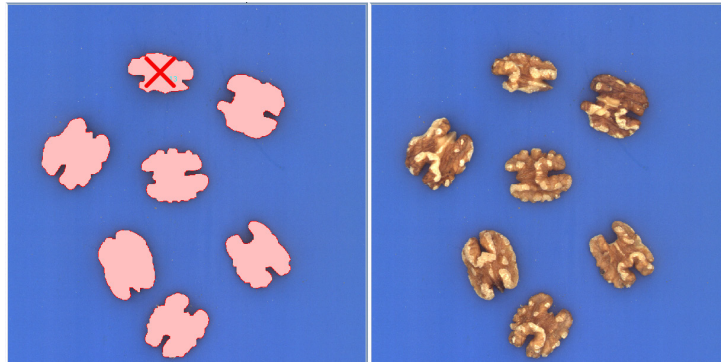
Independientemente de la cantidad de seleccionadores que se utilicen, los mejores resultados se obtienen cuando las clasificadoras mecánicas, los sistemas de extracción, las mesas de gravedad, los tamices y otros dispositivos mecánicos eliminan una gran cantidad de FM o EVM antes de la selección óptica. Por lo tanto, la solución integral ideal se crea con la combinación óptima de los sistemas mecánicos tradicionales y los seleccionadores digitales.

Combinaciones de Seleccionadores Láser y Láser/Cámara

Considerado el "caballito de batalla" de la mayoría de las plantas de procesamiento de frutos secos, las combinaciones de seleccionadores láser y láser/cámara ofrecen soluciones efectivas de selección multipropósito. Según las necesidades de cada aplicación, los seleccionadores más avanzados de la actualidad se pueden diseñar con hasta cinco rayos láser que operen a diferentes longitudes de onda para detectar y eliminar una amplia variedad de FM, EVM u OOS. La resolución y la efectividad de los rayos láser a lo largo de una amplia gama de FM, EVM y defectos OOS es un factor importante de contribución a la seguridad alimentaria a nivel global. Cuando se les combina con cámaras de alta resolución para obtener una mejor determinación de forma, tamaño y color, el resultado es un producto de alta calidad.

Los seleccionadores láser inspeccionan las propiedades estructurales distintivas de cada objeto para identificar y eliminar de manera confiable FM, como plásticos, vidrios, piedras y EVM como cáscaras, palos y membranas, aun cuando el material es del mismo color que el producto bueno. Un seleccionador láser también es capaz de llevar a cabo la selección por color, aunque las cámaras avanzadas a color proporcionan una detección más precisa de las diferencias sutiles de tonos y colores.

Si el seleccionador está equipado con una combinación de rayos láser y cámaras avanzadas a color, se pueden utilizar menos rayos láser debido a que las cámaras ocupan toda la función de seleccionar por color de los rayos láser, para posibilitar un mayor contraste de color a través de millones de colores diferentes para separar los frutos secos de color más oscuro de las de color más claro. Con el software y los algoritmos adecuados, los seleccionadores láser/cámara también pueden seleccionar por forma, si es necesario.



Selección por Forma

En el caso de las nueces, la selección por forma es una capacidad extremadamente importante ya que las mitades sin roturas se venden a mejor precio. En el caso de las almendras, la eliminación de puntas rotas es un beneficio. Las piezas muy pequeñas se pueden separar de las piezas más grandes a través de

la clasificación mecánica por tamaño, pero la selección por forma es necesaria para automatizar la separación las mitades rotas de las mitades intactas para producir productos del más alto valor.

La selección avanzada por forma se puede llevar a cabo con cámaras a color o monocromáticas, acompañada de algoritmos de software poderosos. Un seleccionador con una sola cámara se puede dedicar a seleccionar por forma o un seleccionador con una combinación de láser y cámara puede seleccionar por forma, además de seleccionar según FM, EVM y color. El presupuesto de capital del procesador de frutos secos, el espacio de planta disponible y los objetivos de calidad del producto ayudan a impulsar la toma de la decisión. Un factor importante al abordar temas de vanguardia es elegir seleccionadores que eviten los efectos de sombras mientras crean imágenes de formas y maximizan contraste.

Clasificador de Tres Vías

Mientras la mayoría de los desafíos de selección se pueden resolver con la selección de dos vías (una para aceptar y otra para rechazar), sería beneficioso considerar seleccionadores con dos sistemas de eyección y tres vías de salida para obtener un clasificador de tres vías. La mayoría de los procesadores toman la decisión de minimizar la manipulación de productos para proteger la calidad y evitar el riesgo de daño, debido a que cada manipulación expone el producto a daño. Cuando un seleccionador con combinación de láser y cámara multipropósito está equipado con el clasificador de tres vías, se obtiene una calidad superior en un solo paso. Por lo general, el clasificador de tres vías separa el flujo entrante en flujos rechazados de FM y EVM, un flujo de producto de calidad inferior y un flujo de calidad premium. Si la carga de defectos entrante es alta, el flujo de producto de menor calidad también puede ser un flujo para retrabajo que se somete a una reselección a través de un canal de recirculación hacia el flujo de entrada, y es amortiguado y seleccionado posteriormente o ingresado a otro seleccionador.

En comparación con el procesamiento de productos varias veces a través de un seleccionador de dos vías, el clasificador de tres vías alcanza resultados similares mientras reduce la cantidad de pasos a la mitad, duplica el resultado, reduce la mano de obra y minimiza la degradación del producto. En comparación con potenciar dos seleccionadores de dos vías en tándem, un solo clasificador de tres vías puede alcanzar resultados similares mientras se reducen los requerimientos de equipamiento de capital.



Detección de Aflatoxinas

Los procesadores de maní tienen muy en cuenta el control de aflatoxinas; no obstante, otros procesadores de frutos secos buscan cada vez más detectar y reducir esta micotoxina, en tanto las iniciativas legislativas están candentes con respecto al debate acerca de los riesgos de salud. Mientras las tecnologías de hoy no pueden eliminar aflatoxinas, algunas son muy efectivas al reducir de manera muy significativa los niveles y convertir los lotes infectados en vendibles o aptos para el consumo.

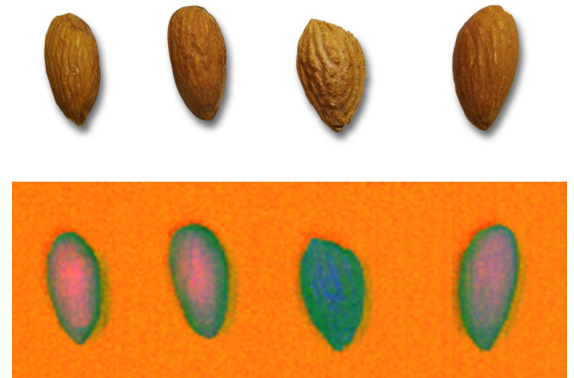
En la actualidad, los seleccionadores de aflatoxinas más exitosos están basados en rayos láser que combinan información de luz del ancho de banda del espectro visible con la información de luz del ancho de banda ultravioleta (UV) no visible, en combinación con un software poderoso y algoritmos altamente especializados. Los seleccionadores láser detectan propiedades de fluorescencia BGY, que ocurren cuando el ácido kójico que por lo general está presente con las aflatoxinas, reacciona con la peroxidasa, la cual es omnipresente en la mayoría de las materias vegetativas. Al rechazar los frutos secos con ácido kójico, los niveles de aflatoxinas se reducen. Al combinar la opción de aflatoxinas con seleccionadores multipropósito láser, se crea una poderosa capacidad de detección para eliminar los productos infectados junto con FM y EVM.

Generación de Imágenes hiperespectrales

La tecnología de selección más moderna que se comercializa para el procesamiento de frutos secos utiliza la generación de imágenes hiperespectrales en lugar de rayos láser o cámaras tradicionales. Los sistemas de generación de imágenes hiperespectrales dividen la luz en cientos de bandas estrechas sobre un rango de longitudes de bandas continuas que cubren una gran porción del



espectro electromagnético. Las cámaras hiperespectrales reúnen cientos de puntos de datos al mismo tiempo en que compara tres puntos de datos de una cámara RGB, o el único punto de datos para cada sensor láser. Los sistemas hiperespectrales convierten los datos para crear huellas biológicas únicas para cada objeto y así crear una experiencia de selección única. En esencia, habilita capacidades de detección sobre la base de la composición química, la cual es, hasta cierto punto, territorio inexplorado. El desafío de esta tecnología es la velocidad requerida para procesar la gran cantidad de datos y la resolución de las imágenes o el tamaño de los defectos que se pueden detectar. En la actualidad, esta tecnología se utiliza en seleccionadores especializados donde alcanza un desempeño sin igual para eliminar FM y EVM, aun con altas cargas de defectos entrantes.



La efectividad de los seleccionadores hiperespectrales alimentados por canal está comprobada en el campo, para maximizar la eliminación de cáscaras, membranas, granos, vainas y otros FM y EVM de nueces, pacanas, almendras, pistachos, maníes y otros frutos secos. La tecnología mejora la eliminación de FM y EVM, y a menudo alcanza >99,5% de eficiencia con índices muy bajos de rechazos falsos.

En caso de los procesadores de frutos secos que pueden acceder a seleccionadores múltiples, un seleccionador con base en la tecnología hiperespectral que se enfoca en la eliminación de FM a menudo es el primer paso de selección, seguido de un seleccionador de láser/cámara de alta gama. También son perfectos para una línea dedicada al retrabajo que recibe el material rechazado por el equipo mecánico y otros seleccionadores, ya que puede manejar grandes cargas de defectos de manera efectiva, mientras combina simples habilidades operativas.

Selección Inversa

La selección inversa es una capacidad accionada por software incluida en seleccionadores láser, láser/cámara y seleccionadores hiperespectrales basados en la tecnología, la cual le da la posibilidad al usuario a cambiar rápidamente las definiciones de lo que es aceptado y lo que es rechazado. Es ideal para el retrabajo y cuando la carga de los defectos entrantes es mayor al 50%. La selección inversa también permite a los procesadores extraer la cantidad restante de producto bueno del descartado. Por lo general, los seleccionadores son programados para rechazar FM o EVM, pero cuando funciona en modo de selección inversa, son programados para enfocarse en el producto bueno. Este enfoque utiliza menos aire comprimido y, más importante aún, mejora los resultados con un producto final de mayor calidad cuando la carga de defectos es elevada.

Muchos proveedores de seleccionadores solicitan la capacidad de selección inversa pero a menudo el ajuste requiere una intensa recalibración de tareas, lo que puede llevar más tiempo que lo adecuado. En determinados seleccionadores, el cambio de un seleccionador ordenado a un seleccionador inverso se logra en segundos a través del panel de la pantalla táctil, sin necesidad de recalibrar o realizar ajustes mecánicos.

Rayos X para Defectos Incrustados

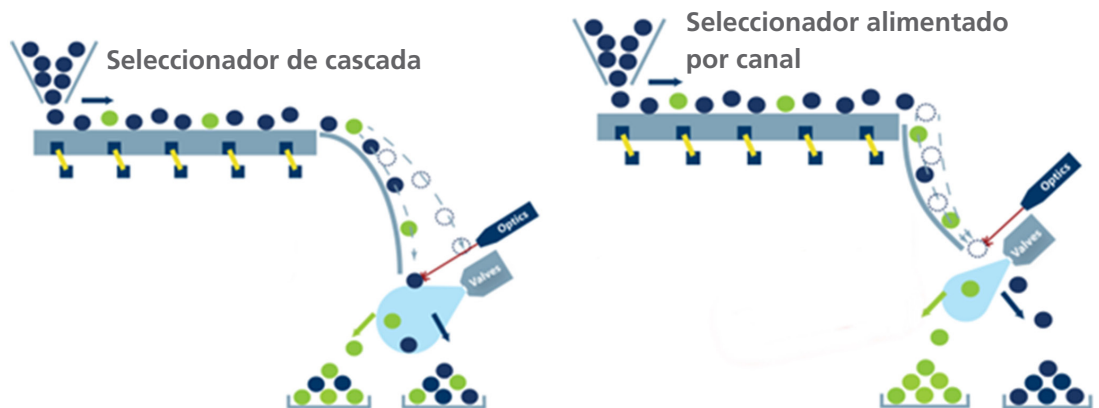
No tan común como las cámaras y los rayos láser, la tecnología de rayos X también se puede utilizar para aplicaciones de selección. Mientras que los seleccionadores basados en tecnología hiperespectral, a color o láser, en la actualidad se enfocan en los defectos sobre la superficie, los

rayos X tienen la capacidad de "mirar" dentro del producto, ya que se enfoca en las propiedades de densidad. La aplicación en la industria de los frutos secos gira alrededor de FM como metales, vidrio y piedras, debido a que tienen una mayor densidad en comparación con los frutos secos. La detección con rayos X por lo general se encuentra al final de la línea de procesamiento, como el último paso en el control de calidad, para detectar y eliminar los últimos FM. Para garantizar que todos los FM son eliminados, algunos sistemas utilizan un sistema de eyección con varilla de empuje que abre una puerta o empuja un rascador para eliminar los FM a lo largo de una cantidad significativa de productos buenos. La eyección por aire también se utiliza, pero requiere configuraciones de duración muy agresivas para asegurar que se eliminan todos los FM en este último paso.

Plataformas de Selección

Además de los diferentes tipos de sensores (sensores láser, cámaras tradicionales y las nuevas tecnologías hiperespectrales) y los algoritmos exclusivos que procesan y analizan los datos para tomar decisiones de aceptar/rechazar, los seleccionadores de frutos secos también difieren en su construcción mecánica. Los seleccionadores alimentados por bandas, por canales o de cascada son capaces de inspeccionar los productos en el aire son aptos para frutos secos, con varios grados de éxito.

Los seleccionadores de cascada inspeccionan los productos en el aire, durante su caída libre. Los seleccionadores alimentados por canal estabilizan el producto en el canal antes de la inspección en el aire. Los seleccionadores con banda estabilizan el producto en la banda, e inspeccionan el producto desde arriba mientras se encuentra sobre la banda y luego lo extraen de la banda para el rechazo en el aire.



Estabilizar el producto es esencial para la eficiencia del seleccionador. En general, estabilizar el producto mejora la predictibilidad de la trayectoria del producto mientras se encuentra en el aire a través de las zonas de inspección y eyección, lo que permite al seleccionador enfocarse mejor en los objetos para identificar FM o EVM pequeños y mejorar la precisión del sistema de eyección; esto ayuda a maximizar el rendimiento del seleccionador y el desempeño de detección de defectos.

Las ventajas más importantes de los seleccionadores alimentados por canal, en comparación con los seleccionadores con banda transportadora, son el ahorro de espacio y la ausencia de partes móviles, lo cual contribuye a bajas exigencias de mantenimiento. La mayor ventaja de los seleccionadores con banda transportadora reside en los altos resultados y la mejor capacidad de alcanzar una mejor

selección de tres vías. Independientemente de la plataforma, los procesadores de frutos secos deben buscar seleccionadores con canales de ingreso y descarga de bajo impacto, los cuales hayan sido diseñados para minimizar los golpes y las roturas para el manejo de productos más delicado, para no perder valor a través de la degradación de productos.

Conclusión

Con tantos sistemas de selección de alto desempeño disponibles en el mercado con el rápido avance de la tecnología, puede ser difícil para los procesadores de frutos secos identificar la solución ideal para su aplicación.

Trabajar junto con un proveedor que ofrezca la más amplia variedad de sistemas de selección de frutos secos facilita la comparación de las soluciones y la consideración de las opciones. Si el proveedor ofrece sistemas mecánicos de clasificación además de soluciones digitales de selección, ambos aspectos se deberían tomar en cuenta juntos para crear la combinación óptima. No se debe subestimar la experiencia en procesamiento de frutos secos del proveedor; esta contribuye al diseño de sistemas superiores de selección, ayuda a guiar al procesador de alimentos durante el proceso de selección y puede asistir al procesador luego de la instalación y la puesta en marcha del sistema, durante su búsqueda de mejoras en las operaciones y en la calidad del producto final.

Publicado por:

© Key Technology, Inc.

150 Avery Street

Walla Walla, WA 99362

☎ 509.529.2161

✉ product.info@key.net

www.key.net