



White Paper

Rapport sectoriel : Équipement de tri numérique des noix

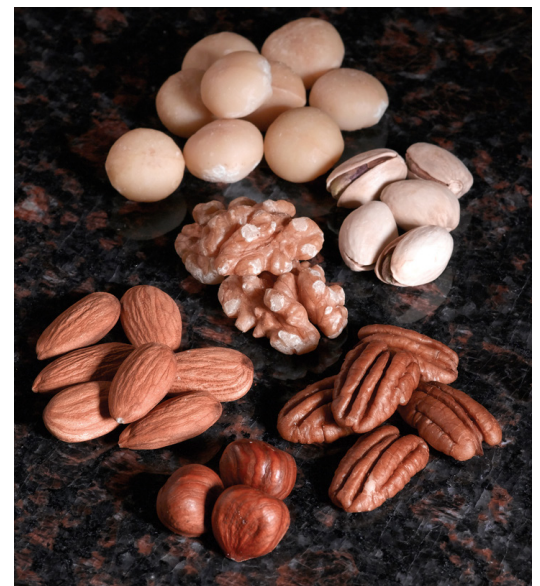
Les processeurs alimentaires du monde entier s'efforcent de produire différents produits (décortiqués ou non) dénués de défauts, de corps étrangers (CE), de matières végétales externes (MVE) et de produits non conformes aux spécifications (NCS) afin d'améliorer la qualité et d'augmenter la valeur de leur produit. Différentes technologies et méthodologies sont appliquées à diverses étapes de la ligne de process pour augmenter davantage cette valeur. Les noix propres sont séparées en qualités distinctes selon leur couleur, leur taille et leur forme. Ces objectifs de qualité sont facilement atteints grâce à la gamme perfectionnée actuelle de systèmes de tri numérique, qui permet de détecter des défauts invisibles à l'œil humain.

Des trieuses numériques ont été développées récemment pour améliorer l'élimination de CE, MVE ou NCS, renforcer le tri par forme, éliminer les noix présentant des signes de moisissure ou d'aflatoxines, etc. Ces avancées permettent aux processeurs d'atteindre des normes optimales de qualité tout en préservant le rendement grâce à la réduction des faux rejets, du retraitement et de la dégradation du produit. Avec autant d'outils efficaces permettant d'améliorer la qualité désormais disponibles, la difficulté consiste à identifier la configuration de tri ou la combinaison de trieuses optimale afin de réaliser au mieux les objectifs de chaque processeur.

Ce livre blanc étudie les différents types de systèmes de tri à la disposition des processeurs de noix, notamment les trieuses par couleur ou à laser intelligent de dernière génération, ainsi que la nouvelle technologie hyperspectrale. L'objectif consiste à aider les processeurs de différents types de ces fruits, notamment les noix, les amandes, les pistaches, les cacahouètes et autres, à sélectionner la solution de tri idéale pour leur application.

La solution de tri idéale

La plupart des discussions sur la solution de tri idéale pour les noix commencent par le budget d'investissement. Un processeur qui ne peut acquérir qu'un seul système sera mieux servi par une trieuse multifonctionnelle capable d'effectuer toutes les tâches requises : éliminer les CE et les MVE, les coquilles, les fibres et les membranes, mais également trier par couleur, par taille et par forme tout en détectant les signes d'aflatoxines, le cas échéant. Lorsqu'une trieuse est équipée d'un mode de tri à deux voies (un flux d'alimentation conduisant à un flux d'acceptation et un autre de rejet), le processeur fait passer le produit plusieurs fois par la même trieuse, éliminant les CE et les MVE au premier passage et qualifiant le produit





par couleur, taille et/ou forme lors des passages suivants. Ce processus implique un certain niveau de tampon pour les étapes.

Le processus de tri multiple avec échelonnement des tampons peut être évité en mettant en place un tri à double passage, dans lequel l'alimentation de la trieuse est mécaniquement séparée en deux. Un côté assure le tri primaire et le flux de rejet revient en boucle de l'autre côté pour le tri secondaire. Le tri à trois voies peut également être utilisé, dans lequel le produit est soumis à deux critères d'éjection en un seul

passage. L'avantage du tri à trois voies réside dans la possibilité d'utiliser la pleine largeur de la trieuse en un passage, ce qui expose le produit à une moindre manipulation. Par conséquent, le tri à deux passages ou le tri multifonctionnel à trois voies est généralement idéal pour les processeurs qui investissent dans un système unique. Il importe d'appréhender quel niveau de souplesse est nécessaire au process pour optimiser le rendement de la trieuse. C'est pourquoi les processeurs doivent envisager des aspects tels que la possibilité de mise à niveau, la souplesse et la capacité de modernisation lorsqu'ils choisissent un système. Les systèmes modulaires qui permettent des changements rapides et faciles peuvent être intéressants.

Dans le cas des processeurs de noix qui peuvent réaliser un investissement supérieur et qui préfèrent ne pas recourir aux tampons, la solution de prédilection consiste souvent à installer plusieurs trieuses successives pour n'effectuer qu'un seul passage. Cette approche, bien que plus onéreuse au départ, améliore rapidement la rentabilité car elle peut doubler ou tripler le débit de la ligne de production. Elle permet également une meilleure intégration des différentes technologies, diminue les coûts de main d'œuvre et offre l'avantage de multiples points de contrôle (évitant les problèmes de point de défaillance) tout en répondant aux objectifs de qualité du produit. Dans ce scénario, la première trieuse est généralement consacrée à l'élimination de la plus grosse partie des CE et/ou MVE et les trieuses suivantes axées sur la couleur, la taille et/ou la forme et l'élimination de tout CE résiduel.

Quel que soit le nombre de trieuses utilisées, les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les calibreurs mécaniques, les systèmes d'extractions, les tables à gravité, les tamis et autres dispositifs mécaniques éliminent une grande quantité de CE et/ou MVE avant le tri optique. Ainsi, la solution complète idéale est créée à partir de la combinaison optimale de systèmes mécaniques conventionnels et de trieuses mécaniques.

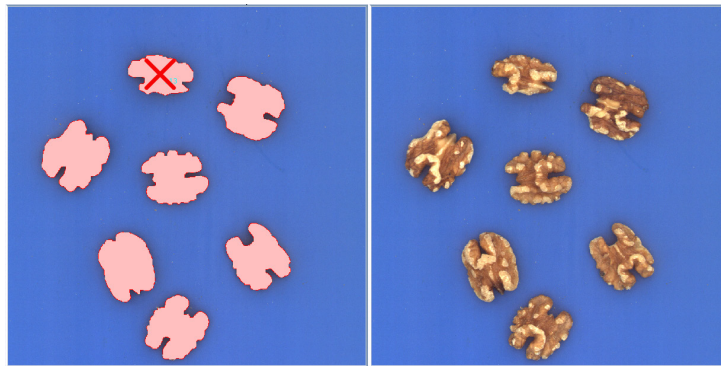
Triuses Combo à laser et à laser/caméra

Considérées comme « machine à tout faire » dans la plupart des usines de process des noix, les trieuses à laser et à laser/caméra sont des solutions de tri efficaces et polyvalentes. Selon les besoins de chaque application, les trieuses à laser ultramodernes actuelles peuvent comporter jusqu'à cinq lasers fonctionnant à différentes longueurs d'onde pour détecter et éliminer une grande variété

de CE, MVE et NCS. La résolution et l'efficacité des lasers sur une large gamme de CE, MVE et NCS contribuent énormément à la sécurité alimentaire globale. Combinée à des caméras haute résolution pour une meilleure détermination de la forme, de la taille et de la couleur, le résultat est un produit de haute qualité.

Les trieuses à laser inspectent les propriétés structurelles distinctives de chaque objet à identifier et retirent avec fiabilité les CE, tels que les plastiques, le verre et les cailloux, ainsi que les MVE, telles que les coquilles, les brindilles et les peaux, même si la matière est de la même couleur que le bon produit. Une trieuse à laser est également capable de trier par couleur, bien que les caméras couleur de pointe offrent une détection plus précise des différences très subtiles de nuances de couleur.

Si la trieuse est équipée d'une combinaison de lasers et de caméras couleur perfectionnés, un moindre nombre de lasers peut être envisagé car les caméras couleur prennent en charge la fonction de tri chromatique des lasers et offrent un contraste de couleur plus riche en reconnaissant des millions de nuances de couleur pour séparer les noix les plus sombres des plus claires. Avec le logiciel et les algorithmes appropriés, les trieuses à laser et caméra peuvent également trier par forme, si nécessaire.



Tri par forme

Pour les noix par exemple, le tri par forme est une capacité extrêmement importante car les moitiés non brisées ont la plus haute valeur commerciale. Pour les amandes, l'élimination de celles dont la pointe est cassée peut présenter un avantage. Les très petits produits peuvent

facilement être séparés des gros par calibrage mécanique, mais le tri par forme est nécessaire pour automatiser la séparation des moitiés brisées de celles qui sont intactes, pour obtenir un produit de la plus haute valeur.

Un tri par forme optimisé peut être accompli à l'aide de caméras monochromes ou couleur, associées à de puissants algorithmes logiciels. Une trieuse à caméra seule peut être dédiée au tri par forme ou une trieuse combinée à laser/caméra peut réaliser un tri par forme, en plus du tri de CE, de MVE et chromatique. Le budget d'investissement du processeur de noix, la surface au sol disponible et les objectifs de qualité du produit contribuent au processus décisionnel. Un facteur important pour répondre aux problèmes d'état de la technique consiste à sélectionner des trieuses qui évitent les effets d'ombre lorsqu'elles créent les images de forme et qui optimisent le contraste.

Tri à trois voies

Alors que la plupart des difficultés de tri peuvent être résolues grâce au tri à deux voies (un flux d'acceptation et un flux de rejet), il peut être avantageux d'envisager des trieuses équipées de deux systèmes d'éjection et de trois flux d'évacuation pour constituer un tri à trois voies. La plupart des processeurs prennent la décision de minimiser la manipulation du produit pour en préserver la qualité et pour éviter le risque de l'endommager, toutes les manipulations étant facteur de détérioration. Une trieuse à laser/caméra multifonction équipée du tri à trois voies permet d'obtenir

une meilleure qualité en un seul passage. Généralement, le tri à trois voies sépare le flux entrant en un flux de rejets de CE et de MVE, un flux de produit de qualité inférieure et un flux de produit de premier choix. Si la charge de défauts du produit entrant est élevée, le flux de produit de qualité inférieure peut également être un flux de retraitement, retrié via un circuit de retour à l'alimentation de la trieuse, mis en attente et trié ultérieurement ou dirigé vers une autre trieuse.



Par rapport aux nombreux passages du produit effectués avec une trieuse à deux voies, une trieuse à trois voies permet d'obtenir des résultats similaires tout en réduisant le nombre de passages de moitié, ce qui double la cadence, réduit le travail et minimise la dégradation du produit. Comparée à l'exploitation de trieuses à deux voies en tandem, une seule trieuse à trois voies peut produire des résultats similaires tout en réduisant les besoins en termes de biens d'équipement.

Détection d'aflatoxines

Les processeurs de cacahouètes sont très préoccupés par le contrôle du niveau d'aflatoxines. Les processeurs d'autres noix cherchent de plus en plus à détecter et réduire cette mycotoxine nocive, car les initiatives en termes de législation alimentent la controverse à propos des risques sanitaires. Bien que les technologies de tri actuelles soient incapables d'éliminer toutes les aflatoxines, certaines en réduisent très efficacement les niveaux afin que les lots infectés soient vendables/ consommables.

Actuellement, les trieuses les mieux adaptées à l'élimination des aflatoxines sont équipées de lasers qui associent efficacement les informations sur la longueur d'onde de la lumière du spectre visible avec celles qui concernent la longueur d'onde de l'ultraviolet (UV) invisible, en combinaison avec un logiciel puissant et des algorithmes très spécialisés. Ces trieuses à laser détectent les propriétés de fluorescence BGY, qui existent lorsque l'acide kojique souvent présent avec les aflatoxines, réagit à la peroxydase omniprésente dans la plupart des matières végétales. Les niveaux d'aflatoxines



diminuent en rejetant les noix contenant de l'acide kojique. En associant l'option aflatoxines avec des trieuses à laser multifonctionnelles, une puissante capacité de détection est créée pour éliminer le produit infecté simultanément aux CE et/ou MVE.

Imagerie hyperspectrale

La plus récente technologie de tri commercialisée pour le process des noix, utilise l'imagerie hyperspectrale à la place des lasers ou des caméras conventionnelles. Les systèmes d'imagerie hyperspectrale divisent la lumière en centaines de bandes étroites sur une plage continue de longueurs d'onde couvrant une vaste portion du spectre électromagnétique. Les caméras hyperspectrales collectent des centaines de points de données simultanément par rapport aux trois points de données d'une caméra RVB

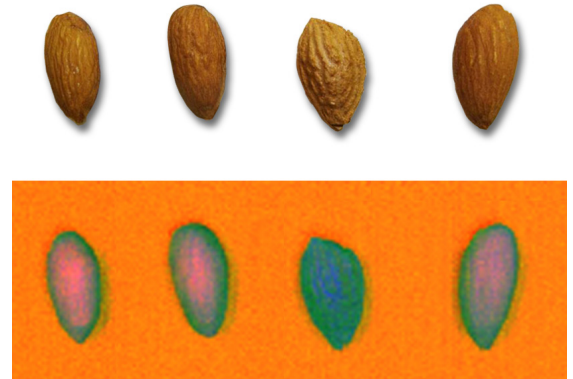
ou au point de données unique de chaque capteur laser. Les systèmes d'imagerie hyperspectrale perfectionnés convertissent les données pour créer des empreintes biologiques uniques pour chaque objet et créer une puissante fonction de tri. Ils offrent fondamentalement des capacités de détection basées sur la composition chimique, qui demeure dans une certaine mesure un territoire inconnu. Les défis de la technologie reposent sur la vitesse requise pour traiter l'énorme quantité de données et la résolution des images ou la taille des défauts pouvant être détectés. Actuellement, cette technologie est utilisée sur des trieuses spécialisées où elle atteint des performances inégalées dans le retrait des CE et des MVE, même sous des charges de défauts de produit entrant élevées.

L'efficacité des trieuses hyperspectrales alimentées par toboggan est largement démontrée sur le terrain dans l'élimination des coquilles, peaux, enveloppes, coques et autres CE ou MVE pour les noix, noix de pécan, amandes, pistaches, cacahuètes et autres noix. La technologie optimise l'élimination des CE et/ou des MVE, obtenant souvent une efficacité >99,5 pour cent avec un taux très faible de faux rejets.

Pour les processeurs de noix qui peuvent s'équiper de plusieurs trieuses, une trieuse basée sur la technologie hyperspectrale et concentrée sur l'élimination des CE constitue souvent la première étape du tri, suivie d'une trieuse à laser et caméra haut de gamme. Elles également parfaitement adaptées aux lignes de retraitement dédiées qui reçoivent des matières à récupérer, rejetées par les équipements mécaniques et autres trieuses, car elles peuvent manipuler efficacement des charges de défauts élevées tout en associant des compétences opérationnelles simples.

Tri inversé

Le tri inversé est une fonction logicielle intégrée sur des trieuses à laser, à laser et caméra et basées sur la technologie hyperspectrale, qui permet de changer rapidement les définitions de ce qui est accepté et de ce qui est rejeté. Elle convient parfaitement au retraitement et aux charges de défauts de produit entrant supérieures à 50 %. Le tri inversé permet également aux processeurs d'extraire le bon produit restant du hachis. Généralement, les trieuses sont programmées pour rejeter les CE et/ou les MVE, mais en mode de tri inversé, elles sont programmées pour cibler le bon produit. Cette approche utilise moins d'air comprimé et surtout, elle améliore les résultats avec un produit final plus propre lorsque les charges de défauts sont élevées.



De nombreux fournisseurs de trieuses revendiquent une fonction de tri inversé mais souvent, le réglage nécessite un ré-étalonnage exigeant en main d'œuvre, dont la durée peut être trop longue. Sur certaines trieuses, le changement entre le tri normal (en avant) et le tri inversé est réalisé en quelques secondes via le panneau de commande à écran tactile, sans aucun ré-étalonnage ni ajustement mécanique.

Rayons X pour défauts incrustés

Moins courante que la caméra et les lasers, la technologie par rayons X peut également être utilisée pour des applications de tri. Alors que les trieuses par couleur, à laser et basées sur la technologie hyperspectrale sont actuellement axées sur les défauts de surface, les rayons x ont la capacité d'examiner l'intérieur du produit en se focalisant sur sa densité. L'application dans l'industrie des noix s'articule autour de CE comme les métaux, le verre et les cailloux, dont la densité est plus élevée que celle des noix. La détection par rayons X se trouve généralement à la fin d'une ligne de traitement comme ultime contrôle de qualité afin d'éliminer les CE résiduels. Pour assurer l'élimination de tous les CE, certains systèmes utilisent un système d'éjection par tige poussoir qui ouvre une gâchette ou pousse un racloir afin d'éliminer les CE ainsi qu'une quantité importante de bon produit. L'éjection par l'air est également utilisée, mais nécessite des paramètres de durée très stricts pour assurer l'élimination de tous les CE à cette étape finale.

Plates-formes de tri

En plus des divers types de capteurs (capteurs laser, caméras traditionnelles et nouvelles technologies hyperspectrales) et des algorithmes propriétaires qui traitent et analysent les données pour la prise de décisions d'acceptation ou de rejet, les trieuses de noix diffèrent également dans leur mode de réalisation mécanique. Les trieuses alimentées en cascade, par toboggan et par tapis roulant sont toutes capables d'inspecter le produit en l'air et conviennent aux noix, avec des degrés de réussite variables.



Les trieuses en cascade inspectent le produit en l'air, pendant sa chute libre. Les trieuses alimentées par toboggan stabilisent le produit sur le toboggan avant son inspection en l'air. Les trieuses à bande stabilisent le produit sur un tapis, l'inspectent depuis le dessus tant qu'il se trouve sur le tapis, puis l'amènent à la fin du tapis avant de le rejeter en l'air.

La stabilisation du produit est essentielle à l'efficacité de la trieuse. En règle générale, la stabilisation du produit améliore la prévisibilité de sa trajectoire en l'air dans les zones d'inspection et d'éjection, ce qui permet de mieux centrer la trieuse sur les objets pour identifier les petits CE et/ou défauts de MVE et d'améliorer la précision du système d'éjection, ces deux aspects contribuant à optimiser le rendement et la performance de détection des défauts de la trieuse.

Les principaux atouts des trieuses alimentées par toboggan, par rapport aux trieuses à bande, sont un format plus compact et l'absence de pièces mobiles, ce qui contribue à de faibles besoins de maintenance. Les principaux atouts des trieuses à bande sont une cadence élevée et une meilleure capacité de tri à trois voies efficace. Quelle que soit la plate-forme, les processeurs de noix doivent rechercher des trieuses équipées d'une alimentation et d'une décharge à faible impact, conçues pour minimiser les rebonds et les bris de produits et offrir la plus douce des manipulations, afin d'éviter toute perte de valeur par la dégradation du produit.

Conclusion

Avec autant de systèmes de tri des noix haute performance sur le marché et une technologie qui progresse à un rythme rapide, il peut être difficile pour les processeurs d'identifier la solution idéale pour leur application.

La collaboration avec un fournisseur qui offre la plus grande variété de systèmes de tri des noix facilite la comparaison des solutions et l'évaluation des options. Si le fournisseur propose des systèmes de calibrage mécanique en plus de solutions de tri numérique, les deux aspects doivent être considérés ensemble pour créer une combinaison optimale. L'expertise de la transformation des noix du fournisseur ne doit pas être sous-évaluée - elle contribue à concevoir des systèmes de tri haut de gamme, à guider le processus de sélection du processeur et peut être exploitée longtemps après l'installation et le démarrage, dans la recherche du processeur pour améliorer continuellement le traitement et la qualité du produit final.

Publié par :

© Key Technology, Inc.

☎ 509.529.2161

150 Avery Street

✉ product.info@key.net

Walla Walla, WA 99362

www.key.net