

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240066**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **428837**

(22) Data zgłoszenia: **07.02.2019**

(51) Int.Cl.

G01N 21/00 (2006.01)

G01N 21/17 (2006.01)

G01N 21/25 (2006.01)

G01N 21/35 (2014.01)

G01N 33/02 (2006.01)

B07C 5/34 (2006.01)

B65G 49/00 (2006.01)

(54) **Sposób oraz układ detekcji niepożądanych substancji i elementów niepożądanych
w owocach pestkowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

10.08.2020 BUP 17/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

14.02.2022 WUP 07/22

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ
– INSTYTUT LOTNICTWA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**HUBERT SKONECZNY, Żyrardów, PL
MARIUSZ KACPRZAK,
Grodzisk Mazowiecki, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Michał Jędrzejewski

PL 240066 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób oraz układ detekcji niepożądanych substancji i elementów niepożądanych w owocach pestkowych.

Z opisu zgłoszeniowego US5345081A znane są sposób i urządzenie do wykrywania obecności zanieczyszczeń w zasadniczo sferycznym obiekcie takim, jak zagłębienie w kawałku owocu pestkowego przechodzącym przez strefę kontroli. Dioda elektroluminescencyjna punktu podczerwieni umieszczona po jednej stronie strefy kontroli przepuszcza pojedynczą wiązkę światła przez strefę kontroli. Liniowa matryca CCD do generowania sygnału proporcjonalnego do natężenia światła przepuszczanego przez owoce podczas przechodzenia owoców przez strefę kontroli jest wyposażona w optyczną szczelinę do kolimowania wiązki światła w matrycy CCD. Pomiędzy soczewką a matrycą CCD znajduje się filtr podczerwieni. W ten sposób, gdy owoce przechodzą przez strefę kontroli i są oświetlone przez źródło światła podczerwonego, a natężenie światła przepuszczanego przez owoce jest odbierane przez matrycę CCD, powstaje dwuwymiarowa, możliwa do analizy mapa bitowa reprezentatywna dla przekroju poprzecznego gęstości obiektu.

W opisie patentowym US6271520B1 ujawniono sposób i urządzenie zawierające dwa oddzielne urządzenia do przetwarzania obrazu. Jedno urządzenie do przetwarzania obrazu w bliskiej podczerwieni i drugie urządzenie do przetwarzania obrazu w podczerwieni średniej, które jednocześnie rejestruje obrazy przechodzących obiektów. Informacje w tle są usuwane, a obrazy obiektów pozostają. Przetworzone obrazy dostarczane przez kamerę średniej podczerwieni są odejmowane od obrazów dostarczanych przez kamerę bliskiej podczerwieni w celu uzyskania obrazu samych uszkodzeń, które są analizowane w celu wygenerowania sygnałów sterujących separacją lub sortowaniem w oparciu o decyzje o usunięciu obiektów z uszkodzeniami, oraz parametrów użytkownika, aby zasygnalizować odpowiednie działania w celu oddzielenia obiektów z uszkodzeniami od obiektów, które nie posiadają uszkodzeń, lub posortowania i zaklasyfikowania przedmiotów w oparciu o ilość, rodzaj, rozmiar lub charakter uszkodzeń. Temperatura przynajmniej części zewnętrznej powierzchni każdego kontrolowanego obiektu musi być podniesiona o około 5–15°C lub więcej, tak aby kamery mogły zapewnić obraz różnicy w temperaturze między zewnętrzną gładką, zdrową powierzchnią a wgłębieniem na końcu łodygi, łodygi i kielicha jabłka lub podobnego wgłębienia, ubytku, wypukłości, lub jak w innym obiekcie lub przedmiocie. W tym celu stosuje się podgrzewane wałki szczotkowe.

W odniesieniu do dotychczas znanych rozwiązań, zastrzegany sposób i układ nieoczekiwanie posiadają następujące zalety:

- Lepsza wydajność czasowa i ilościowa detekcji substancji niepożądanych – w proponowanym rozwiązaniu nie ma potrzeby naprowadzania pojedynczych owoców do strefy kontroli, gdzie tylko pojedynczy obiekt jest poddawany analizie. Sensory multispektralne obrazują całą partię owoców, która w danej chwili znajduje się na przeźroczystej taśmie transportowej, zatem analizy są prowadzone dla całego obszaru, a nie dla pojedynczych owoców. Wielkość analizowanego obszaru jest uzależniona od zastosowanego sprzętu (m.in. rozdzielczości matrycy czy wydajności jednostki obliczeniowej).
- Brak ograniczeń, co do kształtu analizowanych owoców – dzięki zastosowaniu sensorów multispektralnych obrazujących dany obszar z dwóch punktów (z góry oraz z dołu), a także dzięki metodyce polegającej na porównywaniu, w czasie rzeczywistym, pozyskanych zobrazowań z bazą danych, możliwe jest prowadzenie analiz dla owoców o dowolnym kształcie. Idea systemu polega na jego skalowalności i możliwości rozbudowy – skupiając się na konkretnym owocu, system będzie opierał się o bazę danych charakterystyk spektralnych utworzonych na podstawie obserwacji, różnorodnych pod względem fizycznym, tych konkretnych obiektów.
- Brak konieczności wcześniejszej, dedykowanej obróbki owoców – proponowane rozwiązanie nie narzuca konieczności dostosowania temperatury powierzchni owoców do zwiększenia wydajności ich analiz, czyli nie ma potrzeby instalacji dodatkowego modułu odpowiedzialnego za dostosowanie temperatury owoców. Dzięki zastosowaniu metody porównawczej, system będzie bazował na charakterystykach spektralnych partii owoców pobieranych w czasie rzeczywistym, które będą porównywane z bazą zawierającą różnorodne dane, w celu identyfikacji owoców przeznaczonych do eliminacji z dalszego procesu przetwarzania.

Sposób detekcji niepożądanych substancji i elementów w owocach pestkowych z wykorzystaniem taśmy transportowej oraz sensorów multispektralnych, według wynalazku, charakteryzuje się tym, że:

- 1) po podaniu owoców pestkowych na taśmę transportową wykonaną z elastycznego przezroczystego materiału, co najmniej jednym górnym sensorem multispektralnym, umieszczonym nad taśmą transportową i co najmniej jednym dolnym sensorem multispektralnym, umieszczonym pod taśmą transportową (które to sensory są zaopatrzone w filtry), rejestruje się poziom odbitego promieniowania elektromagnetycznego w zadanych zakresach spektralnych;
- 2) następnie zarejestrowane dane, w postaci krzywych spektralnych rejestrowanej partii owoców pestkowych na taśmie transportowej zawierających informacje o natężeniu odbicia fal elektromagnetycznych w zadanych zakresach spektralnych, przesyła się do jednostki obliczeniowej,
- 3) w jednostce obliczeniowej dokonuje się analizy wielospektralnej przez porównywania danych wzorcowych owoców pestkowych zawartych w bazie danych jednostki obliczeniowej z danymi półproduktów na taśmie transportowej oraz analizy opartej o wskaźniki wielospektralne w ten sposób, że dokonuje się podziału rejestrowanego obszaru taśmy transportowej na obszar zajęty przez owoce oraz obszar bez owoców, po czym dane z obszaru zajętego przez owoce porównuje się z danymi wzorcowymi. W przypadku stwierdzenia rozbieżności między zarejestrowanymi danymi partii owoców a danymi wzorcowymi wskazuje się owoce pestkowe do usunięcia, które wygenerowały nieprawidłowe zarejestrowane dane.

W kolejnym aspekcie przedmiotem wynalazku jest układ detekcji niepożądanych substancji i elementów w owocach pestkowych złożony z taśmy transportowej oraz umieszczonego nad nią górnego sensora multispektralnego połączonego z jednostką obliczeniową a także źródła światła. Układ według wynalazku charakteryzuje się tym, że taśma transportowa jest wykonana z elastycznego i przezroczystego materiału, a poniżej taśmy transportowej znajduje się dolny sensor multispektralny połączony z jednostką obliczeniową, przy czym górny i dolny sensor multispektralny zawierają matryce rejestrujące co najmniej trzy z następujących pasm fal elektromagnetycznych:

- 1) bliski/pośredni ultrafiolet (UV): 200–400 nm,
- 2) pasmo niebieskie (VIS): 400–500 nm,
- 3) pasmo zielone (VIS): 500–600 nm,
- 4) pasmo czerwone (VIS): 600–700 nm,
- 5) bliska podczerwień (NIR): 700–1600 nm,

a ponadto sensory multispektralne 2, 3 wyposażone są w co najmniej trzy filtry 4 wybrane z filtrów o następujących właściwościach:

- 1) filtr pasmowy pośredniego/bliskiego UV o przepuszczalności fali świetlnej 230–280 nm,
- 2) niebieski filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 460–490 nm,
- 3) zielony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 525–550 nm,
- 4) czerwony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 638–672 nm,
- 5) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 730–755 nm,
- 6) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 855–890 nm,
- 7) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1290–1310 nm,
- 8) filtr pasmowy krótkiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1540–1560 nm,

Korzystnie, układ posiada co najmniej jeden dodatkowy górny sensor multispektralny.

Korzystnie, układ posiada co najmniej jeden dodatkowy dolny sensor multispektralny.

Korzystnie, układ posiada co najmniej jeden boczny sensor multispektralny.

Korzystnie, sensory multispektralne zawierają także dodatkowo matryce rejestrujące co najmniej jedno z następujących pasm fal elektromagnetycznych:

- 1) Szersze pasmo UV: 10–400 nm,
- 2) Krótka podczerwień (SWIR): >1600 nm

Korzystnie, co najmniej jedno źródło światła jest przypisane do pojedynczego sensora multispektralnego.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok schematyczny układu według wynalazku.

Układ detekcji niepożądanych substancji i elementów w owocach pestkowych złożony jest z taśmy transportowej 1 umieszczonego nad nią górnego sensora multispektralnego 2 połączonego

z jednostką obliczeniową 6. Taśma transportowa 1 jest wykonana elastycznego przezroczystego materiału, a poniżej taśmy transportowej znajduje się dolny sensor multispektralny 3 połączony z jednostką obliczeniową 6. Górny i dolny sensor multispektralny 2, 3 zawierają matryce rejestrujące co najmniej trzy z następujących pasm fal elektromagnetycznych:

- 1) bliski/pośredni ultrafiolet (UV): 200–400 nm,
- 2) pasmo niebieskie (VIS): 400–500 nm,
- 3) pasmo zielone (VIS): 500–600 nm,
- 4) pasmo czerwone (VIS): 600–700 nm,
- 5) bliska podczerwień (NIR): 700–1600 nm,

Ponadto sensory multispektralne 2, 3 wyposażone są w co najmniej trzy filtry 4 wybrane z filtrów o następujących właściwościach:

- 1) filtr pasmowy bliskiego/średniego UV o przepuszczalności fali świetlnej 230–280 nm,
- 2) niebieski filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 460–490 nm,
- 3) zielony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 525–550 nm,
- 4) czerwony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 638–672 nm,
- 5) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 730–755 nm,
- 6) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 855–890 nm,
- 7) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1290–1310 nm,
- 8) filtr pasmowy krótkiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1540–1560 nm.

W celu pozyskiwania szerszego spektrum danych sensory multispektralne 2, 3 mogą zawierać matryce rejestrujące co najmniej jedno z następujących pasm fal elektromagnetycznych:

- 1) szersze pasmo UV: 10–400 nm,
- 2) krótka podczerwień (SWIR): >1600 nm

Aby zapewnić stałe natężenia światła, a w konsekwencji pozyskiwanie bardziej precyzyjnych danych oraz zapewnić wiarygodne działanie systemu w różnorodnych warunkach oświetleniowych panujących na hali produkcyjnej układ wyposażono w źródła światła 5.

Opisany powyżej układ wykorzystywany jest w sposobie detekcji niepożądanych substancji i elementów w owocach pestkowych z wykorzystaniem taśmy transportowej oraz sensorów multispektralnych według wynalazku.

Jednym z kluczowych elementów sposobu i układu według wynalazku jest przezroczysta taśma transportowa 1 przepuszczająca promieniowanie, która jest nośnikiem badanych owoców pestkowych. Taśma transportowa powinna być wykonana z materiału innego niż szkło (ze względów bezpieczeństwa, stosowanych w zakładach produkujących żywność), dzięki czemu jest możliwe umieszczenie sensorów multispektralnych 2, 3 i prowadzenie obserwacji z punktów umiejscowionych nad i pod taśmą transportową 1, a także w razie potrzeby rozszerzenie ilości sensorów o kamery położone po bokach taśmy. Materiał jaki może być wykorzystany do wykonania taśmy transportowej 1, to przezroczysty poliuretan, który charakteryzuje się tym, że zmieniając proporcje składników przy jego produkcji można precyzyjnie regulować właściwości tego tworzywa sztucznego, takie jak sztywność, elastyczność i przezroczystość, co sprawia, że idealnie nadaje się jako materiał budulcowy taśmy transportowej 1. Dodatkowo taśma transportowa będzie wyposażona w automatyczny system czyszczący, który zapewni jej pełną przezroczystość na każdym z etapów pracy. Dzięki temu prowadzone obserwacje nie będą obciążone błędami grubymi. Czyszczenie taśmy produkcyjnej może być realizowane cyklicznie w stałych odstępach czasu lub po określonej ilości przetransportowanych półproduktów. Możliwe jest także zastosowanie dodatkowych, niezależnych sensorów, których zadaniem będzie ocena stopnia zanieczyszczenia taśmy transportowej i na podstawie wyników takich obserwacji rozpoczynanie procesu jej czyszczenia.

Podstawowym zadaniem przezroczystej taśmy transportowej 1 jest transport półproduktów oraz zapewnienie dogodnych warunków do pozyskiwania wiarygodnych i miarodajnych danych – zobrażeń multispektralnych danej partii owoców pestkowych. W pierwszym etapie (i) taśma pobiera partię owoców pestkowych, następnie (ii) (bez wstrzymywania procesu transportu) zostaną pobrane dane na temat refleksyjności owoców z użyciem dedykowanych sensorów multispektralnych 2, 3 i na końcu (iii) nastąpi przekazanie owoców do dalszej obróbki, czyli do modułu zajmującego się np. eliminacją niepożądanych półproduktów na taśmie. Sposób działania taśmy transportowej 1 nie może mieć negatywnego wpływu na szybkość wytwarzania gotowych produktów, zatem będzie ona zintegrowana z istniejącym systemem w taki sposób, aby szybkość transportowania owoców pestkowych była taka sama jak szybkość transportu owoców poza taśmą transportową 1.

Zestaw sensorów multispektralnych 2, 3 wraz z dedykowanym oprzyrządowaniem, realizuje trzy podstawowe zadania: (i) ciągły monitoring owoców na taśmie transportowej, (ii) rejestrowanie poziomu odbitego promieniowania elektromagnetycznego w danych zakresach spektralnych oraz (iii) przesyłanie danych do jednostki obliczeniowej, gdzie będzie prowadzona analiza wielospektralna. Realizacja wszystkich trzech zadań w czasie rzeczywistym pozwala na implementację podstawowego celu układu według wynalazku, a mianowicie wskazania, z wysoką precyzją, owoców pestkowych, które zawierają niepożądaną substancję i element (np. pestkę), które muszą być wyłączone z dalszego procesu przetwarzania. Poprawne działanie sensorów tzn. zapewnienie blisko 100% (nie mniej niż 98%) wiarygodności gromadzonych danych, jest wsparte oprzyrządowaniem w postaci źródeł światła 5, które zapewniają bezbłędną pracę sensorów multispektralnych 2, 3, w różnych warunkach oświetlenia na hali produkcyjnej. Ważnym elementem sensorów multispektralnych 2, 3 są łatwo wymienne filtry pozwalające wyselekcjonować optymalne zakresy spektralne. Wersja podstawowa układu według wynalazku jest wyposażona w filtry najodpowiedniejsze do detekcji pestek w śliwkach karmelizowanych, natomiast łatwość wymiany filtrów daje szerokie możliwości rozszerzenia zdolności operacyjnej całego układu i dostosowania go do detekcji innych niepożądanych obiektów na taśmie transportowej 1. Dodatkowo sensory multispektralne 2, 3 wraz z oprzyrządowaniem zawierają standardowe elementy montażowe, które pozwalają na ich integrację z taśmą montażową oraz podłączenie do jednostki obliczeniowej, gdzie przeprowadzane są analizy multispektralne. Zastosowane sensory multispektralne 2, 3 w wersji podstawowej posiadają matryce uczulone na światło widzialne oraz bliską podczerwień, tzn. będą w stanie rejestrować fale elektromagnetyczne o długościach:

- Pasmo niebieskie (VIS): 400–500 nm,
- Pasmo zielone (VIS): 500–600 nm,
- Pasmo czerwone (VIS): 600–700 nm,
- Bliska podczerwień (NIR): 700–1600 nm.

Ponadto możliwe jest dostosowanie systemu i jego możliwości do użycia sensorów z matrycami uczulonymi na promieniowanie UV oraz podczerwień krótką, dzięki czemu opracowana technologia będzie mogła być rozszerzona na inne produkty i zastosowania, nawet poza branżą cukierniczą. Proponowana czułość takich dodatkowych matryc to:

- Pasmo UV: 10–400 nm,
- Krótka podczerwień (SWIR): >1600 nm.

Korzystnie, jako zestaw sensorów multispektralnych 2, 3 użyto platformę multispektralną QUERCUS.6, a jej matryca jest uczulona na zakres widzialny i bliską podczerwień (VIS i NIR: 400 nm –1000 nm, ale z możliwością rozszerzenia na dalsze zakresy). Ponadto dzięki zastosowaniu sześciu obiektywów platforma ta jest w stanie pozyskiwać jednocześnie 6 zdjęć w 6 wyselekcjonowanych zakresach spektralnych.

Istotnym elementem zestawu sensorów multispektralnych 2, 3 są filtry 4, które stanowią niezbędny element układu, który odpowiedzialny jest za pozyskiwanie danych. Łatwo wymienne filtry 4 pozwalają na wyselekcjonowanie wybranych zakresów spektralnych (o szerokości 10–50 nm) najodpowiedniejszych do detekcji konkretnych substancji na taśmie transportowej 1 (np. pestek w owocach). Korzystnie, stosuje się wąskie filtry (BN Series – Narrow Bandwidth), dzięki którym będzie możliwość selekcji optymalnych zakresów spektralnych z szerokiego widma UV, VIS, NIR, SWIR, które zawierają najwięcej informacji potrzebnych do detekcji danej niepożądanego substancji. Filtry wykorzystane do stworzenia podstawowej konfiguracji systemu to:

- filtr pasmowy średniego/bliskiego UV o przepuszczalności fali świetlnej 230–280 nm,
- niebieski filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 460–490 nm,
- zielony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 525–550 nm,
- czerwony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 638–672 nm,
- filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 730–755 nm,
- filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 855–890 nm,
- filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1290–1310 nm,
- filtr pasmowy krótkiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1540–1560 nm.

Taka, początkowa konfiguracja filtrów pozwala na dobór odpowiednich zakresów spektralnych do skutecznej detekcji pestek i innych niepożądanych substancji w owocach pestkowych. Dzięki łatwości w wymianie filtrów (filtry wkręca się na obiektywy), układ ma bardzo duże możliwości w dostosowywaniu swojej operacyjności do zadanej partii owoców pestkowych. Sensory multispektralne 2, 3 wraz z filtrami 4 są bezpośrednio połączone, np. kablem z jednostką obliczeniową 6.

Jednostka obliczeniowa 6 wraz z elementami sieci IT składa z dwóch podstawowych elementów: (I) stanowiska komputerowego, gdzie operator ma wgląd do pracy całego systemu, a także może na bieżąco weryfikować wybrane rezultaty analiz multispektralnych oraz (II) bazy danych zawierającej materiał wzorcowy i oprogramowania. Jednostka obliczeniowa 6 jest bezpośrednio zintegrowana z pracą sensorów multispektralnych 2, 3 oraz w czasie rzeczywistym odbiera wyniki pomiarów, a także dokonuje porównań i analiz opartych o wskaźniki wielospektralne z wykorzystaniem oprogramowania i zaimplementowanej bazy danych. Efektem pracy jednostki obliczeniowej 6 jest precyzyjne wskazanie obiektów jakie należy usunąć z taśmy transportowej 1, aby nie brały udziału w tworzeniu produktu końcowego.

Wykrywanie substancji niepożądanych w sposobie według wynalazku jest realizowane na drodze porównywania danych obrazu wzorcowego z danymi obrazu owoców na taśmie transportowej 1 oraz analizie opartej o wskaźniki wielospektralne. Pozyskiwane, za pomocą sensorów multispektralnych, dane są przesyłane do jednostki obliczeniowej 6, gdzie następuje analiza wielospektralna oraz porównanie z wzorcowymi danymi zawartymi w bazie danych, co w efekcie pozwala na wytypowanie obiektów (owoców pestkowych) do eliminacji. Danymi przekazywanymi do jednostki obliczeniowej 1 są surowe dane pozyskiwane przez sensory multispektralne 2, 3, czyli krzywe spektralne (wybrane punkty na krzywych spektralnych) danych partii owoców na taśmie transportowej 1, zawierające informacje o natężeniu odbicia fal elektromagnetycznych w danych zakresach spektralnych.

Baza danych zawiera szeroki zbiór krzywych spektralnych owoców pestkowych o mocno zróżnicowanych parametrach. Baza danych została utworzona z wykorzystaniem tych samych sensorów spektralnych 2, 3, które są elementami układu według wynalazku, a do jej stworzenia wykorzystano te same zakresy spektralne i oprzyrządowanie (filtry 4 o tych samych zakresach czy tak samo uczulone matryce), które były częścią składową układu według wynalazku. Baza danych zawiera krzywe spektralne dla półproduktów o zróżnicowanych parametrach fizycznych i chemicznych: wielkości, masie, kształcie, zawartości wody, sposobie suszenia, kraju pochodzenia, wielkości pestki i jej fragmentów, itp. Baza danych ma możliwość rozbudowy przez co jej zastosowanie jest możliwe także do innych obiektów, nawet poza branżą cukierniczą.

Zastosowane oprogramowanie oparte o uczenie maszynowe pozwala na wykorzystanie informacji zawartych w bazie danych do przeprowadzenia analiz w czasie rzeczywistym dla danej partii owoców znajdującej się, w danym momencie czasowym, na taśmie transportowej. Przez wykorzystanie znanych wartości natężenia odbitego promieniowania elektromagnetycznego dla owoców pestkowych o różnych właściwościach fizycznych i chemicznych, możliwe jest wskazanie, z wysoką precyzją, owoców, które z największym prawdopodobieństwem zawierają pestki lub ich fragmenty.

Analiza danych przebiega w dwóch etapach:

1. W pierwszej kolejności, na podstawie zobrazowania multispektralnego danej partii owoców pestkowych ułożonych na taśmie produkcyjnej dokonuje się wydzielenia obszarów, gdzie położone są owoce, tzn. oddziela się na zdjęciu obszary, które odfotografowały się jako powierzchnia taśmy transportowej, od obszarów, które bezpośrednio dotyczą owoców. Kolejny etap analizy przeprowadza się już tylko na podstawie obszarów z odfotografowanymi owocami.
2. Przeprowadza się analizę opartą o wskaźniki wielospektralne dla zadanych skupisk pikseli i otrzymane wyniki porównuje się z informacjami w bazie danych, aby w sposób jednoznaczny wskazać, z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego, te obszary, gdzie odpowiedź spektralna świadczy o tym, że znajdują się tam substancje niepożądane. Dla danych partii owoców pestkowych należy przyjąć średnią wielkość półproduktów, np. 5 cm x 5 cm. Przyjmując odległość fotografowania (czyli odległość sensora 2, 3 od taśmy transportowej) na 100 cm oraz fakt, że jednym z podstawowych parametrów platformy multispektralnej QUERCUS.6 jest piksel 7 cm dla odległości fotografowania 200 m, można obliczyć wielkość piksela $7 : 200 = 0,3$ mm dla odległości fotografowania 100 cm. Zatem jeden, średniej wielkości owoc odfotografuje się na około 27 700 pikselach. Dla prowadzenia precyzyjnych i optymalnych analiz powinno się zatem przyjąć skupiska pikseli w ilości około 9 000 dla średniej wielkości owoców 5 cm x 5 cm oraz odległości sensora od PTT 100 cm.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób detekcji niepożądanych substancji i elementów w owocach pestkowych z wykorzystaniem taśmy transportowej oraz sensorów multispektralnych **znamienny tym**, że:
 - 1) po podaniu owoców pestkowych na taśmę transportową 1 wykonaną z elastycznego przezroczystego materiału co najmniej jednym górnym sensorem multispektralnym 2, umieszczonym nad taśmą transportową 1 i co najmniej jednym dolnym sensorem multispektralnym 3, umieszczonym pod taśmą transportową 1, które to sensory 2, 3 są zaopatrzone w filtry, rejestruje się poziom odbitego promieniowania elektromagnetycznego w zadanych zakresach spektralnych;
 - 2) następnie zarejestrowane dane, w postaci krzywych spektralnych rejestrowanej partii owoców pestkowych na taśmie transportowej zawierających informacje o natężeniu odbicia fal elektromagnetycznych w zadanych zakresach spektralnych, przesyła się do jednostki obliczeniowej,
 - 3) w jednostce obliczeniowej dokonuje się analizy wielospektralnej przez porównywanie danych wzorcowych owoców pestkowych zawartych w bazie danych jednostki obliczeniowej z danymi półproduktów na taśmie transportowej oraz analizy opartej o wskaźniki wielospektralne w ten sposób, że dokonuje się podziału rejestrowanego obszaru taśmy transportowej 1 na obszar zajęty przez owoce oraz obszar bez owoców, po czym dane z obszaru zajętego przez owoce porównuje się z danymi wzorcowymi, a w przypadku stwierdzenia rozbieżności między zarejestrowanymi danymi partii owoców a danymi wzorcowymi usuwa się owoce pestkowe, które wygenerowały nieprawidłowe zarejestrowane dane.
2. Układ detekcji niepożądanych substancji i elementów w owocach pestkowych złożony z taśmy transportowej umieszczonego nad nią źródła światła oraz górnego sensora multispektralnego połączonego z jednostką obliczeniową **znamienny tym**, że taśma transportowa 1 jest wykonana z elastycznego przezroczystego materiału, a poniżej taśmy transportowej znajduje się dolny sensor multispektralny 3 połączony z jednostką centralną, przy czym górny i dolny sensor multispektralny 2, 3 zawierają matryce rejestrujące co najmniej trzy z następujących pasm fal elektromagnetycznych:
 - 1) bliski/pośredni ultrafiolet (UV): 200–400 nm,
 - 2) pasmo niebieskie (VIS): 400–500 nm,
 - 3) pasmo zielone (VIS): 500–600 nm,
 - 4) pasmo czerwone (VIS): 600–700 nm,
 - 5) bliska podczerwień (NIR): 700–1600 nm,a ponadto sensory multispektralne 2, 3 wyposażone są w co najmniej trzy filtry 4 wybrane z filtrów o następujących właściwościach:
 - 1) filtr pasmowy pośredniego/bliskiego UV o przepuszczalności fali świetlnej 230–280 nm,
 - 2) niebieski filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 460–490 nm,
 - 3) zielony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 525–550 nm,
 - 4) czerwony filtr pasmowy o przepuszczalności fali świetlnej 638–672 nm,
 - 5) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 730–755 nm,
 - 6) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 855–890 nm,
 - 7) filtr pasmowy bliskiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1290–1310 nm,
 - 8) filtr pasmowy krótkiej podczerwieni o przepuszczalności fali świetlnej 1540–1560 nm.
3. Układ, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że posiada co najmniej jeden dodatkowy górny sensor multispektralny 2.
4. Układ, według jednego z zastrz. od 2 do 3, **znamienny tym**, że posiada co najmniej jeden dodatkowy dolny sensor multispektralny 3.
5. Układ, według jednego z zastrz. od 2 do 4, **znamienny tym**, że posiada co najmniej jeden boczny sensor multispektralny 3.
6. Układ, według jednego z zastrz. od 2 do 5, **znamienny tym**, że sensory multispektralne 2, 3 zawierają także matryce rejestrujące co najmniej jedno z następujących, dodatkowych pasm fal elektromagnetycznych:
 - 1) pasmo UV: 10–400 nm,
 - 2) krótka podczerwień (SWIR): > 1600 nm.
7. Układ, według jednego z zastrz. od 2 do 5, **znamienny tym**, że posiada co najmniej jedno źródło światła 5 dla każdego sensora multispektralnego (2; 3).

Rysunek

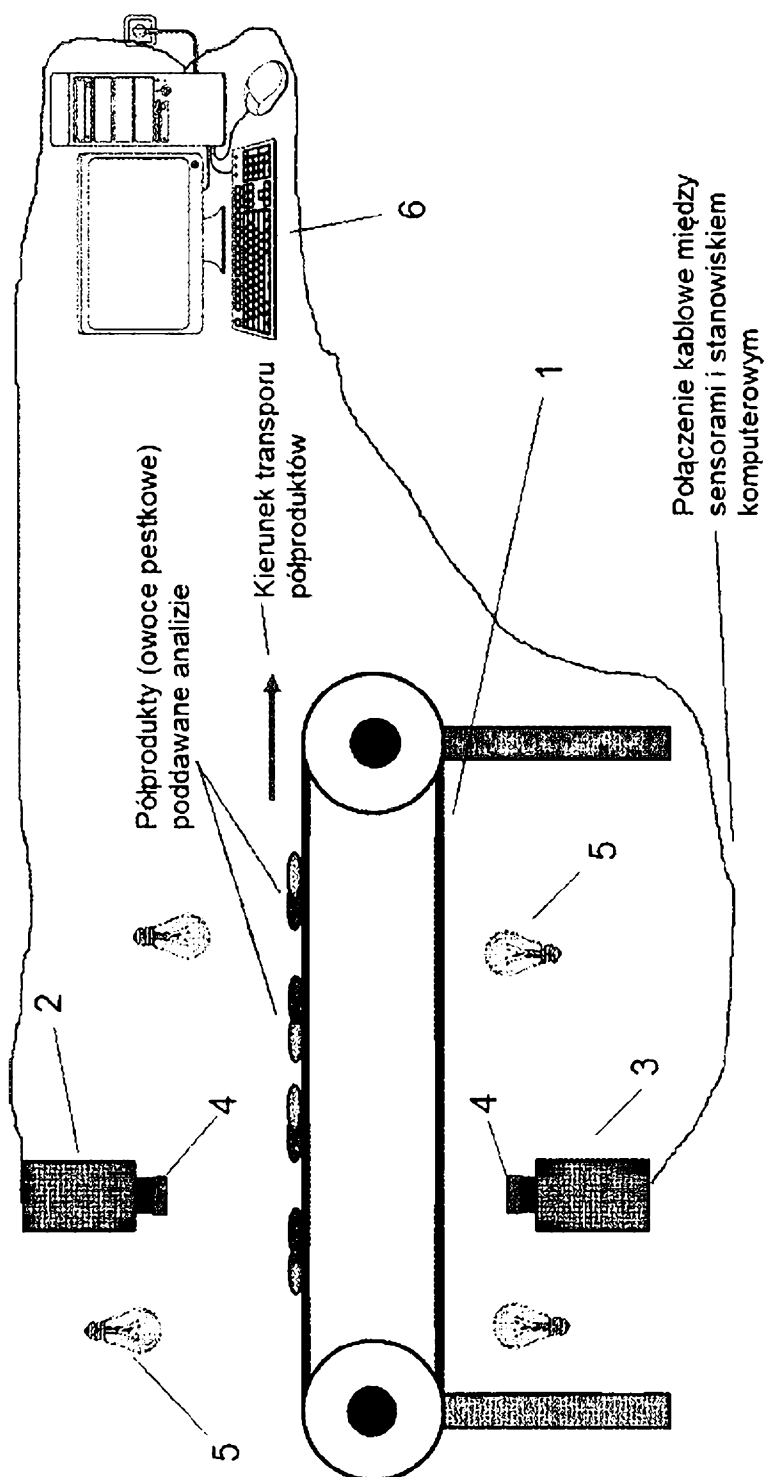


Fig. 1