

A COMPARISON OF INSTRUMENTAL METHOD AND COMPUTER IMAGE ANALYSIS IN THE QUALITY ASSESSMENT OF PARTICULAR PRODUCTS

Summary

An increase in applying computer image analysis in different research areas has recently been observed. The food quality assessments performed in order to replace classical instrumental methods is one of the areas of interest. The objective of this work was to develop a vision system for the assessment of potato quality and to compare the results with the ones obtained from the instrumental method. For this purpose, the Denar variety of potato was examined and analyzed. The characteristic qualities typical for the Denar tuber were chosen. The assessment results were made on the basis of a comparison between the typical qualities of the Denar tuber and those of the particular tuber examined. During the research, digital photos of the potatoes were taken. These photos were the source of assessment in the computer program developed during the study.

Key words: potatoes; physical properties; quality; image analysis; research methods; comparative analysis; quality assessment

PORÓWNANIE METODY INSTRUMENTALNEJ I KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU W OCENIE JAKOŚCIOWEJ WYBRANYCH PRODUKTÓW ROLNICZYCH

Streszczenie

W ostatnim czasie można zauważyć wzrost zainteresowania i stosowania komputerowej analizy obrazów w różnych obszarach badawczych. Jednym z nich jest ocena jakości żywności, której celem jest zastępowanie tradycyjnych metod instrumentalnych. Celem pracy było opracowanie systemu wizyjnego do oceny jakości ziemniaka i porównanie z wynikami uzyskiwanymi metodą instrumentalną. Analizie poddano ziemniaki odmiany Denar. Dla tej odmiany wybrano cechy charakterystyczne, opisujące prawidłową bulwę. Wyniki oceny poszczególnych bulw ziemniaka sformułowano na podstawie porównania prawidłowych cech z cechami konkretnej bulwy. W trakcie przeprowadzonych badań wykonano cyfrowe fotografie ziemniaków, które stanowiły źródło oceny w programie komputerowym utworzonym w ramach badań.

Słowa kluczowe: ziemniaki; właściwości fizyczne; jakość; analiza obrazów; metody badawcze; analiza porównawcza; ocena jakości

1. Wprowadzenie

Ziemniak należy do jednych z głównych roślin uprawianych w Polsce. Jest przede wszystkim doskonałym surowcem znajdującym zastosowanie w przetwórstwie spożywczym, skrobiowym i gorzelnictwie, a także jest wartościową paszą dla zwierząt. Do cech opisujących jakość ziemniaka należy głównie wielkość bulw, współczynnik kształtu i kolor skórki. Ziemniak jest gatunkiem trudnym w uprawie, ponieważ narażony jest na choroby i szkodniki. W związku z wszystkimi utrudnieniami niełatwe jest również wyhodowanie ziemniaków o regularnym kształcie i odpowiedniej barwie, dlatego zanim trafi on na półki sklepowe powinien przejść odpowiednią ocenę [3]. Ziemniaki najczęściej ocenia się bezpośrednio po zbiorze. Dzięki temu bulwy ziemniaków można zaklasyfikować do przedziałów przeznaczonych do sprzedaży konsumpcyjnej i magazynowania, sprzedaży w ramach przetworzenia na paszę dla zwierząt, bądź też całkowitej nieprzydatności użytkowej. Takie badanie często wymaga specjalistycznego sprzętu, wybrania metody oceny jakości, a także wykwalifikowanego pracownika. W przypadku ziemniaków składowanych luzem wybór bulw do zaopiniowania następuje ręcznie, bez użycia jakichkolwiek narzędzi. Pobrane próbki przewozi się do odpowiedniego laboratorium i przeprowadza analizę [5]. Obecnie istnieje wiele metod wyznaczających sposób pomiaru konkretnych parametrów jakościowych ziemniaka. Pewną grupę stanowi metoda instrumentalna, której działanie polega na wykorzystaniu urządzeń

pomiarowych. Metody instrumentalne, ze względu na zastosowanie specjalistycznych urządzeń są drogie i nie umożliwiają uniwersalnego pomiaru kilku cech jednocześnie. Decydując się na metodę instrumentalną trzeba znać wszystkie czynniki merytoryczne, tzn. rozumieć zasadę i sposób działania metody oraz możliwe wyniki, jakie można tym sposobem uzyskać [1]. Ocena cech poszczególnych produktów rolniczych staje się coraz bardziej istotna. Dlatego większość urządzeń sprawdzających i oceniających produkty rolnicze musi być bardzo dokładna, aby sklasyfikowany towar sprostał wymaganiom klientów. W związku z tym celowe wydaje się tworzenie wiarygodnych sposobów oceny jakości na podstawie analizy obrazów i zastosowanie ich w precyzyjnych urządzeniach [2]. Systemy wykorzystujące komputerową analizę obrazu wyodrębniają ze zdjęcia tego elementu, który jest ważny i istotny. Dlatego systemy wizyjne są szczegółowe i nie mogą być uniwersalne. Są przeznaczone tylko do analizy jednego gatunku warzywa, np. ziemniaków [6]. Celem pracy było opracowanie programu komputerowego analizującego wyniki pomiarów do oceny jakości bulwy na podstawie jej fotografii.

2. Materiały i metody

Przed przystąpieniem do oceny jakościowej należy dokonać wyboru odmiany, na której ma zostać przeprowadzona analiza. Jest to konieczne, ponieważ każda odmiana charakteryzuje się innymi parametrami i dlatego wszystkich odmian nie można traktować równoznacznie. Wybór gatunku ziemniaka umożliwia specjalna lista wyboru zawierająca

odmiany dostępne w bazie danych w tabeli z odmianami.

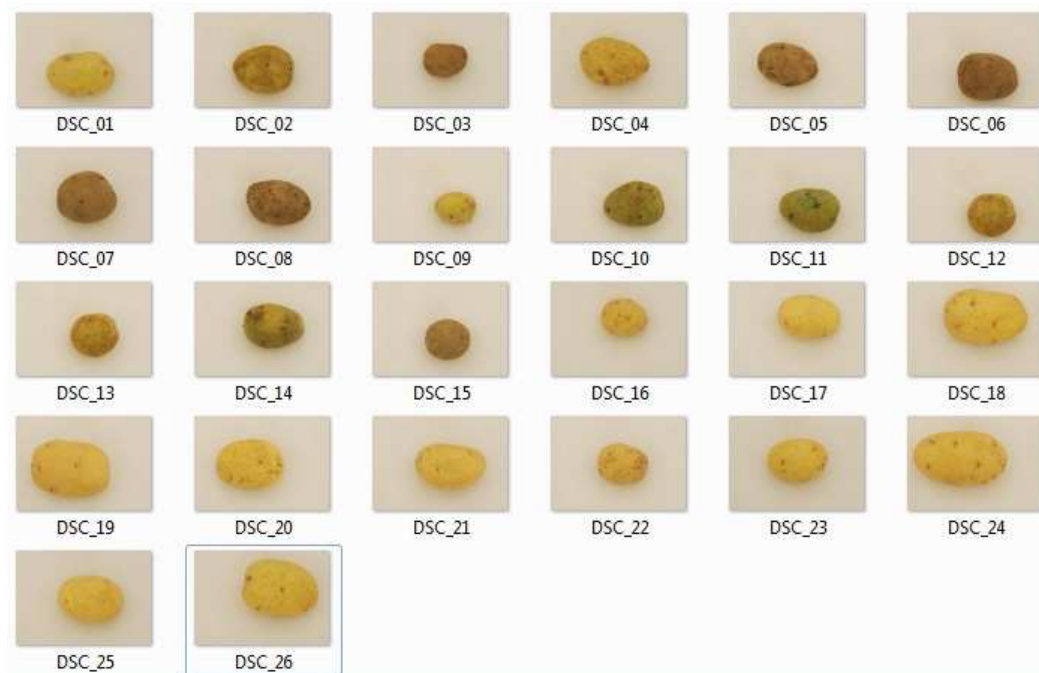
Do realizacji celu pracy wybrano odmianę ziemniaka *Denar*. Charakteryzuje się on okrągło-owalnym kształtem, żółtym kolorem skórki i jasno-żółtą barwą miąższu. Okrągło-owalny kształt sprawia, że zbiór tej odmiany z pola za pomocą maszyn rolniczych jest bezpieczny i nie naraża bulwy na uszkodzenia. Jak opisano w pracy [7] jest to „ziemniak jednolity odmianowo, o dobrym smaku, foremnym kształcie, o płytko osadzonych oczkach, o nie ciemniejącym miąższu po ugotowaniu, przeznaczony do bezpośredniego spożycia i przetwórstwa spożywczego” [7].

W celu wykonania badań bulwy zostały poddane myciu, a następnie wysuszeniu (rys. 1).



Rys. 1. Bulwy ziemniaków do badań
Fig. 1. Potato tubers used in the research

Stanowisko do akwizycji obrazu składało się z aparatu cyfrowego, komory bezcieniowej, lamp żarowych i statywu fotograficznego. W takich warunkach sfotografowano bulwy ziemniaków, kilka z nich przedstawia rys. 2. Różniły się one zewnętrznymi cechami fizycznymi. Niektóre były zdrowe, miały prawidłowe rozmiary, prawidłowy współczynnik kształtu oraz prawidłowy wygląd skórki. Były także ziemniaki nieprawidłowe – za duże lub za małe, zazieleniałe i ciemne.



Rys. 2. Struktura pliku z uzyskanymi fotografiami ziemniaka (źródło: opracowanie własne)
Fig. 2. File structure with the photos of potatoes (source: own work)

Do oceny jakości badanego produktu zaproponowano następujące cechy: poziomą i pionową średnicę bulwy, informację o kształcie odwzorowaną poprzez współczynnik Fereta i barwę zakodowaną w postaci RGB.

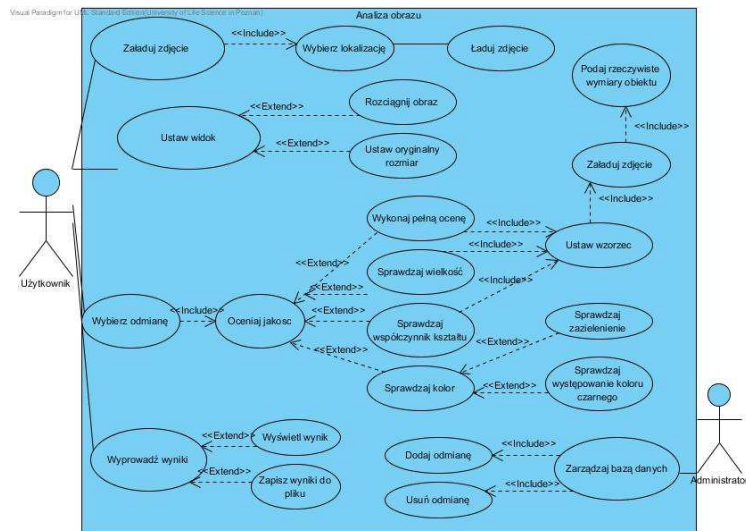
3. Opis opracowanego systemu informatycznego

W celu uzyskania informacji o ziemniaku z wykonanego zdjęcia opracowano autorski program komputerowy „Klasyfikator”, którego okno powitalne przedstawiono na rys. 3.

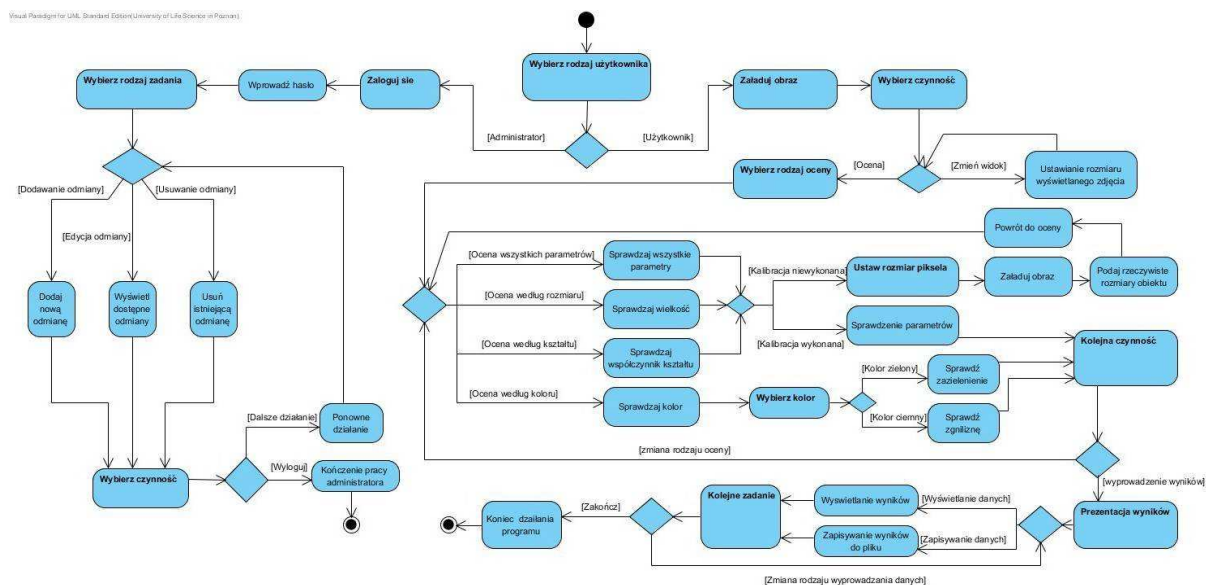


Rys. 3. Okno powitalne programu „Klasyfikator”
Fig. 3. Welcome screen of the ‘Klasyfikator’ program

Opracowanie oprogramowania to zbiór procedur, których celem jest powstanie dobrego produktu informatycznego. Dlatego z tworzeniem systemu związana jest inżynieria oprogramowania. Obejmuje ona wszystkie fazy budowy programu od specyfikacji poprzez jego wytwarzanie i zatwierdzanie aż do końcowej pielęgnacji. Dlatego też przed wytworzeniem aplikacji, przeprowadzono fazę analizy oraz ustalono potrzeby funkcjonalne programu. Wymagania te zostały zdefiniowane w postaci diagramów przypadków użycia (rys. 4), diagramów czynności (rys. 5) w notacji UML, a następnie zweryfikowane przez użytkowników.



Rys. 4. Diagram przypadków użycia aplikacji „Klasyfikator”
 Fig. 4. Diagram of uses of the ‘Klasyfikator’ program



Rys. 5. Diagram czynności aplikacji „Klasyfikator”
 Fig. 5. Diagram of activities of the ‘Klasyfikator’ program

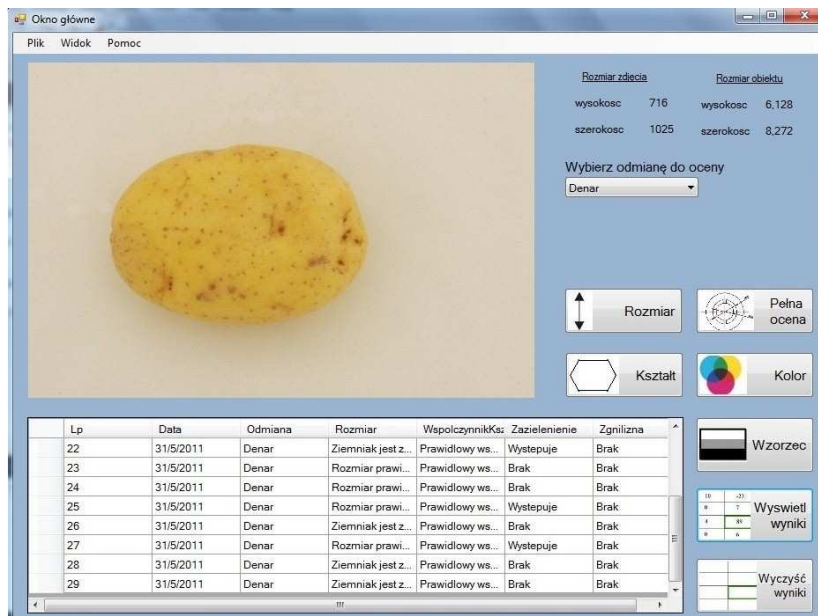
Najważniejszy formularz programu to *Okno główne* (rys. 6). W tym klasycznym, okienkowo zbudowanym interfejsie, dostępne są metody oceniające jakość ziemniaka. Użytkownik dokonuje najważniejszych decyzji, związanych z wyborem toku działania programu: ładuje zdjęcie, ustawia widok, przechodzi do ustawiania wzorca w celu wykonania oceny, dokonuje wyboru oceny i ją przeprowadza, wyświetla i zapisuje wyniki, przechodzi do panelu administratora. W głównym oknie programu wyświetlany jest także oryginalny rozmiar zdjęcia podany w pikselach. System umożliwia wybór kilku metod oceny, w zależności od potrzeby. Pierwszą możliwą oceną jest wyznaczenie rozmiaru poziomej i pionowej średnicy warzywa. Drugą cechą, którą program potrafi zbadać, jest współczynnik kształtu ziemniaka. Kolejny możliwy do zbadania parametr to barwa skórki warzywa. Program pozwala na zbadanie zazielenienia i występowanie koloru czarnego. Możliwe jest także analizowanie wszystkich parametrów jednocześnie. Wszystkie przedstawione oceny są dostępne po wyborze jednej z nich za pomocą przycisków, służących do tego celu na intuicyjnym interfejsie. W celu przetestowania programu po kolei ładowano każde zdjęcie do systemu i wykonywano pełną ocenę. Uzyskane wyniki wyświetlane są w programie, a po

wykonaniu oceny jakościowej wszystkich bulw zapisuje się wyniki do pliku za pomocą specjalnej opcji dostępnej w programie. Wygląd głównego formularza umożliwiającego przeprowadzenie oceny z wyświetlonymi wynikami już przebadanych ziemniaków przedstawia rys. 6.

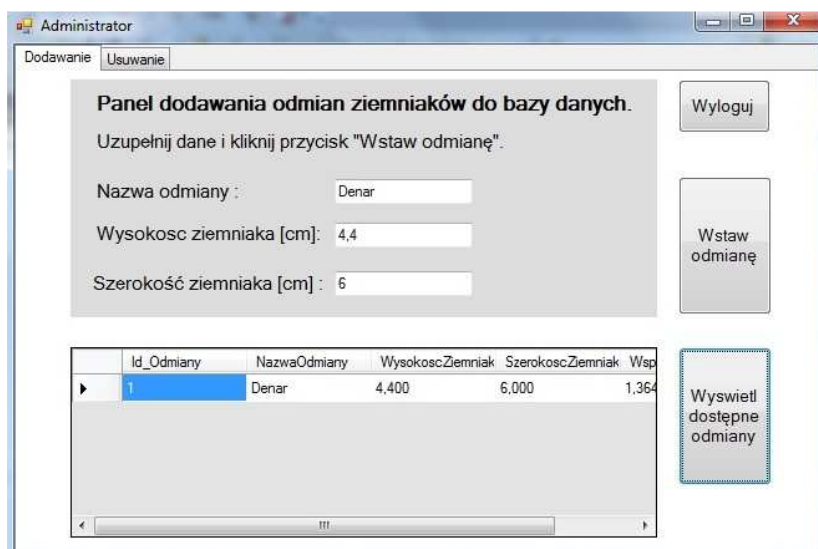
Ostatni formularz, który został wbudowany w systemie to panel modułu administratora (rys. 7). W nim zalogowany administrator ma do wyboru dwie zakładki. Może w nich wstawiać i usuwać odmiany, a także wyświetlać dostępne gatunki znajdujące się w tabeli w bazie danych.

4. Wyniki badań

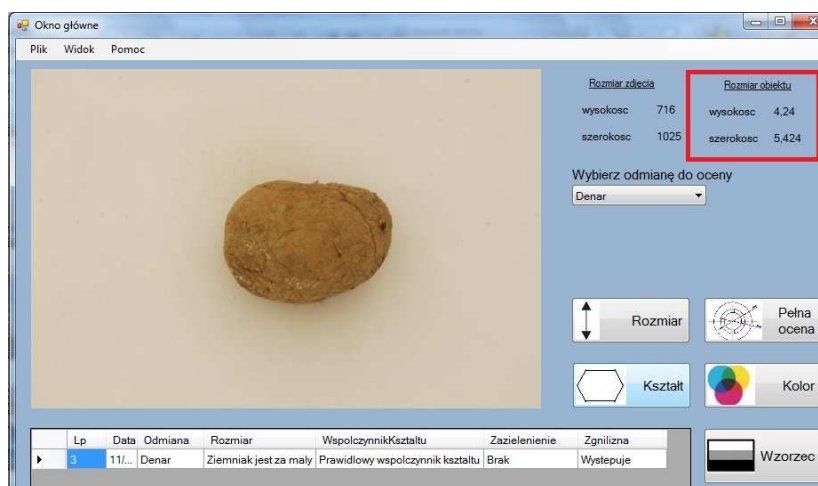
W ramach testowania aplikacji na wszystkich zdjęciach, wykonanych w laboratorium oceniono jakość bulw w programie utworzonym do tego celu. W ramach analizy wyników wykonano ich pełną ocenę. Wyniki przeprowadzonej analizy zostały wygenerowane przez program i zapisane w bazie danych. W sposób jednoznaczny można było odczytać, że nie wszystkie bulwy mają prawidłowy rozmiar, kształt lub kolor skórki. Uzyskane wyniki zostały porównane z oceną instrumentalną. Klika przykładowych ocen przedstawiają rys. 8, 9.



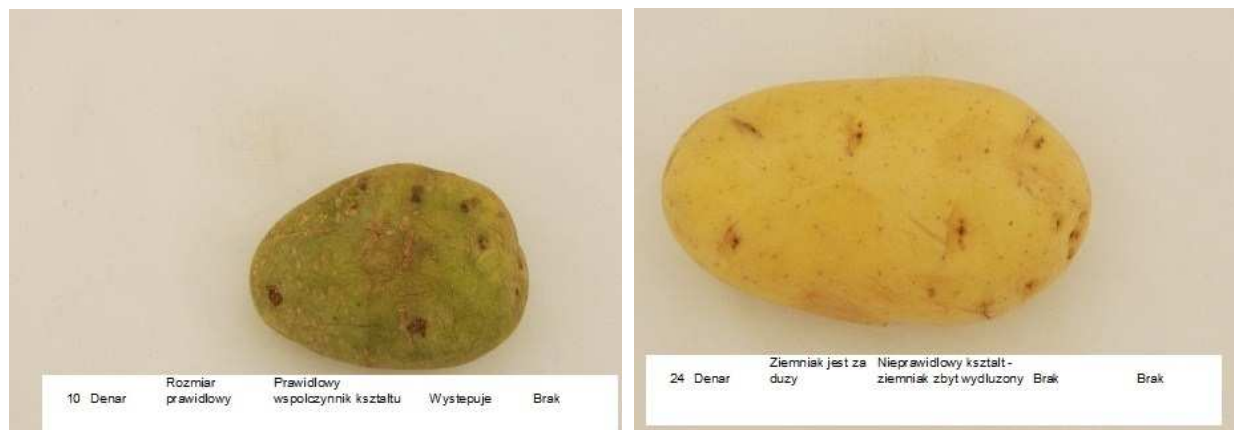
Rys. 6. Okno główne formularza z wyświetlonymi wynikami przeprowadzonych ocen (źródło: opracowanie własne)
 Fig. 6. Main window displaying assessment results (source: own work)



Rys. 7. Panel dodawania odmiany w programie Klasyfikator (źródło: opracowanie własne)
 Fig. 7. Panel showing addition of potato varieties to the 'Klasyfikator' program (source: own work)



Rys. 8. Panel przeprowadzonej oceny jakości w programie Klasyfikator (źródło: opracowanie własne)
 Fig. 8. Panel showing quality assessment in the 'Klasyfikator' program (source: own work)



Rys. 9. Okno główne formularza z wyświetlonymi wynikami przeprowadzonych ocen (źródło: opracowanie własne)
 Fig. 9. Main window displaying assessment results (source: own work)

5. Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że komputerowa analiza obrazu w ocenie jakościowej ziemniaka jest metodą bardzo dokładną. W sposób szybki analizuje równocześnie kilka cech. Uzyskane wyniki upoważniają do wyprowadzenia następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Komputerowa analiza obrazu stanowi wiarygodną ocenę jakości ziemniaka, co zostało potwierdzone w trakcie weryfikacji i walidacji opracowanego oprogramowania.
2. Ziemniak posiada wiele cech charakterystycznych określających jego jakość, co umożliwia dokonanie oceny jakościowej. Istnieje możliwość rozbudowy systemu o kolejne metody badające inne cechy produktu.
3. Pomimo, że instrumentalna ocena jakości produktów rolniczych stanowi podstawowy sposób oceny ziemniaka, to komputerowa analiza obrazu w ocenie jakościowej tego produktu jest również dokładna i analizuje więcej parametrów.
4. Aby możliwe było praktyczne zastosowanie komputerowej analizy obrazu w ocenie jakościowej produktów rolniczych na skalę przemysłową system musiałby zostać ze-

spolony z maszyną klasyfikującą, podejmującą decyzję na podstawie realizowanej oceny.

6. Bibliografia

- [1] Koszela K., Weres J.: Neuronowa klasyfikacja obrazów suszu warzywnego. Inżynieria Rolnicza, 2009, nr 8 (117).
- [2] Koszela K., Boniecki P., Weres J.: Ocena efektywności neuronowego prognozowania w oparciu o wybrane metody na przykładzie dystrybucji produktów rolniczych. Inżynieria Rolnicza, 2005, nr 2(62).
- [3] Krzysztofik B.: Seminarium Tematyczne – Nowoczesne technologie wytwarzania produktów pochodzenia rolniczego. Ostróda, 5-8.10.2010.
- [4] Obiedziński M.: Wybrane zagadnienia z analizy żywności. Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2009.
- [5] Piecyk M.: Pobieranie i przygotowywanie próbek do analiz. [W:] Wybrane zagadnienia z analizy żywności. Red. Obiedziński M. Warszawa: Wydawnictwo SGGW, 2009.
- [6] Tadeusiewicz R., Korohoda P.: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów. Fundacja Postępu Komunikacji, Kraków, 1997.
- [7] Polska Norma: PN-74/ R-65645.