

POMIAR WYBRANYCH CECH GEOMETRYCZNYCH NASION Z ZASTOSOWANIEM KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU

Paweł Tylek

Zakład Mechanizacji Prac Leśnych, Wydział Leśny AR w Krakowie

Synopsis: Przedstawiono metodykę nagrywania, przetwarzania oraz analizy obrazu komputerowego celem poznania wybranych cech geometrycznych nasion.

Słowa kluczowe: siew precyzyjny, selekcja nasion, analiza obrazu.

Wstęp

Stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego przynosi oczywiste korzyści ekonomiczne. Jak dowodzą dotychczasowe badania o kiełkowaniu, rozwoju i plonowaniu roślin decyduje w znacznej mierze wielkość i ciężar nasion. W obrębie populacji do najwartościowszych pod względem siewnym należą nasiona frakcji średnich i większych od średnich pod względem wielkości i ciężaru [4]. Wieloaspektowo przedstawiają się korzyści zastosowania siewu punktowego nasion o wysokiej zdolności kiełkowania [6].

Wprowadzenie nowoczesnych urządzeń i technologii w dziedzinach separacji i wysiewu nasion pociąga za sobą konieczność dokładnego poznania podstawowych cech fizycznych nasion takich jak: ciężar, wielkość, pole powierzchni rzutu nasiona na płaszczyznę. O ile pomiar ciężaru nasion nie stwarza większych trudności, o tyle określenie wielkości nasion, a szczególnie pola powierzchni ich rzutu na płaszczyznę staje się pewnym problemem. Ogólnie stosowane stykowe metody pomiaru wielkości nasion obarczają wynik często istotnym błędem. Wynika to z odkształcania się nasiona w miejscu styku z przyrządem pomiarowym oraz z subiektywnej precyzji odczytu [2]. Powyższe

wady można wyeliminować stosując metodę fotomikrometryczną [3] lub mikroskopową. Jednak bardzo niska wydajność pomiarów czyni te metody nieprzydatne w praktyce.

W badaniach właściwości aerodynamicznych nasion niezbędna staje się znajomość wartości powierzchni przekrojów poprzecznych prostopadłych do trzech zasadniczych wymiarów nasion. Dla celów praktycznych, w przypadku nasion, których kształt jest zbliżony do kuli powierzchnię przekroju można obliczyć jako powierzchnię koła o średnicy nasiona. Dla wielu nasion przyjmuje się kształt zbliżony do elipsy obrotowej. Jednak nasion o kształtach nieregularnych nie można porównywać do brył obrotowych [1]. Szukano korelacji pomiędzy powierzchnią przekroju nasion, a ich wymiarami liniowymi czy nawet objętością [1, 5], jednak wyniki takich rozważań odbiegają od wartości rzeczywistych od kilku do kilkudziesięciu procent. Stosunkowo dużą dokładność daje metoda planimetrowania sfotografowanych rzutów nasiona na płaszczyznie prostopadłe do trzech osi nasiona. Jednak ogromna pracochłonność wyklucza przydatność tej metody w praktyce.

Cel i zakres pracy

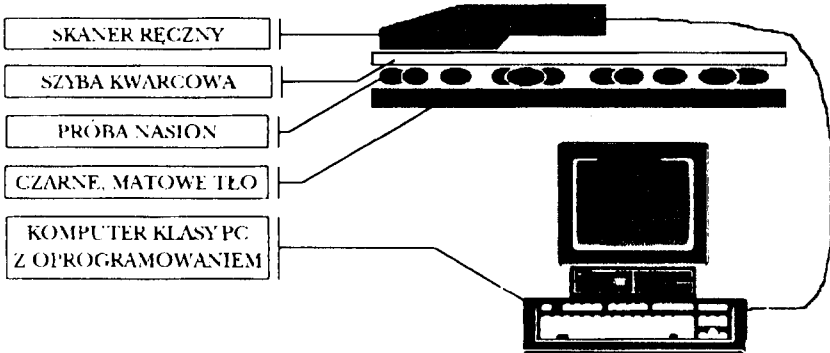
Celem niniejszej pracy jest stworzenie szybkiej i dokładnej metody umożliwiającej pomiar właściwości geometrycznych nasion. Pomiar miałby obejmować określenie podstawowych wymiarów nasion oraz powierzchni ich przekrojów, a także zliczenie ilości nasion w próbie. W tym celu posłużono się komputerową analizą obrazu. Zrezygnowano z kosztownej metody nagrywania obrazu do analizy za pomocą kamery wideo, współpracującej z kartą akwizycji obrazu. Jako źródło obrazu zastosowano natomiast zmodyfikowaną metodę skanowania. Sama zaś analiza obrazu obejmuje przetwarzanie obrazu oraz pomiary, których wyniki można odpowiednio interpretować.

Skanowanie obrazu nasion

Tradycyjny skaner jest źródłem obrazów płaskich (dwuwymiarowych), i w sposób konwencjonalny nie nadaje się do skanowania obrazu przestrzennego (trójwymiarowego), a taki właśnie tworzy próba nasion. Źródło światła skanera powoduje powstawanie światłocienia w bezpośrednim sąsiedztwie nasion. Taki obraz praktycznie uniemożliwia prawidłowe przeprowadzenie procesu binaryzacji.

Aby ominąć kosztowną i pracochłonną obróbkę fotochemiczną dającą płaską fotografię właściwą do przeprowadzenia skanowania, zastosowano modyfikacje

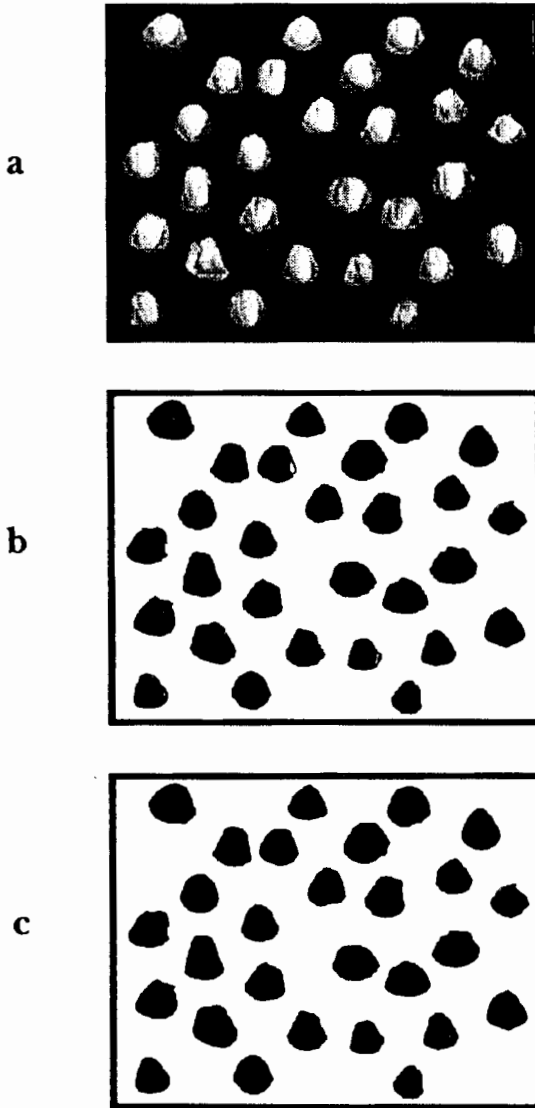
procesu skanowania. Próbę nasion ułożono na czarnej, matowej powierzchni, a całość nakryto szybą wykonaną ze szkła kwarcowego (rys. 1). Następnie przeprowadzono proces skanowania z rozdzielczością 200 dpi przy 256 odcieniach szarości, ze zmniejszoną o około 40 % jaskrawością w stosunku do wartości kalibrowanej.



Rys.1 Zmodyfikowana metoda skanowania obrazu próby nasion
Fig.1. Modified method of scanning seed sample image.

Metodyka analizy obrazu

Obraz uzyskany ze skanera jest zapamiętywany jako obraz 8-bitowy, czyli tzw. monochromatyczny (rys. 2a). Jednak wiele przekształceń obrazu takich jak analizowanie i modyfikowanie kształtu obiektów (np. rozdzielanie sklejonych cząstek lub wypełnianie otworów) może być wykonanych tylko na obrazach czarno-białych. Są one również podstawą większości automatycznych pomiarów (liczebność elementów, pole powierzchni, długość itp.) [7]. Nieodzownym więc staje się przeprowadzenie binaryzacji, inaczej mówiąc zamiany obrazu 8-bitowego na 1-bitowy (binarny). W efekcie binaryzacji otrzymujemy obraz przedstawiający białe obszary (nasiona) na czarnym tle.



Rys.2 Kolejne fazy przetwarzania obrazu: a - obraz bezpośrednio po skanowaniu; b - obraz po binaryzacji i negatywizacji; c - obraz po zastosowaniu filtru medianowego i zalewaniu otworów

Fig.2. Successive stages of image transformation: (a) directly after scanning, (b) after conversion to binary and negative, (c) after median filtering and hole elimination.

Ponieważ większość analizatorów obrazu przekształca obszary czarne a nie białe, co wynika z czytelności obrazu, kolejnym krokiem jest zrobienie negatywu obrazu. Obraz po binaryzacji i negatywizacji przedstawiono na rys. 2b. Obraz taki nadal nie nadaje się do analizy. Obiekty są niejednolite, zawierają otwory w kolorze tła, krawędzie są często mocno poszarpane. Ponadto tło zawiera dużą ilość niewielkich obiektów czyli tzw. szum. Do ujednoczenia obrazu oraz eliminacji szumów bardzo przydatny jest filtr środkowy, wykorzystujący medianę. Należy on do grupy filtrów analizujących intensywność poszczególnych punktów (pixeli) tworzących obraz, z uwzględnieniem lokalnego otoczenia każdego punktu. Zaletą filtra środkowego jest nie wprowadzanie do filtrowanego obrazu nowych wartości co pozwala zachować ostre krawędzie, natomiast jego wadą bardzo długi czas obliczeń.

Użycie filtra środkowego powoduje zmiany wartości geometrycznych obiektów obrazu. Jednak jak wykazała analiza, zmiany np. pola powierzchni obiektów nie przekraczają 0,25 %.

Filtr środkowy nie likwiduje dużych nieciągłości obiektów np. otworów. Celem ich likwidacji należy zastosować dodatkowe przekształcenia obrazu. Mimo że ich efekt jest oczywisty, to z punktu widzenia analizy komputerowej stanowią ciąg stosunkowo skomplikowanych operacji logicznych (tworzenie dopełnienia zbioru, tworzenie markerów, rekonstrukcja obrazu, wyświetlenie różnicy obrazu wyjściowego i po rekonstrukcji, wyświetlenie sumy logicznej z wyjściowym obrazem). Niektóre z wyżej wymienionych przekształceń stanowią sumę kolejnych operacji logicznych.

Tabela 1

Przykładowe wyniki analizy obrazu

Table 1

Exemplary results of image analysis.

Lp.	Współrzędne nasiona		Powierzchnia [mm ²]	Obwód [mm]	Szerokość [mm]	Wysokość [mm]
	Xo	Yo				
1	13	247	44.7	27.6	8.6	7.6
2	103	327	44.8	27.0	8.5	8.1
3	198	376	44.5	26.8	8.5	8.3
.
n	559	86	44.8	26.1	8.2	8.5

Dopiero tak przekształcony obraz można poddać pomiarom, a te z kolei interpretacji. W przypadku badania właściwości geometrycznych nasion pomiary miały na celu określenie ich liczebności w próbie, pola powierzchni przekrojów nasion oraz ich wymiarów. Dodatkowo określono współrzędne położenia nasion na płaszczyźnie oraz zmierzono długości ich obwodów. Przykładowe wyniki zamieszczono w tabeli 1.

Uwagi końcowe

Przedstawiona metoda jest z powodzeniem wykorzystywana w badaniach prowadzonych przez Autora. Rezygnacja z zastosowania kamery wideo i karty akwizycji obrazu na rzecz skanera diametralnie obniżyła koszty eksperymentu i skróciła jego czas trwania.

Przeprowadzono badania porównawcze mające na celu określenie dokładności metody. Dokonano pomiarów próby nasion z zastosowaniem wyżej opisanej metody oraz przy użyciu mikroskopu warsztatowego. Analiza wyników wykazała, że przy skanowaniu z rozdzielczością 200 dpi błąd pomiaru nie przekracza 0,35%.

Zaproponowane przekształcenia obrazu są dostępne w nieskomplikowanym, ogólnodostępnym oprogramowaniu jak np.: FOTO TOUCH, PHOTO STYLER, MAO.

Literatura

1. Czernik Z.: Badania właściwości geometrycznych nasion sosny zwyczajnej, świerka pospolitego i modrzewia europejskiego. Sylwan 1983, nr 7.
2. Czernik Z.: Badania właściwości geometrycznych nasion jodły. Sylwan 1993, nr 8.
3. Grochowicz J.: Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Lublin 1994.
4. Sabor J.: Zależność między ciężarem a zdolnością kiełkowania nasion jodły pospolitej. Sylwan 1984, nr 4.
5. Wachacki B.: Badania właściwości fizyko-mechanicznych nasion niektórych gatunków drzew leśnych. Zesz. Nauk. AR Kraków, Leśn. 1973.
6. Walczyk J, Tylek P., Frankowicz R.: Uniwersalne stanowisko do rejestracji i analizy parametrów pracy siewników punktowych przy użyciu mikrokomputera. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., nr 404, 1994.
7. Wojnar L., Majorek M.: Komputerowa analiza obrazu. Fotobit Design 1994.

Measuring selected properties of seeds by computer image processing

Paweł Tylek

Summary

Paper describes the method of computer image recording, processing and analysis applied to determine basic geometrical properties of the seeds. Instead of an expensive method of image recording by video-camera coupled with image acquisition card, modified scanning method was used. Proposed image transformations and logical operations are available in relatively simple and easy accessible software and do not significantly affect the final image of tested seed shape and dimensions: linear measurement error did not exceed 0.35%.

The numerical data on seed sample size, seed dimensions, surface and section perimeters are supplied on the output. Above mentioned quantities are necessary to determine basic operation parameters of modern equipment for seed separation and sowing.