

ANALIZA OBRAZU JAKO METODA OCENY SKUTECZNOŚCI OBŁUSKIWANIA OKRYWY NASION GORCZYCY BIAŁEJ

Andrzej Anders

Katedra Inżynierii Rolniczej i Surowców Naturalnych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. M. Oczapowskiego 11, 10-736 Olsztyn
email: anders@uwm.edu.pl

Streszczenie. W pracy wykonano pomiary uszkodzeń okrywy owocowo-nasiennej gorczycy białej poddanej obłuskiwaniu. Analiza obrazu uszkodzonych nasion została wykonana za pomocą programu ImageJ. Analizowano wygląd nasion po zderzeniach do jakich dochodzi w czasie usuwania okrywy owocowo-nasiennej. Analizę obrazu przeprowadzono w oparciu o aktualnie znane metody oraz badania eksperymentalne. Opis powstałych uszkodzeń podczas obłuskiwania oparto na obliczeniach statystycznych prostopadłych rzutów uszkodzeń nasion. Obliczenia te pozwoliły ustalić przybliżoną powierzchnię uszkodzeń okrywy owocowo-nasiennej w trakcie kontaktu nasion z tarczą roboczą obłuskiwacza tarczowego przy prędkości liniowej uderzającej łopatki wynoszącej na obwodzie tarczy $24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Badania wykonano dla nasion o wilgotności 7,5%.

Słowa kluczowe: nasiona gorczycy, obłuskiwanie, uszkodzenia nasion, analiza obrazu, program ImageJ

WSTĘP

W celu poprawienia wartości żywieniowej nasion gorczycy stosowane są dodatkowe zabiegi, jak np. obłuskiwanie nasion lub frakcjonowanie (Balke i in. 2000, Suvendu Bhattachara i in. 1999, Velisek i in. 1995). Zastosowanie mechanicznego usuwania okrywy owocowo-nasiennej pozwala pozbyć się szkodliwych glukozyzolanów w jej zawartych chociaż substancje w niej zawarte również wpływają korzystnie na smak i aromat produkowanych musztard. Nasiona gorczycy pozbawione okrywy owocowo-nasiennej są stosowane w produkcji przypraw do mięs i sałatek, a poza tym coraz częściej producenci chcąc wzbogacić swoją ofertę handlową używają takie nasiona w produktach wysoko przetworzonych. Analizę zjawisk zachodzących w trakcie mechanicznej obróbki nasion oraz pęknięcia okrywy owocowo-nasiennej w różnego rodzaju urządzeniach podjęło wielu autorów (Grochowicz 1994,

Mieszkalski 1999, Rawa i in. 1988, Sarniak 1997, Szwed i in. 2004), ale badania te dotyczyły w głównej mierze nasion rzepaku. Ponieważ budowa morfologiczna nasion gorczyicy białej oraz rzepaku jest bardzo podobna usuwanie okrywy owocowo-nasiennej może również odbywać się poprzez poddanie nasion zderzeniom (Anders 2005). W wyniku uderzenia o powierzchnię łopatki obłuskiwacza tarczowego, nachylonej pod pewnym kątem nasiono może wykonać szereg odbić w przestrzeni roboczej stykając się z pokrywą oraz różnymi częściami wirującej tarczy. Tory ruchu nasion będą uzależnione w dużej mierze od kąta nachylenia łopatki i wysokości umieszczenia pokrywy nad tarczą (Mieszkalski i in. 2002). W wyniku kontaktu nasiona z krawędzią łopatki dochodzi w różnym stopniu do uszkodzeń okrywy owocowo-nasiennej. Proces obłuskiwania nasion jest najbardziej korzystny, gdy okrywa owocowo-nasienna pod wpływem uderzenia o wirujące elementy robocze obłuskiwacza rozpadnie się i zostaną uwolnione wewnętrzne części morfologiczne nasiona. W części nasion zostaje uszkodzona okrywa owocowo-nasienna ale nie na tyle skutecznie aby mogły być uwolnione z nasiona liścienie. Frakcja tych nasion jest oddzielona w procesie separacji a nasiona te mogą być powtórnie poddane obłuskiwaniu. Ocenę wielkości i kształtu uszkodzenia nasion można wykonać za pomocą znanych metod analizy obrazu. Metody te są stosowane do oceny właściwości geometrycznych oraz barwy różnych materiałów biologicznych (Tańska i in. 2005, Shimoji i in. 2006). W pracy określono kształt i pole powierzchni rzutów prostopadłych uszkodzeń okrywy owocowo-nasiennej nasion gorczyicy białej poddanej obłuskiwaniu. Celem pracy było określenie skuteczności usuwania okrywy owocowo-nasiennej z nasion gorczyicy białej wykorzystując do tego komputerową analizę obrazu.

METODYKA BADAŃ

Materiałem do badań były nasiona gorczyicy białej (*Sinapis alba*) odmiany Nakielska zebrane w 2006 r., przechowywane w pomieszczeniu o stałej temperaturze 18°C oraz wilgotności powietrza około 85%. Przed rozpoczęciem badań doświadczalnych nasiona były poddane separacji w pionowym kanale aspiracyjnym celem usunięcia drobnych zanieczyszczeń oraz nasion połamanych i niewykształconych. Wilgotność nasion wynosiła 7,5%. Obłuskiwanie nasion wykonano na obłuskiwaczu tarczowym (fot. 1) wykorzystując tarcze obłuskującą wyposażoną w łopatki (fot. 2). Tarcza jest wyposażona w 12 rozstawionych promieniowo łopatek, które są nachylone do powierzchni tarczy pod kątem 45°. Nasiona gorczyicy są grawitacyjnie doprowadzone do przestrzeni roboczej przez lej zasypowy umieszczony w górnej pokrywie. Prędkość liniowa łopatki tarczy w miejscu gdzie następował kontakt z nasionami wynosiła na obwodzie tarczy około 24 m·s⁻¹. Czas przebywania nasion w przestrzeni roboczej obłuskiwacza w trakcie obłuskiwania wynosił około 1 s. Uzyskaną mieszaninę części morfologicznych nasion

rozdzielano, wykorzystując separator pneumatyczny PETKUS K-293. Z uzyskanej frakcji nasion, które nie uległy obłuskaniu wybrano dwie próbki po 42 nasiona z widocznymi uszkodzeniami okrywy owocowo-nasiennej.



Fot. 1. Obłuskiwacz tarczowy
Photo 1. Hulling machine



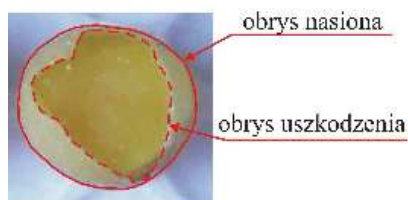
Fot. 2. Tarcza obłuskująca
Photo 2. Hulling machine disk



Fot. 3. Nasiona gorczycy białej z częściowo usuniętą okrywą
Photo 3. Mustard seeds with partly detached seed coat

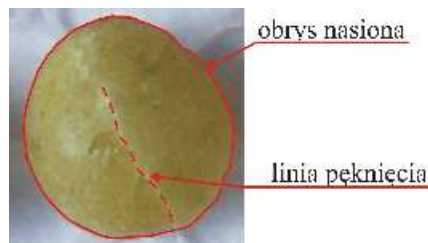


Fot. 4. Nasiona gorczycy białej z pękniętą okrywą owocowo-nasienneą
Photo 4. Mustard seeds with seed coat crack



Fot. 5. Nasiono gorczycy z widocznym liścieniem oraz oderwanym fragmentem okrywy owocowo-nasiennej

Photo 5. Mustard seed with visible cotyledon and detached part of seed coat



Fot. 6. Nasiono gorczycy z widocznym pęknięciem okrywy owocowo-nasiennej

Photo 6. Mustard seed with visible seed coat crack

Do pierwszej próbki wybrano nasiona z dużymi ubytkami okrywy owocowo-nasiennej (fot. 3) a do drugiej próbki wybrano nasiona, w których nastąpiło widoczne pęknięcie okrywy owocowo-nasiennej (fot. 4). Nasiona układano tak aby widoczne było uszkodzenie okrywy owocowo-nasiennej, a następnie wykonano zdjęcia w rozdzielczości 2592 x 1944 pikseli i zapisano je w nieskompresowanym formacie tif. Następnie na podstawie uzyskanych fotografii wykonano obrysy rzutów prostopadłych nasion oraz oderwanych fragmentów oraz pęknięć okrywy owocowo-nasiennej (fot. 5 i 6). Obrysy oraz obliczenia powierzchni uszkodzeń nasion wykonano w programie ImageJ. Stanowisko do analizy komputerowej składało się z komputera PC, aparatu fotograficznego Nikon 5400. Otrzymane wyniki na podstawie zdjęć poddano dalszej obróbce statystycznej za pomocą modułu „analiza danych” w programie Microsoft Excel 2000.

WYNIKI

Korzystając z programów komputerowych „ImageJ” oraz „EXCEL” wykonano obliczenia statystyczne uzyskanych wyników badań, wyznaczono podstawowe statystyki opisujące stan uszkodzenia okrywy owocowo-nasiennej (tab. 1 i 2).

Analizując wyniki pola powierzchni rzutu prostopadłego nasion dla pierwszej próbki zawierającej 42 nasiona, stwierdzić należy, że średnia wartość pola powierzchni nasion gorczycy wynosi 4,48 mm², przy czym połowa nasion miała powierzchnię poniżej 4,39 mm². Należy zauważyć również, że najmniejsze nasiono miało pole powierzchni rzutu prostopadłego równe 3,44 mm², a największe 5,87 mm². Obszar zmienności pola powierzchni rzutu prostopadłego nasion gorczycy wynosił 2,43 mm². W przypadku badanych nasion przeciętne zróżnicowanie powierzchni rzutów prostopadłych wynosi 0,66 mm². Rozkład wielkości pola powierzchni rzutu prostopadłego nasion próbki 1 przedstawia rysunek 1.

Tabela 1. Parametry statystyczne powierzchni i kształtu nasion gorczycy poddanych obłuskiwaniu. Próbką nasion z częściowo usuniętą okrywą

Table 1. Statistical parameters of area and shape of mustard seeds after hulling. Seeds with partly detached seed coat

Parametry statystyczne Statistical parameters	Powierzchnia rzutu nasiona Projection area of seed (mm ²)	Współczynnik kolistości Circularity	Powierzchnia odsłoniętego liścienia Area of fragmentary detached section of seed coat (mm ²)	Współczynnik kolistości Circularity
Średnia – Mean	4,48	0,94	3,05	0,88
Błąd standardowy Standard error	0,10	0,00	0,13	0,01
Mediana – Median	4,39	0,96	2,91	0,90
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,66	0,03	0,88	0,08
Wariancja próbki Sample variation	$4,39 \cdot 10^{-13}$	0,00	$7,9 \cdot 10^{-13}$	0,00
Kurtoza – Kurtosis	-0,56	-1,18	0,20	-0,05
Skośność – Skewnes	0,35	-0,59	0,53	-0,89
Rozstęp – Range	2,43	0,09	3,85	0,3
Minimum – Minimum	3,44	0,89	1,43	0,68
Maksimum – Maksimum	5,87	0,98	5,28	0,98
Suma – Sum	188	39,8	128	36,97
Licznik – Counter	42	42	42	42
Poziom ufności (95%) Confidence limit of the mean (95%)	0,206	0,00	0,277	0,02

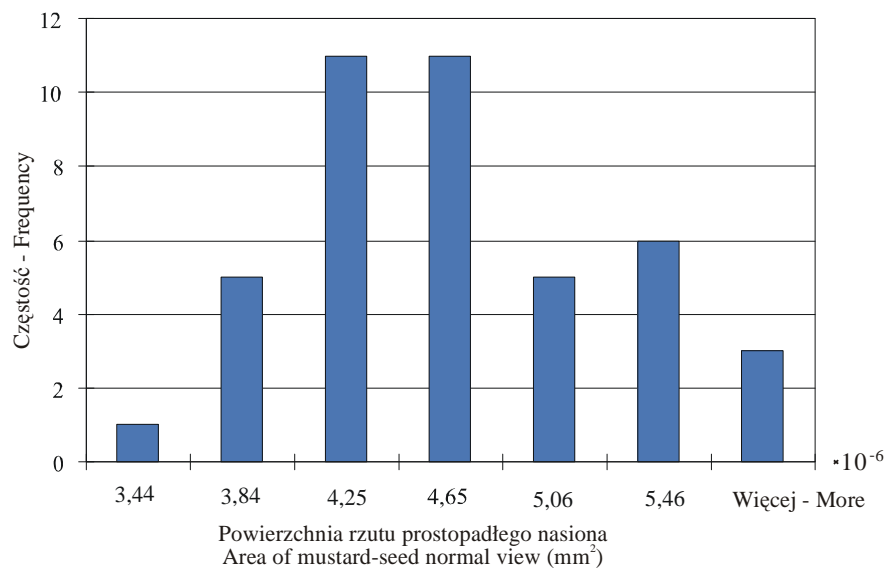
Analizując wyniki wymiarów rzutu prostopadłego pola powierzchni uszkodzenia dla wybranych 42 nasion (próbka 1), stwierdzić należy, że średnia wielkość pola wynosi 3,05 mm², przy czym połowa nasion miała wymiary rzutu prostopadłego uszkodzenia okrywy owocowo-nasiennej poniżej 2,91 mm². Najmniejsze pole powierzchni rzutu prostopadłego uszkodzenia okrywy owocowo-nasiennej wynosiło 1,43 mm²,

a największe 5,28 mm². Obszar zmienności pola powierzchni rzutu prostopadłego uszkodzenia nasion wynosił 3,85 mm². W przypadku badanych nasion przeciętne zróżnicowanie pola powierzchni wynosi 0,88 mm².

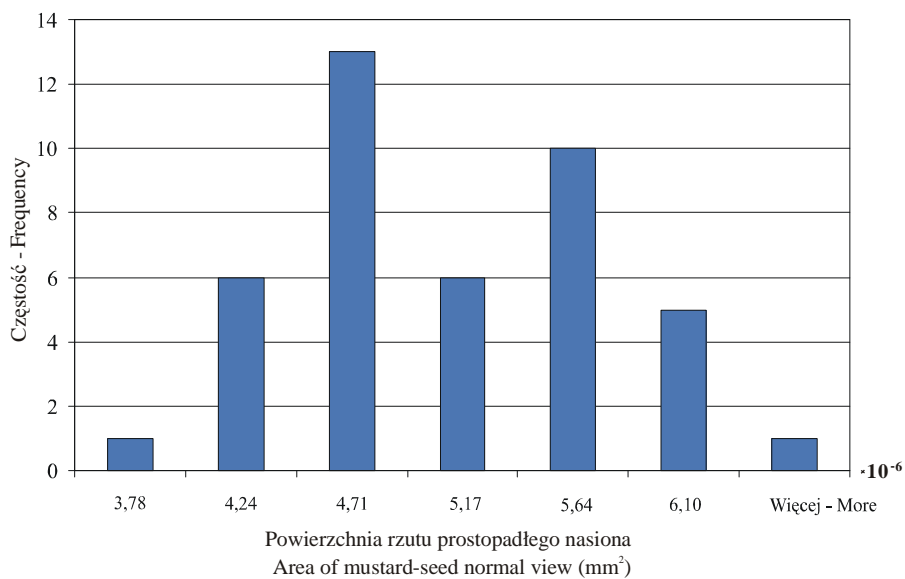
Tabela 2. Parametry statystyczne nasion gorczycy poddanych obłuskiwaniu. Nasiona z widocznymi pęknięciami okrywy.

Table 2. Statistical parameters of area and shape of mustard seeds after hulling. Seeds with visible crack line of the seed coat.

Parametry statystyczne Statistical parameters	Powierzchnia rzutu nasiona Projection area of seed (mm ²)	Współczynnik kolistości Circularity	Długość pęknięcia okrywy Seed coat crack line (mm)
Średnia – Mean	4,91	0,97	2,46
Błąd standardowy Standard error	0,10	0,00	0,14
Mediana Median	4,82	0,98	2,44
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,66	0,01	0,96
Wariancja próbki Sample variation	4,44·10 ⁻¹³	0,00	0,93
Kurtoza – Kurtosis	-0,47	-0,47	0,84
Skośność – Skewnes	0,34	-0,90	0,65
Rozstęp – Range	2,80	0,03	4,16
Minimum – Minimum	3,78	0,95	0,79
Maksimum – Maksimum	6,58	0,98	4,95
Suma – Sum	0,00	40,81	103,41
Licznik – Counter	42	42	42
Poziom ufności (95%) Confidence limit of the mean (95%)	0,20	0,00	0,30



Rys. 1. Rozkład wielkości pola powierzchni rzutów prostopadłych nasion gorczycy (próbka 1)
Fig. 1. Distribution of area of mustard seed normal view (sample 1)



Rys. 2. Rozkład wielkości pola powierzchni rzutów prostopadłych nasion gorczycy (próbka 2)
Fig. 2. Distribution of area of mustard seed normal view (sample 2)

Średnie pole powierzchni rzutu prostopadłego nasion drugiej próbki dla wybranych 42 nasion, wynosi $4,91 \text{ mm}^2$, przy czym połowa nasion miała powierzchnię poniżej $4,82 \text{ mm}^2$. Należy zauważyć również, że najmniejsze nasiono miało pole powierzchni rzutu prostopadłego równe $3,78 \text{ mm}^2$, a największe $6,58 \text{ mm}^2$. Obszar zmienności pola powierzchni rzutu prostopadłego nasion gorczycy wynosił $2,80 \text{ mm}^2$. W przypadku badanych nasion przeciętne zróżnicowanie powierzchni rzutów prostopadłych wynosi $0,66 \text{ mm}^2$. Rozkład wielkości pola powierzchni rzutu prostopadłego nasion w próbce nr 2 przedstawia rysunek 2. Uzyskane wyniki pozwalają opisać stan nasion po zderzeniach z łopatkami tarczy obłuskującej.

WNIOSKI

1. Średnia powierzchnia rzutu prostopadłego nasiona w próbce z częściowo usuniętą okrywą owocowo-nasienną wynosi $4,48 \text{ mm}^2$ i jest o $0,43 \text{ mm}^2$ mniejsza niż średnia w próbce z widocznym pęknięciem tej okrywy. Współczynnik kolistości dla próbki nasion pierwszej wynosi 0,94 a dla drugiej próbki nasion wynosi 0,97 co pozwala przyjąć że badane nasiona gorczycy były prawie okrągłe.

2. Średnia powierzchnia rzutu prostopadłego oderwanej okrywy owocowo-nasiennej z nasion w próbce pierwszej wynosi $3,05 \text{ mm}^2$ i jest mniejsza od średniej powierzchni rzutu prostopadłego nasiona o $1,43 \text{ mm}^2$. Współczynnik kolistości powierzchni rzutu prostopadłego oderwanego fragmentu okrywy owocowo-nasiennej wynosi 0,88 co świadczy iż uszkodzenia nasion mają kształt zbliżony do kołowego.

3. Średnia długość rzutu prostopadłego pęknięcia okrywy owocowo-nasiennej dla badanych nasion w próbce drugiej wynosi 2,46 mm. Największe pęknięcie okrywy owocowo-nasiennej ma długość 4,95 mm a najmniejsze 0,79 mm.

4. Zderzenie nasion z wirującą tarczą obłuskującą może być skuteczną metodą usuwania okrywy owocowo-nasiennej z nasion gorczycy a komputerowa analiza obrazu nasion pozwala oszacować skuteczność przeprowadzonego obłuskiwania.

PIŚMIENNICTWO

- Anders A., 2005. Usuwanie okrywy owocowo-nasiennej z nasion gorczycy i rzepaku na obłuskiwaczu tarczowym. *Acta Agrophysica*, 6 (3), 585-594.
- Balke T. D., Diosady L. L., 2000. Rapid aqueous extraction of mucilage from whole white mustard seed. *Food Research International*, 33, 347-356.
- Grochowicz J., 1994. Zastosowanie obróbki mechanicznej i termicznej w procesach uzdatniania lub uszlachetniania nasion. *Prz. Zboż. Młyn.*, 1.
- Mieszkalski L., 1999. Matematyczne modelowanie procesu obłuskiwania nasion. *Rozprawy i monografie*. Wydawnictwo ART, Olsztyn.
- Mieszkalski L., Anders A., 2002. Wpływ parametrów konstrukcyjnych i kinematycznych tarcz obłuskiwacza na skuteczność obłuskiwania nasion rzepaku. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, 27-34.

- Rawa T., Wierzbiński K., Semczyszyn M., Pietkiewicz T., 1988. Analiza skuteczności separacji części anatomicznych nasion rzepaku. *Rocz. Nauk Roln.*, T. 78-C-3, 63-74.
- Sarniak M., 1997. Metoda szacowania skuteczności obłuskiwania nasion rzepaku. Rozprawa doktorska. Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii. Płock.
- Shimoji H., Tokuda G., Tanaka K., Moshiri B., Yamasaki H., 2006. A simple method for two-dimensional color analyses of plant leaves. *Russian Journal of Plant Physiology*, vol. 53, No 1, 126-133.
- Suwendu Bhattachara, Vasudha N., Krishna Murthy K.S., 1999. Rheology of mustard paste: a controlled stress measurement. *Journal of Food Engineering* 41, 187-191.
- Szwed G., Łukaszuk J., 2004. Uszkodzenia nasion rzepaku jarego w warunkach działania sił udarowych. *Acta Agrophysica*, 4(3), 815-822.
- Tańska M., Rotkiewicz D., Koziro W., Konopka I., 2005. Measurement of the geometrical features and surface color of rapeseeds using digital image analysis. *Food Research International*, 38, 741-750.
- Velisek J., Mikulcova R., Mikova K., Woldie K.B., Link J., Davidek J., 1995. Chemometric investigation of mustard seed. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 28, 620-624.

IMAGE PROCESSING AS A METHOD OF MUSTARD SEED HULLING EFFICIENCY ESTIMATION

Andrzej Anders

Chair of Agricultural Engineering and Natural Resources, University of Warmia and Mazury
ul. M. Oczapowskiego 11, 10-736 Olsztyn
email: anders@uwm.edu.pl

Abstract. The paper presents selected results of tests performed on white mustard seeds after hulling and seed coat detaching. Image processing was performed with the help of ImageJ software. Analysis was concerned with mustard seeds view after impacts during seed coat removing. Image processing was performed based on currently known methods and on experiments. Mustard seed damage after hulling was presented with statistical parameters of area of mustard seed normal view. Area of detached section of seed coat after contact with blades of disc hulling machine with linear velocity of 24 m s^{-1} was measured. The average mustard seed moisture content during the experiments was 7.5%.

Key words: mustard seed, hulling, seed damage, image processing, ImageJ software