

USUWANIE OKRYWY OWOCOWO-NASIENNEJ Z NASION GORCZYCY I RZEPAKU NA OBLUSKIWACZU TARCZOWYM

Andrzej Anders

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

Streszczenie. W pracy opisano zjawiska towarzyszące usuwaniu okrywy owocowo-nasiennej z nasion gorczycy i rzepaku w obłuskiwaczu tarczowym. Opis procesu obłuskiwania oparto na przeprowadzonych doświadczeniach dla tarczy wyposażonej w łopatkę nachyloną pod kątem 45°. Określono obszar kontaktu nasion z tarczą oraz obliczono jego powierzchnię. Na podstawie zdjęć makroskopowych próbek obłuskanych nasion przeprowadzono analizę uszkodzeń okrywy nasiennej i nasion powstających po kontakcie z łopatką tarczy.

Słowa kluczowe: obłuskiwanie, nasiono rzepaku, nasiono gorczycy, tarcza, obłuskiwacz

WSTĘP

Gorczyca biała, gorczyca żółta (*Sinapis alba*), miododajna roślina zielna z rodziny krzyżowych. Biała gorczyca o jasnożółtych nasionach jest łagodna, o czarnych – ostra. Niegdyś wykorzystywana przede wszystkim do wyrobu oleju, teraz jest głównym składnikiem musztardy oraz jest stosowana jako przyprawa do wędlin, mięsa, konserw, marynat i pikli [2,4,7]. Wycofanie mączek mięsnych z żywienia zwierząt spowodowało znaczne zwiększenie zapotrzebowania na roślinne pasze białkowe, w tym na śrutę rzepakową. Wartość pokarmowa śruty zależy przede wszystkim od składu nasion, a zwłaszcza zawartości białka, włókna i glukozyolanów. W celu zwiększenia wartości odżywczej śruty dla zwierząt monogastrycznych stosowane są dodatkowe zabiegi, jak np. obłuskiwanie nasion lub frakcjonowanie śruty, które polega na mechanicznym rozdzieleniu śruty na frakcje różniące się zawartością łupiny nasiennej, a w konsekwencji zawartością białka i włókna [8,9]. Czynnikiem ograniczającym zakres stosowania śruty w żywieniu świń ras mięsnych o dużym potencjale wzrostu jest często zbyt wysoka i zmienna

zawartość glukozyolanów [10]. Opis procesu obłuskiwania oparto na wstępnych obliczeniach teoretycznych, które pozwoliły ustalić warunki powstające w przestrzeni roboczej w trakcie kontaktu nasion z wirującą tarczą obłuskującą [5,6,13]. Celem pracy było określenie obszarów tarczy na powierzchni których dochodzi do zderzeń istotnych w procesie obłuskiwania. Badaniom poddano nasiona gorczycy oraz rzepaku, z których usuwano okrywę owocowo-nasienną. Analizowano zjawiska zachodzące w wyniku kontaktu nasion z powierzchnią roboczą tarczy obłuskującej.

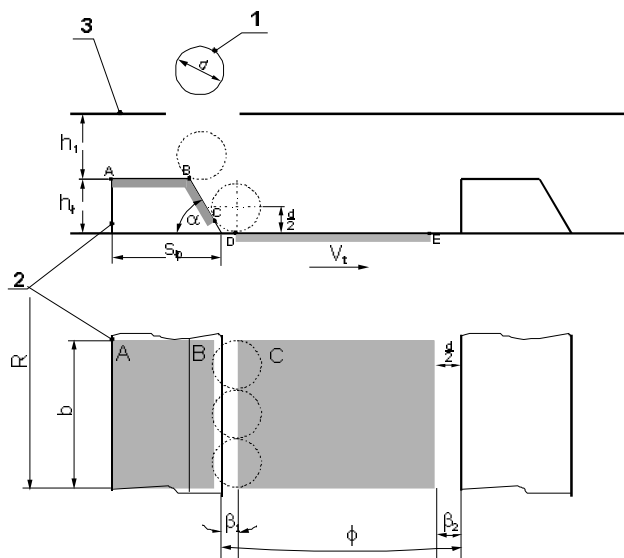
METODYKA BADAŃ

Materiałem do badań były nasiona rzepaku odmiany Sponsor i gorczycy białej, przechowywane w workach foliowych w pomieszczeniu o stałej temperaturze 18°C oraz wilgotności względna powietrza około 85%. Przed rozpoczęciem badań doświadczalnych nasiona były poddane separacji w pionowym kanale aspiracyjnym celem usunięcia drobnych zanieczyszczeń oraz nasion połamanych i nie-wykształconych. Wilgotność nasion rzepaku oraz gorczycy wynosiła od 6% do 8% i była określana według PN-EN ISO 665:1999. Do badań doświadczalnych usuwania okrywy owocowo-nasiennej z nasion z próby ogólnej wydzielano próby laboratoryjne zgodnie z PN-EN ISO 542:1997. Dla oceny skutków uderzenia nasion przez łopatki wykonano zdjęcia makroskopowe próbek nasion po obłuskiwaniu aparatem Nikon Coolpix 5400. Obłuskiwanie nasion wykonano na obłuskiwaczu tarczowym [1]. Tarcza obłuskująca posiadała następujące parametry: średnica tarczy $D = 140$ mm, kąt pochylenia łopatki $\alpha = 45^\circ$, wysokość łopatki $h_l = 2,5$ mm, szerokość podstawy łopatki $s_{lp} = 3,5$ mm, szerokość górnej powierzchni łopatki $s_{lg} = 1,5$ mm, szerokość szczeliny wysypowej $b = 5$ mm. Do obliczeń teoretycznych przyjęto średnią średnicę nasiona rzepaku oraz gorczycy $d = 1,7$ mm [4,8,12]. Uzyskaną mieszaninę części morfologicznych nasion rozdzielano wykorzystując separator pneumatyczny PETKUS K-293 [11]. Oddzielanie pyłu i okrywy owocowo-nasiennej od liścieni i całych nasion odbywało się przy przepływie powietrza wynoszącym $15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, a oddzielanie nieobłuskanych nasion od uwolnionych liścieni przy $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Ze względu na dużą złożoność zjawisk zachodzących w przestrzeni roboczej obłuskiwacza dla obliczeń teoretycznych dokonano następujących uproszczeń: nasiona potraktowano jako jednorodne kule, średnica nasiona jest średnią obliczoną z badanej próby, pominięto wzajemne oddziaływania pomiędzy nasionami w przestrzeni roboczej obłuskiwacza, założono, że powierzchnia nasion i elementów roboczych jest gładka, że nasiona rzepaku są doprowadzane do przestrzeni roboczej uporządkowaną warstwą, pominięto odkształcenia części roboczych obłuskiwacza [6,12]. Dla określenia rzeczywistych punktów uderzenia nasion o tarczę obłuskującą oraz powierzchnię występowania zderzeń z nasionami,

tarcza została pomalowana farbą łatwo odrywającą się od powierzchni metalowej na skutek uderzeń nasion. Następnie po usunięciu okrywy owocowo-nasiennej z 1,5 kg nasion rzepaku oraz z 1,5 kg nasion gorczyicy białej wykonano zdjęcia tarczy. Zdjęcia następnie poddano obróbce cyfrowej wykorzystując do tego celu programy komputerowe Corel Draw 11 oraz Image J.

WYNIKI

Do obliczeń teoretycznych przyjęto że nasiona poddane obłuskiwaniu opadają do przestrzeni roboczej obłuskiwacza pod wpływem siły grawitacyjnej przez szczelinę w zasypie nieprzerwanym strumieniem o stałej szerokości. Nasiona opadając natrafiają na elementy robocze w postaci łopatek (rys. 1). Opadanie nasiona odbywa się na odcinku h_1 po czym następuje zetknięcie się nasiona z elementem roboczym. Powierzchnia kontaktu nasion z łopatkami zależy między innymi od chwilowego położenia elementu roboczego oraz chwilowego położenia nasiona. W przypadku kontaktu opadającego nasiona z łopatką nachyloną pod kątem 45° przyjęto że może ono zostać uderzone przez górną krawędź łopatki, jej boczną płaską powierzchnię lub podstawę tarczy. Znając wymiary łopatek oraz pozostałe wymiary tarczy można obliczyć obszar na którym dochodzi do zderzeń.



Rys. 1. Obszar kontaktu nasion podczas uderzeń o łopatkę tarczy obłuskującej o kącie nachylenia $\alpha = 45^\circ$: 1 – nasiono, 2 – łopatkę, 3 – pokrywa

Fig. 1. Seed impact area with disk mounted blade at inclination angle $\alpha = 45^\circ$: 1 – seed, 2 – blade, 3 – cover

\overline{AB} – odcinek kontaktu nasiona z górną powierzchnią łopatki,
 \overline{BC} – odcinek kontaktu nasiona z boczną powierzchnią łopatki,
 \overline{DE} – odcinek kontaktu nasiona z powierzchnią tarczy.

Pola obszarów uderzenia nasion o łopatkę tarczy:

$$A = b \cdot \overline{AB}; \quad (1)$$

$$B = b \cdot \overline{BC}; \quad \overline{BC} \cong \sqrt{h_l^2 + (s_{lp} - \overline{AB})^2} - \frac{\pi \cdot \alpha \cdot d}{360}; \quad (2)$$

gdzie:

α – kąt pochylenia łopatki ($^\circ$),
 d – średnia średnica nasion (mm),
 h_l – wysokość łopatki (mm),
 s_{lp} – szerokość podstawy łopatki (mm).

Pole obszaru uderzenia nasion o powierzchnię tarczy przyjęto jako wycinek koła:

$$C = \frac{\varphi \cdot \pi}{360} \cdot (R^2 - (R - b)^2); \quad (3)$$

gdzie:

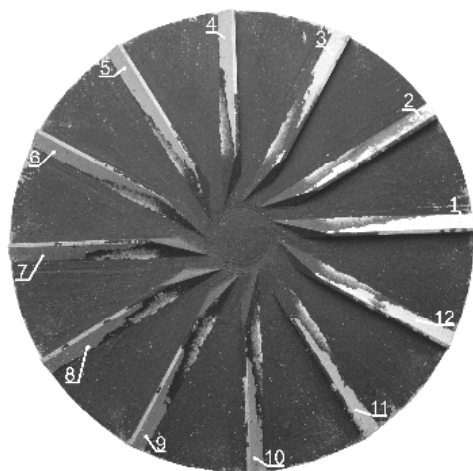
R – promień tarczy (mm),
 φ – kąt pomiędzy łopatkami ($^\circ$).

Ponieważ średnica nasiona gorczycy i rzepaku jest mała w porównaniu do średnicy tarczy obłuskującej można przyjąć dla uproszczenia obliczeń że kąty: $\beta_1 \cong \frac{d}{2}$; $\beta_2 \cong \frac{d}{2}$;

natomiast kąt $\varphi = 30 - \beta_1 - \beta_2$. Pole całkowitego obszaru między sąsiednimi łopatkami, w którym dochodzi do zderzenia nasiona z tarczą obłuskującą wynosi:

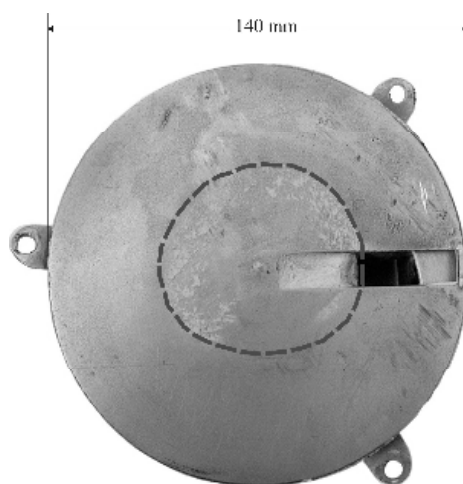
$$O = A + B + C; \quad (4)$$

Podstawiając do powyższych wzorów rzeczywiste wymiary tarczy obłuskującej obliczono teoretyczne pole kontaktu nasion z tarczą które wynosi 2185 mm². Po wykonaniu analizy komputerowej zdjęć tarczy obłuskującej po obłuskiwaniu obliczono rzeczywisty obszar gromadzenia się pyłu na tarczy (rys. 2) i górnej pokrywie (rys. 3) oraz obszar występowania intensywnych uderzeń nasion o tarczę obłuskującą.



Rys. 2. Obszar kontaktu nasion gorczycy białej oraz rzepaku z tarczą obtuskującą: 1 – pole kontaktu (jasny kolor)

Fig. 2. Mustard seed and rapeseed impact area with hulling machine disk: 1 – impact area (light colour)

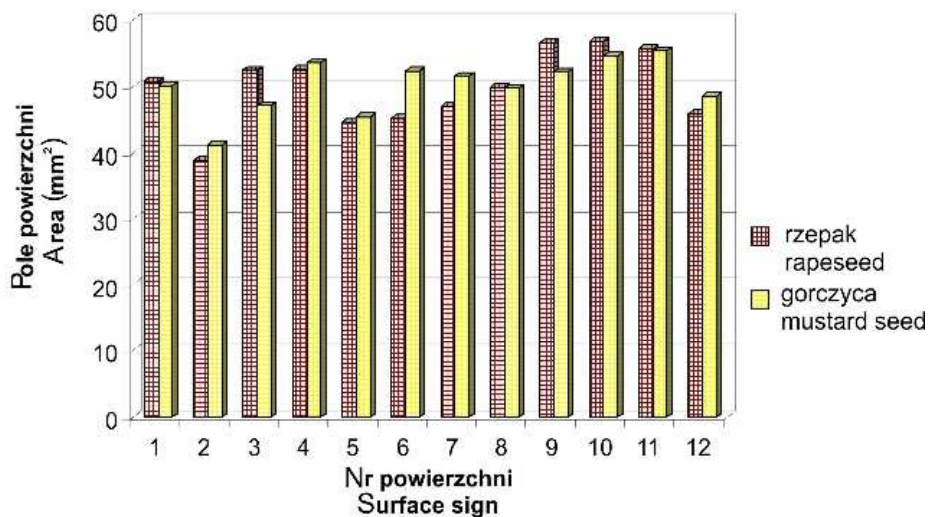


Rys. 3. Obszar kontaktu nasion gorczycy białej oraz rzepaku z górną pokrywą obtuskiwacza

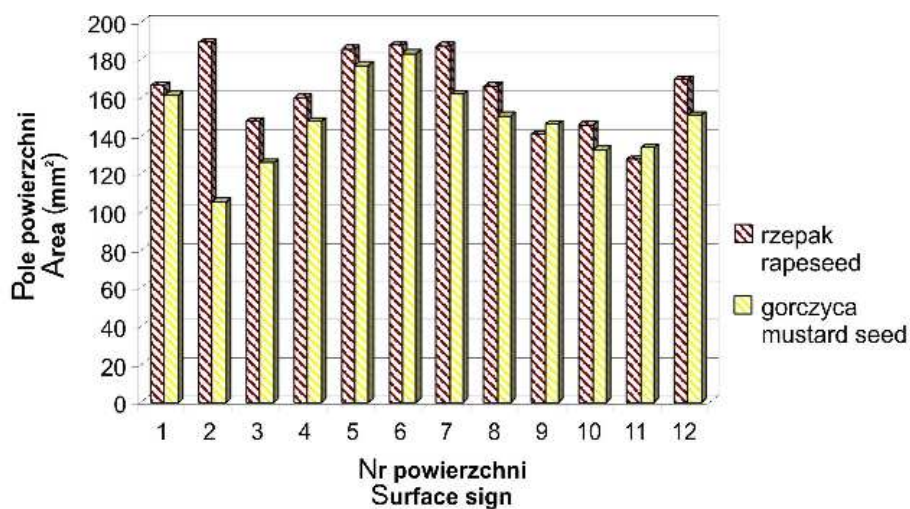
Fig. 3. Rapeseed and mustard seed impact area with upper cover of the disk hulling machine

Całkowity rzeczywisty obszar gromadzenia się pyłu na tarczy obtuskującej obliczony na podstawie zdjęć tarczy dla nasion rzepaku wynosi 595 mm^2 , a dla nasion gorczycy wynosi 601 mm^2 (rys. 4), natomiast rzeczywisty obszar występowania intensywnych uderzeń nasion o tarczę dla nasion rzepaku wynosi 1970 mm^2 , a dla nasion gorczycy 1774 mm^2 (rys. 5). Obszar gromadzenia się pyłu na górnej

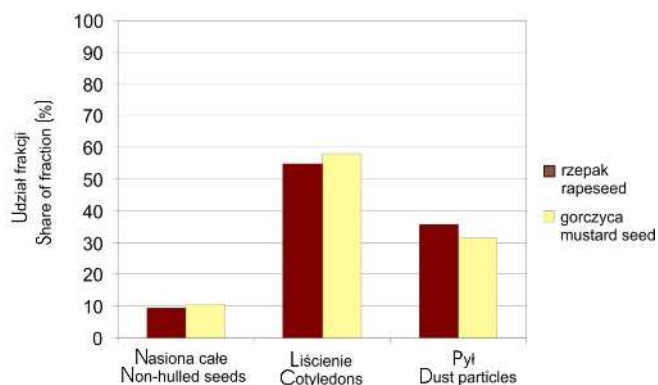
pokrywie wynosi 3394 mm². Udział procentowy poszczególnych frakcji po separacji pneumatycznej przedstawia rysunek 6.



Rys. 4. Obszary gromadzenia się pyłu z nasion rzepaku oraz gorczycy białej na tarczy obłuskującej
Fig. 4. The area of accumulation of rapeseed and mustard seed flour on the hulling disk



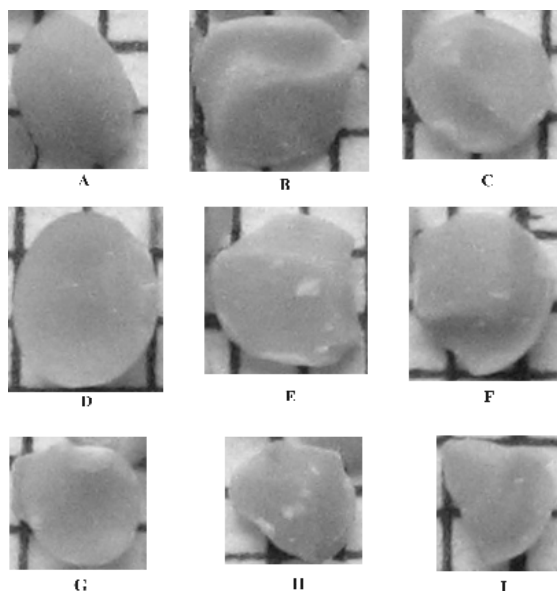
Rys. 5. Obszar występowania intensywnych uderzeń nasion rzepaku oraz gorczycy białej o tarczę obłuskującą
Fig. 5. The area of hard impact of rapeseed and mustard seed with hulling disk



Rys. 6. Udział frakcji liścieni, nasion nieobłuskanych i części pylistych w mieszaninie powstałej po obłuskaniu nasion rzepaku oraz gorczycy

Fig. 6. Share of fractions of cotyledons, non-hulled seeds and dust particles in the mixture obtained as a result of rape seed and mustard seed hulling

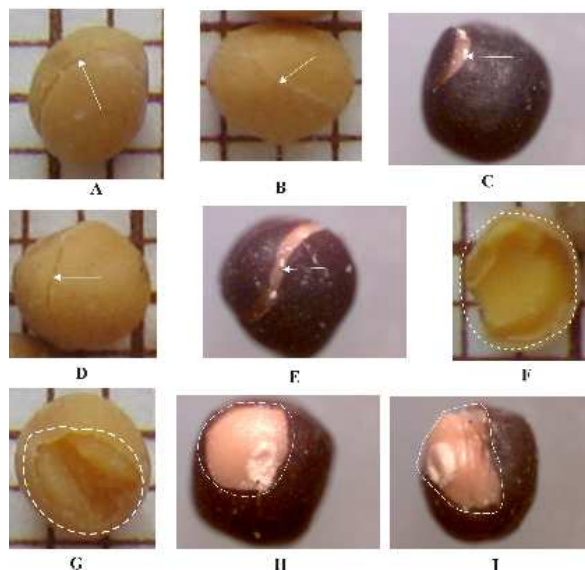
Wśród uzyskanych i rozdzielonych w trakcie badań frakcji powstałych po obłuskaniu nasion rzepaku oraz gorczycy można wyróżnić frakcję uwolnionych liścieni (rys. 7), okrywy owocowo-nasiennej oraz nasion, która nie uległa obłuskaniu. Kontakt nasion z łopatkami tarczy powoduje powstanie uszkodzeń nasion (rys. 8). Wielokrotny kontakt nasion z elementami tarczy obłuskującej wpływa na dodatkowe rozdrobnienie poszczególnych części morfologicznych nasion.



Rys. 7. Liścienie nasion gorczycy białej oraz rzepaku po usunięciu okrywy owocowo-nasiennej: A, B, C, D – liścienie nieuszkodzone, E, F, G, H, I – liścienie uszkodzone

Fig. 7. Cotyledons of mustard seed and rapeseed after fruit-seed coat removal: A, B, C, D – unharmed cotyledons, E, F, G, H, I – damaged cotyledons

W procesie obłuskiwania część nasion nie ulega obłuskiwaniu i uszkodzeniom i może być ponownie poddana obłuskiwaniu. Do ponownego obłuskiwania mogą również być wykorzystane nasiona, które uległy częściowemu uszkodzeniu i z których zostały oderwane tylko fragmenty okrywy owocowo-nasiennej.



Rys. 8. Uszkodzenia nasion gorczycy oraz rzepaku po kontakcie z łopatką tarczy obłuskiwacza: A, B, C, D, E – pęknięcia okrywy owocowo-nasiennej, F,G,H,I – oderwane fragmenty okrywy owocowo-nasiennej

Fig. 8. Damage to mustard seed and rapeseed after impact with blade of disk hulling machine: A, B, C, D, E –fruit-seed coat fracture, F,G,H,I – detached section of fruit-seed coat

WNIOSKI

1. Porównując obszary kontaktu nasion z łopatkami tarczy obłuskiującej należy zauważyć, że całkowite rzeczywiste pole powierzchni kontaktu nasion rzepaku oraz gorczycy białej jest od 10% do 18% mniejsze niż obliczone teoretycznie.

2. Wśród uzyskanych i rozdzielonych pneumatycznie w trakcie badań mieszanin powstałych po obłuskiwaniu nasion rzepaku oraz mieszanin obłuskanych nasion gorczycy można wyróżnić frakcję uwolnionych liścieni, frakcję okrywy owocowo-nasiennej oraz frakcję nasion, która nie uległa obłuskiwaniu. W procesie obłuskiwania część nasion nie ulega obłuskiwaniu a tylko częściowemu uszkodzeniu. W nasionach tych zostały oderwane tylko fragmenty okrywy owocowo-nasiennej. Ta frakcja nasion częściowo uszkodzonych może być obłuskiwana powtórnie.

3. Udział uwolnionych liścieni po obłuskiwaniu nasion rzepaku wynosił 54%, a dla nasion gorczycy białej wynosił 57%. Udział okrywy owocowo-nasiennej

wraz z połamanymi częściami morfologicznymi nasion tworzącymi pył dla nasion rzepaku oraz nasion gorczycy białej wynosił od 31% do 35%, a nasiona nie-obłuskane oraz częściowo pozbawione okrywy owocowo-nasiennej stanowiły od 9% do 10% ogólnej masy próbki.

PIŚMIENNICTWO

1. **Anders A.:** Rapeseed coat removal using disks equipped with cylindrical blades. *Technical Sciences*, 6, 65-72, 2003.
2. **Balke T.D., Diosady L.L.:** Rapid aqueous extraction of mucilage from whole white mustard seed. *Food Research International*, 33, 347-356, 2000.
3. **Campbell L.D., Simbaya J., Słomiński B.A.:** Nutrive Value of Dehulled Canola Meal. The 12th Project Report. *Research on Canola, Seed, Oil and Meal*, 62-67, Manitoba, 1998.
4. **Cui W., Eskin, N.A.M., Biliaderis C.G.:** Chemical and physical properties of yellow mustard (*Sinapis alba* L) mucilage. *Food Chemistry*, 46, 169-176, 1993.
5. **Grochowicz J.:** Zastosowanie obróbki mechanicznej i termicznej w procesach uzdatniania lub uszlachetniania nasion. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 1, 1994.
6. **Mieszkański L., Anders A.:** Wpływ parametrów konstrukcyjnych i kinematycznych tarcz obłuskiwacza na skuteczność obłuskiwania nasion rzepaku. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, 27-34, 2002.
7. **Lopez-Arquello E., Perez-Rodriguez M.L., Bosh-Bosch N., Barrera-Vazquez C.:** Analytical study of the mineral fraction of mustard fraction of mustard seed and mustard sauces. *Food Chemistry*, 62(2), 157-160, 1998.
8. **Niewiadomski H.:** Technologia nasion rzepaku. PWN, Warszawa, 1983.
9. **Pastuszewska B., Raj S.:** Śruta rzepakowa jako pasza białkowa i energetyczna – ograniczenia i perspektywy. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV (2), 525-536, 2003.
10. **Patience J.F., Gillis D. De Lange C.F.M.:** The Evaluation of Dehulled Canola Meal as a Replacement for Soybean Meal in the Diets of Growing and Finishing Pigs. The 12th Project Report. *Research on Canola, Seed, Oil and Meal*, 21-28, Manitoba, 1998.
11. **Rawa T., Wierzbicki K., Semiczysyn M., Pietkiewicz T.:** Analiza skuteczności separacji części anatomicznych nasion rzepaku. *Rocznik Nauk Rolniczych*, T. 78-C-3, 63-74, 1988.
12. **Sarniak M.:** Metoda szacowania skuteczności obłuskiwania nasion rzepaku. Rozprawa doktorska. Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii. Płock, 1997.
13. **Szwed G., Łukaszuk J.:** Uszkodzenia nasion rzepaku jarego w warunkach działania sił udarowych. *Acta Agrophysica*, 4(3), 815-822, 2004.

RAPESEED AND MUSTARDSEED COAT REMOVAL
WITH A DISC HULLING MACHINE

Andrzej Anders

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

Abstract. The paper presents selected results of tests performed on rapeseeds and mustardseeds whose coats were removed using the hulling machine. Dehulling process description was based on tests performed with the hulling disk at the inclination angle of the blade working surface of 45°. A disc impact area with seeds was defined and calculated. The analysis of dehulled seeds was based on macroscopic photographs. An analysis was made of the damage to fruit-seed coat and seeds after impact with hulling disk.

Key words: dehulling, rapeseed, mustard seed, disk, hulling machine