

Prof. dr hab. inż. ¹Leszek MIESZKALSKI

Mgr inż. ²Zbigniew ŻUK

¹Katedra Inżynierii Rolniczej i Surowców Naturalnych

²Katedra Maszyn Roboczych i Procesów Separacji

Wydział Nauk Technicznych

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ANALIZA MIKROSTRUKTURY NASION GORCZYCY W KONTEKŚCIE ICH OBLUSKIWANIA®

W pracy zaprezentowanej w artykule wykonano pomiary mikrostruktury nasion gorczycy białej. Analizę mikrostruktury na potrzeby procesu obłuskiwania wykonano na mikroskopie elektronowym typu JEOL model JSN 5310. Na zdjęciach przekroju nasion wybrano miejsca, w których mogą wystąpić prawdopodobne pęknięcia podczas obłuskiwania. Prędkość obwodowa tarcz obłuskiwacza wynosiła od 29,9 do 39,9 m/s. Wilgotność nasion wynosiła od 6,5 do 5%.

Słowa kluczowe: nasiona gorczycy białej, mikrostruktura, obłuskiwanie, struktura zewnętrzna, okrywa nasienna, liście.

Celem artykułu jest prezentacja pomiarów mikrostruktury nasion gorczycy białej w kontekście procesu obłuskiwania.

WSTĘP

Gorczyca, to jednoroczna, oleista, żółto kwitnąca roślina z rodziny krzyżowych (Brassicaceae – kapusiowate). Najbardziej znaną ze wszystkich gatunków gorczyc jest gorczyca biała zwana modrą. Ma ona największe znaczenie gospodarcze. Jest podstawowym surowcem do produkcji musztard, przypraw, a także jako roślina na zieloną masę. Jasne nasiona charakteryzują się większą niż czarne zawartością tłuszczu i białka, oraz mniejszą zawartością włókna w okrywie. Nasiona gorczycy białej poddaje się procesowi obłuskiwania w wyniku którego następuje pozbycie się szkodliwych substancji jakimi są, duże ilości błonnika i włókien surowych. Szkodliwość włókna polega na ograniczeniu przyswajania związków mineralnych takich jak magnez, miedź, cynk [6].

Opisu procesu obłuskiwania nasion oraz pęknięcia okrywy nasiennej w różnego rodzaju urządzeniach podjęło się wielu badaczy [Grochowicz i in. 1994, Mieszkalski 1999, Rawa 1988 i in., Sarniak 1997, Anders 2002, Mańkowski 2004, Lewandowski 1998]. Opiswane były głównie nasiona rzepaku, łubinu, bobiku i grochu.

Wysokie wymagania stawiane produktom żywnościowym są powodem poszukiwania surowców o jak najwyższych walorach jakościowych. Od budowy morfologiczno-anatomicznej nasion oraz ich mikrostruktury zależy wybór właściwego sposobu usuwania okrywy nasiennej w procesie obłuskiwania.

Wielkość nasion gorczycy zawiera się w przedziale 1,5 do 3,2 mm i uzależniona jest od gatunku oraz odmiany a także od warunków meteorologicznych występujących w roku plonowania [8]. Cechy geometryczne i mechaniczne nasion w skali makro i mikro mają wpływ na dobór parametrów roboczych obłuskiwacza.

W pracy przedstawiono (na podstawie zdjęć mikroskopowych) wyniki badań morfologicznych nasion gorczycy. Strukturę mikroskopową nasiona gorczycy białej poddano analizie w kontekście obłuskiwania.

METODYKA BADAŃ

Materiałem do badań były nasiona gorczycy białej odmiany Nakielska. Materiał do badań przechowywany był w pomieszczeniach o stałej temperaturze 17° C i o stałej wilgotności wynoszącej 55%. Wilgotność nasion, która wynosiła od 6,5 do 8%, określono wg PN-EN ISO 665:2004. Przeanalizowane zostały te fragmenty budowy morfologicznej nasion, które mają wpływ na proces obłuskiwania. Próbkę wybranych przekrojów nasion zostały napyłone cząsteczkami złota przez 30 sekund w napyłarce próżniowej typu JSC – 1200. Po wykonaniu tej czynności próbkę umieszczono w mikroskopie elektronowym typu JEOL model JSN 5310 LW. Zdjęcie wykonano metodą skaningową. Stosowane były powiększenia obrazu i części morfologicznych od 35 do 750x. Obłuskiwanie nasion wykonano na poziomym obłuskiwacz tarczowym wyposażonym w ściernice korundowe o średnicy 220 mm umieszczone na wale pod kątem 4°. Szczelina między zewnętrzną krawędzią tarczy ciernej a dnem cylindra wynosiła 1,5 mm. Prędkość obwodowa była regulowana od $n = 29,93$ m/s do $n = 39,93$ m/s. Nasiona ze zbiornika zsypywały się grawitacyjnie w przestrzeń roboczą. Urządzenie obłuskujące uruchamiane było na około 2 minuty. Po obłuskaniu nasion uzyskaną mieszaninę zsypano do naczynia laboratoryjnego i rozdzielono na separatorze pneumatycznym typu Petkus K – 293 przy przepływie powietrza wynoszącym $2,42 < V_{kr} < 6,6$ m/s. Rozdzielone frakcje części morfologicznych ważono na wadze z dokładnością do 0,01 g. Uzyskano trzy podstawowe frakcje tj. liście, nasiona nie obłuskane i okrywę. Z frakcji okrywy wyizolowano za pomocą sita o średnicy otworów 1,2 mm frakcje rozdrobnionych liści i okrywy.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

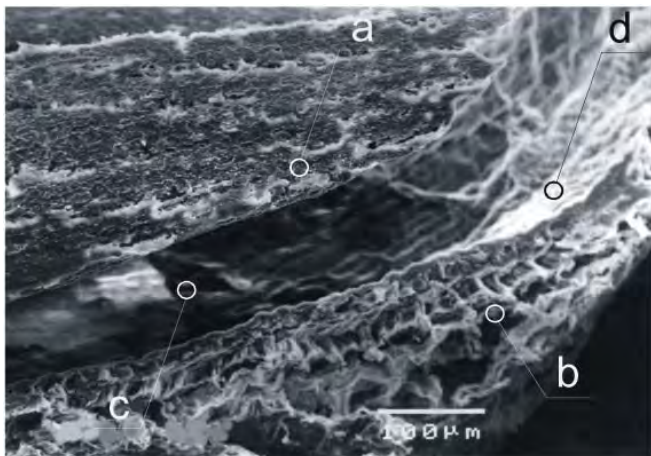
Analiza przekroju obrazów mikroskopowych nasion gorczycy białej pozwoliła opisać budowę części morfologicznych nasion mającą podstawowe znaczenie w procesie obłuskiwania. Na rys. 1. przedstawiono przekrój nasiona gorczycy białej, na którym widoczna jest struktura liścieni, zarodka i przylegającej okrywy nasiennej. Kształt nasiona jest nieregularny, zbliżony do kulistego.



Rys. 1. Przekrój poprzeczny nasiona gorczycy powiększonego 35x.

Okrywa nasienna nie jest jednakowej grubości na całej powierzchni obwodu.

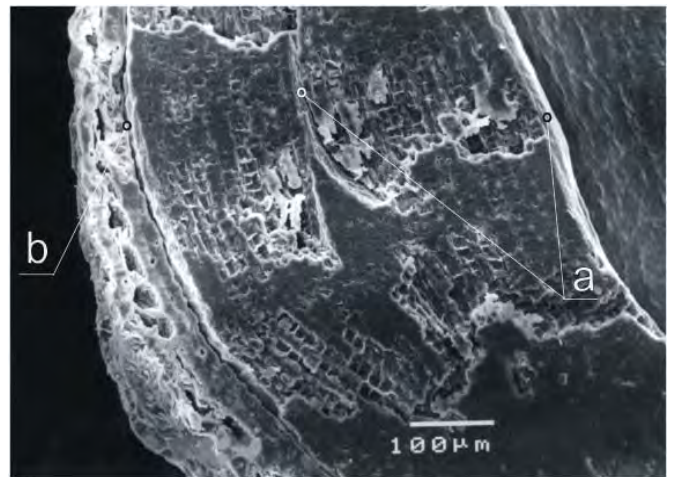
Analizując przekrój poprzeczny nasiona gorczycy białej można zaproponować metodę wielokrotnych uderzeń nasiona o części robocze obłuskiwacza. W wyniku tych uderzeń nastąpi rozpad nasiona na części morfologiczne. Uwolnione części wewnętrzne tj. (liścienie wewnętrzne i zewnętrzne oraz korzonek zarodkowy) a także części okrywy nasiennej utworzą mieszaninę, którą należy poddać procesowi separacji. Widok przekroju okrywy nasiennej przy liścieniach rys. 2. ukazuje strukturę budowy liścieni. Mikrostruktura budowy liścieni jest niejednorodna i składa się z warstw, w których widoczne są zagłębienia i pory. Struktura zewnętrzna powierzchni liścienia jest nieregularna, występują na niej puste mikroszczeliny.



Rys. 2. Przekrój okrywy i liścieni powiększone 200x: a – liścienie, b – okrywa nasienna, c – powierzchnia liścieni, d – powierzchnia wewnętrzna okrywy nasiennej.

Struktura budowy okrywy nasiennej jest bardzo złożona ze względu na różnorodność form anatomicznych. Powierzchnia okrywy przy liścieniach jest porowata z oddzielającymi się warstwami. Różnica grubości okrywy nasiennej wynosi ok. 50 μm . Okrywa osłaniająca części wewnętrzne nasiona gorczycy jest oddalona od powierzchni liścieni o około 100 μm . Oddalenie to powoduje, że oddzielenie jej jest możliwe w procesie obłuskiwania nasion gorczycy rys. 2, rys. 4.

Budowa liścieni zewnętrznych jak i wewnętrznych nie jest jednorodna, występują liczne zagłębienia i pory. Widoczne są granice podziału liścieni rys. 3. Elementem roboczym obłuskiwacza dla nasion gorczycy białej może być tarcza ścierna. Tarcza ścierna jako element konstrukcyjny obłuskiwacza jest znacznie twardsza od struktury nasiona jako materiału biologicznego. W wyniku zderzenia następuje ugięcie i wgłębienie się materiału tarczy w strukturę zewnętrzną nasiona powodując pęknięcie okrywy. Po odbiciu się od tarczy nasiono uderza o obudowę cylindra. W wyniku energii uderzenia uwolnione zostają części wewnętrzne (liścienie i zarodek).

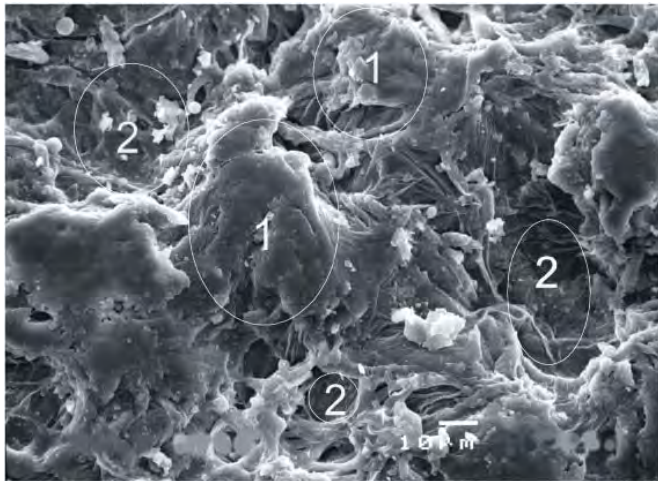


Rys. 3. Przekrój okrywy nasiennej przy korzonku zarodkowym gorczycy białej powiększone 150x: a – granice podziału liścieni, b – granica przylegania okrywy nasiennej do liścieni.

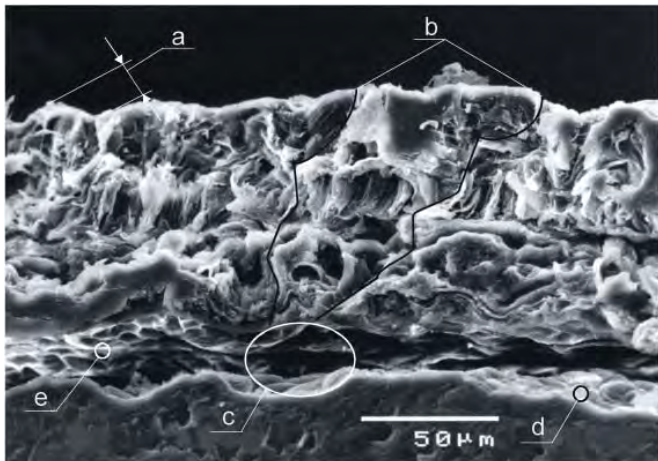
Budowa liścieni znacznie różni się od budowy okrywy nasiennej.

Porównując budowę okrywy nasiennej gorczycy przy korzonku zarodkowym można stwierdzić, że nie jest jednakowej grubości. Grubość okrywy wynosi od 100 do 150 μm .

Okrywa nasienna gorczycy składa się z warstwy zewnętrznej i wewnętrznej. Obserwując budowę okrywy nasiennej można określić możliwe miejsca pęknięcia warstwy wierzchniej w chwili zderzenia z tarczą obłuskiwacza rys. 4 b. W miejscach tych widoczne są granice podziału części morfologicznych okrywy nasiennej. Miejsce przylegania okrywy nasiennej do liścieni (rys. 4.c.), które jest nierówne i pofalowane, jest oddalone od liścieni. Oddzielenie okrywy nasiennej jest możliwe do przeprowadzenia w procesie obłuskiwania. Obserwując powierzchnie przylegania od strony liścieni można zauważyć, że występują na niej znaczne nierówności (rys. 4.d.). Podobnie powierzchnia wewnętrzna okrywy nasiennej od strony liścieni (rys. 4.e.) pokryta jest licznymi wgłębieniami.



Rys. 4. Przekrój okrywy nasiennej i liścieni gorczycy powiększone 500x: a – wgłębienia na powierzchni, b – możliwe miejsca pęknięcia okrywy w wyniku uderzenia, c – miejsce przylegania okrywy nasiennej do liścieni, d – powierzchnia przylegania od strony liścieni, e – powierzchnia przylegania od strony okrywy nasiennej.



Rys. 5. Widok struktury zewnętrznej okrywy nasiennej gorczycy białej powiększonej 750x: 1 – obszar wypuklenia (uwypuklenia), 2 – obszar wgłębień.

Tabela 1. Wyniki badań obłuskiwania gorczycy białej odmiany Nakielska przy zastosowaniu tarcz ściernych

Lp	Prędkość		Średnica tarcz	Kąt pochylenia tarcz	Masa					Skuteczność
	obwodowa tarcz	obrotowa			Masa próbki	Fracja nasiona nie obłuskane	Fracja główna (liścienie)	Fracja okrywy nasiennej	Fracja drobna (rozdrobnione liścienie i okrywa)	
	[m/s]	[obr/min]	[mm]	[°]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]
1	39,14	3400	220	4	200	9,56	136,93	23,06	28,1	95,21
2	36,84	3200	220	4	200	17	126,87	26,53	29,6	91,5
3	34,54	3000	220	4	200	25,7	131,5	20,53	22,27	87,15
4	32,23	2800	220	4	200	37,7	129,93	14,57	18,13	81,15
5	29,93	2600	220	4	200	51,67	115,73	15,47	17,13	74,17

Powierzchnia zewnętrzna okrywy określana jako warstwa epidermalna zbudowana jest z jednej lub kilku warstw pełniących funkcje ochronne nasion. Warstwa ta może być pokryta woskiem o strukturze licznych porów i wybrzuszeń zewnętrznych, które mają znaczny wpływ na proces obłuskiwania rys. 5. Analizując strukturę powierzchni okrywy nasiennej można przyjąć, że nieregularny kształt (między innymi uwypuklenia okrywy), w który uderza tarcza ścierna obłuskiwacza, powoduje ułatwienie procesu pęknięcia warstwy wierzchniej.

Analizując wyniki badań zawartych w tabeli 1. można stwierdzić że zastosowane tarcze ściernie jako element roboczy obłuskiwacza, które wykonują złożony ruch obrotowy, skutecznie obłuskują nasiona gorczycy białej.

Stosując w procesie obłuskiwania nasion gorczycy kąt pochylenia tarcz ściernych (o średnicy 220 mm) względem płaszczyzny prostopadłej do osi poziomej głowicy obrotowej 4° oraz prędkość obrotową tarcz ściernych w granicach 2600-3400 obr./min., skuteczność obłuskiwania mieści się w przedziale ok. 74-95%.

WNIOSKI

1. Z przeprowadzonych badań morfologicznych budowy nasiona gorczycy wynika, że liścienie są wyraźnie oddzielone od okrywy nasiennej dzięki czemu możliwe jest spowodowanie pęknięcia okrywy nasiennej w wyniku uderzeń elementu roboczego obłuskiwacza.

2. Analizując mikrostrukturę okrywy nasiennej gorczycy można stwierdzić, że nie jest ona jednakowej grubości na całej powierzchni a jej struktura zewnętrzna jest porowata i widoczne są na niej wgłębienia, co ułatwia proces obłuskiwania nasion obłuskiwaczem wyposażonym w tarcze ściernie.

3. Badania mikrostruktury nasion gorczycy potwierdzone skutecznością procesu obłuskiwania powyżej 95% świadczą o właściwym doborze parametrów pracy urządzenia obłuskującego tj. prędkości obrotowej w zakresie od 2600 do 3400 obr/min, średnicy tarczy ścierniej 220 mm, kąta pochylenia tarcz ściernych względem płaszczyzny prostopadłej do osi poziomej głowicy obrotowej w zakresie od 2 do 6°.

LITERATURA

- [1] Anders A.: Rozprawa doktorska Pt. Wpływ parametrów roboczych obłuskiwacza tarczowego na efektywność obłuskiwania nasion rzepaku, 2001.

- [2] Grochowicz J., Panasiewicz M., Andrejko D.: Niektóre aspekty procesu obłuskiwania gryki, Prz. Zboż. Młyn., 1994, 7.
- [3] Lewandowski R.: Rozprawa doktorska pt. Modelowanie procesu obłuskiwania nasion roślin strączkowych, 1998.
- [4] Mańkowski S.: Rozprawa doktorska pt. Metody rozdrabniania nasion łubinu i wydzielania cząstek okrywy nasiennej, 2004.
- [5] Mieszkalski L.: Matematyczne modelowanie procesu obłuskiwania nasion, Rozprawy i monografie. Wydawnictwo ART., Olsztyn, 1999.
- [6] Ochodzki P., Rakowska M.: Porównanie składu chemicznego i wartości żywieniowej odtłuszczonych nasion rzepaków brązowo- i żółto nasiennych. Rośl. Oleis., 1996, XVII (2): 477-482.
- [7] PN-EN ISO 665: 2004, PN-EN ISO 665 Marzec (2004); Nasiona oleiste, Oznaczenie wilgotności zawartości substancji lotnych.
- [8] Pykało I.: Rozprawa doktorska pt. Wpływ herbicydów na plonowanie i skład chemiczny nasion gorczycy białej (*Sinapis alba* L.), 2004.
- [9] Rawa T., Wierzbicki K., Semczyszyn M., Pietkiewicz T.: Analiza skuteczności separacji części anatomicznych nasion rzepaku, Rocznik Nauk Rolniczych, 1988, T.78-C-3 s. 63-74.
- [10] Sarniak M.: Metoda szacowania skuteczności obłuskiwania nasion rzepaku, Rozprawa doktorska, Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii, Płock, 1997.

ANALYSIS OF THE MICROSTRUCTURE OF MUSTARD SEEDS IN THE CONTEXT OF THEIR DEHULLING

SUMMARY

The work performed measurements of the microstructure of white mustard. Microstructure analysis was performed for the dehulling process. Microstructure analysis was performed on the seed of electron microscopy type JEOL model JSN 5310. On cross-sectional images of seeds selected locations where cracks may occur the probable during dehulling. Peripheral speed dials husk-sheller ranged from 29.9 to 39.9 m/s. Seed moisture content ranged from 6.5 to 5%.