

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE NASION RZEPAKU ODMIANY SPONSOR

Andrzej Anders

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

Streszczenie. W pracy przedstawiono wybrane wyniki badań właściwości fizycznych nasion rzepaku. Badane właściwości fizyczne oraz wymiary nasion mają wpływ na proces konstruowania urządzeń przeznaczonych do usuwania okrywy owocowo-nasiennej. Opracowanie projektu wymagało przeprowadzenia badań wielkości geometrycznych nasion rzepaku i określenie właściwości wytrzymałościowych takich, jak: twardość nasion, współczynnik tarcia statycznego, współczynnik restytucji. Materiałem do badań były nasiona rzepaku odmiany Sponsor o wilgotności od 6,5% do 8,5%. Wilgotność nasion określano według PN-EN ISO 665:1999. Usunięcie okrywy owocowo-nasiennej pozwala wyeliminować szkodliwe związki w niej zawarte.

Słowa kluczowe: nasiono rzepaku, właściwości fizyczne, usuwanie okrywy owocowo-nasiennej, zdjęcia mikroskopowe

WSTĘP

Rzepak jest surowcem dla przemysłu spożywczego i paszowego, z nasion wytwarza się również oleje stosowane w technice. Prowadzone są próby rozpowszechniania oleju rzepakowego jako biopaliwa w branży motoryzacyjnej. Znajomość budowy morfologicznej nasion oraz ich cech fizycznych pozwala na opracowanie metody usuwania okrywy owocowo-nasiennej oraz zaprojektowanie odpowiednich elementów roboczych a także na konstrukcję przestrzeni roboczej urządzenia obłuskującego. Okrywa owocowo-nasienna zawiera dużą ilość błonnika, substancje antyżywnieniowe oraz barwniki [2,6,7]. Wymiary geometryczne nasion rzepaku są niewielkie i mieszczą się w zakresie 1,5-2,8 mm dla rzepaku ozimego oraz 1,4-2,5 mm dla rzepaku jarego, natomiast masa 1000 nasion odmian ozimych mieści się w granicach 4,5-5,5 g a odmian jarych 3,5-4,5 g [3,8].

Celem pracy było określenie wybranych właściwości mechanicznych oraz wymiarów geometrycznych nasion rzepaku istotnych w analizie procesu obłuskiwania. Badano właściwości nasion mające wpływ na konstruowanie urządzeń przeznaczonych do usuwania okrywy owocowo-nasiennej.

METODYKA BADAŃ

Materiałem do badań były nasiona rzepaku odmiany Sponsor, przechowywane w workach foliowych w pomieszczeniu o stałej temperaturze 18°C oraz wilgotności powietrza około 85%. Przed rozpoczęciem badań nasiona były poddane separacji w pionowym kanale aspiracyjnym celem usunięcia drobnych zanieczyszczeń oraz nasion połamanych i niewykształconych. Badania wykonano dla wilgotności nasion w zakresie od 6,5% do 8,5%. Wilgotność określano według PN-EN ISO 665:1999. Do badań właściwości mechanicznych nasion z próby ogólnej wydzielono próby laboratoryjne zgodnie z PN-EN ISO 542:1997. Dokładną analizę budowy morfologicznej nasion przeprowadzono na podstawie zdjęć mikroskopowych przekrojów nasion oraz wybranych ich fragmentów. Zdjęcia wykonano w 60-krotnym i 200-krotnym powiększeniu.

Pomiary średnicy nasion wykonano z dokładnością do 0,01 mm na stanowisku pomiarowym składającym się z czujnika zegarowego i podstawki. Liczebność próby wynosiła 300 nasion. Pomiary masy 1000 nasion wykonano na stanowisku pomiarowym składającym się z licznika nasion LN-S-50 oraz wagi elektronicznej AXIS A500. Dokładność pomiaru masy wynosiła $d = 0,01$ g. Średnią masę określono dla 50 powtórzeń.

Do określania masy właściwej wykorzystano metodę opartą na wypełnieniu wolnych przestrzeni między nasionami naftą w znanej objętości próbki nasion. Masę właściwą określono jako stosunek masy nasion do różnicy objętości cieczy i nasion razem, a objętości cieczy wypełniającej wolne przestrzenie między nasionami. Próbki nasion umieszczono w naczyniu szklanym cylindrycznym o objętości 250 cm³. Pomiar wykonano w 15 powtórzeniach.

Pomiary kąta tarcia zewnętrznego nasion rzepaku przeprowadzono na równi pochyłej z dokładnością do 0,5° [1]. Aby ograniczyć staczanie i umożliwić nasionom ślizganie się po powierzchni oraz kontakt z nią, do cienkiej kartki papieru milimetrowego przyklejono obok siebie trzy nasiona w odległości równej podwójnej ich średnicy. Współczynnik tarcia zewnętrznego wyrażony został jako tangens kąta φ nachylenia równi (wzór 1). Współczynnik tarcia zewnętrznego określono dla 50 powtórzeń.

$$f_s = \operatorname{tg}(\varphi) \quad (1)$$

gdzie: f_s – współczynnik tarcia zewnętrznego, φ – kąt nachylenia równi [°].

Pomiar współczynnika restytucji energii kinetycznej przeprowadzono wg metody polegającej na pomiarze wysokości odbić od podłoża (stali) po swobodnym spadku nasion ze znanej wysokości – 220 mm [1]. Współczynnik ten określono wg wzoru 2. Liczebność próbek wynosiła 100 nasion, dokładność pomiaru wysokości odbicia nasion wynosiła 5 mm.

$$k = \sqrt{\frac{h'}{h}} \quad (2)$$

gdzie: k – współczynnik restytucji energii kinetycznej, h – wysokość swobodnego spadku nasiona [m], h' – wysokość na jaką uniosło się nasiono po odbiciu [m].

Pomiary siły powodującej pęknięcie okrywy owocowo-nasiennej i odkształceń wykonano obciążając stopniowo odważnikami nasiona. Badane nasiono umieszczano na podstawie. Płaska końcówka czujnika dotykała górnej powierzchni nasiona a odkształcenie nasiona w trakcie pomiaru odczytywano na czujniku cyfrowym typu SYLVAC z dokładnością 0,01 mm. Dokładność pomiaru siły powodującej pęknięcie nasion wynosiła 0,098 N. Próbę pomiaru siły wykonano w 100 powtórzeniach.

W celu wyznaczenia energii uderzenia, potrzebnej do pęknięcia okrywy owocowo-nasiennej przeprowadzono eksperyment, w którym nasiono rzepaku umieszczono na podstawie i uderzano w nie ciężarkiem o masie 5 g, spuszczanym z ustalonej wysokości h_c . Nasiona uderzano prostopadle lub równolegle do płaszczyzny podziału liścieni. Okrywa owocowo-nasienne nasion podczas uderzenia ulegała widocznym nieuzbrojonym okiem pęknięciom. Energię uderzenia obliczano ze wzoru 3. Pomiar wysokości zrzucania ciężarka wykonano z dokładnością do 1 mm. Pomiar wykonano w 100 powtórzeniach.

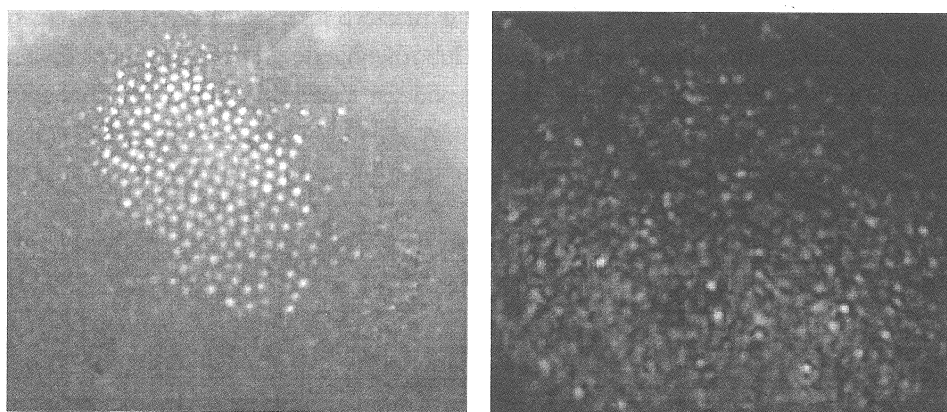
$$E_u = m_c \cdot g \cdot h_c \quad (3)$$

gdzie: E_u – energia uderzenia [J], m_c – masa ciężarka [kg], g – przyspieszenie ziemskie [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$], h_c – wysokość zrzucania ciężarka [m].

Obróbkę danych doświadczalnych oraz obliczenia statystyczne wykonano na komputerze PC, wykorzystując program komputerowy STATISTICA.

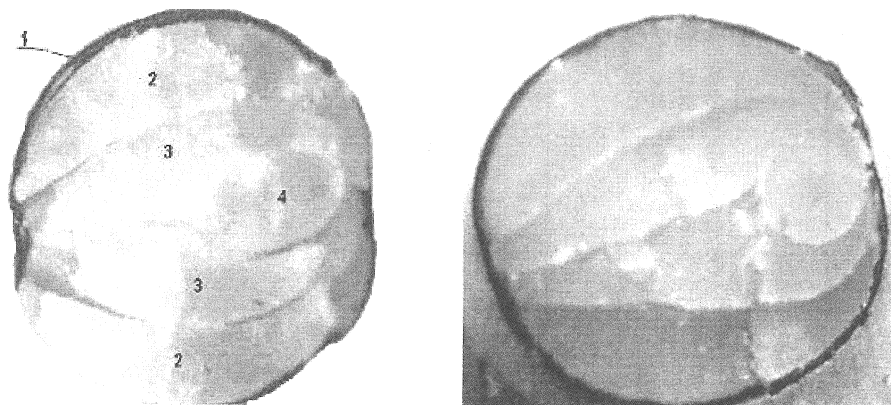
WYNIKI

Wyniki badań zostały przedstawione w tabeli 1. Zdjęcia mikroskopowe wykonane przy 60-krotnym powiększeniu ukazują przekroje całego nasienia jak i zewnętrznej jego powierzchni. Analiza wykonanych zdjęć mikroskopowych pozwala stwierdzić, że zewnętrzna powierzchnia nasienia posiada liczne pory i zagłębienia zwiększające powierzchnię okrywy owocowo-nasiennej (fot. 1). Zwiększają one również współczynnik tarcia zewnętrznego. W części biegunowej nasiona występuje wgłębienie wywołane znajdującym się pod okrywą owocowo-nasienną korzonkiem zarodkowym (fot. 2). Krawędź pękniętej okrywy owocowo-nasiennej jest niejednolita i poszarpana (fot. 3). Analizując wyniki pomiarów średnicy nasion można stwierdzić, że średnia wartość średnicy nasion rzepaku wynosiła 1,51 mm. Należy zauważyć, że średnica nasion zawierała się w przedziale od 1,08 mm do 1,88 mm. Średnia masa badanych 1000 nasion wynosiła 3,11 g. Najmniejsza masa wynosiła 3,01 g a największa 3,17 g. Obszar zmienności masy próbek wynosił 0,16 g. Analiza pomiarów gęstości nasion pozwalała stwierdzić, że średnia gęstość wynosiła $1,01 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Najmniejsza gęstość badanych próbek nasion rzepaku była równa $0,97 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, a największa $1,06 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Analiza wyników pomiarów kąta tarcia zewnętrznego nasion rzepaku (statycznego) pozwala stwierdzić, że średnia wartość kąta współczynnika tarcia zewnętrznego nasion rzepaku wynosiła $21,92^\circ$. Obliczony dla średniej wartości kąta współczynnik tarcia był równy $\mu = 0,40$.



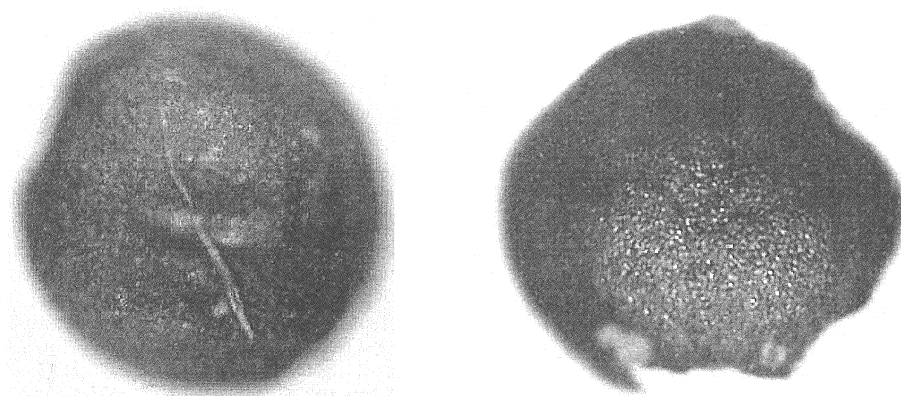
Fot. 1. Okrywa owocowo-nasienna nasiona rzepaku z widocznymi na niej wgłębieniami (powiększenie 200 x)

Photo. 1. The seed coat of rapeseed with visible cavities on its surface (enlargement 200 x)



Fot. 2. Przekroje przez nasienie rzepaku (powiększenie 60 x): 1 – okrywa owocowo-nasienna, 2 – liścienie zewnętrzne, 3 – liścienie wewnętrzne, 4 – zarodek

Photo. 2. Cross-sections of rapeseed (enlargement 60 x): 1 – seed coat, 2, 3 – cotyledons, 4 – embryo



Fot. 3. Wgłębienia i nierówności na powierzchni nasienia oraz na fragmencie oderwanej okrywy owocowo-nasiennej

Photo. 3. Hollows and pores on the rapeseed coat

Średnia wysokości odbicia nasion wynosiła 78,35 mm. Najmniejsza wysokość odbicia nasion wynosiła 70 mm, a największa 90 mm. Obszar zmienności wynosił 20 mm. W przypadku badanych nasion przeciętne zróżnicowanie wysokości odbicia było równe 6,85 mm. Obliczony dla średniej wartości wysokości odbicia współczynnik restytucji nasion był równy $k = 0,59$. Wyniki pomiarów siły działającej na stempel naciskający na nasienia powodującej jego pęknięcie pozwalają stwierdzić, że średnia siła wynosiła 13,51 N. Najmniejsza wartość tej siły wynosiła 11,28 N, a największa 15,45 N, obszar zmienności sił wynosił 4,17 N. W przypadku badanych

Tabela. 1. Ocena statystyczna wyników pomiarów wybranych właściwości fizycznych nasion rzepaku
 Table. 1. Statistical evaluation of measurements of some physical rapeseeds properties

Właściwości fizyczne nasion Physical rapeseed properties	Średnica nasion Seed diameter (mm)	Masa 1000 nasion 1000 seed weight (g)	Masa właściwa Mass density (g·cm ⁻³)	Kąta tarcia zewnętrznego (statycznego) tarcia Angle of static friction (°)	Wysokość odbicia nasiona podczas pomiaru współczynnika restytucji nasiona Height of seed rebounds during measurement of coat cracking the restitution coefficient (mm)	Siła powodująca pęknięcie nasiona Force causing seed cracking (N)	Odkształcenie Deformation (%)	Energia uderzenia Striking energy (J)
Średnia Mean	1,51	3,11	0,30	21,92	78,35	13,51	43,87	0,010
Błąd standardowy Standard error	0,008	0,005	0,00	0,20	0,68	0,10	1,14	0,000
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,15	0,04	0,003	1,42	6,85	1,01	11,47	0,000
Wariancja próbki Sample variance	0,02	0,0016	12·10 ⁻⁵	2,03	46,99	1,03	131,61	0,000
Minimum	1,08	3,01	0,30	19,00	70,00	11,28	26,96	0,010
Maksimum	1,88	3,17	0,31	24,00	90,00	15,45	62,77	0,010
Poziom ufności (-95 %) Confidence limits of the mean (-95 %)	1,50	3,10	0,29	21,51	76,98	13,31	41,60	0,010
Poziom ufności (+95%) Confidence limits of the mean (+95 %)	1,53	3,12	0,30	22,32	79,71	13,71	46,15	0,010

nasion przeciętne zróżnicowanie siły obciążającej stempel i powodującej pęknięcie nasion wynosiło 1,01 N. Analiza wyników pomiarów odkształceń nasion w granicy makrouszkodzeń wykazała, że średnie odkształcenie, przy którym pojawiło się pęknięcie okrywy owocowo-nasiennej wynosiło 43,87%. Minimalne odkształcenie badanych nasion wynosiło 26,96% a maksymalne 62,77%. Obliczona średnia energia uderzenia badanych nasion ma wartość 0,010 J.

WNIOSKI

1. Analiza zdjęć mikroskopowych nasion rzepaku ukazuje, że na powierzchni okrywy owocowo-nasiennej występują liczne nierówności i wgłębienia, które mogą wpływać na jej pęknięcie.
2. Wymiary nasion rzepaku decydują o doborze wysokości szczeliny roboczej i parametrów konstrukcyjnych tarczy obłuskiwacza. Średnica nasion rzepaku odmiany Sponsor zawiera się w przedziale od 1,08 mm do 1,88 mm.
3. Podczas usuwania okrywy owocowo-nasiennej z nasion rzepaku ważna jest znajomość siły powodującej jej pęknięcie. Dla badanej odmiany rzepaku średnia siła powodująca pęknięcie nasienia wynosi 13,51 N.

PIŚMIENNICTWO

1. **Grochowicz J.:** Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Wyd. AR, Lublin., 1994.
2. **Mieszkalski L., Anders A.:** Effect of the working parameters of a disk hulling machine on the efficiency of rape seed hulling. *Technical Sciences*, 1, 77-83 1998.
3. **Niewiadomski H.:** Technologia nasion rzepaku. PWN, Warszawa, 1983.
4. Polska Norma PN-EN ISO 665:1999: Nasiona oleiste. Oznaczanie wilgotności i zawartości substancji lotnych.
5. Polska Norma PN-EN ISO 542:1997: Nasiona oleiste, Pobieranie próbek.
6. **Rotkiewicz D., Zadernowski R.:** Obłuskiwanie nasion rzepaku jako sposób poprawy jakości oleju i śrut. I Międzyuczelniane Seminarium nt. Obłuskiwanie nasion, IMUR, ART w Olsztynie, 1996.
7. **Rutkowski A.:** Effect of processing on the chemical composition of rapeseed meal. In. *Proceedings International Conference on the Science, Technology and Marketing of Rapeseed and Rapeseed Products*, Rapeseed Ass., Ottawa, 496, 1970.
8. **Sarniak M.:** Metoda szacowania skuteczności obłuskiwania nasion rzepaku. Rozprawa doktorska. Politechnika Warszawska, Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii. Płock, 1997.

SOME SELECTED PHYSICAL PROPERTIES
OF RAPESEEDS var. SPONSOR

Andrzej Anders

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

Abstract. The paper presents some selected results of the physical rapeseed properties. The characteristics examined together with rapeseed dimensions determine construction of the processing de-hulling equipment. Examinations were preceded by the determining of rapeseed geometric dimensions and strength characteristics, i.e. hardness and coefficients of static friction and restitution. The experimental material was rapeseeds var. Sponsor with humidity of 6.5% to 8.5%. Humidity was determined further to Polish Standard PN-EN ISO 665:1999. The removal of rapeseed coat makes elimination of harmful chemical compounds possible.

Key words: rapeseed, physical properties, rapeseed coat removal, microscope photo