

USZKODZENIA NASION RZEPAKU JAREGO W WARUNKACH DZIAŁANIA SIŁ UDAROWYCH

Grzegorz Szwed, Józef Łukaszuk

Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: gszwed@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących podatności nasion rzepaku jarego na makrouszkodzenia wynikłe z dynamicznego kontaktu nasienie – metal. Uszkodzenia te rozumiano jako naruszenie ciągłości tkanek nasion w wyniku oddziaływania na nie zewnętrznych czynników mechanicznych. Badania przeprowadzono na nasionach trzech odmian, biorąc pod uwagę wielkość nasion oraz miejsce i energię uderzeń. Przeprowadzone badania wykazały, że cechy odmianowe istotnie różnicują odporność nasion na uszkodzenia. Stwierdzono również, że miejsce uderzenia w nasiona ma bardzo istotny wpływ na ich wytrzymałość.

Słowa kluczowe: rzepak jary, nasiona, obciążenia dynamiczne, uszkodzenia

WSTĘP

Podczas maszynowego zbioru i w dalszej obróbce rzepaku pojawia się problem ujemnych skutków stosowanej mechanizacji, przejawiający się występowaniem uszkodzeń mechanicznych nasion [7,9]. Mechaniczne uszkodzenie tkanek nasion stwarza dogodne warunki dla rozwoju mikroorganizmów, co powoduje obniżenie zdolności kiełkowania, a w konsekwencji brak lub osłabienie wschodów w warunkach polowych. Nasiona opanowane przez mikroorganizmy są źródłem infekcji pozostałej masy materiału, co przyczynia się do obniżenia jego wartości technologicznej.

Optymalizacja wszelkich poczynań, zmierzających do obniżenia strat powstałych w wyniku uszkodzeń, możliwa jest jedynie poprzez dokładne poznanie fizycznych właściwości nasion, decydujących o ich zachowaniu się w czasie działania obciążeń mechanicznych występujących w trakcie stosowania procesów technologicznych. Szczególnie groźne są tu obciążenia dynamiczne występujące podczas omłotu, gdy występuje uderzanie nasion przez wirujące elementy bębna młocarni.

Proces uderzenia charakteryzuje się występowaniem sił powierzchniowych wywołujących tak zwane efekty lokalne powstające w obszarze bliskim miejsca styku, których skutki, w punktach obszaru oddalonego od miejsca uderzenia, różnią się dość istotnie. W związku z tym w czasie zderzenia mamy do czynienia z odkształceniem lokalnym i ogólnym [5]. Odkształceniom lokalnym towarzyszą duże naprężenia powierzchniowe, których wypadkową jest tzw. siła uderzenia. Należy ona do klasy sił chwilowych, działa przez krótki okres czasu i osiąga duże wartości [3,4].

Badaniem właściwości mechanicznych płodów rolnych zajmowało się od lat wielu autorów. Najwięcej prac dotyczy badań wytrzymałościowych w warunkach statycznych, gdzie w zależności od potrzeb stosowano różne metody i środki badań. Badania w warunkach obciążeń dynamicznych są mniej rozpowszechnione i mają krótszą historię. Wynika to z ograniczonej ilości rozwiązań teoretycznych w dostępnej literaturze, oraz z trudności w opracowaniu metodyk i braku odpowiedniej aparatury badawczej. Większość prac słusznie traktuje badania w warunkach obciążeń dynamicznych za najbardziej interesujące. Wynika to z faktu, że w procesach technologicznych pozyskiwania i przetwórstwa nasion, w większości przypadków, na nasiona działają tego rodzaju obciążenia. Dotyczy to głównie materiału zbieranego kombajnem: ziarno zbóż [9,13,14,15], nasiona rzepaku [10,11,12], rośliny strączkowe [8]. Efektem końcowym cytowanych badań było określenie zależności: energia uderzenia – ilość uszkodzeń. Odrębną grupę prac stanowią badania określające charakterystyki dynamiczne nasion wyznaczone na podstawie przebiegu impulsu siły uderzenia [1,2].

Przeprowadzone badania miały na celu określenie zachowania się nasion różnych odmian rzepaku jarego w wyniku obciążeń udarowych. Uzyskane wyniki mogą dać odpowiedź czy na wielkość uszkodzeń powstałych w tych warunkach mają wpływ cechy genetyczne nasion (odmiana), bądź miejsce przyłożenia siły na powierzchni nasienia.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

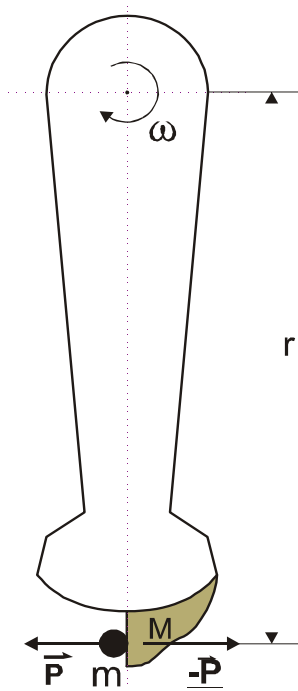
Materiał badawczy stanowiły nasiona trzech odmian rzepaku jarego odmiany standardowej Star oraz odmian mieszańcowych Jura i Margo pozyskane z poletek doświadczalnych Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie. Przeznaczony do badań materiał był ręcznie wyłuskiwany z łuszczyzn, posiadał zbliżoną dojrzałość i wilgotność około 7%.

Testy udarowe przeprowadzono na aparacie wykonanym w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie (patent PL. 17011B1) [6]. Zastosowano następujące parametry uderzenia:

- prędkość liniowa bijaka – $22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,
- energia uderzenia – $0,968\text{-}1,04 \text{ }\mu\text{J}$.

Zastosowanie zbliżonych warunków uderzenia wymagało wyselekcjonowania, z każdej odmiany, nasion o zbliżonej masie.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat kinematyczny procesu uderzenia. Elementem roboczym był bijak, który z odpowiednią prędkością uderzał jednocześnie w 10 szt. nasion umieszczonych na podajniku.



Rys. 1. Schemat uderzenia: M – bijak, m – nasienie rzepaku, r – promień bijaka, ω – prędkość kątowa, P – siła oddziaływania

Fig. 1. Diagram of the impact test: M – mass of the strike bar, m – rape seed, r – radius of the strike bar, ω – velocity of rotation, P – reaction force

(100 szt), powierzchnia bijaka mogła uderzać w jeden z pięciu wyznaczonych na powierzchni nasion punktów (rys. 2).

Procedura przeprowadzenia testu dynamicznego obejmowała:

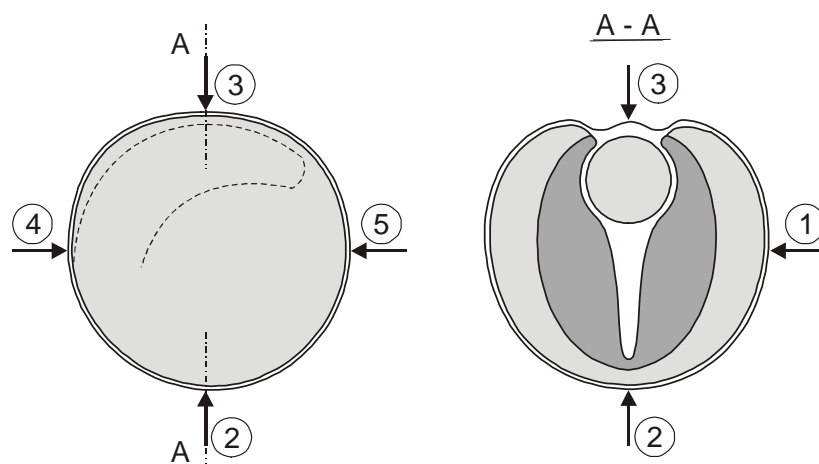
- pobranie z każdej odmiany rzepaku około 10 dag nasion i doprowadzenie ich do wilgotności 6%;
- wydzielenie, przy pomocy zestawu sit o odpowiednich otworach, klasy wymiarowej nasion w przedziale $2,0 \leq \phi \leq 2,1$ mm i wyznaczenie dla wybranej frakcji MTN,
- umieszczenie nasion, aktualnie badanej odmiany, po 10 sztuk na 10 podajnikach, przy zachowaniu ich żądanej orientacji.

Konstrukcja podajnika umożliwiała umieszczenie na nim nasion w dowolnej orientacji względem powierzchni bijaka. Po każdym teście, dla 100 sztuk nasion każdej odmiany i pozycji ułożenia, obliczano liczbę nasion uszkodzonych (uszkodzenia powierzchniowe i całkowicie rozłupane).

Metoda badań obejmowała dwa etapy.

W pierwszym wykonano testy udarowe dla 100 szt. nasion każdej odmiany, ułożonych na podajnikach w sposób przypadkowy.

W drugim uderzano nasiona w wybrane miejsca na ich powierzchni. W tym celu tak umieszczano nasiona na podajniku, aby podczas testu, dla każdego zestawu nasion



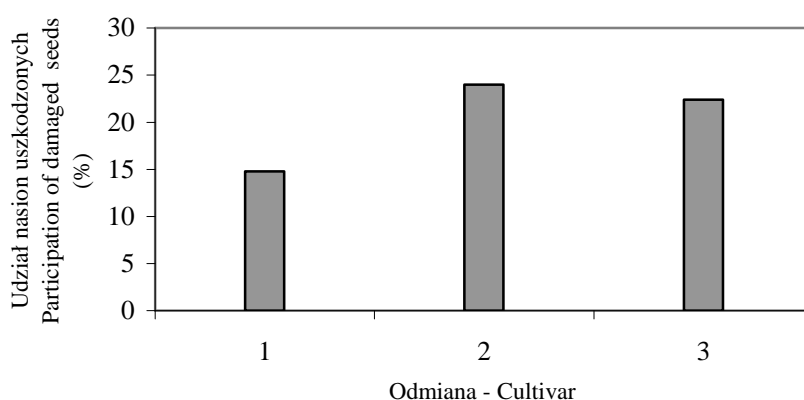
Rys. 2. Nasienie rzepaku z zaznaczonymi położeniami punktów uderzenia: 1 – na powierzchni bocznej liścieni, 2 – maksymalnego przewężenia liścieni, 3 – powierzchni czołowej liścieni, 4 – w okolicy środkowej części korzonka zarodka, 5 – po przeciwnej stronie korzonka zarodka

Fig. 2. Rape seed with marked positions of points of impact: 1 – on side surface of seed leaf, 2 – at maximum narrowing of seed leaf, 3 – on frontal surface of seed leaf, 4 – at central part of embryonic rootlet, 5 – on opposite side of embryonic rootlet

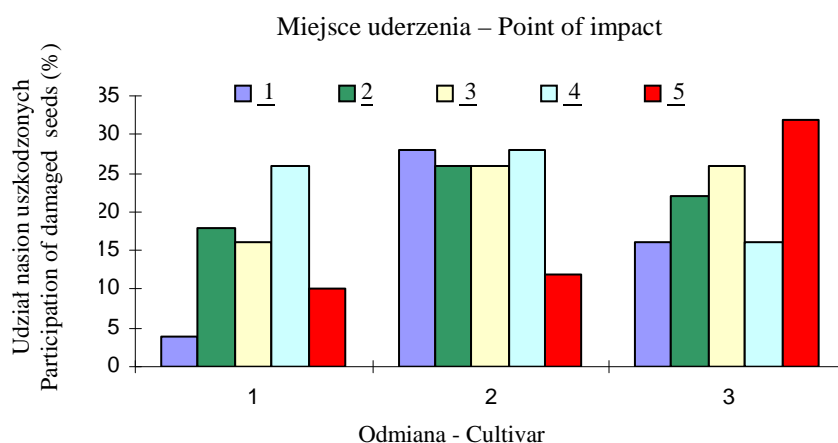
WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań, opisujące zachowanie się nasion rzepaku w testach udarowych, przedstawiono na rysunkach 3, 4 i 5. Pierwszy etap badań wykazał, że cechy odmianowe wyraźnie różnicują podatność nasion na uszkodzenia (rys. 3). Najbardziej odporne na uderzenia były nasiona rzepaku odmiany Jura. Największą ilość nasion uszkodzonych odnotowano wśród nasion odmiany Margo. Różnice w wielkości uszkodzeń dochodziły do 10%. Nasiona rzepaku odmiany Star, po przeprowadzeniu testów udarowych, miały wskaźnik uszkodzeń zbliżony do wskaźnika uszkodzeń nasion odmiany Margo. Na rysunku 4 przedstawiono zależność udziału uszkodzeń od miejsca uderzenia na powierzchni nasion. Dla większości przypadków badanych odmian nasiona odmiany Jura wykazały największą odporność na uderzenie niezależnie od miejsca uderzenia, szczególnie dotyczyło to uderzeń w powierzchnię boczną liścieni (1). Uderzanie zaś nasion odmiany Margo, w analogiczne miejsca na powierzchni, powodowało ich największe uszkodzenia. Nasiona tej odmiany miały wyrównany (wysoki) wskaźnik uszkodzeń z wyjątkiem uderzenia w miejsce (5). Nasiona rzepaku Jura i Star cechowało duże zróżnicowanie odporności na uszkodzenia, zależne od

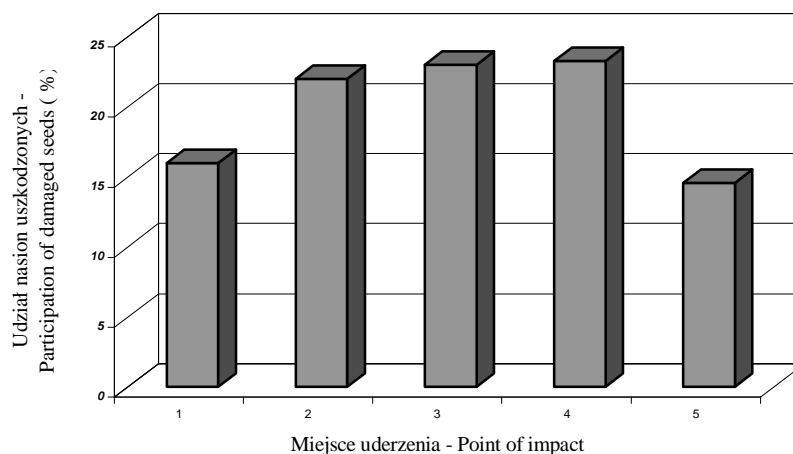
miejsca uderzenia. Na rysunku 5 przedstawiono wyniki zbiorcze, dotyczące ilości nasion uszkodzonych, wynikające z wyboru miejsca ich uderzenia. Najbardziej wrażliwe na uderzenie było miejsce od strony korzonka zarodkowego (4). Uderzenie w okolice tego miejsca daje duże prawdopodobieństwo uszkodzenia nasienia. Najmniejszą ilość nasion uszkodzonych odnotowano podczas uderzania ich w powierzchnię boczną liścieni – miejsce (1) oraz w miejsce oznaczone na powierzchni nasion cyfrą (5), położone po przeciwnej stronie korzonka zarodkowego.



Rys. 3. Udział nasion uszkodzonych w testach udarowych dla odmian: 1 – Jura, 2 – Margo, 3 – Star
Fig. 3. Participation of damaged seeds in percussive tests – cultivars: 1– Jura, 2 – Margo, 3 – Star



Rys. 4. Udział nasion uszkodzonych dla badanych odmian rzepaku: 1 – Jura, 2 – Margo, 3 – Star
Fig. 4. Participation of damaged rape seeds – cultivars: 1 – Jura, 2 – Margo, 3 – Star



Rys. 5. Udział nasion uszkodzonych w miejscach uderzenia

Fig. 5. Participation of damaged seeds per points of impact

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W procesie kontaktu nasienia z przeszkodą, zależnie od energii uderzenia, powstają w nim odkształcenia lokalne jako skutek istniejących naprężeń pochodzących od siły oddziaływania. Odkształcenia te mogą przybierać różne wartości zależnie od oporu, jaki stawiają poszczególne warstwy nasienia i oczywiście od wartości siły oddziaływania. Może okazać się, że dla niektórych warstw, w przekroju obszaru odkształcenia lokalnego, istniejące naprężenia przekroczą wartość krytyczną i wystąpi utrata spójności tkanek, czyli uszkodzenie materiału biologicznego. Uszkodzenie to wcale nie musi znajdować się blisko powierzchni nasienia (siły oddziaływania) gdyż w grę wchodzi tu właściwości mechaniczne warstw, które akurat znalazły się w obrębie obszaru odkształcenia lokalnego.

Uzyskane wyniki uświadamiają nam jak istotne różnice występują między właściwościami mechanicznymi materiału roślinnego i jednorodnego materiału izotropowego. U wszystkich badanych nasion wystąpiły istotne różnice w ilości uszkodzeń przy porównywalnych warunkach uderzenia. Dla nasion odmiany *Jura* różnice te dochodziły do 500% (między – uderzeniami w miejsca oznaczone punktami (1) i (4)). Oznacza to, że budowa anatomiczna oraz właściwości mechaniczne w przekroju nasion tych odmian rzepaku są bardzo zróżnicowane. Porównując między sobą wielkości uszkodzeń nasion badanych odmian możemy zauważyć, że nasiona każdej odmiany mają swoje "słabe punkty", które nie muszą się pokrywać z punktami nasion innej odmiany.

Przeprowadzenie badań nasion w warunkach obciążeń udarowych może okazać się przydatne w dwóch podstawowych przypadkach:

- gdy chodzi o określenie odporności nasion na dynamiczne oddziaływanie środowiska. Dotyczy to nasion nowych odmian i zmian ich właściwości mechanicznych powstałych w wyniku czasu i warunków przechowywania,
- gdy zależy nam na określeniu energii niezbędnej do rozdrobnienia nasion na odpowiednie frakcje. W tym przypadku korzystniejsze są nasiona o małej odporności na uderzenie.

W obu przypadkach zależy nam na otrzymaniu porównywalnych i powtarzalnych wyników, co jak wynika z przeprowadzonych badań, jest rzeczą trudną, ale przy przestrzeganiu reguł, uwzględniających m in. budowę anatomiczną i morfologiczną badanego obiektu, możliwą do osiągnięcia.

Przeprowadzone badania nasuwają następujące wnioski:

1. Zróżnicowanie odporności nasion rzepaku na uderzenia wynika głównie z cech odmianowych nasion oraz z miejsca przyłożenia siły udarowej na ich powierzchni.

2. W testach udarowych miejsce przyłożenia siły chwilowej na powierzchni nasienia nie może być przypadkowe. Wybór miejsca uderzenia powinien być związany z maksymalnym prawdopodobieństwem uszkodzenia nasion, na skutek reakcji sił oddziaływania.

PIŚMIENNICTWO

1. **Boguta A., Szwed G.:** Wpływ miejsca uderzenia ziarniaków na wynik badań udarowych. *Inżynieria Rolnictwa*, 6, 103-109, 2000.
2. **Boguta A., Szwed G.:** Wykorzystanie przetwornika piezoelektrycznego do oceny reakcji dynamicznych nasion w zależności od ich wilgotności. *Acta Agrophysica*, 58, 17-21, 2001.
3. **Giergiel L., Rosiński J., Uhl T.:** Metoda identyfikacji układów mechanicznych przy wymuszeniu uderzeniowym. *Archiwum Budowy Maszyn*. Vol. TXXXIII, z. 3, 321-337, 1986.
4. **Głuch L., Rosiński J.:** Wpływ parametrów strukturalnych na przebieg siły zderzenia w układzie o jednym stopniu swobody. *Mechanika, Zesz. Nauk. AGH*, 3, 1, 19-25, 1984.
5. **Gryboś R.:** Przyczynek do energetycznej teorii uderzenia. *Zesz. Nauk. Pol. Śl. Mechanika*, 27, 1967.
6. **Łukaszuk J., Laskowski J.:** Stanowisko do badań ziarna w warunkach – obciążeń dynamicznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 424, 327-332, 1995
7. **Mok C.H.:** The dependence of yield stress on strain rate as determined from ball-indentation tests. *Explt. Mech.*, 2(6), 87-92, 1966.
8. **Sosnowski S.:** Measurement stand for determining the dynamic loads on pods plant seeds. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 399, 273-239, 1993.
9. **Sved G.:** Stresses caused by dynamic loads. *Bull. Mech. Eng. Educ.*, 2, (4), 107-109, 1965.
10. **Szot B., Kutzbach M.D.:** Rapeseed damage as influenced by the dynamic load. *Int. Agrophysics*, 6, 103-115, 1992.

11. **Szwed G., Łukaszuk J.:** Powstawanie uszkodzeń nasion rzepaku w warunkach obciążeń dynamicznych. Konferencja Naukowa z Udziałem Gości Zagranicznych „Właściwości fizyczne roślin – ograniczanie strat plonu podczas zbioru”, Wyższa Szkoła Inżynierjno-Ekonomiczna w Ropczycach, Streszczenia, 32. 26-27.06.2003
12. **Szwed G., Tys J.:** Resistance of rape seeds to the impact of dynamic forces. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 427, 83-86, 1995.
13. **Szwed G., Tys J.:** Estimation of physical results pf percussive loads in wheat and triticale seed. Int. Agrophysics, 16, 297-300, 2002.
14. **Ślipek Z., Złobecki A.:** Multiple impact effects wheat grain. Int. Agrophysics, 8(2), 349-352, 1994
15. **Tys J., Szwed G., Fałęcki A., Łukaszuk J.:** Wykorzystanie metody dynamicznej w ocenie podatności na uszkodzenia nasion zbóż i rzepaku. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 425, 265-274, 1995.
16. **Tys J., Szwed G., Szot B., Malicki A.:** Method of estimation of permissible impact energy for rape seed. Int. Agrophysics, 8, 367-376, 1994.

DAMAGE OF SPRING RAPE SEEDS UNDER CONDITIONS OF DYNAMIC IMPACT FORCES

Grzegorz Szwed, Józef Łukaszuk

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20- 290 Lublin

Abstract. Results of investigations on the susceptibility of rape seeds to macrodamage caused by the dynamic contact between seed and metal are presented in this paper. The damage is understood as a disturbance of the continuity of seed tissues as a result of the impact of extremal mechanical factors. The investigations were carried out with spring rape varieties taking into consideration the size of seeds, point and energy of impact. The investigations show that varietal features significantly differentiate the resistance of seeds to damage. It was also found that the point of impact in seed has a significant effect on its resistance to damage.

Key words: rape seeds, dynamic loading, damage