

Grzegorz Szwed*, Josef Pecen**

*Instytut Agrofizyki

Polska Akademia Nauk w Lublinie

**Czech University of Agriculture, Prague

WYNIKI BADAŃ WSPÓLCZYNNIKA RESTYTUCJI NIEKTÓRYCH NASION ROŚLIN UPRAWNYCH

Streszczenie

Praca zawiera opis stanowiska pomiarowego oraz wyniki badań wartości współczynnika restytucji nasion rzepaku i ziarniaków pszenicy. Nasiona sześciu odmian rzepaku i ziarna 14 odmian pszenicy poddano badaniom udarowym na odpowiednim stanowisku, uzyskując impulsy uderzeń na podstawie których wyliczono wartości współczynników restytucji R . Uzyskane wyniki wykazują duże zróżnicowanie w wartościach współczynników, zależnie od badanej odmiany roślin oraz miejsca uderzenia nasienia.

Słowa kluczowe: rzepak, ziarna pszenicy, współczynnik restytucji, uderzenie, impuls siły

Wstęp

W większości procesów pozyskiwania nasion roślin uprawnych mamy do czynienia z siłami, które w procesie zbioru działając na nasiona w ciągu krótkiego przedziału czasu, osiągają bardzo duże wartości i stają się bezpośrednią przyczyną ich uszkodzenia [Szwed, Tys 2002]. Ocena odporności nasion na powstawanie uszkodzeń jest utrudniona ze względu na trudności w sprecyzowaniu stanu obciążeń, co wiąże się z niewielką znajomością o ich właściwościach mechanicznych. Eksperymenty laboratoryjne wzbogacają ogólną wiedzę o nasionach, o ich cechach fizycznych, mogą mieć także wiele aspektów praktycznych. Do nich zaliczyć należy również wiedzę o niektórych aspektach energii uderzenia nasienia z przeszkodą (np. bębniem młocarni).

Wprowadzony przez Newtona do teorii uderzenia współczynnik restytucji R jest ułamkiem właściwym, wskazującym jaką część impulsu normalnego sił chwilowych w pierwszej fazie uderzenia stanowi analogiczny impuls w fazie drugiej, tzn. podczas odciążenia:

$$R = \frac{S_2}{S_1} \quad (1)$$

gdzie S_1 i S_2 są impulsami siły chwilowej pierwszej i drugiej fazy uderzenia.

Wyrażając impulsy przez prędkości normalne za pomocą odpowiednich wzorów, możemy określić wartość współczynnika restytucji za pomocą innej zależności:

$$R = \frac{v_2}{v_1} \quad (2)$$

gdzie wprowadzono względne prędkości normalne v_1 , v_2 ciał przed i po uderzeniu. W takim zapisie współczynnik restytucji wskazuje, jaka część prędkości względnej ciał przed uderzeniem zostaje odzyskana po uderzeniu, co uzasadnia jego nazwę (restytucja = przywrócenie, odzyskanie). Ponieważ w rzeczywistości zawsze

$$|v_2| < |v_1|, \text{ więc } R < 1.$$

W wyniku uderzenia, zmniejszenie prędkości odskoku w stosunku do prędkości uderzenia związane jest ze stratą energii kinetycznej ciał. Różnica energii kinetycznej układu przed i po uderzeniu zostaje nieodwracalnie zużyta na:

- energię drgań, która wskutek działania czynników tłumiących zostaje zamieniona w ciepło i następnie rozproszona do otoczenia,
- pracę odkształceń plastycznych (lokalnych i ogólnych).

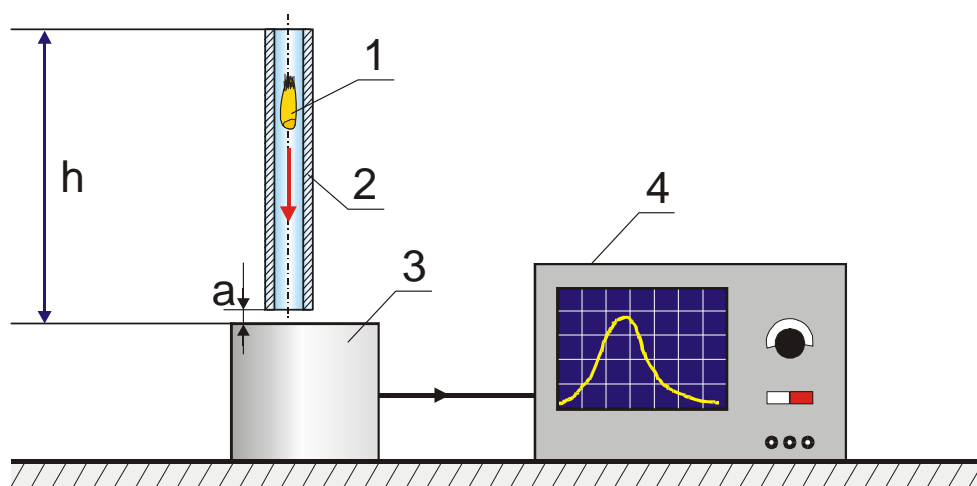
Celem badań jest ustalenie wpływu niektórych czynników decydujących o wartościach współczynnika restytucji nasion rzepaku i ziaren pszenicy

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były nasiona sześciu odmian rzepaku jarego oraz ziarna 14 odmian i linii pszenicy. Nasiona rzepaku i ziarna zbóż poddano odpowiednim zabiegom i odpowiedniej selekcji w celu wyrównania mas i doprowadzenie ich do poziomu wilgotności równoważnej (6% - rzepak, 12% - pszenica).

Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w Katedrze Fizyki Uniwersytetu Rolniczego w Pradze na odpowiednim stanowisku, którego schemat przedstawiono na rys. 1. Stanowisko pomiarowe wyposażone było w czujnik piezoelektryczny (3) typ 9213(0-2500N) połączony z oscyloskopem (4) *Le Cray* 93 104/ 400 MHz produkcji szwajcarskiej. Doświadczenie polegało na tym, że o gładką metalową powierzchnię przetwornika uderzały nasiona rzepaku i ziarna pszenicy (skierowane bródką lub zarodkiem) spadając z wysokości 0,66 m. Starano

się tak prowadzić doświadczenie, aby obiekty (1) podczas spadania poruszały się ruchem postępowym i dlatego w doświadczeniu, w przypadku badań ziaren pszenicy, wykorzystano rurkę szklaną (2) o średnicy wewnętrznej nieznacznie większej od grubości badanych ziarniaków. Pozwoliło to ograniczyć obrót ziarna podczas spadania i wygodniejsze jego orientowanie względem uderzanej powierzchni czujnika (bródka - zarodek). Aparatura pomiarowa umożliwiała rejestrowanie na dyskiecie każdy wytworzony impuls powstający w wyniku uderzenia nasienia o przetwornik. Dla ziarna lub nasienia każdej odmiany roślin wykonano po 15 uderzeń. Zarejestrowany na oscyloskopie przebieg napięcia (odpowiadającego impulsowi siły) był przenoszony na dysk komputera i poddawany obróbce z wykorzystaniem programu *Grapher* oraz *Mathcad 2000* [Szwed i wsp. 2003].



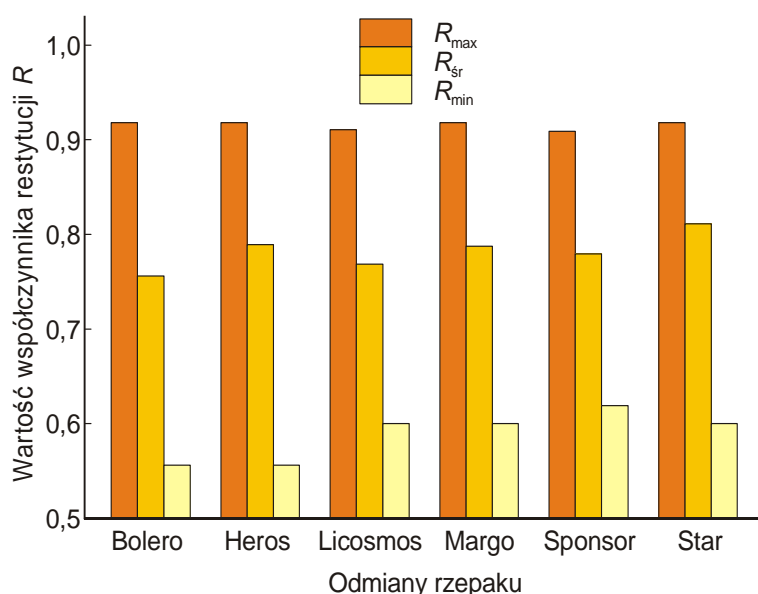
Rys. 1. Schemat stanowiska do pomiaru impulsu siły uderzenia: 1 – ziarniak pszenicy, 2 – rurka szklana, 3 – czujnik piezoelektryczny, 4 – oscyloskop cyfrowy

Fig. 1. A diagramme of impact force impulse measurement stand: 1 – wheat grain, 2 – glass tube, 3 – piezoelectric sensor, 4 – digital oscilloscope

Wyniki badań

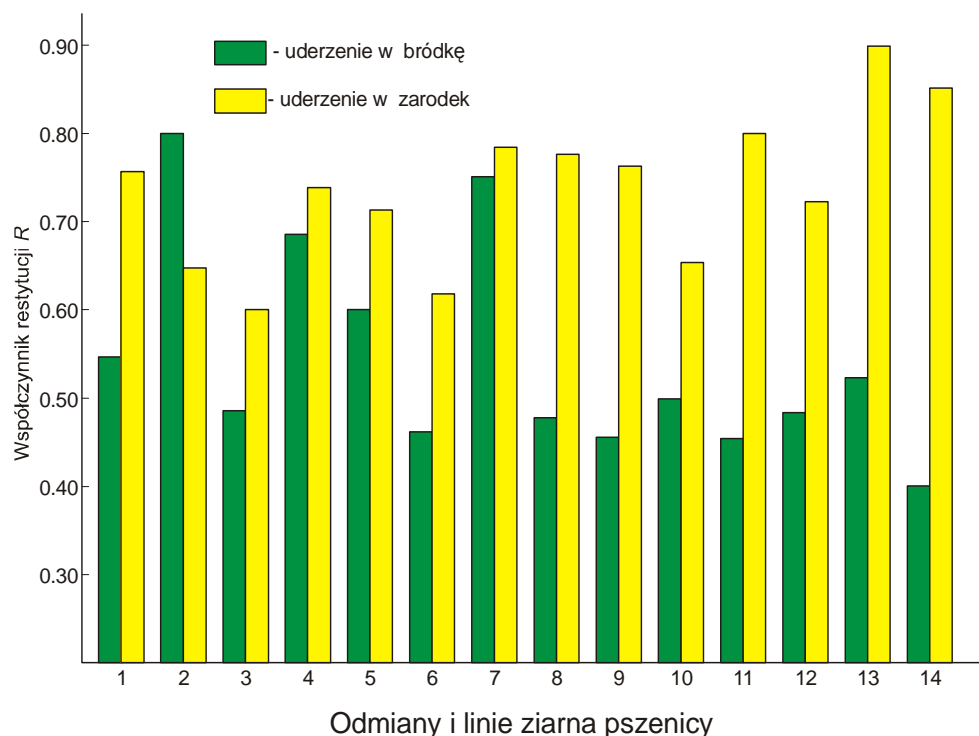
Wyniki badań, opisujące zachowanie się nasion rzepaku w wyniku uderzeń przedstawiono są na rysunku 2. Obliczone wartości współczynników restytucji R wykazują mniejsze zróżnicowanie w wartościach średnich między odmianami, większe zaś (sięgające 30%), dla grupy nasion każdej z odmian. Największe zróżnicowanie między wartością maksymalną i minimalną mierzonego wskaźnika zauważono

u nasion rzepaku odmiany *Bolero* i *Heros*. Należy domniemywać, że nasiona tych odmian rzepaku są bardziej zróżnicowane w swojej budowie od pozostałych nasion.



Rys. 2. Wartości współczynników restytucji nasion badanych odmian rzepaku
 Fig. 2. Coefficient of restitution values of the examined varieties of rape seeds

Wartości współczynników restytucji badanych ziarniaków w wyniku uderzeń przedstawione są na rysunku 3. Obliczona wartość badanego parametru wykazuje znaczne zróżnicowanie między odmianowe oraz uzależniona jest od miejsca uderzenia ziarniaka. Niemal u wszystkich ziarniaków badanych odmian pszenicy, za wyjątkiem odmiany 2 (*Buck Cristal*), większe wartości uzyskanych współczynników restytucji przypadają podczas uderzenia ziarniaka zarodkiem o przeszkodę. Dla niektórych odmian, podczas uderzenia ziarniaka od strony zarodka, uzyskujemy kilkakrotnie większe wartości współczynnika restytucji od uderzenia w okolicę bródki. Zauważono, że im wydatniejsza bródka (o większym owłosieniu), tym mniejsza wartość współczynnika restytucji oraz większe zróżnicowanie w jego wartościach (uderzenie w zarodek – uderzenie w bródkę) u ziaren badanej odmiany.



Rys. 3. Wartości współczynników restytucji R ziaren badanych odmian pszenicy
 Fig. 3. Coefficient of restitution values of the examined varieties of wheat

W założonym doświadczeniu z całą pewnością należy przyjąć, że na wartości wyników pomiarów współczynnika restytucji nie mają wpływu uszkodzenia nasion wynikające z energii uderzenia, bądź ich trwałe odkształcenie, lecz są one skutkiem rozproszenia energii w nasieniu oraz przypadków uderzenia mimośrodowego. Wydatniejsza bródka, w przypadku ziarniaków pszenicy, pochłania znaczną część energii uderzenia, obniżając niewątpliwie skutki uderzenia.

Podsumowanie i wnioski

Według pierwotnych wyobrażeń, sugerowanych jeszcze przez Newtona [Gryboś 1961], współczynnik restytucji miał być stałą materiałową niezależną od warunków uderzenia, a więc właściwą danej parze materiałów, z których wykonane są zderzające się ciała. Późniejsze badania wykazały [Griffel 1961], że współczynnik ten zależy również od prędkości uderzenia (dla określonych mas). W zależności od

konfiguracji powierzchni ciał w miejscu zetknięcia, praca lokalnych odkształceń niesprężystych może stanowić dowolną część energii uderzenia; dla powierzchni o dużej krzywiznie (ostre krawędzie) będzie ona większa, dla powierzchni „płaskich” – mniejsza. W szczególności, gdy styk ciał występuje na stosunkowo dużym obszarze, czyli przy wysokim stopniu szczelności przylegania, trwałe odkształcenia lokalne mogą w ogóle nie wystąpić. W przypadku przeprowadzonego doświadczenia mamy do czynienia z zderzeniem nasienia (ziarniaka) o powierzchnię czujnika piezoelektrycznego o stałych parametrach (masa, sprężystość) dla wszystkich rozpatrywanych uderzeń. Zróżnicowanie w otrzymanych wartościach wyników zależy więc tylko od drugiego ciała biorącego udział w zderzeniu – nasienia. Ponieważ każdy badany obiekt był pewną indywidualną konstrukcją (budowa anatomiczna i morfologiczna, zawartość tłuszczu, wody, itd.) więc i otrzymane wyniki uzyskane dzięki tak subtelnej aparaturze będą odzwierciedleniem konkretnego przypadku, a duża ilość badań da pewien obraz prowadzący do określonych uogólnień. Wyniki przeprowadzonego doświadczenia uświadamiają nam, jak trudno jest uzyskać wiarygodny materiał podczas badań właściwości mechanicznych materiału roślinnego zwłaszcza, że jak pokazują to badania przeprowadzone przez Bogutę i Szweda [2001], istotną rolę na uzyskane wyniki podczas badań odgrywa ilość zawartej w nich wody.

Otrzymane wartości współczynnika restytucji zbliżają nas do określenia zależności: energia uderzenia – wartość naprężenia w nasionach poddawanych obciążeniom dynamicznym. Przeprowadzone badania mają przede wszystkim charakter metodyczny, stanowią podstawę do dalszych badań, które mogą mieć fundamentalne znaczenie dla opracowywania modeli uderzeń, przydatnych w analizie uszkodzeń – pozyskiwanie nasion i wielkości energii niezbędnej do ich rozdrabniania.

Uzyskane wyniki pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Obliczone wartości współczynników restytucji z przebiegu impulsów uderzenia wyraźnie odbiegają od wartości przedstawianych powszechnie literaturze i służących jak składnik niezbędny do dalszych rozważań teoretycznych i aplikacyjnych.
2. Wykorzystane do badań nasiona wykazują zróżnicowanie odmianowe we właściwościach mechanicznych, co może w przyszłości być wykorzystane do metod identyfikacyjnych niektórych cech użytkowych pozyskiwanych nasion.

Bibliografia

Boguta A., Szwed G. 2001. Wykorzystanie przetwornika piezoelektrycznego do oceny reakcji dynamicznych nasion w zależności od ich wilgotności. *Acta Agrophysica* 58, 17-21.

Griffel W. 1961. Shock factors for impact loads. *Design News*, 14, 36-37.

Gryboś R. 1961. Przyczynek do energetycznej teorii uderzenia. *Zesz. Nauk. Pol. Śl. Mechanika*, 27.

Szwed G., Pecen J., Sosnowski St. 2003. Pomiar i analiza impulsu uderzenia nasion rzepaku jarego. *Acta Agrophysica* 2(1), 221-229.

Szwed G., Tys J. 2002. Estimation of physical results of percussive loads in wheat and triticale seed. *Int. Agrophysics*, 16, 297-300.

RESULTS OF RESEARCH ON COEFFICIENT OF RESTITUTION OF SOME CULTIVATED PLANT SEEDS

Summary

The work contains a description of a measuring station as well as the results of research on coefficient of restitution of rape seeds and wheat grains. The seeds of six varieties of rape and grains of 14 varieties of wheat were subjected to impact tests at a special stand, obtaining impact on the basis of which the coefficient of restitution values R were calculated. The results that were obtained show a high level of diversification of coefficient values, depending on the plant variety being tested and the place the seed was hit.

Key words: rape, wheat grains, coefficient of restitution, impact, time-effect