

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE NASION WYBRANYCH ROŚLIN STRĄCZKOWYCH A ICH MASA I GRUBOŚĆ*

Piotr Kuźniar

Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rzeszowski

Wacław Jarecki, Dorota Bobrecka-Jamro

Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski

Streszczenie. Celem pracy była ocena zależności właściwości mechanicznych nasion wybranych roślin strączkowych od ich masy i grubości. Badaniom poddano nasiona łubinu wąskolistnego Bojar i Regent, łubinu żółtego Mister i Taper, bobiku Amulet i Granit, oraz soi Aldana. Pojedyncze nasiona obciążano w kierunku prostopadłym do płaszczyzny podziału ich liścieni ze stałą prędkością $v=10 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Badane odmiany roślin strączkowych istotnie różniły się podatnością ich nasion na uszkodzenia. Z analizowanych parametrów wytrzymałościowych podobnie różnicowały badane odmiany jedynie odkształcenie względne i stosunek pracy siły niszczącej z masą nasion. Odmiany badanych roślin strączkowych, których nasiona miały większą masę i grubość były mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne. U wszystkich badanych odmian wzrost masy nasion powodował zwiększenie ich odporności na uszkodzenia, natomiast wzrost grubości nasion wpłynął jednoznacznie tylko na zmniejszenie odkształcenia oraz stosunku pracy siły niszczącej i masy.

Słowa kluczowe: nasiona roślin strączkowych, masa, grubość, właściwości mechaniczne

Wstęp

Jednym z ważnych problemów w uprawie roślin strączkowych jest duża wrażliwość ich nasion na uszkodzenia mechaniczne powstające podczas omłotu, czyszczenia, suszenia, transportu, magazynowania i przetwórstwa, co przejawia się znacznymi stratami ilościowymi i jakościowymi.

Wysoka podatność nasion roślin strączkowych na uszkodzenia mechaniczne wynika głównie z ich budowy. W odróżnieniu od ziarna zbóż, występują w nich dwa liścienie, pomiędzy którymi, przy niskich zawartościach wody, może powstać szczelina, przez co

* Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego Nr N N310 003040 „Optymalizacja elementów agrotechniki wybranych morfotypów roślin strączkowych w warunkach siedliskowych województwa podkarpackiego”

łatwiej ulegają uszkodzeniu, m.in. rozpadanie się nasion na połówki (Bieganowski, 1995; Gorzelany i Puchalski, 1994; Sosnowski, 1991; Strona, 1977; Żabiński, 2006). Bardzo istotny wpływ na powstawanie uszkodzeń nasion ma również ich wilgotność, która wpływa na elastyczność i odporność na uszkodzenia nie tylko liścieni, ale także okrywy nasiennej (Dlabaja, 1989; Dobrzański i Rybczyński, 1996; Dobrzański, 1998; Hebda i Frączek, 2005; Sosnowski i Kuźniar, 1999). Znaczny wpływ na powstawanie uszkodzeń nasion ma również ich wielkość i kształt, grubość okrywy nasiennej i skład chemiczny (Dobrzański, 1998; Evans i in., 1990; Hebda i Frączek, 2005). Dorrel i Adams (1969) wykazali, że odporność na uszkodzenia nasion bardzo istotnie spada wraz ze wzrostem ich masy.

Celem pracy była ocena zależności właściwości mechanicznych nasion wybranych roślin strączkowych od ich masy i grubości.

Obiekt i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły nasiona roślin strączkowych uprawianych w roku 2012: łubinu wąskolistnego odmian Bojar i Regent, łubinu żółtego odmian Mister i Taper, bobiku odmian Amulet i Granit, oraz soi odmiany Aldana. Badane odmiany roślin strączkowych były istotnie statystycznie zróżnicowane ze względu na średnie wartości masy i grubości nasion (tab. 1), za wyjątkiem jedynie łubinu żółtego Mister i wąskolistnego Regent, które nie różniły się istotnie masą nasion. Najmniejszą masę (110,6 mg) i grubość (4,3 mm) miały nasiona łubinu żółtego odmiany Taper, zaś największą masę (497,6 mg) i grubość (7 mm) odnotowano dla nasion bobiku odmiany Granit.

Tabela 1

Charakterystyka nasion badanych gatunków i odmian roślin strączkowych

Table 1

Seeds characteristics of the tested species and cultivars of legumes

Gatunek/Odmiana	Masa nasiona (mg)	Grubość nasiona (mm)
Łubin żółty Taper	110,6 ^a	4,3 ^a
Łubin żółty Mister	135,7 ^b	4,5 ^b
Łubin wąskolistny Regent	131,0 ^b	4,9 ^c
Łubin wąskolistny Bojar	166,7 ^c	5,2 ^d
Bobik Amulet	450,0 ^e	6,8 ^f
Bobik Granit	497,6 ^f	7,0 ^g
Soja Aldana	179,8 ^d	5,4 ^e
Średnia	212,33	5,31

różne litery w kolumnach oznaczają istotność różnic przy poziomie $\alpha = 0,05$

different letters in columns signify significant differences for the significance level $\alpha = 0,05$

Właściwości mechaniczne nasion określono w warunkach obciążeń quasi statycznych za pomocą maszyny wytrzymałościowej Zwick. Nasiona były obciążane w kierunku prostopadłym do płaszczyzny podziału liścieni ze stałą prędkością $v = 10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Pomiary przeprowadzano przy wilgotności nasion ok. 13%. Liczebność próby wynosiła po 100

nasion dla każdego gatunku (odmiany). Przed obciążaniem określono masę nasion m wagą elektroniczną z dokładnością do 0,001 g, oraz grubość nasion l z dokładnością do 0,01 mm.

Za pomocą maszyny wytrzymałościowej określono:

- siłę niszczącą – F (N),
- pracę siły niszczącej – W (mJ),
- bezwzględne odkształcenie wzdłużne przy sile niszczącej – ΔL (mm).

Wykorzystując zmierzone wartości obliczono:

- odkształcenie względne przy sile niszczącej – ε (%),
- umowny wskaźnik odporności na ściskanie (Żabiński i Mudryk, 2009), jako wartość siły odniesionej do odkształcenia wzdłużnego – $F/\Delta L$ ($\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$),
- stosunek pracy siły niszczącej i grubości nasiona – W/l ($\text{mJ}\cdot\text{mm}^{-1}$),
- stosunek pracy siły niszczącej i masy nasiona – W/m ($\text{mJ}\cdot\text{g}^{-1}$)

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 9, którym wykonano analizę wariancji i test istotności NIR przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki badań

Nasiona badanych gatunków roślin strączkowych charakteryzowały się zróżnicowaną odpornością na powstawanie uszkodzeń mechanicznych (tab. 2). Najbardziej odpornymi na pęknięcie nasionami charakteryzowały się badane odmiany bobiku, które wymagały do uszkodzenia największej siły niszczącej wynoszącej średnio prawie 635 N (Amulet) i 633 N (Granit).

Tabela 2

Parametry wytrzymałościowe nasion badanych gatunków i odmian roślin strączkowych

Table 2

Strength properties of seeds of the tested legumes species and cultivars

Odmiany	Siła niszcząca F (N)	Odształcenie względne ε (%)	Praca siły niszczącej W (mJ)	Umowny wskaźnik odporności na ściskanie $F/\Delta L$ ($\text{N}\cdot\text{mm}^{-1}$)	Stosunek pracy siły niszczącej i masy nasiona W/m ($\text{mJ}\cdot\text{g}^{-1}$)	Stosunek pracy siły niszczącej i grubości nasiona W/l ($\text{mJ}\cdot\text{mm}^{-1}$)
Taper	248,5 ^b	8,1 ^b	48,9 ^b	730,0 ^b	444,3 ^c	11,5 ^b
Mister	300,9 ^c	8,3 ^b	61,0 ^c	817,2 ^c	451,5 ^c	13,6 ^c
Regent	311,9 ^c	9,9 ^c	84,7 ^d	647,9 ^a	650,6 ^d	17,3 ^d
Bojar	376,2 ^d	11,9 ^d	133,8 ^f	619,7 ^a	803,2 ^e	25,8 ^e
Amulet	634,7 ^e	5,4 ^a	106,0 ^e	1737,8 ^e	238,2 ^b	15,5 ^{cd}
Granit	632,8 ^e	5,5 ^a	114, ^e	1653,3 ^d	232,2 ^b	16,3 ^d
Aldana	158,6 ^a	5,0 ^a	23,4 ^a	616,3 ^a	130,4 ^a	4,3 ^a
Średnia	344,09	7,82	75,94	884,61	425,6	14,28

różne litery w kolumnach oznaczają istotność różnic przy poziomie $\alpha = 0,05$

different letters in columns signify significant differences for the significance level $\alpha = 0,05$

Najmniej odporne na uszkodzenia były nasiona soi odmiany Aldana, które pękały przy sile prawie czterokrotnie mniejszej i wynoszącej średnio 159 N. Największej energii do zniszczenia wymagały nasiona łubinu wąskolistnego odmiany Bojar (134 mJ), zaś do zniszczenia nasion soi Aldana wystarczała prawie sześciokrotnie mniejsza energia (23 mJ). Nasiona soi Aldana charakteryzowały się również najmniejszym odkształceniem względnym (5,0 %), zaś najbardziej odkształcały się nasiona łubinu wąskolistnego Bojar (11,9%). Najmniejszym umownym wskaźnikiem odporności na ściskanie charakteryzowały się nasiona soi Aldana ($616,3 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$), zaś największym nasiona bobiku Amulet ($1737,8 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$). Nasiona soi Aldana wyróżniały się także najmniejszą wartością pracy odniesionej do ich masy ($130 \text{ mJ}\cdot\text{g}^{-1}$) jak i ich grubości ($4,3 \text{ mJ}\cdot\text{mm}^{-1}$), zaś największej pracy do zniszczenia wymagały nasiona łubinu wąskolistnego odmiany Bojar na jednostkę ich masy ($803 \text{ mJ}\cdot\text{g}^{-1}$) jak i grubości ($25,8 \text{ mJ}\cdot\text{mm}^{-1}$).

Należy również podkreślić, że z analizowanych parametrów wytrzymałościowych podobnie różnicowały badane odmiany jedynie odkształcenie względne i stosunek pracy siły niszczącej z masą nasion.

Analizując wartości współczynników korelacji liniowej masy i grubości nasion badanych odmian roślin strączkowych z określonymi dla nich parametrami wytrzymałościowymi zamieszczone w tabeli 3 należy stwierdzić, że odmiany, których nasiona charakteryzowały się większą masą i grubością wymagały do ich zniszczenia większej siły, pracy siły niszczącej i charakteryzowały się większym umownym wskaźnikiem sprężystości, oraz ulegały mniejszym odkształceniom, a na jednostkę ich masy przypadła mniejsza praca siły niszczącej. Za wyjątkiem stosunku pracy siły niszczącej z masą i grubością nasion analizowane parametry wytrzymałościowe nasion lepiej były skorelowane z ich masą niż z ich grubością.

Tabela 3

Współczynniki korelacji analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion badanych roślin strączkowych z ich masą i grubością

Table 3

Correlation coefficients of the analysed strength parameters of the tested legume seeds with their weight and thickness

Cecha nasion	Siła niszcząca F	Odkształcenie względne ε	Praca siły niszczącej W	Umowny wskaźnik odporności na ściskanie $F/\Delta l$	Stosunek pracy siły niszczącej i masy nasiona W/m	Stosunek pracy siły niszczącej i grubości nasiona W/l
Masa	0,819*	-0,234*	0,417*	0,860*	-0,583*	0,038*
Grubość	0,676*	-0,216*	0,395*	0,668*	-0,741*	-0,197*

* istotne statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

* signify significant at the significance level $\alpha = 0,05$

Najlepiej skorelowane (bardzo wysoko) były: siła niszcząca i umowny wskaźnik odporności na ściskanie z masą nasion, oraz stosunek pracy siły niszczącej i masy nasiona z ich grubością. Oznacza to, że masa nasion bardziej wpływa na ich odporność na uszko-

dzenia mechaniczne, zwłaszcza na wielkość siły niszczącej i umownego wskaźnika odporności na ściskanie. Potwierdzają to badania Dobrzańskiego (1998), który stwierdził, że liścienie fasoli odmian o dużych nasionach wymagają do zniszczenia w teście ściskania istotnie większych sił.

Zamieszczone w tabeli 4 dodatnie współczynniki korelacji masy nasion z siłą niszczącą, pracą siły niszczącej, umownym wskaźnikiem sprężystości oraz stosunkiem pracy siły niszczącej i grubości nasiona, oraz ujemne współczynniki korelacji masy z odkształceniem względnym i stosunkiem pracy siły niszczącej z masą wskazują, że nasiona wszystkich badanych odmian o większej masie są bardziej odporne na uszkodzenia.

Tabela 4

Współczynniki korelacji analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion z ich masą i grubością dla badanych odmian roślin strączkowych

Table 4

The correlation coefficients of the analysed strength parameters of seeds with their weight and thickness for the tested legume cultivars

Odmiana	Cecha nasion	Siła niszcząca F	Odkształcenie względne ξ	Praca siły niszczącej W	Umowny wskaźnik odporności na ściskanie F/Δ	Stosunek pracy siły niszczącej i masy nasiona W/m	Stosunek pracy siły niszczącej i grubości nasiona W/l
Łubin	Masa	0,369*	-0,034	0,232*	0,207*	-0,004	0,148
Bojar	Grubość	-0,165	-0,255*	-0,112	-0,197*	-0,286*	-0,235*
Łubin	Masa	0,372*	-0,143	0,291*	0,272*	-0,189*	0,113
Regent	Grubość	0,082	-0,310*	0,102	0,034	-0,285*	-0,124
Łubin	Masa	0,248*	-0,068	0,114	0,155	-0,102	0,025
Taper	Grubość	-0,123	-0,317*	-0,130	-0,093	-0,276*	-0,252*
Łubin	Masa	0,364*	-0,033	0,221*	0,192*	-0,063	0,117
Mister	Grubość	-0,132	-0,335*	-0,100	-0,204*	-0,285*	-0,229*
Bobik	Masa	0,285*	-0,081	0,291*	0,133	-0,288*	0,127
Amulet	Grubość	0,153	-0,261*	0,210*	0,044	-0,259*	0,001
Bobik	Masa	0,146	-0,273*	0,082	0,176	-0,335*	0,056
Granit	Grubość	-0,020	-0,289*	0,008	-0,072	-0,334*	-0,162
Soja	Masa	0,517*	-0,036	0,169*	0,283*	-0,035	0,103
Aldana	Grubość	0,314*	-0,012	0,191*	-0,005	-0,016	0,106

* istotne statystycznie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

* statistically significant at the significance level $\alpha = 0.05$

Natomiast korelacje analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion z ich grubością były zróżnicowane dla badanych odmian, za wyjątkiem względnego odkształcenia i stosunku pracy siły niszczącej z masą. U wszystkich badanych odmian te dwa parametry wytrzymałościowe nasion były ujemnie skorelowane z grubością nasion.

Wnioski

1. Badane odmiany roślin strączkowych istotnie różniły się podatnością ich nasion na uszkodzenia mechaniczne określone w warunkach obciążeń statycznych.
2. Z analizowanych parametrów wytrzymałościowych podobnie różnicowały badane odmiany jedynie odkształcenie względne i stosunek pracy siły niszczącej z masą nasion.
3. Najmniejszymi wartościami analizowanych parametrów wytrzymałościowych charakteryzowały się nasiona soi odmiany Aldana. Największą siłą niszczącą i umowny wskaźnik odporności na ściskanie odnotowano dla nasion bobiku odmiany Amulet. Natomiast największe wartości odkształcenia, pracy potrzebnej do zniszczenia, jaki i pracy odniesionej do masy nasiona i grubości nasiona stwierdzono dla łubinu wąskolistnego Bojar.
4. Odmiany badanych roślin strączkowych, których nasiona miały większą masę i grubość były mniej podatne na uszkodzenia mechaniczne.
5. U wszystkich badanych odmian wzrost masy ich nasion powodował zwiększenie ich odporności na uszkodzenia, natomiast wzrost grubości nasion wpłynął jednoznacznie jedynie na zmniejszenie odkształcenia oraz stosunku pracy siły niszczącej i masy.

Literatura

- Bieganowski, F. (1995). Uszkodzenia nasion fasoli w modelowych zespołach mlócających. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 424, 13-17.
- Dlabaja, Z. (1989). Výmlat fazule upreveným kombajnom E-512. *Zemědělska Technika*, 3, 145-152.
- Dobrzański, B.; Rybczyński, R. (1996). Niektóre właściwości fizyczne nasion roślin strączkowych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 425, 43-48.
- Dobrzański, B. (1998). Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych. *Acta Agrophysica*, z.13, 13-20.
- Dorrel, D.G.; Adams M.W. (1969). Effect of some seed characteristics on mechanically induced seed coat damage in navy beans. *Agronomy Journal*, 5, 672-673.
- Evans, M.D.; Holmes, R.G.; Mc Donald, M.B. (1990). Impact damage to soybean seed as affected by surface hardness and seed orientation. *Transaction of the ASAE*, 1, 234-240.
- Gorzelany, J.; Puchalski, C. (1994). The effect of loading-force direction and magnitude on mechanical damage to horse bean seeds. *Zemědělska Technika*, 40(2), 105-112.
- Hebda, T.; Frączek, J. (2005). Wpływ wybranych czynników na wartość wskaźnika odkształcenia nasienia. *Inżynieria Rolnicza*, 11(71), 171-180.
- Sosnowski, S. (1991). Determining of the influence of the direction of loading forces on mechanical damage of bean seeds. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 389, 176-183.
- Sosnowski, S.; Kuźniar, P. (1999). Effect of dynamic loading on the quality of soybean. *International Agrophysics*, 13, 125-132.
- Strona, I.G. (1977). *Uszkodzenia nasion, przyczyny i zapobieganie*. Warszawa, PWRiL.

- Żabiński, A. (2006). Wytrzymałość doraźna nasion dwóch podgatunków soczewicy jadalnej (*Lens culinaris Medic.*). *Inżynieria Rolnicza*, 12(87), 565-572.
- Żabiński, A.; Mudryk, K. (2009). Wybrane właściwości fizyczne nasion krajowych i zagranicznych odmian soczewicy jadalnej. *Inżynieria Rolnicza*, 9(118), 319-329.

MECHANICAL PROPERTIES OF THE SELECTED LEGUME SEEDS AND THEIR WEIGHT AND THICKNESS

Abstract. The objective of the paper was to assess the correlation of mechanical properties of the selected legume seeds on their weight and thickness. The following were studied: seeds of narrow-leaved lupine Bojar and Regent, yellow lupine Mister and Taper, horse beans Amulet and Granit, and soya Aldana. The mechanical properties of seeds determined under quasi-static loads. Single seeds were loaded in a direction perpendicular to the plane of division of the cotyledon with a constant velocity of $v=10 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$. The tested cultivars of legume differed significantly with vulnerability of their seeds. Only relative deformation and relation of destructing force work to the seeds weight similarly differentiated the tested cultivars among the analysed strength parameters. The tested legume varieties had significantly different mechanical properties. Cultivars of the tested legumes, whose seeds have greater weight and thickness, were less susceptible to mechanical damage. In all varieties of seeds, the weight increase resulted in the increase of their resistance to damage, whereas the increase in the thickness of seeds clearly influenced only the reduction of deformation and ratio of destructive force and mass.

Key words: legume seeds, weight, thickness, mechanical properties

Adres do korespondencji:

Piotr Kuźniar; e-mail: pkuzniar@univ.rzeszow.pl
Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej
Uniwersytet Rzeszowski
ul. Zelwerowicza 4
35-601 Rzeszów