

## NIEKTÓRE CECHY STRĄKÓW LUBINU WĄSKOLISTNEGO WARUNKUJĄCE ICH PĘKANIE

*J. Tys, W. Strobel*

Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

**Streszczenie:** Badania zmierzające do określenia przyczyn pękania strąków i osypywania nasion wykazały, że w głównej mierze odpowiedzialne są za to cechy fizyczne wynikające z budowy anatomicznej owoców. W pracy poszukiwano zależności pomiędzy osypywaniem nasion w polu, a parametrami fizycznymi strąków. Badano wytrzymałość szwów, grubość sklerenchymy i cechy morfologiczne (współczynnik kształtu). Badania prowadzono na odmianach lubinu wąskolistnego, którego owoce są najbardziej podatne na pęknięcie i osypywanie nasion.

**Słowa kluczowe:** lubin, strąk, osypywanie.

### WSTĘP

Ważnym problemem w uprawie roślin strączkowych jest między innymi ich skłonność do samoczynnego pęknięcia owoców i osypywania nasion w czasie dojrzewania i zbioru. Niska wytrzymałość strąków lubinu wąskolistnego sprawia, że do ich pęknięcia nie zawsze jest konieczny bodziec zewnętrzny (wiatr, uderzenie części roboczych maszyn żniwnych). Energia wyzwalająca pęknięcie strąków może mieć naturę wewnętrzną. Powodem są naprężenia powstające w wyniku nierównomiernego nawilżania i wysychania komórek i tkanek łupiny strąka. W ruchach higroskopowych biorą udział martwe komórki tworzące owoc. Procesy te są natury fizycznej i są związane z anizotropią pęcznienia lub kurczenia. Przyczyn należy doszukiwać się w budowie mikroskopowej i submikroskopowej elementów składowych strąka. Strąk ma budowę warstwową, a głównymi warstwami są paranchyma i sklerenchyma [9]. Szczególnie budowa i właściwości tej ostatniej decydują o powstawaniu charakterystycznych

naprężeń. Na wielkość naprężeń wpływa również włóknista budowa sklerenchymy. Szczególnie istotne jest to, że nie są one ułożone równolegle, lecz rozmieszczone pod kątem około 30 stopni w stosunku do osi głównej owocu [2,9]. Włókna sklerenchymy mogą zmieniać swą grubość podczas wysychania lub kurczenia o 20%, przy zmianie długości o 0,01% [4]. Powoduje to powstawanie naprężeń prostopadłych do ułożenia włókien, które doprowadzają w skrajnych przypadkach do samoczynnego pęknięcia strąków i osypywanie nasion.

Niewystarczająca wiedza o przyczynach pęknięcia owoców wynika między innymi z braku prostych i obiektywnych metod ich oceny pod tym kątem. Problem ten interesuje zarówno hodowców jak Stacje Hodowli Roślin, których zadaniem jest ocena nowych odmian pod kątem przydatności do szerokiej uprawy. Uzasadnia to potrzebę prowadzenia badań mających na celu uzyskanie szybkich informacji o zachowaniu się strąków w końcowej fazie dojrzewania i w czasie zbioru.

#### MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Testom poddano po 30 strąków pobieranych z różnych roślin. Do badań wybrano odmiany charakteryzujące się niską zawartością alkaloidów: Emir, Saturn, Polonez oraz o wysokiej zawartości alkaloidów: Mirela i Bar (typ samokończący). Materiał pochodził ze Stacji Oceny Odmian w Uhninie (1997). Ocenie poddano niektóre fizyczne cechy strąków, które zostały następnie porównane z podatnością poszczególnych odmian na pęknięcie i osypywanie nasion w warunkach polowych.

##### *A. Ocena wytrzymałości szwów strąka.*

Przy pomocy stanowiska, umożliwiającego rozrywanie szwów strąka poprzez wtłoczenie do jego wnętrza powietrza, mierzono ciśnienie, przy którym występuje utrata spójności szwów strąka (jego otwarcie). Przebieg ciśnienia użytego do rozerwania szwów strąka był rejestrowany przez czujniki tensometryczne i przeliczany na siłę. Sposób ten umożliwia dokonanie pomiaru siły potrzebnej na rozerwanie 1mm szwu strąka [5,7].

##### *B. Grubość warstwy sklerenchymy*

Zdaniem wielu autorów, szczególne znaczenie dla wytrzymałości strąków ma grubość sklerenchymy. To ona bowiem w głównej mierze decyduje o podatności

na pęknięcie. Weeks [11] poszukiwał korelacji pomiędzy grubością strąka, a osypywaniem. Tomaszewska [10] liczyła ilość warstw komórek sklerenchymy w łuszczykach rzepaku. W pracy warstwa sklerenchymy została oddzielona od pozostałej części strąka i następnie określona jej grubość [3].

### C. Kształt strąka

Analizując owoc łubinu pod kątem jego wytrzymałości mechanicznej należy uwzględnić jego budowę anatomiczno - morfologiczną. Znaczenie skośnego ułożenia włókien sklerenchymy wyjaśniają następujące rozważania teoretyczne. Jeżeli powłokę strąka potraktować w przybliżeniu jako cienkościenny zbiornik o przekroju walcowym, to można przyjąć że naprężenia główne przyjmują następującą postać [1]:

$$\sigma_1 = \frac{pD}{2\delta}$$

$$\sigma_2 = \frac{pD}{4\delta}$$

gdzie:

$D$  średnica strąka;

$p$  naprężenie równomierne pochodzące od zmian higroskopijnych;

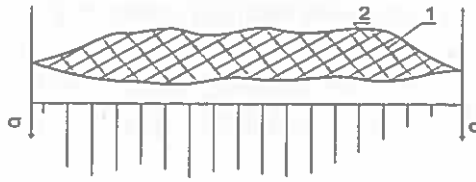
$\delta$  grubość ścian strąka;

$\sigma_1$  naprężenie główne w przekroju osiowym;

$\sigma_2$  naprężenie główne w przekroju prostopadłym do osi strąka;

Z powyższego rozważania wynika, że naprężenie główne w przekroju osiowym jest dwa razy większe od naprężenia głównego w przekroju prostopadłym do osi strąka.

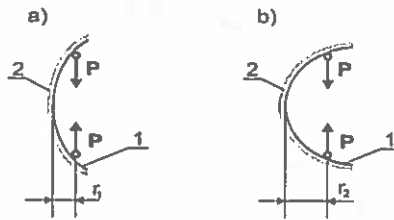
Paranchyma dodatkowo powoduje zwiększenie anizotropi procesu wysychania lub pęcznienia. Taka budowa i właściwości elementów składowych strąka prowadzi do powstania naprężeń powodujących momenty skręcające bezpośrednio działające na szwy łączące łupiny strąka. Znaczenie takiego ułożenia włókien sklerenchymatycznych wyjaśnia rys 1. Wynika z niego, że największe naprężenia skręcające występują w środkowej części strąka, gdzie siły działające na szew łączący łupiny są największe. Stąd też początku pęknięcia należy oczekiwać w okolicach środkowej, gdzie siły działające na szew łączący kłapy są w tym obszarze największe.



Rys. 1. Przewidywany rozkład naprężeń  $\sigma$  w strąku: 1-kierunek ułożenia włókien w warstwie sklerenchymy; 2-linie normalne o największym skurczu strąka

Fig. 1. Expected stress pattern in a pod: 1-direction of fibres orientation; 2-times perpendicular to fibres.

Innym istotnym elementem związanym z wytrzymałością jest kształt samego strąka. W zależności od ilości i wielkości nasion znajdujących się w strąku, łupiny posiadają charakterystyczne "wybrzuszenia", odwzorujące kształt i rozmiar mieszczącego się w nich nasienia.



Rys.2. Wielkość momentów skręcających łupinę zależy od jej wypukłości w płaszczyźnie przekroju strąka, normalnej do kierunku ułożenia włókien sklerenchymy; 1-włókna sklerenchymy; 2-warstwa mięksiszowa; a) łupina o mniejszym promieniu krzywizny; b) łupina o większej wypukłości.

Fig. 2. Values of torsional moments twisting a pod dependent on its crowning: 1-inner fibres layer; 2-parenchyma layer; a-smaller radius of a pod curvature; b-bigger radius of a pod curvature.

Przy założeniu, że siły  $P$  wynikające z kurczenia się włókien warstwy sklerenchymy są jednakowe dla strąków o większych i mniejszych wypukłościach, to strąki o większych wypukłościach są bardziej podatne na skręcanie (rys.2), gdyż mniejszy promień krzywizny powoduje zwiększenie ramienia ( $r_2$ ) momentu zginającego ( $M_g$ ) łupiny w rozpatrywanej płaszczyźnie (płaszczyzna prostopadła do kierunku ułożenia włókien warstwy sklerenchymy). Częstkowy moment zginający przyczyniający się do skręcenia łupiny będzie wynosił:

$$Mg = Pr$$

gdzie: P-siła zależna od stopnia wysuszenia warstwy sklerenchymy,  
r- ramię momentu zginającego Mg.

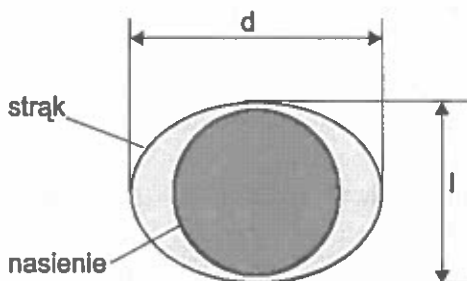
Rozpatrując układ działania sił oraz wielkość ramienia, na które te siły działają widać, że ramię  $r_2 > r_1$ , wobec tego moment  $Mg_2$  strąka  $b$  będzie większy od momentu  $Mg_1$  dla strąka  $a$  (rys.2), gdyż

$$Mg_2 = Pr_2$$

$$Mg_1 = Pr_1$$

Przedstawione rozważania wskazują, że oprócz budowy anatomicznej strąka istotny wpływ na zdolność strąka do osypywania się może mieć jego budowa morfologiczna, a szczególnie kształt strąka. Potwierdzenie powyższego rozważania teoretycznego wymagało znalezienie współczynnika, który opisywałby kształt poprzeczny strąka - jego „pękatość”.

W tym celu wykonano badania, które polegały na pobraniu dojrzałych strąków lubinu oraz pomiarze grubości i szerokości strąka w płaszczyźnie przekroju prostopadłej do osi głównej owocu przechodzącej przez najgrubszą (środkową) część strąka.



Rys.3. Przekrój strąka w rozpatrywanej płaszczyźnie.

Fig.3. Cross section of a pod.

Obliczony współczynnik  $k = d/0,5l$  pozwala określić krzywiznę lupiny strąka w płaszczyźnie przekroju niezależnie od wielkości strąka [6].

#### D. Ocena pękania strąków i osypywania nasion

Ocenę pękania strąków i osypywania nasion w warunkach polowych przeprowadzono na poletkach doświadczalnych Stacji Oceny Odmian w Uhninie. Ilość osypanych nasion, dla każdej odmiany, określano na 3 poletkach – każde o powierzchni 1 m<sup>2</sup>. Rośliny przetrzymywano na polu do momentu uzyskania

przez nie dojrzałości pełnej. Ilość osypanych nasion określano w procentach w stosunku do uzyskanego plonu.

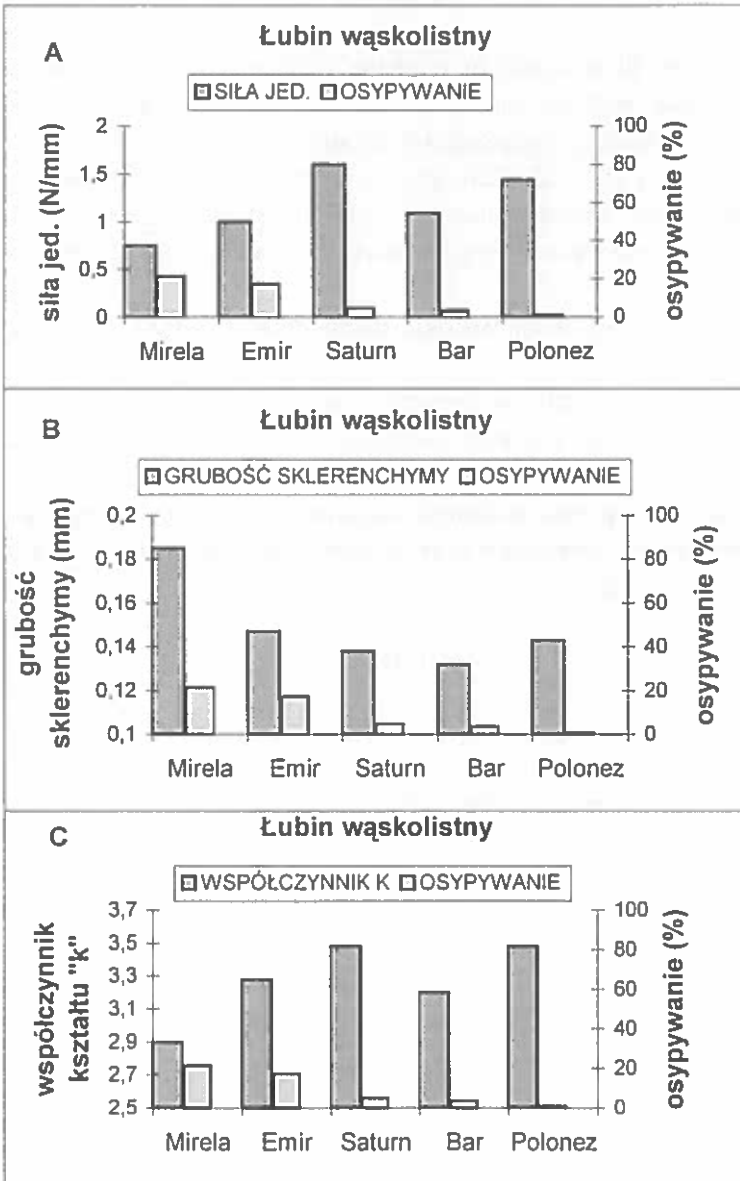
#### WYNIKI BADAŃ

Uzyskane wyniki badań przedstawione na rysunkach 1 – 4 wskazują, że badane odmiany różnią się wyraźnie pod względem wszystkich analizowanych cech.

Stwierdzono, że użycie najwyższej siły jednostkowej, niezbędnej do otwarcia strąka, wymagała odmiana Saturn (1,6 N/mm) oraz Polonez (1,4 N/mm). Oznacza to, że szwy najsilniej wiązały łupiny strąków tych odmian. Natomiast najniższe siły otwarcia występowały w strąkach odmiany Mirela (0,75 N/mm), u której wytrzymałość szwów była najniższa. Odmiana Saturn i Polonez charakteryzowały się również najkorzystniejszym - najwyższym współczynnikiem kształtu (3,48). Oznacza to, że strąki tych odmian były mniej wypukłe od pozostałych.

Analiza grubości sklerenchymy wykazała, że zdecydowanie najgrubszą warstwą komórek twardzicy charakteryzuje się odmiana Mirela (0,185 mm) podczas gdy dla pozostałych odmian mieściła się ona w przedziale 0,132–0,147 mm. Wykładnikiem tych niekorzystnych cech, zlokalizowanych u odmiany Mirela (znaczna grubość sklerenchymy, niewielki współczynnik kształtu, mała siła niezbędna do otwarcia strąka) było znaczne osypywanie nasion występujące na poziomie 20 %. Podczas gdy odmiana Saturn osypywała się zaledwie w 5%, a dla odmiany Polonez osypywanie w zasadzie nie wystąpiło (1%).

Przedstawione badania wskazują jednoznacznie, że pęknięcie strąków i osypywanie nasion jest procesem złożonym, na który wpływa cały szereg różnych czynników zarówno anatomicznych, jak i morfologicznych. Istotne jest również to, że straty nasion w polu można przewidywać na podstawie cech biologiczno – mechanicznych strąków ocenianych w warunkach laboratoryjnych. Należy jednak zaznaczyć, że badania te należało by uzupełnić o warunki meteorologiczne oraz podatność poszczególnych odmian na choroby – szczególnie grzybowe. Taka wszechstronna analiza pozwalała by przewidywać, z dużą dokładnością, zachowanie poszczególnych odmian w warunkach polowych, co stanowiło by cenną informację zarówno dla hodowców nowych odmian, jak i mechanizatorów przy określaniu sposobu ich zbioru oraz właściwej fazy dojrzałości, przy której by on następował.



Rys. 4. Zależność osypywania od mierzonych wartości: siła jednostkowa (A), grubość sklerenchymy (B), współczynnik kształtu (C) dla badanych odmian łubinu wąskolistnego.

Fig. 4. Dependence of grains shedding on a field depending on value of elementary force (A), sclerenchyma thickness (B), form factor (C) applied for splitting of pods of various blue lupine.

## WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki wskazują na istnienie zależności między geometrią strąka (współczynnik kształtu) oraz jego budową anatomiczną (grubość sklerenchymy), a skłonnością poszczególnych odmiany do osypywania w warunkach polowych (duża grubość sklerenchymy, mały współczynnik kształtu – znaczne osypywanie). Podobna zależność występuje również dla siły jednostkowej niezbędnej do otwarcia szwów strąka (mała siła - wysoki procent osypanych nasion).
2. Badane odmiany wykazują wysokie zróżnicowanie pod względem analizowanych cech.
3. Najkorzystniejsze cechy biologiczno – fizyczne posiadały odmiany Saturn i Polonez. Natomiast najgorsze odmiana Mirela, dla której również osypywanie było najwyższe (20 %).
4. Cechy, którymi opisano podatność strąków na pękanie i osypywanie nasion mogą być bardzo przydatne przy hodowli nowych, niepękających odmian łubinu wąskolistnego.

## PIŚMIENNICTWO

1. Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.: Wytrzymałość materiałów, WNT 1997.
2. Jasińska Z., Kotecki A.: Rośliny strączkowe, WN PWN 1993.
3. Strobel W.: Badanie wpływu warstwy sklerenchymy strąków łubinu na ich podatność na pękanie. Materiały na I Zjazd Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego. Lublin, 89-91, 1997.
4. Strasburger E.: Botanika, PWRiL 1972.
5. Szwed G., Fałęcki A., Tys J.: Metoda oceny wytrzymałości strąków na pękanie. Lubin: kierunki badań i perspektywy użytkowe. Poznań, 331-337, 1996.
6. Szwed G., Strobel W., Tys J.: Mechanizmy rządzące procesami pęknięcia strąków łubinu. Lubin we współczesnym rolnictwie, Olsztyn, 107-112, 1997.
7. Szwed G., Tys J., Strobel W.: Use of pressurised methods for grading the vulnerability of pods splitting. 6<sup>th</sup> International Conference on Agrophysics. Lublin, 346-347, 1997.
8. Świącicki W., Świącicki W. K., Wiatr K.: Historia, współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli roślin strączkowych w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., z 446: 15-32. 1997.
9. Tomaszewska Z.: Wstępne badania nad anatomią strąków łubinu. Acta agrobotanica, vol II, 151-177. 1954.



10. Tomaszewska Z.: Badania morfologiczne i anatomiczne luszczyn kilku odmian rzepaku i rzepiku ozimego oraz przyczyny i mechanizm ich pękania. *Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, t.8 z. 2, 147-180. 1964.
11. Weeks S. A. Wolford J. C., Klejs E. W.: A tensile testing method for determining the tendency of soybean pods to dehisce. *Trans. ASAE* vol. 18, No 3, 471 – 474. 1975.

## SELECTED FEATURES OF LUPINE PODS DETERMINING THEIR CRACKING

*J. Tys, W. Strobel*

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

**Summary:** The experiments aiming to describe the conditions determining cracking of lupine pods and seed shedding showed that their physical properties were the main factor responsible for the process. It results from the anatomical structure of the fruits. In this paper we were looking for the correlation between seed shading the field conditions and the physical features of pods. We examined the resistance of raphs, sclerenhyma layer thickness and selected morphological features (form factor). The experiments were conducted on blue lupine varieties that has the most susceptible for cracking.

**Keywords:** lupine, pod, shedding.