

Adam Figiel*, Bogdan Stępień*, Lesław Janowicz**

*Instytut Inżynierii Rolniczej

Akademia Rolnicza we Wrocławiu

**Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWE NASION RZEPAKU

Streszczenie

Nasiona rzepaku, po pobraniu z silosu w różnych terminach, poddane zostały kondycjonowaniu w pomieszczeniu laboratorium. Zarówno pojedyncze nasiona jak i nasiona w masie zostały poddane testowi wytrzymałości na ściskanie. Stwierdzono, że czas przechowywania nie miał istotnego wpływu na właściwości wytrzymałościowe nasion rzepaku. Jakkolwiek nieznaczny wzrost wilgotności nasion powodował wzrost odkształcenia względnego pojedynczych nasion i nasion w masie. Stwierdzono także, że wzrost wilgotności nasion przyczynił się do zmniejszenia wytrzymałości pojedynczych nasion i modułu sprężystości nasion w masie.

Słowa kluczowe: nasiona rzepaku, przechowywanie, wilgotność, wytrzymałość na ściskanie

Wykaz symboli

W – wilgotność nasion [%]

F_{max} – siła niszcząca pojedyncze nasienie [N]

\mathcal{E}_{max} – odkształcenie względne towarzyszące sile niszczącej F_{max} [mm/mm]

\mathcal{E} – odkształcenie względne nasion w masie [mm/mm]

E – moduł sprężystości nasion w masie [MPa]

Wprowadzenie

Magazynowanie nasion rzepaku stwarza znacznie większe ryzyko niż magazynowanie ziarna zbóż. Decydującą rolę odgrywa skład chemiczny, który może powodować powstanie niekontrolowanych i niekorzystnych reakcji. Jednak główną przyczyną psucia się nasion rzepaku, podczas składowania, jest ich nadmierna wilgotność. Wilgotność nasion powinna wynosić około 7% i nie powinna być

niższa niż 5% [Niewiadomski 1983]. Nasiona rzepaku można przechowywać zarówno w magazynach płaskich jak i w magazynach silosowych – wysokich komorach czworokątnych, drewnianych, metalowych oraz metalowych silosach cylindrycznych. W krajach Europy Zachodniej, zwłaszcza w Niemczech, w magazynach o dużych pojemnościach używane są agregaty schładzające powietrze [Keiser 1988].

Perspektywa produkcji ekologicznego paliwa z nasion rzepaku, mimo konieczności spełnienia określonych warunków technologicznych, ekonomicznych i organizacyjnych może przyczynić się do wzrostu uprawy rzepaku w gospodarstwach indywidualnych, często pozbawionych typowej bazy suszarniczo – przechowalniczej. Istotne różnice cech fizycznych nasion rzepaku [Calisir i in.] w porównaniu z ziarnem zbóż muszą być uwzględnione w przypadku adaptacji lub bazowania na układach magazynowych przeznaczonych dla ziarna zbóż. Nasiona rzepaku stawiają również inne wymagania w ciągu technologicznym obróbki pozbiorowej [Stępniewski i in. 2003]. Niekiedy zachodzi konieczność ich sztucznego dosuszania mającego wpływ na jakość uzyskanego oleju [Tys i in. 2002]. Badania wpływu warunków przechowywania nasion rzepaku na ich właściwości wytrzymałościowe dynamiczne [Tys, Szwed 2000] lub statyczne [Szwed i in. 2000] zasadniczo ograniczone są do kontrolowanych warunków laboratoryjnych. Łatwo wtedy zadbać o utrzymanie stałej wartości podstawowych parametrów takich jak wilgotność lub temperatura [Sobczuk, Tys 2004] lub dokonać precyzyjnej analizy zależności między naprężeniem i odkształceniem pojedynczych nasion, znajdujących się w masie, przy użyciu metody elementów skończonych [Raji, Favier 2004]. Nawet w projektowaniu silosów przeznaczonych do przechowywania nasion [Moya i in. 2002] bierze się pod uwagę właściwości mechaniczne tych nasion, które nie doznały stresu związanego ze zmiennymi warunkami praktycznie panującymi w silosie. Dlatego wydaje się być celowe podejmowanie prób wyznaczania wytrzymałości nasion rzepaku przechowywanych w silosach przemysłowych mimo wielu niedogodności metodycznych polegających m.in. na trudności ujednoczenia wilgotności i określenia pochodzenia materiału (sposobu suszenia, technologii zbioru, odmiany itp.).

Cel badań

Celem pracy było wyznaczenie wpływu czasu przechowywania nasion rzepaku w silosie na ich wytrzymałość na ściskanie. Testom poddano pojedyncze nasiona oraz nasiona w masie. W badaniach uwzględniono wpływ wilgotności nasion.

Metodyka badań

Trzy próbki nasion rzepaku pobierane z dna silosu w określonych odstępach czasu (tab. 1) natychmiast zamykane były w plastikowych pojemnikach. Kondycjonowanie nasion polegało na ich jednoczesnym umieszczeniu w płóciennych workach

i przetrzymywaniu w pomieszczeniu o stałej wilgotności względnej powietrza przez trzy tygodnie. Ewentualny kierunek zmian wyznaczanych cech nasion kondycjonowanych przy tej samej wilgotności powietrza pozwoliłby wnioskować o wpływie samego czasu przechowywania nasion w silosie z ograniczeniem wpływu ich wilgotności. Wilgotność nasion wyznaczono metodą suszarkową.

Badania wytrzymałości nasion rzepaku na ściskanie wykonano przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Instron 5566 z prędkością przemieszczenia głowicy $1,8\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Test wytrzymałości pojedynczych nasion wykonano stosując głowicę o zakresie pomiarowym do 100N. Do badań przeznaczano jedynie nasiona bez widocznych uszkodzeń. Eliminowano również nasiona największe i najmniejsze. Wykonano po 40 powtórzeń dla każdej grupy pobranych nasion aby zredukować wpływ zorientowania płaszczyzny przylegania liścieni względem kierunku obciążania [Stępniewski i in. 1994]. Analizę statystyczną wykonano na podstawie 30-tu powtórzeń eliminując powtórzenia obciążone znacznymi błędami pomiarowymi. Wyznaczono wartości sił niszczących pojedyncze nasienie rzepaku oraz odpowiadające mu odkształcenie bezwzględne. Wykorzystując wysokość początkową próbki, obliczono wartość odkształcenia względnego w punkcie zniszczenia próbki.

Test wytrzymałości nasion rzepaku w masie wykonano stosując głowicę o zakresie pomiarowym do 10 kN. Nasiona wsypywano do cylindra o średnicy 60 mm i wysokości 30 mm. Nadmiar nasion usuwany był listwą o zaostrej krawędzi w sposób zapewniający wypełnienie cylindra bez ugniatania nasion. Test ściskania trwał do osiągnięcia naprężenia 250 kPa. Wyznaczono odkształcenie względne próbki nasion towarzyszące temu naprężeniu. Moduł sprężystości wyznaczono w granicach od 100 do 250 kPa. W tym zakresie obserwowano liniowy przyrost naprężenia w funkcji odkształcenia ściskanej próbki. Wykonano po pięć powtórzeń dla każdej grupy nasion.. Dokładność mierzenia siły była nie mniejsza niż 0,25% rejestrowanego obciążenia a dokładność mierzenia przemieszczenia głowic tensometrycznych wynosiła 0.05%.

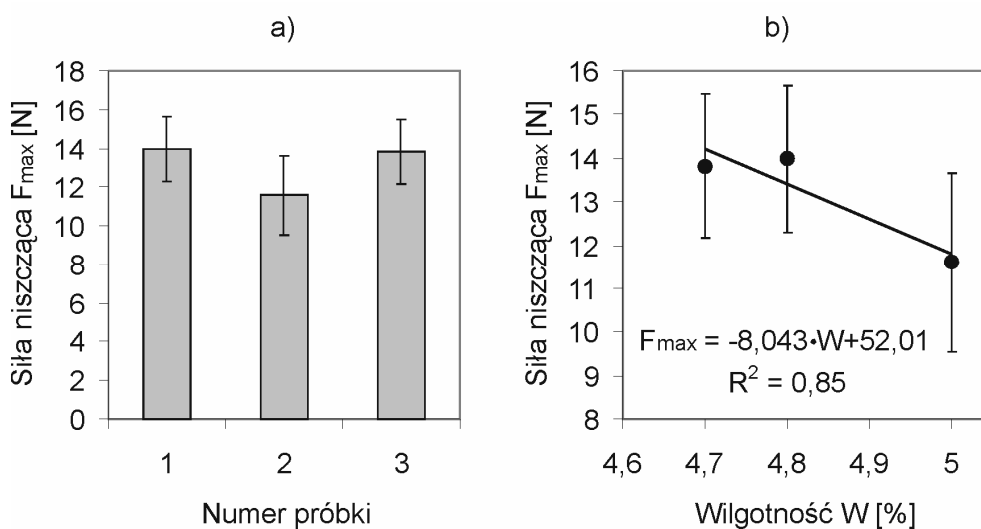
Analiza wyników badań

W rezultacie kondycjonowania nasion rzepaku uzyskano zakres wilgotności od 4,7 do 5,0% (tab. 1).

Tabela 1. Wilgotność próbek nasion rzepaku pobranych z silosu w trzech terminach
Table 1. Moisture content of rape seeds collected from a silo in three time-limits

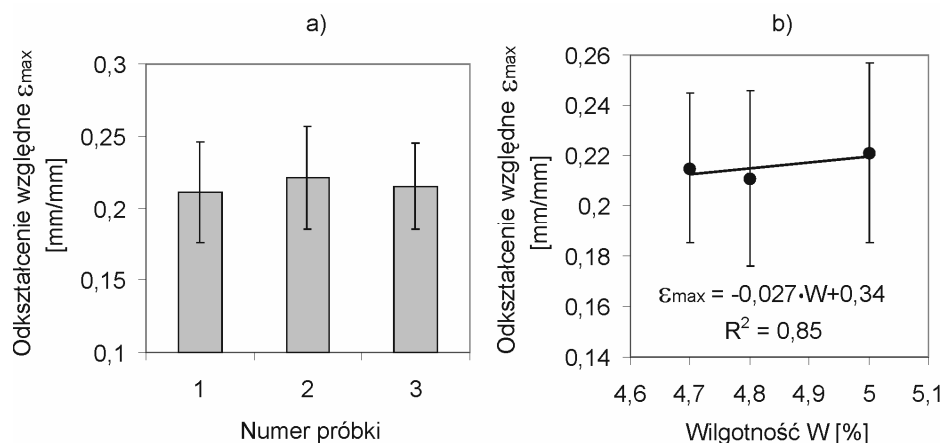
Numer próbki	1	2	3
Termin pobrania próbki	16.01.2004	23.03.2004	07.05.2004
Wilgotność W [%]	4,8	5,0	4,7

Wartości sił niszczących pojedyncze nasiona rzepaku oraz towarzyszące im odkształcenia względne przedstawiono na rys. 1a oraz 2a. Średnie wartości sił niszczących pojedyncze nasienie badanego rzepaku wahały się od 11,6N (dla próbki nr 2) do 13,98N (dla próbki nr 1) a średnie wartości odkształceń względnych od 0,211 mm/mm (dla próbki nr 1) do 0,221 mm/mm (dla próbki nr 2). Stwierdzono brak istotnych różnic w wytrzymałości pojedynczych nasion rzepaku pobieranych z silosu w założonych terminach. Mimo, że zakres uzyskanych wilgotności nasion był bardzo wąski to zauważono tendencję polegającą na spadku wartości siły niszczącej (rys. 1b) oraz wzrostu odkształcenia względnego pojedyncze nasiona rzepaku (rys. 2b) wraz ze wzrostem ich wilgotności. Taką tendencję potwierdzają wyniki badań pojedynczych nasion rzepaku przeprowadzonych w szerszym zakresie wilgotności od 7 do 9,5% przez Cenkowskiego i innych [1995].



Rys. 1. Siła niszcząca pojedyncze nasienie rzepaku F_{max} : a) wpływ terminu pobrania próbki, b) wpływ wilgotności

Fig 1. Force damaging single rape seed F_{max} : a) effect of sample collection time, b) effect of moisture content



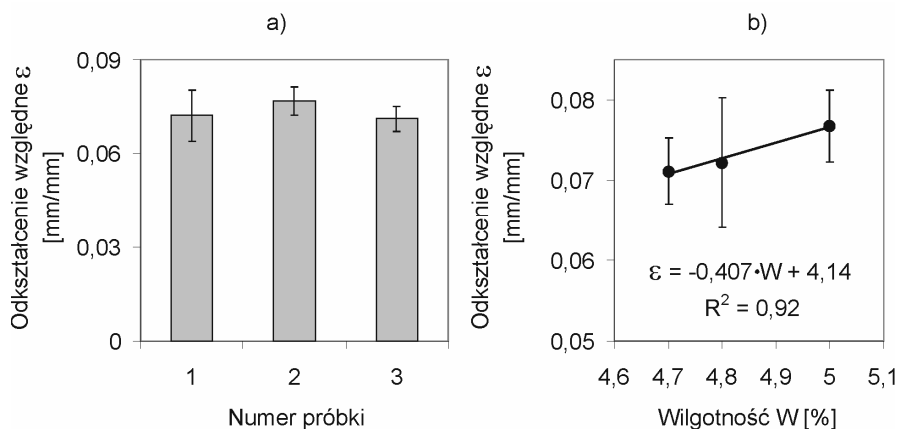
Rys. 2. Odkształcenie względne pojedynczego nasienia rzepaku ϵ_{max} : a) wpływ terminu pobrania próbki, b) wpływ wilgotności

Fig. 2. Strain of single rape seed ϵ_{max} : a) effect of sample collection time, b) effect of moisture content

Na rys. 3a przedstawiono średnie wartości odkształceń względnych a na rys. 4a średnie wartości modułu sprężystości nasion umieszczonych w cylindrze. Wartości odkształceń względnych wahały się od 0,071 mm/mm (dla próbki nr 3) do 0,077 mm/mm (dla próbki nr 2). Natomiast wartości modułów sprężystości wahały się od 5,63 MPa (dla próbki nr 2) do 6,26 (dla próbki nr 1). Także w przypadku nasion badanych w masie dało się zauważyć, że wilgotność nasion miała większy wpływ na wyznaczone parametry niż termin pobierania próbek. Mianowicie wzrost wilgotności nasion powodował wzrost odkształcenia względnego oraz spadek wartości modułu sprężystości. Spadek wartości modułu sprężystości nasion rzepaku w masie spowodowany wzrostem ich wilgotności w zakresie od 6 do 15% zaobserwowali także Molenda i Stasiak [2002].

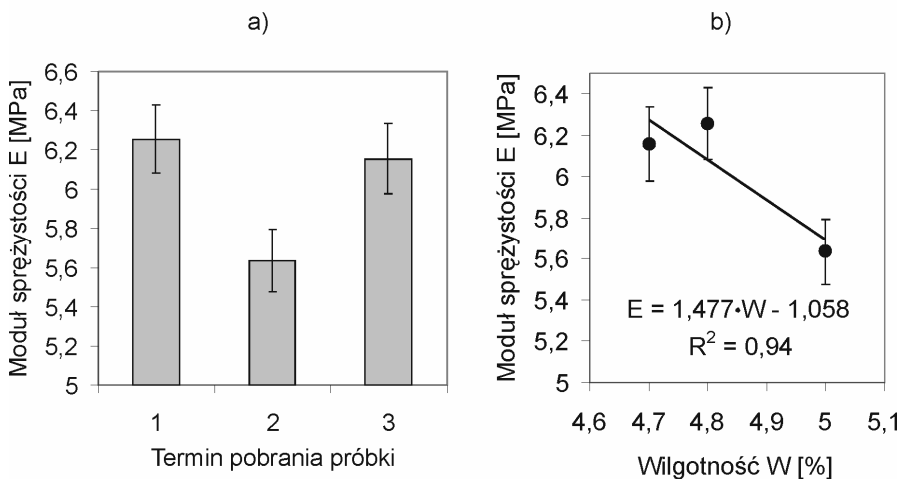
Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono wpływu czasu przechowywania nasion rzepaku na ich wytrzymałość na ściskanie. Jednak należy wziąć pod uwagę, że testy wytrzymałościowe przeprowadzone były przy zastosowaniu prędkości quasi – statycznych a materiał dostarczany przez różnych producentów pobierany był z silosu przemysłowego, co znacznie utrudnia kontrolę warunków przechowywania nasion o nieznanej historii pochodzenia. Badania laboratoryjne przeprowadzone przez Tysa i Szweada [2000] udowodniły, że po pewnym czasie przechowywania nasion rzepaku o określonej wilgotności, w stałej temperaturze i pod niezmiennym obciążeniem dochodzi do zmiany wytrzymałości tych nasion na obciążenia dynamiczne. Zauważono także na podstawie pomiaru oporu

przepływu powietrza w nasionach [Szwed i in. 2000], że w czasie przechowywania nasiona rzepaku ulegają trwałej deformacji, zwłaszcza przy większej wilgotności (11%).



Rys. 3. Odkształcenie względne nasion rzepaku w masie ε : a) wpływ terminu pobrania próbki, b) wpływ wilgotności

Fig 3. Strain of rape seed in bulk ε : a) effect of sample collection time, b) effect of moisture content



Rys. 4. Moduł sprężystości nasion rzepaku w masie E : a) wpływ terminu pobrania próbki, b) wpływ wilgotności

Fig 4. Elasticity modulus of rape seed in bulk E : a) effect of sample collection time, b) effect of moisture content

Przy mniejszej wilgotności (6%) deformacja nasion była kilkakrotnie mniejsza i praktycznie nie ulegała zmianie już po 6–ciu dniach przechowywania. W prezentowanych badaniach wilgotność nasion rzepaku nie przekraczała 5% a czas przechowywania w silosie wynosił 16 tygodni.

Wnioski

1. Czas przechowywania nasion rzepaku w silosie (16 tygodni) w warunkach przemysłowych nie miał bezpośredniego wpływu na ich właściwości wytrzymałościowe wyznaczone przy zastosowaniu prędkości quasi - statycznych.
2. Wzrost wilgotności nasion rzepaku spowodował spadek odkształcenia względnego zarówno pojedynczych nasion jak i nasion w masie oraz wzrost siły niszczącej pojedyncze nasienie a także wzrost modułu sprężystości nasion w masie.

Bibliografia

Calisir S., Marakoglu T., Ogut H., Ozturk O. 2005. Physical properties of rapeseed (*Brassica napus oleifera* L.). J. of Food Eng. 69, s. 61-66.

Cenkowski S., Zhang Q. 1995. Effect of Sorption Hysteresis on Mechanical Behaviour of Canola. Trans. of the ASAE. 38 (5), s. 1455-1460.

Keiser H. 1988. Tips fur die Rapstroekung. Top Agrar 7, s. 67-68.

Moya M., Ayuga F., Guaita M., Aguado P. 2002. Mechanical properties of granular agricultural materials. Trans. of the ASAE. 45 (5), s. 1569-1577.

Molenda M., Stasiak M. 2002. Determination of the elastic constants of cereal grains in a uniaxial compression test. Int. Agrophysics 16, s. 61-65.

Niewiadomski H. 1983. Technologia nasion rzepaku. PWN, Warszawa.

Raji A.O., Favier J.F. 2004. Model for the deformation in agricultural and food particulate materials under bulk compressive loading using discrete element method. I: Theory, model development and validation. J. of Food Eng. 64, s. 359-371.

Sobczuk H., Tys J. 2004. Analiza procesu ściskania nasion rzepaku w teście olejowym. Acta Agroph. Vol.4, nr 2, s. 547-555.

Adam Figiel, Bogdan Stępień, Lesław Janowicz

Stępniewski A., Kutzbach H. D., Szot B. 1994. Effect of spatial orientation of rapeseed on its strength. *Int. Agrophysics* 8, s. 333-337.

Stępniewski A., Szot B., Sosnowski S. 2003. Uszkodzenia nasion rzepaku w pozbiorowym procesie obróbki. *Acta Agroph.* Vol.2, nr 1, s. 195-203.

Szwed G., Tys J., Strobel W. 2000. Zmiana właściwości mechanicznych nasion rzepaku wywołana warunkami oraz czasem przechowywania. *Inż. Roln.* nr 6, s. 289-294.

Tys J., Szwed G. 2000. Rapeseed storage and their mechanical strength. *Int. Agrophysics* vol. 14, nr 2, s. 255-257.

Tys J., Sujak A., Bogdan A. 2002. Changes to the composition of colorants caused by temperature of drying rapeseed. *Int. Agrophysics* vol. 16, nr 4, s. 307-312.

SOME STRENGTH PROPERTIES OF RAPE SEEDS

Summary

Rape seeds samples collected from a silo in different time were subjected to conditioning at the laboratory room. Both, individual seeds as well as seeds in bulk were subjected to compressive strength test. It was stated that the time of storage had no significant effect on rape seeds strength properties. However the slight increase in moisture content increased the strain of individual seeds and seeds in bulk. It was also stated that the increase in moisture content decreased the strength of individual seeds and the elasticity modulus of seeds in bulk.

Key words: rape seeds, storage, moisture content, compressive strength