

OCENA OPORU PRZEPŁYWU POWIETRZA PRZEZ WARSTWĘ NASION RZEPAKU

Grzegorz Szwed, Józef Łukaszuk

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

Streszczenie. Badano opór przepływu powietrza przez warstwę nasion rzepaku. Nasiona przechowywano w komorach ciśnieniowych (300 kPa) symulujących silosy przemysłowe. Do badań wykorzystano nasiona rzepaku jarego odmiany Star o wilgotności 6 i 11%. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem czasu przechowywania rośnie opór przepływu. Po 50 dniach przechowywania opór przepływu dla nasion o wilgotności 11% był dwukrotnie większy niż dla nasion o wilgotności 6%. Za główną przyczynę wzrostu oporów przepływu uznano trwałą deformację nasion.

Słowa kluczowe: nasiona rzepaku, odkształcenie, naprężenie, opór przepływu

WSTĘP

Intensyfikacja procesów produkcyjnych w przemyśle rolno-spożywczym powoduje, że konstrukcje silosów i elewatorów, w których przechowuje się nasiona, osiągają coraz większe wymiary [9,4]. Ze wzrostem wysokości zbiorników rosną naprężenia w przechowywanym materiale. Wzrost naprężeń prowadzi do odkształceń i uszkodzeń nasion oraz spadku porowatości warstwy materiału. W pewnych warunkach naprężenia mogą osiągać wartości niszczące tkanki nasion [1,2,8]. W przypadku długiego czasu przechowywania może zachodzić także zbrylanie materiału, co w konsekwencji prowadzi do wzrostu oporów przepływu powietrza i utrudnionego opróżniania zbiornika [1,4]. Opór przepływu powietrza przez warstwę materiału sypkiego zależy od wielu czynników. Głównym są właściwości ośrodka, do których należą: gęstość, porowatość i grubość warstwy, ilość zanieczyszczeń, wielkość i orientacja przestrzenna cząstek oraz ich kształt [5,6]. W przypadku roślinnych materiałów sypkich istotnego znaczenia nabiera wilgotność materiału – decydująca o podatności nasion na odkształcenia oraz czas przechowywania. Thompson i Ross

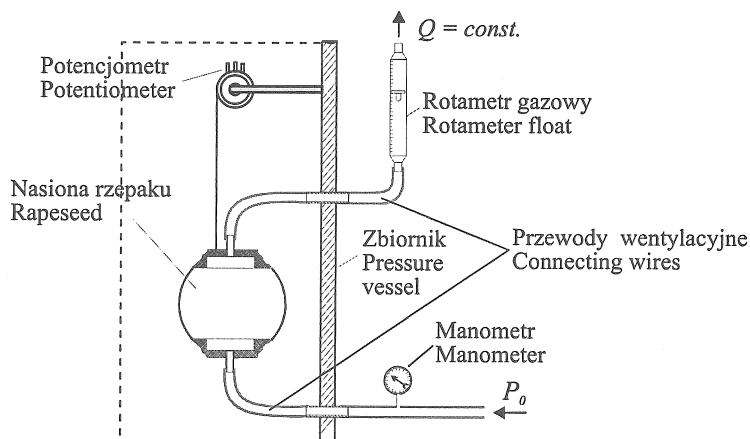
[11] badając ściśliwość masy ziarna pszenicy w zakresie ciśnienia do 7 kPa stwierdzili, że w przedziale wilgotności 8 do 12% połowa zmiany gęstości ośrodka pochodziła od reorientacji ziarniaków, a reszta od ich sprężystej deformacji. Wzrost wilgotności zwiększał udziału deformacji ziarniaków w zmianie gęstości ośrodka.

Zależność cech fizycznych materiałów roślinnych od gatunku, odmiany, sposobu uprawy, dojrzałości, wilgotności i temperatury powoduje, że ich właściwości mechaniczne są niestabilne, a jednoznaczny opis zachodzących zmian jest trudny [3,7,10]. Duża zmienność właściwości mechanicznych materiałów roślinnych utrudnia procesy magazynowania.

Bliższe poznanie zmian, zachodzących w określonych warunkach zewnętrznych, pozwoli przewidzieć jak zachowa się przechowywany materiał. W pracy rozpatrywano zależność odkształcenia objętościowego od oporu przepływu powietrza zachodzącą w badanych próbkach nasion rzepaku w warunkach zewnętrznych określonych doświadczeniem.

MATERIAŁ I METODA

Do badań wykorzystano nasiona rzepaku jarego odmiany Star o dwóch poziomach wilgotności początkowej 6 i 11%. Oczyszczone próbki materiału o masie 2,5 kg formowano w kształcie zbliżonym do kuli w szczelnych, cienkich osłonach lateksowych i umieszczano w komorze ciśnieniowej (rys.1).

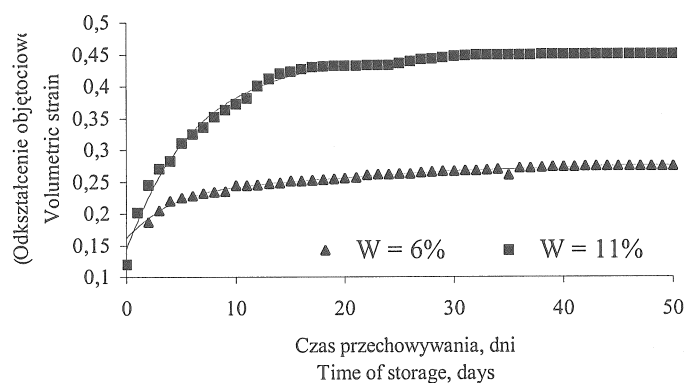


Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego
Fig. 1. Scheme of the sample examined

Ciśnienie powietrza w zbiorniku ustalono na 300 kPa. Temperatura w zbiorniku zbliżona była do temperatury otoczenia i wynosiła około 20°C. Atmosferę nasion próbek (wnętrze osłony lateksowej) połączono z atmosferą zewnętrzną (otoczeniem zbiornika) przy pomocy przewodów wentylacyjnych. W jednodniowych odstępach czasu mierzono średnicę próbki i ciśnienie powietrza wejściowego P_0 , przy którym jego natężenie przepływu Q miało stałą wartość równą $0,41 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Wartość ciśnienia P_0 ustalano przy pomocy odpowiedniego zaworu odcinającego atmosferę próbki od komory sprężarki. Średnicę próbki mierzono przy pomocy czujnika rezystancyjnego (potencjometru) połączonego mechanicznie z próbką. Natężenie przepływu powietrza mierzono rotametrem gazowym. Doświadczenie prowadzono do czasu stabilizacji mierzonych wielkości (50 dni).

WYNIKI

Stały napór powietrza w zbiorniku, wraz z upływem czasu, wywoływał zmiany w strukturach geometrycznych próbek. Dynamika tych zmian zależała istotnie od wstępnej wilgotności nasion. Gwałtowny wzrost odkształcenia objętościowego dla próbki nasion o wilgotności 6% trwał przez około 10 dni (rys. 2). Odkształcenie objętościowe ε_v osiągnęło po tym czasie wartość około 0,23. Dla próbki nasion o wilgotności 11% czas wyraźnego wzrostu odkształcenia objętościowego był dłuższy i wynosił około 15 dni (ε_v około 0,42). Od tego momentu odkształcenie objętościowe rosło asymptotycznie i praktycznie ustalało się po 50 dniach.

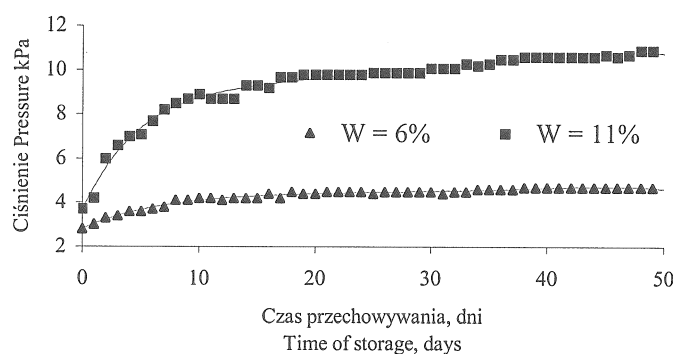


Rys. 2. Przebiegi odkształcenia objętościowego ε_v próbek nasion rzepaku odmiany Star o wilgotności początkowej 6 i 11%

Fig. 2. Scheme of the volumetric strain ε_v of the rape seed var. Star samples at an initial moisture content of 6% and 11%

Wzrost odkształcenia objętościowego próbki o wilgotności nasion 11%, w stosunku do próbki o wilgotności nasion 6%, wynikał ze zwiększonej podatności nasion na odkształcenia.

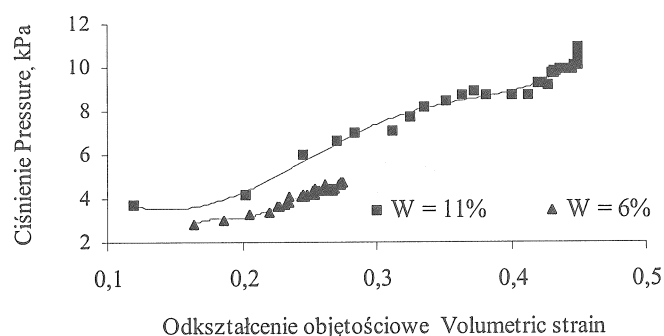
Wzrost ciśnienia powietrza wejściowego P_0 , kompensującego wzrost oporu przepływu powietrza przez próbki, przedstawiono na (rys. 3). Dla próbki o wilgotności nasion 6% najszybszy wzrost ciśnienia powietrza wejściowego P_0 trwał przez okres około 10 dni, podobnie jak w przypadku zmiany objętości (rys. 2). Po tym czasie ciśnienie stabilizowało się na poziomie około 4,5 kPa. Dla próbki o wilgotności nasion 11% okres najszybszego wzrostu ciśnienia powietrza wejściowego P_0 wynosił około 15 dni, po czym ciśnienie to rosło asymptotycznie do wartości maksymalnej wynoszącej około 11 kPa.



Rys. 3. Przebiegi zmian ciśnienia powietrza wejściowego P_0 przepływającego przez próbki nasion rzepaku odmiany Star o wilgotności początkowej 6 i 11%. Natężenie przepływu $Q = \text{const} = 0,41 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Fig. 3. Scheme of air-pressure P_0 changes flowing through the samples of rapeseed var. Star at an initial moisture content of 6% and 11%. The flow intensity $Q = \text{const} = 0.41 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$

Zależność ciśnienia powietrza wejściowego P_0 od odkształcenia objętościowego ε_v próbek przedstawiono na (rys. 4).

Obliczony współczynnik korelacji między przebiegiem zmian ciśnienia i objętości dla próbek o początkowej wilgotności nasion 6% wynosił 0,98, a dla próbek o początkowej wilgotności nasion 11% 0,97. Świadczy to o wyraźnym wpływie odkształceń nasion na zmniejszenie przestrzeni zajmowanej przez fazę gazową (spadek porowatości) i w konsekwencji o wzroście oporów przepływu. Zależność (P_0 , ε_v) przedstawiona na rysunku 4 wskazuje, że dla nasion o niższej wilgotności zmienne osiągają mniejsze wartości.



Rys. 4. Zależność ciśnienia powietrza wejściowego P_0 od odkształcenia objętościowego ϵ_v próbek nasion rzepaku Star o wilgotności: 6 i 11%

Fig. 4. Relationship between air-pressure P_0 and volumetric strain ϵ_v of the rape seed samples var. Star at a moisture content of 6% and 11%

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania, mające charakter metodyczny, zmierzają do wyjaśnienia groźnych zjawisk występujących niekiedy w procesie przechowywania nasion rzepaku. Badania ograniczono do jednej odmiany rzepaku jarego wybranego jako materiał modelowy. „Zlepianie” się masy nasiennej w silosie, opisywane m.in. przez Bulsiewicza i innych [1], powoduje zawieszanie się warstwy materiału i uniemożliwia normalne opróżnianie silosów. Zaproponowany sposób badania pozwala bezpośrednio doprowadzić do jakościowego oszacowania wpływu naprężeń, wilgotności, odmiany, temperatury i czasu na zachowanie się nasion w silosie w zadanych warunkach przechowywania. Aby otrzymać wyczerpujące informacje o właściwościach przechowywanego materiału należy przeprowadzić doświadczenie w szerokich granicach skali czasu przy zróżnicowanej wilgotności i temperaturze. Przeprowadzone badania jednej odmiany rzepaku o dwóch poziomach wilgotności ujawniały, że zachowanie się nasion zależy bardzo wyraźnie od czasu trwania eksperymentu. Określenie wpływu naprężeń na zachowanie się warstwy nasion rzepaku może stanowić podstawę do rozszerzenia badań na inne nasiona, a w przyszłości może posłużyć do określenia optymalnych warunków przechowywania (wilgotność, temperatura, czas).

WNIOSKI

1. Wzrost wilgotności powoduje zwiększenie udziału deformacji nasion rzepaku i zwiększa opór przepływu.
2. Wzrost oporu przepływu osiąga największą dynamikę w początkowym okresie przechowywania nasion rzepaku.
3. Okres dynamicznego wzrostu oporów przepływu wydłuża się ze wzrostem wilgotności przechowywanych nasion rzepaku.
4. Po 50 dniach przechowywania opór przepływu dla nasion rzepaku o wilgotności 11% jest ponad dwa razy większy od oporu przepływu dla nasion o wilgotności 6%.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bulsiewicz T., Matzke W., Smarzyński E., Świątek K.:** Magazynowanie ziarna zbóż, nasion roślin strączkowych i oleistych. WNT, Warszawa, 1975.
2. **Drescher A.:** Metody obliczeń parć i przepływu materiałów ziarnistych w zbiornikach. PWN, Warszawa – Poznań, 1983.
3. **Grundas S., Horabik J.:** Wpływ wilgotności na lepkosprężyste właściwości zboża. Biofizyka, WSR-P Siedlce, 299-316, 1980.
4. **Horabik J.:** Charakterystyka właściwości fizycznych roślinnych materiałów sypkich istotnych w procesach składowania. Acta Agrophysica, 54, 2001.
5. **Jayas D.S., Sokhansanj S., Sosulski F.W.:** Resistance of bulk canola seed to airflow in the presence of foreign material. Canadian Agricultural Engineering, (33), 47-54, 1990.
6. **Jayas D.S., Sokhansanj S., White N.D.G.:** Bulk density and porosity of two canola species. American Society of Agricultural Engineers, 32(1), 291-294, 1989.

RESISTANCE OF BULK RAPESEED TO AIRFLOW

Grzegorz Szwed, Józef Łukaszuk

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
jlukas@demeter.ipan.lublin.pl

Abstract. This paper presents results of air measurement in the rapeseed layer stored in pressure chambers simulating an industrial grain silo. The survey was conducted on spring rapeseed of the Star cultivars at two humidity levels of 6% and 11% and under pressure of 300 kPa. The results showed an increase in the airflow resistance of the seed layer tested with the time of storage. After 50 days of storage, the airflow resistance in the seed layer at 11% humidity was several times higher than in the seed layer at 6% humidity. It was concluded that the main reason for the change in the airflow resistance was deformation of the stored seeds.

Key word: rapeseed, deformation, stress, flow resistance