

Elżbieta Kusińska*, Sławomir Gawłowski**

*Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych

**Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego
Akademia Rolnicza w Lublinie

WPŁYW ZAWARTOŚCI WODY W NASIONACH RZEPAKU I CZASU PRZECHOWYWANIA NA NAPÓR PIONOWY W SILOSIE

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań naporu pionowego w silosie podczas składowania nasion rzepaku o zawartości wody 6, 10, 11,5 i 13,5%. Analiza statystyczna wyników wykazała, że na wartości naporu pionowego rzepaku istotny wpływ wywiera zawartość wody i okres przechowywania.

Słowa kluczowe: rzepak, zawartość wody, przechowywanie, silos, napór pionowy

Wykaz oznaczeń

- P_v – napór pionowy [Pa],
 F_v – siła pionowa [N],
 S_t – powierzchnia tłoka [m²],
 τ – okres przechowywania [dni],
 u – zawartość wody [%].

Wprowadzenie

Napór ziarna na ściany zbiornika jest ściśle związany z zawartością w nim wody. Zawartość wody zmienia się w trakcie przechowywania, co może być spowodowane dyfuzją, adsorpcją wody z powietrza oraz pochłanianiem wody wydzielanej w wyniku oddychania ziarna. Wratten i in. [1969], Muthukumarappan i in. [1992], Mohsenin [1986] stwierdzili, że ziarno pęcznieje podczas nawilżania, a przyrost objętości ziarna jest proporcjonalny do ilości pochłoniętej wody. Rozważania teoretyczne potwierdzili na drodze eksperymentalnej dla ryżu nieoszlifowanego, brunatnego i rozdrobnionego. Przyrosty objętości ziarna powodują znaczny wzrost

naporu higroskopijnego. Britton i in. [1993] podczas wtłaczania wilgotnego powietrza do masy ziarna pszenicy o zawartości wody 10% zauważyli, że przy wzroście zawartości wody o 6% siła grawitacji działająca na masę ziarna została zrównoważona przez siłę naporu poprzecznego spęczniałego ziarna.

Schwab i in. [1996] mierzyli pionowe obciążenie wywierane przez ziarno pszenicy na dno zbiornika. Wyniki ich doświadczeń wykazały, że wartość tego obciążenia zależy od okresu przechowywania, a rozkład naporu podczas przechowywania zmienia się promieniowo w sposób podobny do zmian podczas napełniania zbiornika. Wpływ czasu przechowywania na wartość naporu pionowego ziarna żyta, pszenżyta i jęczmienia potwierdziła w swoich badaniach Kusińska [1999, 2000, 2002]. Wykazała, że istotny wpływ na napór pionowy ma zawartość wody w surowcu, czas przechowywania oraz smukłość zbiornika. Większy napór występuje w silosach o mniejszej smukłości.

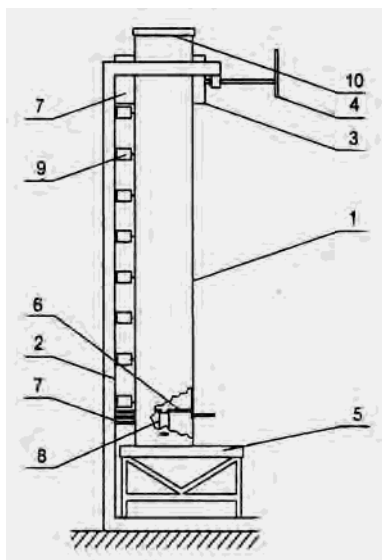
Dotychczasowe badania dotyczące wpływu zjawisk higroskopijnych na napór pionowy w silosie były prowadzone głównie na ziarnach zbóż, które zawierają dużo węglowodanów i łatwo pęcznieją podczas kontaktu z wodą. W literaturze nie ma odpowiedzi jak zachowują się w podobnych warunkach nasiona roślin oleistych. Dlatego podjęto ten temat.

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie wpływu zawartości wody i okresu przechowywania na wartość naporu pionowego nasion rzepaku. Badania przeprowadzono stosując cztery poziomy zawartości wody nasion i okres przechowywania, który umożliwił stabilizację warunków procesu.

Metodyka badań

Do badań zastosowano nasiona rzepaku jarego Star o zawartości wody 6%. W celu uzyskania materiału o zawartościach wody 10, 11,5 i 13,5% dodawano do niego wodę w ilości obliczonej na podstawie bilansu wodnego. Nasiona nawilżano wodą destylowaną stosując strumień rozproszony, po czym je mieszano i wsypywano do beczek, które szczelnie zamykano pokrywami. Beczki wypełniano do połowy objętości, aby możliwe było mieszanie nasion drogą obracania beczek. Zabieg mieszania przeprowadzano co 6-12 godzin. Rzepak przechowywano w temperaturze 15°C przez dwie doby. Następnie wysypywano go na płachtę, dokładnie szuflowano i sprawdzano zawartość wody. Podczas tych zabiegów przestrzegano zasady wystudzenia nasion do 15°C. Przygotowany w ten sposób materiał badawczy stosowano do pomiarów stanowiskowych. Budowę stanowiska, które umożliwiło pomiar naporu pionowego w silosie przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat stanowiska do pomiaru naporu pionowego ziarna: 1 - silos cylindryczny, 2 - rama, 3 - klocek, 4 - mechanizm regulacyjny, 5 - stojak, 6 - dno, 7 - elementy dystansujące, 8, 9 - czujniki tensometryczne, 10 – pokrywa

Fig. 1. Diagramme of stand for the measuring of the vertical pressure of the grain: 1 – cylindrical silo, 2 - frame, 3 - block, 4 – adjusting mechanism, 5 - column, 6 - bottom, 7 – spacing elements, 8, 9 – strain gauges, 10 – cover

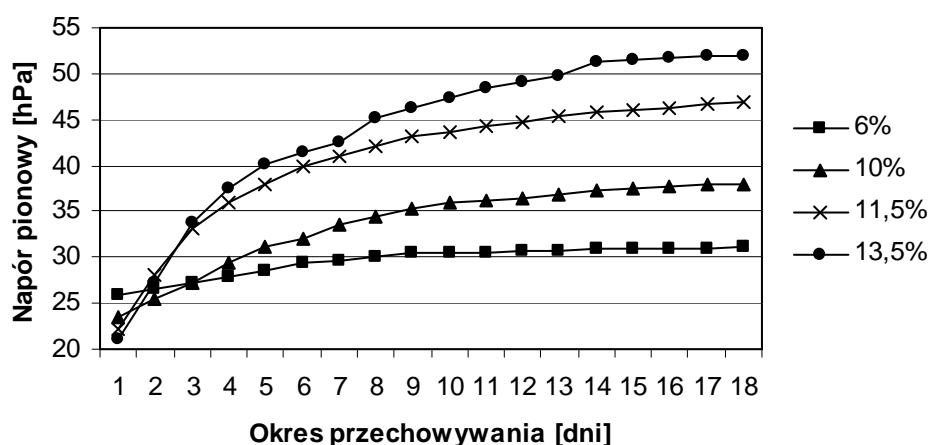
Zasadniczym elementem tego stanowiska był cylindryczny silos (1) o wysokości 2350 mm i średnicy 295 mm, ustawiony na stojaku (5) i przymocowany do ramy (2) za pomocą mechanizmu regulacyjnego (4), klocka (3) i elementów dystansujących (7), umożliwiających ustawienie w pozycji pionowej i zapewniających stabilność konstrukcji. Silos od góry przykryto pokrywą (10). W dolnej części znajdowało się uchylne dno (6). W osi dna silosu był otwór o średnicy 38 mm, uszczelniony gumową membraną. Służył do pomiaru maksymalnej wartości pionowej siły, wywieranej przez ziarno na tłok o średnicy 25 mm. Pomiaru siły dokonano za pomocą czujnika tensometrycznego (8) o zakresie pomiarowym 2 N i wzmacniacza napięcia prądu stałego z odczytem cyfrowym. Wartości naporu pionowego obliczano ze wzoru:

$$P_v = \frac{F_v}{S_t} \quad (1)$$

Na tym stanowisku można było również mierzyć napory poziome za pomocą czujników tensometrycznych (9). W tym doświadczeniu ta część aparatury nie była wykorzystywana. Doświadczenie rozpoczynano od ustawienia silosu na stelażu, wyzerowania czujników tensometrycznych, napełnienia zbiornika rzepakiem do wysokości 1800 mm, zamknięcia pokrywy i odczytania siły nacisku pionowego. Temperatura zewnętrzna podtrzymywana była na poziomie 15°C. Codziennie, przez okres 18 dni, o tej samej porze rejestrowano wartości pionowej siły i na ich podstawie obliczano napory pionowe. Silos opróżniano po usunięciu dna.

Wyniki badań i ich analiza

Na rys. 2, przedstawiono wyniki pomiaru naporu pionowego rzepaku o zawartościach wody 6%, 10%, 11,5% i 13,5%.



Rys. 2. Zależność naporu pionowego rzepaku o zawartościach wody 6%, 10%, 11,5% i 13,5% od okresu przechowywania

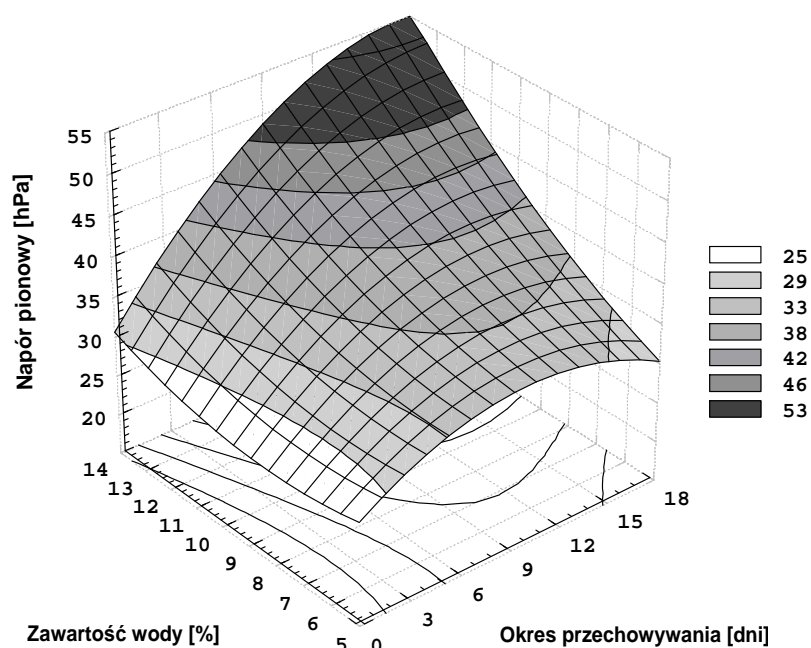
Fig. 2. Dependence of rapeseed vertical pressure with water content of 6%, 10%, 11.5% and 13.5% from the storage time

Podczas przechowywania rzepaku o zawartości wody 6% w ciągu 14 dni wartość naporu pionowego wzrosła od 26 do 30,9 hPa, po czym utrzymywała się na tym poziomie. Przy tak niskiej zawartości wody nie występowało pęcznienie nasion. Wzrost naporu spowodowany był prawdopodobnie zmianami orientacji geometrycznej nasion.

Zastosowanie nasion rzepaku o większej zawartości wody powodowało wzmożone oddychanie i pochłanianie wody wydzielanej podczas tego procesu życiowego. Skutkiem było higroskopijne pęcznienie nasion i wzrost naporu pionowego. W wyniku magazynowania nasion rzepaku o zawartości wody 10% napór pionowy rósł do 16. dnia od 23,5 do 37,9 hPa. Później proces ulegał stabilizacji. Przechowywanie rzepaku o zawartościach wody 11,5 i 13,5% powodowało wzrost naporu pionowego do 17. dnia. W pierwszym przypadku napór rósł od 22,1 do 46,6 hPa, a w drugim od 21,2 do 52 hPa. Na rys. 3 przedstawiono graficznie zależność naporu pionowego rzepaku od okresu przechowywania i zawartości wody. Zależność tą opisano następującym równaniem regresji wielokrotnej stosując program Statistica 5:

$$P_v = 3,11 + 1,95u + 6,846 \ln \tau \quad (2)$$

Poziom istotności równania $\alpha \leq 0,01$, a współczynnik determinacji $R^2=0,845$. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ zawartości wody i okresu przechowywania na wartość naporu pionowego rzepaku. Między wartościami naporu pionowego i zawartością wody zachodzi korelacja na bardzo wysokim poziomie (współczynnik korelacji wynosi 0,859). Podobnie wysoka korelacja występuje między naporem pionowym a $\ln \tau$ (wsp. korelacji $k=0,858$).



Rys. 3. Wpływ zawartości wody i czasu przechowywania na napór pionowy
 Fig. 3. Impact of water content and storage time on vertical pressure

Wnioski

1. Na wartości naporu pionowego istotny wpływ wywiera zawartość wody w rzepaku i okres przechowywania.
2. Występuje wysoki stopień korelacji między wartościami naporu pionowego a zawartością wody oraz okresem przechowywania.
3. Wzrost naporu pionowego spowodowany higroskopijnym pochłanianiem wody przez nasiona rzepaku obserwuje się przy zawartości wody 10% i większej. Wyższe zawartości wody wywołują większe wzrosty naporu pionowego podczas przechowywania.

Bibliografia

Britton M.G., Zhang Q., McCullagh K. 1993. Moisture induced vertical loads in model grain bin. ASAE Paper No. 93-4503, St. Joseph, Mich.

Kusińska E. 1999. Modelowe badania wpływu zawartości wody w ziarnie żyta, czasu składowania oraz smukłości silosu na napór pionowy i poziomy. *Inżynieria Rolnicza*, 2(8), 263-70.

Kusińska E. 2000. Effect of triticale moisture content and slenderness ratio of a silo on pressure distribution. *Int. Agrophysics*, 14, 191-195.

Kusińska E. 2002. A model study of the effect of barley grain moisture content the distribution of horizontal and vertical pressures in a silo. *Int. Agrophysics*, 16, 37-42. Mohsenin N.N. 1986. *Physical properties of plant and animal materials*. 2nd Ed., New York, Gordon and Breach Science.

Muthukumarappan K., Jindal V.K., Gunasekaran S. 1992. Volumetric changes in rice kernels during desorption and adsorption. *Trans. ASAE*, 35(1) 235-241.

Schwab C.V., Ross I.J., White G.M., Colliver D.G. 1996. Wheat loads and vertical pressure distribution in a full – scale bin. P. 2 – Detention, *Trans. ASAE*, 1145-1149.

Wratten F.T., Poole W.D., Chesness J.L., Bal S., Romarao V. 1969. Physical and thermal properties of rough rice. *Trans. ASAE*, 12(6), 801-803.

**IMPACT WATER CONTENT IN RAPESEED
AND STORAGE TIME ON VERTICAL PRESSURE IN SILOS**

Summary

The results of the study on vertical pressure in the silo during the storage of rapeseeds with water content of 6, 10, 11.5 and 13.5%. The statistical analysis showed that water content and storage time have essential effect on the values of vertical pressure of rapeseeds.

Key words: rape, water content, storage, silo, vertical pressure