

WPLYW WIELKOŚCI I POŁOŻENIA OTWORU KWADRATOWEGO NA NATĘŻENIE PRZEPIYWU NASION RZEPAKU

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań, polegających na pomiarze natężenia przepływu nasion rzepaku przez otwory kwadratowe. Zawartość wody w nasionach rzepaku wynosiła 0,084; 0,094; 0,136 i 0,176 $\text{kg}\cdot(\text{kg s.m.})^{-1}$. W badaniach laboratoryjnych zastosowano otwory o średnicy od 4,0 do 11,4 cm, umieszczone w różnych odległościach od osi zbiornika. Analiza statystyczna wyników badań wykazała, że istotny wpływ na natężenie przepływu wywiera średnica otworu, jego położenie oraz zawartość wody.

Słowa kluczowe: rzepak, zawartość wody, natężenie przepływu, otwór kwadratowy.

Oznaczenia

Q – natężenie przepływu [$\text{dm}^3\cdot\text{s}^{-1}$],
 D – średnica zastępcza otworu [cm],
 r – odległość otworu od osi zbiornika [cm],
 d – średnica równoważna ziarna [mm],
 u – zawartość wody [$\text{kg}\cdot(\text{kg s.m.})^{-1}$],
 F – pole powierzchni otworu [cm^2],
 V – objętość przesypanego materiału [dm^3],
 t – czas przesypywania [s],
 R^2 – współczynnik determinacji,
 α – poziom istotności.

Wprowadzenie, cel i zakres pracy

Do przechowywania nasion i zbóż w przemyśle rolno-spożywczym stosuje się silosy z dnem stożkowym oraz płaskim. Zbiorniki z dnem płaskim są opróżniane grawitacyjnie, mechanicznie albo metodą mieszaną [Kobielak, Klimek 1995]. Z kolei z magazynów sąsiekowych i strugowych materiał wysypywany jest wyłącznie metodą grawitacyjną [Jankowski 1962]. Znajomość natężenia przepływu przez otwory wysypowe ważna jest podczas projektowania procesów technologicznych. Przebieg operacji opróżniania zbiorników w dużym stopniu zależy od właściwości fizycznych materiału. Według ASAE Standards [1993], badań Changa i in. [1988] oraz Moyseya i in. [1985] objętościowe natężenie przepływu nasion i ziarna przez otwory w płaskim dnie zależy od średnicy hydraulicznej, powierzchni otworu oraz współczynników, których wartości określono eksperymentalnie. Przy czym w ASAE Standards podane są wartości tych współczynników tylko dla niektórych materiałów. Kusińska i in. [2003a, 2003b] wykazali, że na natężenie przepływu nasion rzepaku oraz łubinu przez otwór w płaskim dnie cylindrycznego zbiornika wpływ wywiera również położenie i kształt otworu. W celu lepszego poznania i opisanie zjawiska przepływu nasion rzepaku przez otwory przeprowadzono badania modelowe na stanowisku pomiarowym. Do badań zastosowano nasiona rzepaku jarego Polo o zawartości wody 0,084; 0,094; 0,136 i 0,176 $\text{kg}\cdot(\text{kg s.m.})^{-1}$. Mierzono natężenie przepływu przez otwory okrągłe o średnicy: 4,0; 5,6; 8,0; 11,4 i 16,0 cm, umieszczone w trzech odległościach od osi zbiornika (0; 5,8 i 11,7 cm). Minimalną wielkość otworów dobrano eksperymentalnie tak, aby nie było zakłóceń przepływu. Zbadano również podstawowe właściwości fizyczne i geometryczne nasion. Celem badań było sprawdzenie czy na natężenie przepływu nasion

rzepaku przez otwory wywierają wpływ takie czynniki, jak: zawartość wody, właściwości fizyczne nasion, średnica otworu oraz jego położenie.

Metodyka badań

Pomiary przepływu nasion rzepaku przez otwory kwadratowe przeprowadzono na laboratoryjnym stanowisku pomiarowym, które składało się z dwóch płaskodennych pojemników w kształcie walca (górnego i dolnego) o objętości 130 dm³ (każdy o średnicy 42 cm i wysokości 95 cm). Górny zbiornik oparty był na stalowym statywie. Wyposażono go w wymienne dna, każde z otworem o odpowiedniej średnicy i wymaganej odległości od osi zbiornika. Przesypywanie nasion następowało po otwarciu zasowy otworu w górnym zbiorniku, który wcześniej napełniano rzepakiem o jednakowej objętości (120 dm³). Czas przepływu mierzono z dokładnością 0,01 s. Pomiary przeprowadzono w pięciu powtórzeniach.

Objętościowe natężenie przepływu określano ze wzoru:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Oznaczenie właściwości fizycznych nasion, takich jak: gęstość utrząsiona i usypowa, kąt zsypania i usypu, masa 1000 nasion przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi normami. Pomiary te przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Dodatkowo zmierzono wymiary geometryczne 100 nasion o wybranych zawartościach wody i obliczono średnicę równoważną ziarna i sferyczność stosując wzór Mohsenina.

Wyniki badań i ich analiza

Zaobserwowano, że wzrost zawartości wody od 0,084 do 0,176 kg·(kg s.m.)⁻¹ powoduje wzrost: średnicy równoważnej nasion od 1,786 do 1,903 mm, masy tysiąca nasion od 3,526 do 3,646 g oraz kąta zsypania od 18,8 do 22,3° i kąta usypu od 24,2 do 27,2°. Równocześnie ma wpływ na spadek wartości: gęstości usypowej od 633,28 do 602,61 kg·m⁻³, gęstości utrząsionej od 639,68 do 611,79 kg·m⁻³. Największą wartość współczynnika sferyczności (0,966) zaobserwowano dla nasion rzepaku o zawartości wody 0,099 kg·(kg s.m.)⁻¹, a najmniejsza (0,940) odpowiadała zawartości wody 0,176 kg·(kg s.m.)⁻¹.

Wyniki pomiaru natężenia wypływu ziarna rzepaku przez otwory kwadratowe przedstawiono na rys. 1 – 4. Większe wartości natężenia przepływu odpowiadały większym średnicom równoważnym otworu, co jest zgodne z założeniami ASAE D274.1 [1993]. Natomiast wzrost odległości otworu od osi zbiornika oraz większe zawartości wody powodowały spadek natężenia przepływu. Porównanie otrzymanych wyników wykazało, że różnią się one w sposób zasadniczy od obliczonych zgodnie z zaleceniami amerykańskimi (są mniejsze nawet o 40%), co potwierdza potrzebę prowadzenia tego rodzaju badań.

Analiza statystyczna wykazała, że na natężenie przepływu istotnie wpływają średnica równoważna otworu, jego odległość od osi zbiornika oraz zawartość wody. Natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu badanych właściwości fizycznych na natężenie przepływu.

Stosując estymację nieliniową wyprowadzono równanie opisujące objętościowe natężenie przepływu przez otwór kwadratowy:

$$Q = 0,22 \cdot F \cdot D^{0,785} \quad (2)$$

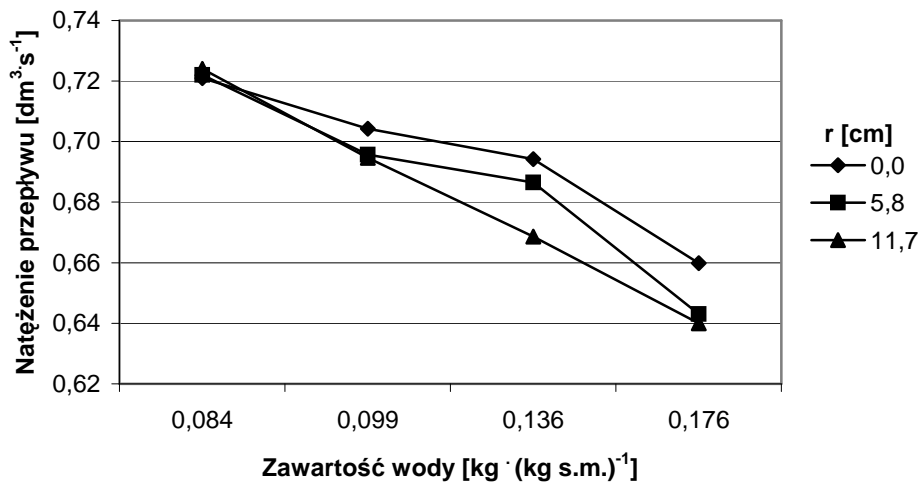
$$R^2=0,996$$

W powyższej zależności można uwzględnić wpływ odległości otworu od osi zbiornika:

$$Q = 0,6 \cdot F \cdot D^{0,35} \cdot r \quad (3)$$

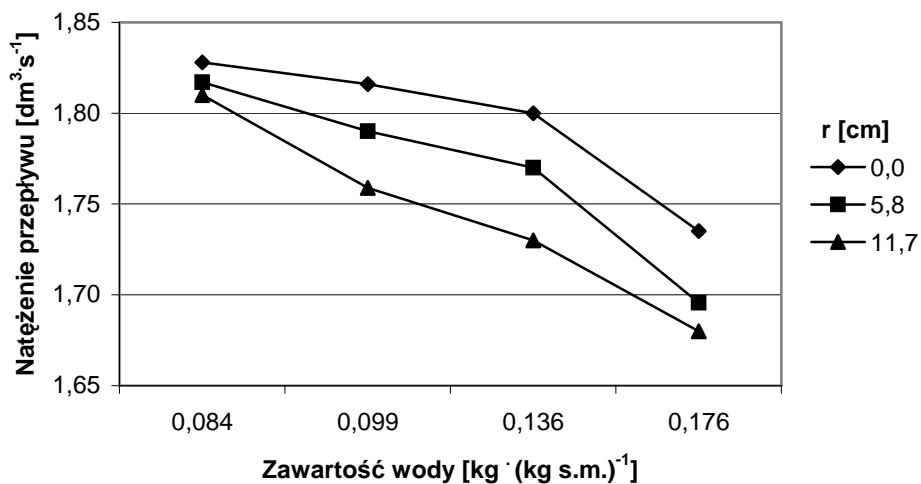
$$R^2=1$$

Współczynnik korelacji między średnicą równoważną otworu i natężeniem przepływu jest bardzo wysoki i wynosi 0,969, a współczynnik korelacji między natężeniem przepływu i odległością otworu od osi wynosi 0,506.



Rys. 1. Wpływ zawartości wody i położenia otworu na natężenie przepływu nasion rzepaku przez otwór o średnicy zastępczej 4 cm

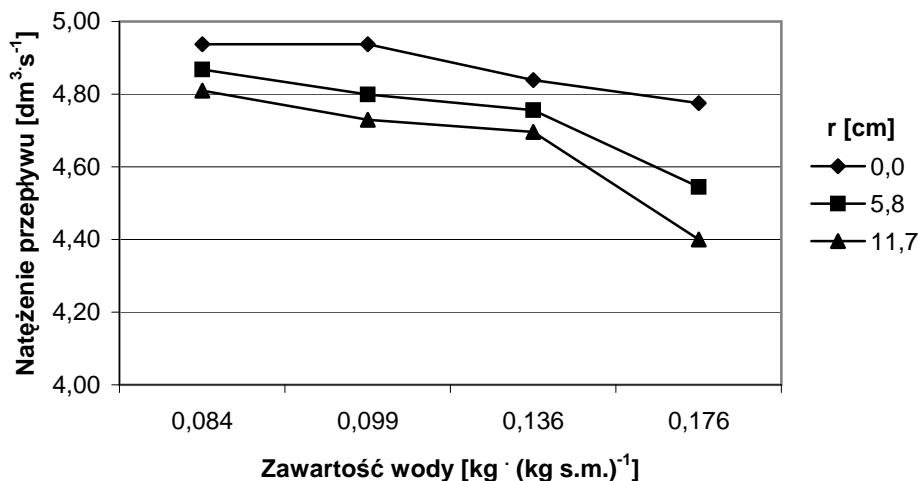
Fig. 1. Effect of the moisture content of seeds and hole localization on rape seeds flow intensity through the hole of equivalent diameter 4 cm.



Rys. 2. Wpływ zawartości wody i położenia otworu na natężenie przepływu nasion rzepaku

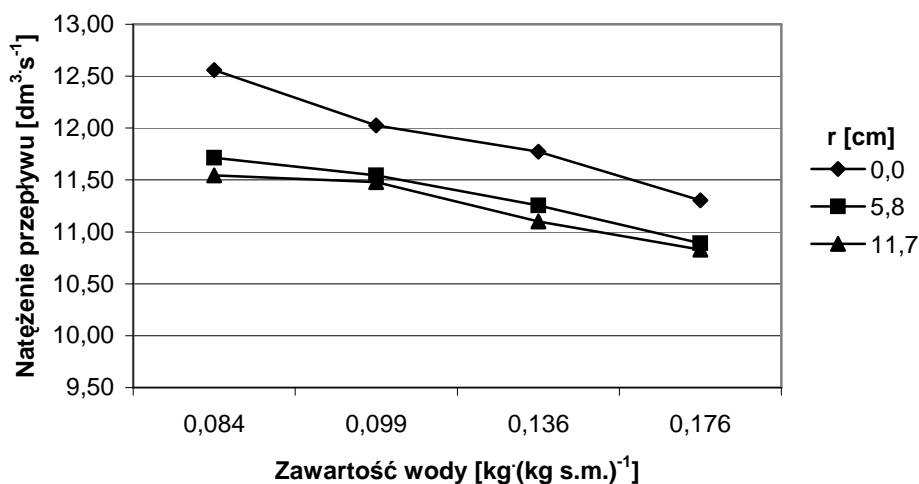
przez otwór o średnicy zastępczej 5,6 cm

Fig. 2. Effect of the moisture content of seeds and hole localization on rape seeds flow intensity through the hole of equivalent diameter 5.6 cm.



Rys. 3. Wpływ zawartości wody i położenia otworu na natężenie przepływu nasion rzepaku przez otwór o średnicy zastępczej 8 cm

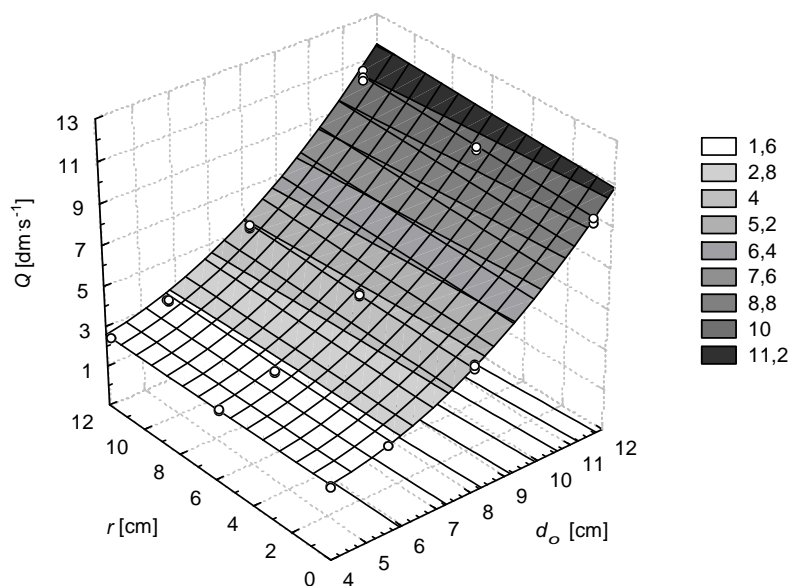
Fig. 3. Effect of the moisture content of seeds and hole localization on rape seeds flow intensity through the hole of equivalent diameter 8 cm.



Rys. 4. Wpływ zawartości wody i położenia otworu na natężenie przepływu nasion rzepaku przez otwór o średnicy zastępczej 11,4 cm

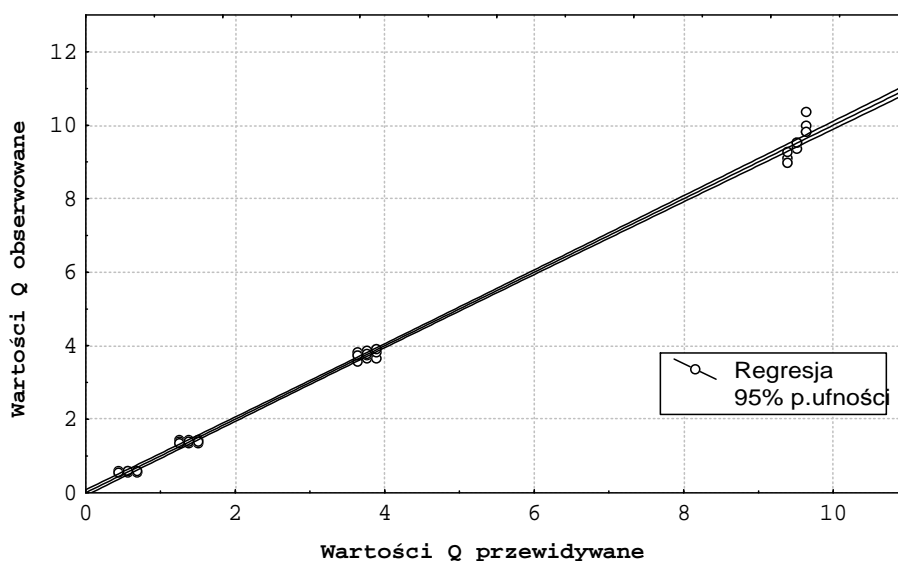
Fig. 4. Effect of the moisture content of seeds and hole localization on rape seeds flow intensity through the hole of equivalent diameter 11.4 cm.

Na rys. 5 przedstawiono zależność natężenia przepływu nasion rzepaku od średnicy zastępczej otworu i jego odległości od osi zbiornika. Z kolei na rys. 6 porównano dane natężenia przepływu, które uzyskano drogą eksperymentalną z wartościami obliczonymi z równania (2).



Rys. 5. Zależność natężenia przepływu od średnicy zastępczej otworu i jego odległości od osi zbiornika

Fig. 5. Flow intensity depending on equivalent diameter of the hole and its distance from container axis.



Rys. 6. Porównanie wartości natężenia przepływu uzyskanych drogą eksperymentalną i obliczonych z równania (2)

Fig. 6. Comparison of flow intensity values obtained in experimental way and calculated from the equation (2)

Zaobserwowano wysoki stopień dopasowania równania do danych empirycznych.

Wnioski

1. Na natężenie przepływu nasion rzepaku przez otwory kwadratowe istotny wpływ wywierają średnica zastępcza otworu, jego odległość od osi zbiornika oraz zawartość wody.

-
2. Wzrost zawartości wody powoduje spadek natężenia przepływu nasion rzepaku przez otwory.
 3. Wzrost zawartości wody powoduje spadek gęstości usypowej i utręzionej oraz wzrost masy tysiąca nasion, średnicy równoważnej nasion, kąta naturalnego usypu i kąta zsypu.
 4. Zmiany właściwości fizycznych nasion rzepaku nie mają istotnego wpływu na natężenie przepływu.

Bibliografia

- ASAE D274.1. 1993. Flow of grain and seeds through orifices. ASAE Standards,
- Chang S.C., Converse H.H. 1988. Flow rates of wheat and sorghum through horizontal orifices. *Trans. of ASAE*, 31(1), 300-304,
- Jankowski S. 1962. *Zarys technologii zbóż*. PWN, Łódź,
- Kobiela S., Klimek A. 1995. Problemy przepływu materiałów sypkich w silosach i sposoby ich rozwiązywania. X Międzynarodowa Konferencja „Żelbetowe i sprężone zbiorniki na materiały sypkie i ciecze”, Kraków, 215-224,
- Kusińska E., Olejarczyk P. 2003a. Wpływ parametrów geometrycznych otworów na natężenie przepływu nasion rzepaku. *Acta Agrophysica*, 83, 119-129,
- Kusińska E., Olejarczyk P. 2003b. Natężenie przepływu nasion łubinu przez otwory. *Inżynieria Rolnicza*, 7(49), 77-84,
- Moysey E.B., Lambert E.W., Wang J. 1985. Flow rates of grain and oilseeds through orifices. ASAE Paper No. 85-3530, ASAE, St. Joseph, MI 49085.

EFFECT OF THE SIZE AND POSITION OF SQUARE HOLE ON FLOW INTENSITY OF THE RIPE SEEDS

Summary

The results of studies consisted in measuring the intensity of rape seeds flow through the square holes were presented. Moisture contents (dry basis) of the rape seeds were: 0.084; 0.094; 0.136 and 0.176 kg/kg d.m. In the tests on laboratory scale the holes of diameter ranging from 4.0 to 11,4 cm, arranged at various distance from container axis, were applied. Statistical analysis of the results showed that the flow intensity was significantly affected by the hole diameter, localization and the moisture content.

Key words: rape seeds, moisture content (dry basis), flow intensity, round hole

Recenzent – Wojciech Weiner