

WPŁYW WILGOTNOŚCI I WYMIARÓW CZĄSTEK NA GĘSTOŚĆ SYPKICH SUROWCÓW ROŚLINNYCH

Streszczenie:

W pracy zaprezentowano wpływ różnych czynników na wartość gęstości sypkich surowców roślinnych. Opierając się na badaniach własnych i dostępnych danych literaturowych stwierdzono, że czynnikami istotnie decydującymi o mierzonych wartościach gęstości są wilgotność i wielkość cząstek materiału.

Słowa kluczowe: łubin, gęstość usypowa, gęstość utrząsiona, gęstość właściwa

WSTĘP

Bardzo szybki w ostatnich latach rozwój techniki rolniczej spowodował, że zakłady produkcyjne wciąż unowocześniają procesy związane ze zmechanizowanym zbiorem, transportem, oczyszczaniem, przechowywaniem i przetwórstwem. Do produkcji żywności i pasz używana jest coraz szersza gama surowców. Zaistniała więc konieczność poznania właściwości fizycznych roślin, uwzględniając zmienność dziedziczną i środowiskową, liczbę występujących surowców, a także zmienność ich właściwości powodowaną warunkami składowania i przetwarzania w procesach produkcji.

Jedną z ważniejszych właściwości surowców i produktów rolno-spożywczych jest gęstość. Scharakteryzowanie tej cechy pozwala na opis warunków prowadzenia danego procesu technologicznego. Jej znajomość jest niezbędna także przy projektowaniu maszyn, ustalaniu warunków transportu materiałów oraz ich magazynowania, a jej pomiar jest często utrudniony. Dotyczy to materiałów sypkich, takich jak: mąka, cukier zmielony, różnego rodzaju pasze itp. Stąd też opierając się na dostępnych danych literaturowych jak też wynikach badań własnych podjęto próbę scharakteryzowania czynników wpływających na gęstość sypkich materiałów roślinnych.

WPŁYW WILGOTNOŚCI I WYMIARÓW CZĄSTEK NA GĘSTOŚĆ

Wpływem wilgotności na wartość gęstości surowców pochodzenia roślinnego zajmowało się szereg badaczy. Nelson [Nelson 1980] badał zależność gęstości usypowej oraz właściwej ziarna pszenicy i kukurydzy od wilgotności. Zależność gęstości właściwej ziarna od wilgotności opisał wielomianową funkcją trzeciego stopnia, a gęstość usypową od wilgotności – funkcją wielomianową czwartego stopnia. U pszenicy, wraz ze wzrostem wilgotności od 3.0% do 8.0% autor obserwował wzrost obu gęstości, a następnie szybki i ciągły ich spadek w miarę wzrostu wilgotności do 24.0%. Z kolei u kukurydzy w zakresie wilgotności od 10.0% do 30.0% wartość obu gęstości malała, natomiast powyżej 30.0% następowały zmiany – gęstość właściwa zaczynała rosnać, a gęstość usypowa nadal spadała. Badania nad wpływem zawartości wody na gęstość właściwą i usypową

przeprowadził Waszkiewicz [Waszkiewicz 1988]. Na podstawie tych badań autor stwierdził, że dla wszystkich analizowanych zbóż (pszenicy, żyta, owsa) wraz ze wzrostem zawartości wody w ziarnie gęstość właściwa i usypowa malały. Lis i inni [Lis i in. 1981] po przeprowadzeniu badań nad wpływem wilgotności na gęstość usypową pszenicy stwierdzili, że wraz ze wzrostem wilgotności do 12.0% wartość gęstości usypowej rosła, natomiast powyżej 12.0% wilgotności malała. Badania nad wpływem wilgotności różnych surowców na ich gęstość były przedmiotem zainteresowania i innych badaczy [Carman 1996, Deshpande i in 1993, Grochowicz i in. 1996, Mieszkalski 1999, Sokhansanj i Lang 1996, Szot i Stępniewski 2001], a sformułowane przez nich wnioski można uogólnić do stwierdzenia, że wzrost wilgotności w zakresie od ok. 10.0% do ok. 30.0% powoduje spadek wartości gęstości właściwej, usypowej i utręzionej sypkich surowców roślinnych.

Dane literaturowe dotyczące wymiarów i gęstości sypkich surowców roślinnych niejednoznacznie opisują te zależności. Mosz [Mosz 1984] w swojej pracy podaje, że gęstość usypowa ziarna kukurydzy różnych mieszańców jest mocno zróżnicowana i w dużym stopniu zależy od wykształcenia ziarna u danego mieszańca. Natomiast Ross i inni [Ross i inni 1979], którzy również zajęli się wpływem wymiarów ziarna kukurydzy na gęstość usypową, stwierdzili, że wymiary ziarna nie mają praktycznie wpływu na tę wielkość. Laskowski i Skonecki [Laskowski i Skonecki 2001] sprawdzali podstawowe właściwości nasion bobiku i wyki w zależności od sposobu rozdrobnienia. Zauważyli, że rozdrobnione próbki nasion mają różny średni wymiar zależny od sposobu rozdrabniania. Stwierdzili również, że gęstość usypowa i utręciona rośnie wraz ze zwiększeniem średniego wymiaru cząstek surowca. Lis i inni [Lis i inni 1981] badali wpływ grubości ziarniaków na gęstość usypową. Grubość ziarniaków zawierała się w przedziale od 2.1 mm do 3.3 mm. W wyniku badań zauważyli, że gdy grubość ziarniaków rosła do wartości 3.1 mm, to gęstość usypowa również rosła. Natomiast po przekroczeniu tej wartości, gęstość usypowa malała. Konopko [Konopko 2000] określał wpływ wielkości ekspandowanych nasion amarantusa na gęstość usypową. Z przeprowadzonych badań wynika, że wielkość nasion miała wyraźny wpływ na gęstość usypową produktu ekspandowanego. Im mniejsze były wymiary ekspandowanych nasion, tym mniejsza gęstość usypowa. Również Andrejko [Andrejko 1995] badał zależność gęstości od wymiarów nasion łubinów. Dla nasion podzielonych na 3 klasy wymiarowe, tj. < 4.4, 4.0 - 4.4, 4.0 > określał podstawowe właściwości fizyczne. Niezależnie od analizowanej odmiany nasion łubinu gęstość usypowa i utręciona malały wraz ze wzrostem wielkości nasion.

MATERIAŁ I METODY

Nawilżanie i pomiar wilgotności

Jako modelowy materiał badawczy wykorzystano nasiona łubinu żółtego odmiany Piast. Przed przystąpieniem do pomiarów gęstości surowiec nawilżono do pięciu poziomów wilgotności, tj. ok. 12.0%, 15.0%, 18.0%, 22.0%, i 25.0%. W tym celu materiał przeznaczony do badań podzielono na pięć partii. Następnie nawilżono każdą z partii przez dodanie wyliczonej z odpowiednich wzorów ilość wody i przez 2 tygodnie przetrzymywano w

Warunkach chłodniczych aż do uzyskania założonego poziomu wilgotności w całej masie. Wilgotność materiału wyznaczano zgodnie z normą PN-91/A-74010.

Rozdrabnianie surowca

Nasiona łubinu rozdrabniano w rozdrabniaczu żarnowym, stożkowym między trzema różnymi szczelinami roboczymi. Rozdrabniano surowiec o wilgotności 12.0% i 15.0%. Nasiona o wilgotności 18.0%, 22.0% i 25.0% z uwagi na dużą plastyczność nie nadawały się do rozdrobnienia w tego typu urządzeniu. Po procesie rozdrabniania wyznaczano średni wymiar cząstek. Pomiary wykonano według metodyki podanej przez Grochowicza [Grochowicz 1985].

Pomiar gęstości

Pomiar gęstości właściwej

Pomiary gęstości właściwej przeprowadzono za pomocą piknometru powietrznego. Ciśnienie atmosferyczne w czasie przeprowadzania pomiarów było zmienne od 1000 do 1009 hPa. Jako wynik podano średnią arytmetyczną z dziesięciu powtórzeń.

Pomiar gęstości usypowej

Pomiar gęstości usypowej przeprowadzono przy użyciu gęstościomierza o pojemności 0.25 dm³ zgodnie z normą PN-73/R-74007. Jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną z dziesięciu powtórzeń.

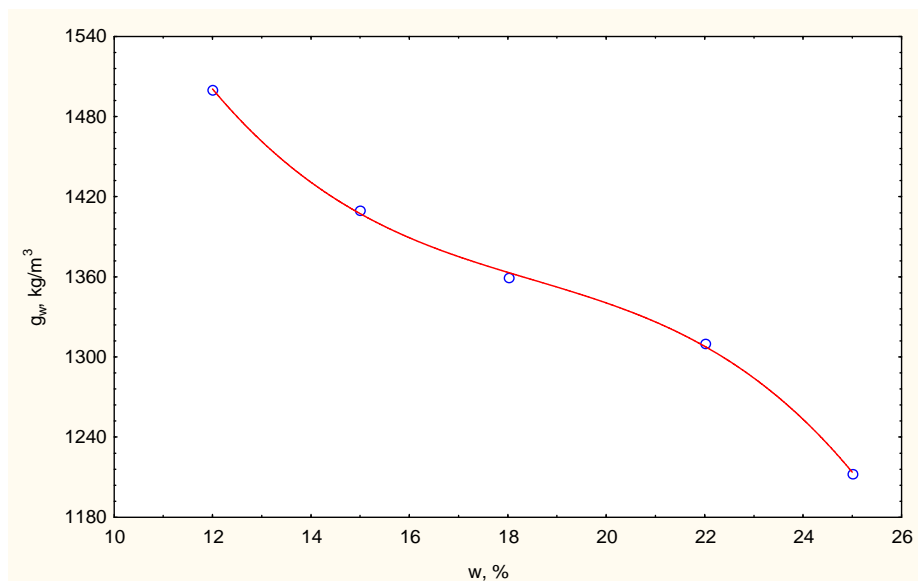
Pomiar gęstości utrząsionej

Do pomiaru gęstości utrząsionej nasion łubinu wykorzystano urządzenie typu Backer-Rosenmuller. Oznaczenie przeprowadzono według metodyki podanej przez Grochowicza i Laskowskiego [Grochowicz i Laskowski 1983, 1987].

WYNIKI BADAŃ

Wpływ wilgotności surowca na gęstość

Zmiany gęstości właściwej nasion łubinu żółtego odmiany Piast spowodowane różną wilgotnością surowca zaprezentowano na rysunku 1. Wraz ze wzrostem wilgotności nasion w przedziale od 12.0% do 25.0% następował spadek gęstości właściwej o ok. 19.0%. Największą wartość gęstości właściwej zanotowano dla nasion o wilgotności 12.0%, wynosiła ona 1498 kg·m⁻³, a najmniejszą dla nasion o wilgotności 25.0% i wynosiła 1213 kg·m⁻³. Zmiany gęstości właściwej spowodowane różną wilgotnością nasion opisano równaniem regresji trzeciego stopnia. Bliska jedności wartość współczynnika determinacji świadczy o dobrym dopasowaniu opisu matematycznego do danych eksperymentalnych.

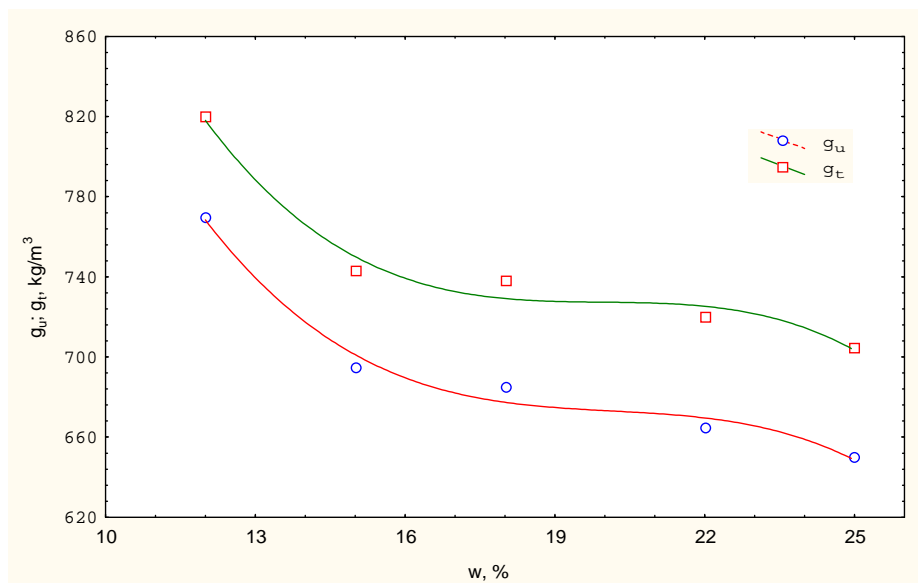


Rys. 1. Wpływ wilgotności nasion łubinu żółtego odmiany Piastr na gęstość właściwą
 $g_w = -0.26 \cdot w^3 + 14.6 \cdot w^2 - 280.6 \cdot w + 3221.5$; $R^2 = 0.999$

Fig. 1. Effect of the moisture content of yellow lupine seeds, Piastr cultivar, on the specific density

$$g_w = -0.26 w^3 + 14.6 w^2 - 280.6 w + 3331.5; R^2 = 0.999$$

Zmiany gęstości usypowej i utręzionej pod wpływem różnej wilgotności nasion łubinu odmiany Piastr przedstawiono na rysunku 2. Wraz ze wzrostem wilgotności nasion łubinu od 12.0% do 25.0% wartości gęstości usypowej i utręzionej malały odpowiednio o 16.0% i 14.0%. Największy spadek obu gęstości następował w przedziale wilgotności od 12.0% do 15.0%. Dalszy wzrost wilgotności (od 15.0% do 25.0%) był przyczyną dalszego spadku wartości gęstości usypowej i utręzionej. W tym zakresie wilgotności wartość gęstości usypowej i utręzionej malała znacznie wolniej. Zmiany gęstości usypowej i utręzionej spowodowane różną wilgotnością nasion łubinu z dość dobrą dokładnością można opisać równaniami regresji trzeciego stopnia. Opierając się na przedstawionych wynikach badań należy stwierdzić, że wilgotność nasion jest czynnikiem decydującym o ich cechach masowych w tym o gęstości.



Rys. 2. Wpływ wilgotności nasion łubinu żółtego odmiany Piast na gęstość usypową (g_u) i gęstość utręzioną (g_t)

$$g_u = -0.16 \cdot w^3 + 9.5 \cdot w^2 - 193.3 \cdot w + 1981.6; R^2 = 0.986$$

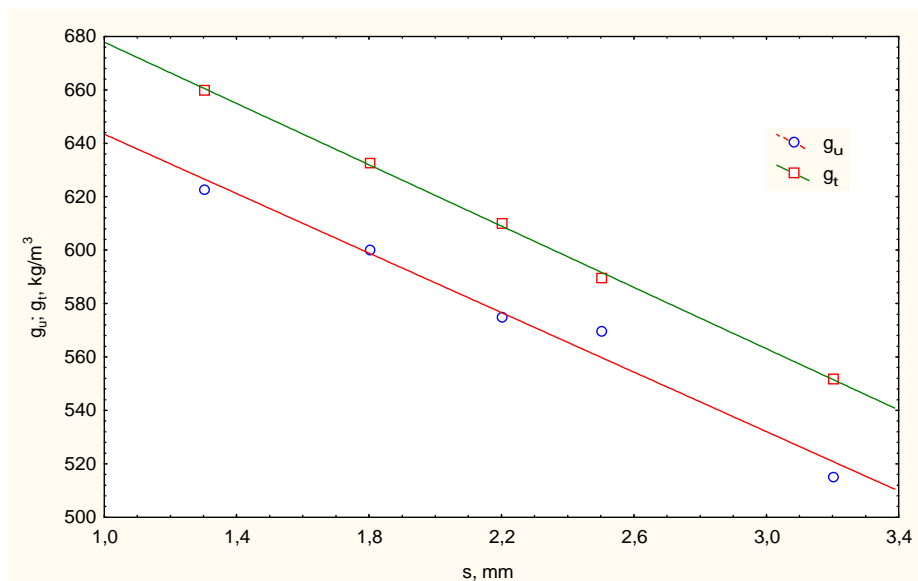
$$g_t = -0.18 \cdot w^3 + 10.6 \cdot w^2 - 210.8 \cdot w + 2132.7; R^2 = 0.979$$

Fig. 2. Effect of the moisture content of yellow lupine seeds, Piast cultivar, on the bulk (g_n) and tap (g_t) density, specific density

$$g_u = -0.16 w^3 + 9.5 w^2 - 193.3 w + 1981.6; R^2 = 0.986$$

$$g_t = -0.18 w^3 + 10.6 w^2 - 210.8 w + 2132.7; R^2 = 0.979$$

Na rysunku 3 zaprezentowano wpływ średniego wymiaru cząstek śruty łubinowej na wartości gęstości usypowej i utręzionej. W miarę wzrostu wielkości cząstek śruty sojowej gęstość usypowa i utręzioną malały. Spadek obu gęstości opisano równaniami regresji pierwszego stopnia.



Rys. 3. Wpływ średniego wymiaru cząstek (s) na gęstość usypową (g_u) i gęstość utrzoną (g_t) śruty łubinowej. Wilgotność śruty wynosiła ok. 12.0%

$$g_u = -55.5 \cdot s + 698.8; R^2 = 0.974$$

$$g_t = -57.0 \cdot s + 733.7; R^2 = 0.999$$

Fig. 3. Effect of average particle size (s) on bulk (g_u) and tap (g_t) density of bruised lupine seeds. Moisture content of bruised lupine seeds \approx 12.0%

$$g_u = -55.5 \cdot s + 698.8; R^2 = 0.974$$

$$g_t = -57.0 \cdot s + 733.7; R^2 = 0.999$$

PODSUMOWANIE

Przedstawione w pracy wyniki badań własnych jak również cytowane pozycje literaturowe świadczą o istotnym wpływie wilgotności i wymiarów cząstek na gęstość sypkich surowców roślinnych. O ile wilgotność surowców (w mierzonym zakresie) w sposób jednoznaczny wpływa na gęstość, tj. w miarę wzrostu wilgotności maleje gęstość właściwa, usypowa i utrzoną materiału, to zależności między wymiarami nasion lub cząstek śruty a gęstością są różne. Wzrost wielkości cząstek, w zależności od zakresu zmienności tej cechy oraz rodzaju materiału, może być przyczyną spadku lub zwiększenia wartości jego gęstości.

Obok wilgotności i wielkości cząstek również i inne czynniki mają znaczenie przy oznaczaniu gęstości sypkich surowców roślinnych. Wśród nich jednym z najistotniejszych są warunki prowadzenia oznaczeń. Zagadnienia z tym związane będą tematem kolejnego artykułu.

LITERATURA

- Andrejko D. 1995. Badanie wpływu niektórych czynników na efektywność obłuskiwania nasion łubinów. Praca doktorska, AR Lublin,
- Carman K. 1996. Some physical properties of lentil seeds. *J. Agric. Engng Res.*, 63(2), 87-92,
- Deshpande S. D., Bal S., Ojha T. P. 1993. Physical properties of soybean. *J. Agric. Engng Res.*, 56(2), 89-98,
- Grochowicz J. 1985. Technologia produkcji mieszanek paszowych. PWRiL, Warszawa,
- Grochowicz J., Andrejko D., Mazur J., Lampart-Szczapa E. 1996. Wybrane właściwości fizyczne nasion łubinów. Łubin: kierunki badań i perspektywy użytkowe. Polskie Towarzystwo Łubinowe. Praca zbiorowa pod redakcją Frencl I., Gulewicz K., Poznań, 325-330,
- Grochowicz J., Laskowski J. 1983. Analiza metod określania fizycznych właściwości surowców i mieszanek paszowych. *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, 3/4, 1-12,
- Grochowicz J., Laskowski J. 1987. Metody oznaczania fizycznych właściwości surowców i mieszanek paszowych. *Zesz. Prob.. Post. Nauk Roln.*, 321, 83-90,
- Konopko H. 2000. Wpływ wielkości nasion amarantusa na gęstość usypową produktu otrzymanego w procesie ich ekspandowania podczas transportu pneumatycznego. *Prob. Inż. Roln.*, 2, 27-34,
- Laskowski J., Skonecki S. 2001. Wpływ rozdrobnienia oraz wilgotności nasion bobiku i wyki na współczynnik tarcia wewnętrznego. *Acta Agrophysica*, 58, 115-125,
- Lis T., Lis H., Siarkowski Z. 1981. Wpływ zawartości wody i grubości ziarniaków na gęstość usypową pszenicy. *Rocz. Nauk Roln.*, 75-C-2, 169-177.
- Mieszkalski L. 1999. Badania podstawowych właściwości fizycznych nasion łubinów. *Probl. Inż. Roln.*, 1, 51-58,
- Mosz J. 1984. Niektóre cechy fizyczne kolb i ziarna kukurydzy mające znaczenie dla procesu suszenia. *Zesz. Prob. Nauk Roln.*, 287, 137-150,
- Nelson S. O. 1980. Moisture dependent kernel and bulk density relationship for wheat and corn. *Trans. ASAE*, 23(1), 139-143,
- Ross I. J., Bridges T. C., Loewer O. J., Walker J. N. 1979. Grain bin loads as affected by grain moisture content and vertical pressure. *Trans. ASAE*, 22(3), 592-597,

Sokhansanj S., Lang W. 1996. Prediction of kernel and bulk volume of wheat and canola during adsorption and desorption. *J. Agric. Engng Res.*, 63(2), 129-136,

Szot B., Stępniewski A. 2001. Niektóre właściwości fizyczne nasion polskich odmian soczewicy. *Acta Agrophysica*, 46, 187-196,

Waszkiewicz C. 1988. Wpływ zawartości wody na właściwości fizyczne nasion zbóż. Cz.I. Gęstość i gęstość usypowa. *Rocz. Nauk Roln.*, 78-C-3, 41-47.

EFFECT OF THE MOISTURE CONTENT PARTICLE SIZE ON THE DENSITY OF LOOSE RAW MATERIALS OF PLANT ORIGIN

Summary

The effects of various factors on the density of loose plant raw materials were studied. On the basis of own research results and data available from the literature it was stated that the factors significantly affecting measured density values were moisture content and particle size of tested material.

Key words: lupine seeds, bulk density, specific density, tap density

Recenzent – Józef Horabik