

## WPŁYW PROCESU OTOCZKOWANIA NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE OTRZYMANYCH PRODUKTÓW

Paweł Sobczak, Kazimierz Zawiślak, Marian Panasiewicz  
*Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

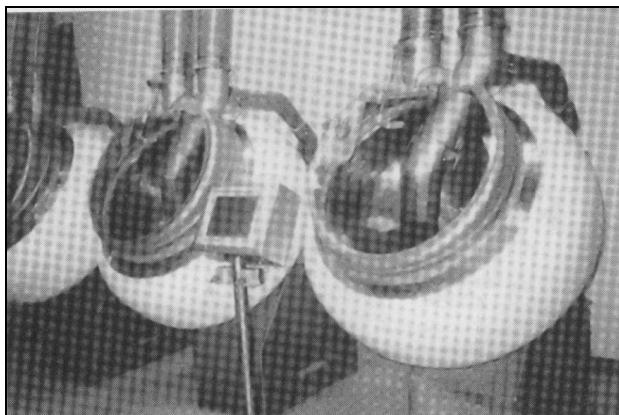
**Streszczenie.** Proces otoczkowania polega na pokrywaniu danego produktu warstwą substancji zwanej otoczką. Proces taki można prowadzić w różnego typu granulatorach bezciśnieniowych, a najlepszym typem jest granulator bębnowy lub talerzowy. Do badań przygotowano ryż preparowany oraz wyluskane nasiona słonecznika. Jako otoczkę stosowano mieszankę składającą się z: 35% - kakao, 35% - mleko w proszku i 30% - cukier puder. Jako ciecz wiążącą użyto wody. Surowce posiadające wysoką zdolność do pochłaniania wilgoci w wyniku procesu nakładania powłoki absorbują dużą ilość wilgoci podczas prowadzenia procesu, co powoduje wnikanie mieszanki posypki wraz z wilgocią do wnętrza produktu wzbogacając jego smak, a jednocześnie powodują znaczny wzrost gęstości usypowej. Proces otoczkowania wpłynął na twardość badanego surowca. Po naniesieniu powłoki twardość otrzymanego produktu z ziarna ryżu wzrosła o ok. 66%, a z nasion słonecznika o ok. 22%.

**Słowa kluczowe:** otoczkowanie, granulacja bezciśnieniowa, ryż, słonecznik

### Wprowadzenie

Proces otoczkowania polega na pokrywaniu danego produktu warstwą substancji zwanej otoczką. Proces taki można prowadzić w różnego typu granulatorach bezciśnieniowych, a najlepszym typem jest granulator bębnowy lub talerzowy. W technologii powlekania często stosuje się dwukrotne lub nawet trzykrotne nakładanie powłoki poprzedzone procesem odsiewania cząsteczek nie przyległych. Końcowy produkt winien posiadać odpowiednią wilgotność, dlatego po nałożeniu powłoki następuje suszenie produktu do żądanej wilgotności. Technologia otoczkowania nasion na cele rolnicze i ogrodnicze została opracowana i szczegółowo opisana w dostępnej literaturze. Interesującym zagadnieniem jest stosowanie technologii powlekania do produktów spożywczych, przeznaczonych do konsumpcji. Powszechnie stosowane jest również nakładanie powłok jadalnych na świeże owoce lub warzywa celem przedłużenia trwałości [Domaradzki 1999; Gluba 2003; Korpala 1999; Tendaj 2001].

Kształty bębnowe w granulatorze uzależnione są od produkowanego asortymentu, uzyskiwanej gładkości powierzchni (niekiedy wymagana np. w przemyśle farmaceutycznym) oraz od doboru cieczy powlekającej. Niektóre bębny granulatora mogą posiadać płaszcz, którego zadaniem jest podgrzewanie masy w celu uzyskania stanu półpłynnego (powlekanie masą czekoladową) lub też mogą służyć do chłodzenia gotowego produktu [Pietsch 2005; Litster 2003; Hoge Kamp 1996].



Rys. 1. Granulator z podwójnym bębnem [Pietsch 2005]

Fig. 1. Granulator with double drum

## Cel badań

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu nałożenia otoczki na zmianę właściwości fizyczne nasion słonecznika i preparowanego ryżu.

## Materiał i metodyka badań

Do badań przygotowano ryż preparowany oraz wyłuskane nasiona słonecznika. Jako otoczkę stosowano mieszankę składającą się z: 35% - kakao, 35% - mleko w proszku i 30% - cukier puder. Skład otoczki został dobrany na podstawie badań wstępnych polegających na podatności granulowania danej mieszanki oraz na walorach smakowych wyznaczonych poprzez ocenę organoleptyczną. Jako ciecz wiążącą użyto wody.

Proces powlekania przeprowadzono na granulatorze talerzowym o następujących parametrach: średnica – 0,8 m, wysokość brzegu talerza – 0,2 m, powierzchnia stalowa emaliowana ( $0,1256 \text{ m}^2$ ), prędkość obrotowa talerza  $33 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$ . Nawilżanie surowca prowadzono za pomocą dyszy natryskowej w złożu przesypującym się na powierzchni talerza. Otoczkowany surowiec natryskiowano wodą i stopniowo dodawano mieszankę do otoczkowania. Po nałożeniu cienkiej warstwy otoczki przerywano doprowadzanie mieszanki i prowadzono powierzchniowe obsuszanie nasion, przy użyciu żarówki zamocowanej na granulatorze, celem lepszego przytwierdzenia masy do nasiona. Po krótkotrwałym obsuszeniu (ok. 1 min.) ponownie prowadzono proces nakładania powłoki. Taki proces nakładania powtarzano trzykrotnie. Całkowity czas trwania otoczkowania (łącznie z obsuszeniem powierzchniowym) trwał ok. 6 minut. Następnie otrzymany w ten sposób produkt umieszczano cienką warstwą na sitach i pozostawiano do wysuszenia w temperaturze ok.  $30^\circ\text{C}$ .

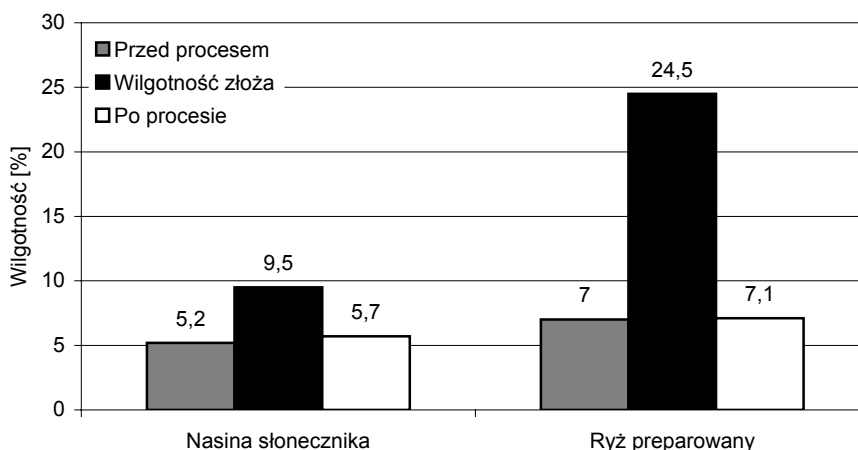
- W uzyskanym produkcie określono następujące właściwości fizyczne:
- wilgotność wg PN-79/R-65950,
  - kąt zsypu wg PN-65/Z-04004,
  - kąt usypu wg PN-65/Z-04005,
  - gęstość usypną wg PN-73/R-74007,
  - gęstość w stanie utrzesionym wg PN-65/Z04003.

Dodatkowo wykonano pomiar twardości uzyskanego produktu i porównano wyniki z surowcem nieotoczkowanym. Oznaczenia wykonano na aparacie Instron 4302 z zastosowaniem głowicy pomiarowej o średnicy 1,8mm. Wykonano 30 powtórzeń, a następnie przeprowadzono analizę statystyczną na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , przy użyciu programu Statistica 6.0.

Grubość oraz równomierność nałożenia powłoki oznaczono na mikroskopie Olympus CX 41 robiąc zdjęcia przekroju nasionka za pomocą aparatu Olympus Comedia 5060W2.

## Wyniki badań

Przeprowadzone wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 2 i 3.



Rys. 2. Zmiany wilgotności badanego produktu  
Fig. 2. Changes in humidity of the examined product

Na rys. 2. przedstawiono wilgotności produktu przed procesem nakładania, bezpośrednio po nałożeniu trzeciej warstwy otoczki oraz końcową wilgotność po wysuszeniu produktu.

Interesujący jest wynik pomiaru wilgotności dla ryżu zaraz po nałożeniu powłoki. Wilgotność ta wyniosła 24,5% i była prawie 3-krotnie większa aniżeli wilgotność dla słonecznika. Wynika to z dużo większej zdolności pochłaniania wody ziarna ryżu niż nasion słonecznika. Po nałożeniu powłok i wysuszeniu końcowa wilgotność produktu była zbliżona do wilgotności wyjściowej.

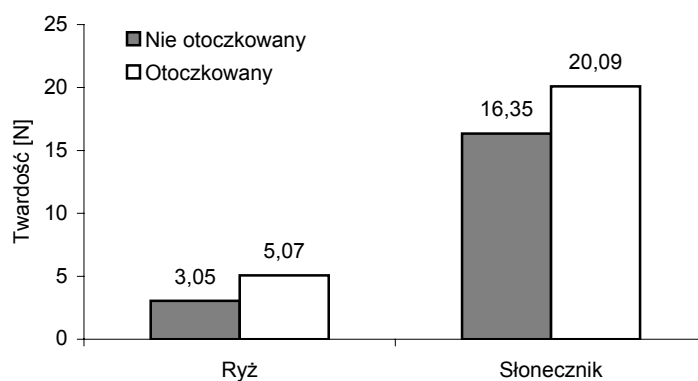
W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiaru pozostałych właściwości fizycznych otrzymanego produktu.

Tabela 1. Właściwości fizyczne badanego produktu  
Table 1. Physical properties of the examined product

	Właściwości fizyczne			
	Gęstość usypowa [kg·m <sup>-3</sup> ]	Gęstość utrżeszona [kg·m <sup>-3</sup> ]	Kąt zsypania [deg]	Kąt usypu [deg]
Nasiona słonecznika	560,1	617,5	27	31
Nasiona słonecznika otoczkowanego	564	626,5	28	33
Ryż preparowany	65,8	72,5	25	30
Ryż preparowany otoczkowany	203,1	243,2	28	34

Uzyskano wysoką gęstość usypową ziaren ryżu po otoczkowaniu w porównaniu z produktem nieotoczkowanym. Tak wysoki wzrost gęstości usypowej (3-krotny) może być spowodowany strukturą preparowanego ziarna ryżu, a w szczególności jego higroskopijnym charakterem, który powoduje łatwe wnikanie wody. Gęstość usypowa nasion słonecznika również wzrosła, lecz wzrost ten był niewielki. Wartość kąta zsypania i usypu produktu po otoczkowaniu w porównaniu z surowcem przed procesem zwiększyła się o 3 jednostki dla ryżu i o 1 dla nasion słonecznika (kąt zsypania) oraz dla kąta usypu o 4 jednostki dla ryżu i 2 jednostki dla nasion słonecznika.

Na rys. 3 przedstawiono wyniki pomiaru twardości badanych produktów. Po procesie otoczkowania nastąpił wzrost twardości zarówno dla nasion słonecznika o ok. 22% oraz dla ziarna ryżu o ok. 66%. Wyniki z 30 powtórzeń poddano analizie statystycznej, wyznaczając podstawowe statystyki opisowe (tab. 2.) oraz przeprowadzając analizę wariancji (tab. 3, 4).



Rys. 3. Wyniki pomiaru twardości  
Fig. 3. Hardness measurement results

## Wpływ procesu otoczkowania...

Tabela 2. Podstawowe statystyki opisowe  
Table 2. Basic descriptive statistics

Produkt	Średnia	Ilość powtórzeń	Odchylenie standardowe	Wariancja	Błąd standardowy
Ryż preparowany	3,05	30	0,85	0,73	0,16
Ryż preparowany otoczkowany	5,07	30	1,56	2,43	0,28
Nasiona słonecznika	16,35	30	3,36	11,29	0,61
Nasiona słonecznika - otoczkowane	20,09	30	4,63	21,39	0,84

Tabela 3. Analiza wariancji twardości F dla ryżu  
Table 3. Hardness F variance analysis for rice

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Sumy kwadratów	Średnie kwadraty	Wartość funkcji testującej F	$F_{\alpha}$	p
Rodzaj ryżu	1	244,02	244,02	154,63	4	$p < \alpha$
Błąd	58	91,53	1,58			

Przeprowadzona analiza wariancji dla ryżu otoczkowanego i nieotoczkowanego na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  pozwala stwierdzić, że istnieją istotne różnice w twardości,  $p < \alpha$ .

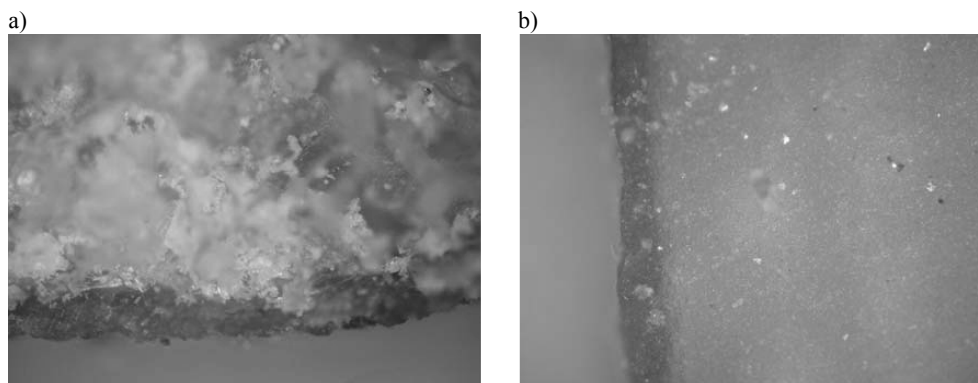
Tabela 4. Analiza wariancji twardości F dla nasion słonecznika  
Table 4. Hardness F variance analysis for sunflower seeds

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Sumy kwadratów	Średnie kwadraty	Wartość funkcji testującej F	$F_{\alpha}$	p
Rodzaj słonecznika	1	209,44	209,44	12,81	4	$p < \alpha$
Błąd	58	948	16,34			

Przeprowadzona analiza wariancji dla słonecznika otoczkowanego i nieotoczkowanego na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  pozwala stwierdzić, że istnieją istotne różnice w twardości,  $p < \alpha$ .

Analizując zrobione zdjęcia obrazowo można stwierdzić, że grubość otoczki jest wyrównana na krawędzi prostoliniowej ziarna ryżu czy też nasiona słonecznika. Na łuku natomiast obserwuje się cieńszą warstwę otoczki oraz bardziej zróżnicowaną. Biorąc pod uwagę te spostrzeżenia pomiary grubości otoczki dokonano w obu tych punktach po 10 powtórzeń. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 5.

Wyniki pomiaru rozkładu równomierności oraz grubości otoczki przedstawiono na zdjęciach mikroskopowych (rys. 4).



Rys. 4. Zdjęcia mikroskopowe po procesie otoczkowania: a) ziarno ryżu b) nasiona słonecznika  
 Fig. 4. Microscopic pictures after coating process: a) rice grain b) sunflower seeds

Tabela 5. Pomiar grubości otoczki  
 Table 5. Coat thickness measurement

Lp.	Grubość otoczki dla ziarna ryżu [μm]		Grubość otoczki dla nasiona słonecznika [μm]	
	Krawędź prostoliniowa	Łuk	Krawędź prostoliniowa	Łuk
1.	104,0	127,0	41,9	67,6
2.	125,6	40,2	49,1	60,0
3.	123,2	37,6	49,9	59,2
4.	132,8	54,4	44,4	44,9
5.	103,3	55,0	42,0	39,8
6.	88,8	73,9	47,1	32,2
7.	103,2	69,9	50,7	20,3
8.	161,1	61,5	52,7	13,9
9.	142,6	46,9	56,3	19,1
10.	146,4	59,1	57,8	15,4
Średnia	123,1	62,55	49,19	37,24
SD	23,09	25,47	5,50	20,14
Min.	88,8	37,6	41,9	13,9
Max.	161,1	127	57,8	67,6

Analizując rozkład grubości otoczki można stwierdzić, iż większą grubość uzyskano na ziarnie ryżu aniżeli na nasionach słonecznika. Na krawędzi prostoliniowej rozkład ten jest mniej zróżnicowany, niż na łuku badanego surowca.

## Wnioski

Po analizie wyników badań można wysunąć następujące wnioski:

1. Proces otoczkowania wpłynął na wzrost wielkości kąta zsypu i usypu surowca, co świadczy o wzroście chropowatości powierzchni.
2. Surowce posiadające wysoką zdolność do pochłaniania wilgoci w wyniku procesu nakładania powłoki absorbują dużą ilość wilgoci podczas prowadzenia procesu, co powoduje wnikanie mieszanki posypki wraz z wilgocią do wnętrza produktu wzbogacając jego smak, a jednocześnie powodują znaczny wzrost gęstości usypowej.
3. Proces otoczkowania wpłynął na twardość badanego surowca. Po naniesieniu powłoki twardość otrzymanego produktu z ziarna ryżu wzrosła o ok. 66%, a z nasion słonecznika o ok. 22%.
4. Kształt surowca ma wpływ na równomierność rozłożenia warstwy otoczki. Na krzywiznach grubość otoczki jest mniejsza, niż na odcinku prostoliniowym.

## Bibliografia

- Domoradzki M.** 1999. Determination of germination capability of coated seeds. *International Agrophysics*. Nr 13. s. 431-433.
- Głuba T.** 2003. Zagęszczanie aglomeratów w procesie mokrej granulacji bębnowej. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*. Nr 3. s. 45-47.
- Hogekamp S., H. S. Schubert, S. Wolf.** 1996. Steam jet agglomeration of water soluble material. *Powder Technology* 86. s. 49-57.
- Korpala W.** 1999. O możliwości wykorzystania granulacji talerzowej w przemyśle rolno-spożywczym. *Maszyny dla Przetwórstwa Płodów Rolnych-Biuletyn*. Nr 2. s. 22-31.
- Litster J.D.** 2003. Scale up of wet granulation processes: science not art. *Powder Technology* 130, 35-40.
- Pietsch W.** 2005. Agglomeration in industry: occurrence and applications. Vol. 1. Wiley-VCH. ISBN 3527305823.
- Tendaj M.** 2001. Powłoki jadalne w rozbiórczym uszlachetnianiu warzyw i owoców. *Owoce, warzywa, kwiaty*. Nr 21. s. 19.

## THE IMPACT OF COATING PROCESS ON SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF OBTAINED PRODUCTS

**Abstract.** Coating process involves covering of a given product with layer of a substance called coat. This process may be carried out in various types of pressureless granulators, however drum-type or disk-type granulators are best. Prepared rice and shelled sunflower seeds were used in the tests. The coat was a mix consisting of: 35% - cocoa, 35% - powdered milk and 30% - powdered sugar. Water was used as the bonding liquid. Raw materials characterised by high moisture absorbing capacity take in plenty of moisture during execution of the coat applying process. As a result of this, coat mix penetrates with moisture into the product thus enriching its taste. At the same time, these materials cause considerable bulk density growth. Coating process has affected hardness of the examined material. After having applied the coat, hardness of product obtained from rice grain increased by ca. 66%, and from sunflower seeds - by ca. 22%.

**Key words:** coating, pressureless granulation, rice, sunflower

**Autor do korespondencji:**

Paweł Sobczak e-mail: pawel.sobczak@up.lublin.pl

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ul. Doświadczalna 44

20-236 Lublin