

Nr 99/2017, 103–113  
ISSN 1644-1818  
e-ISSN 2451-2486

## OCENA WYBRANYCH NAPOJÓW ROŚLINNYCH W PROSZKU – CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH

### THE EVALUATION OF SELECTED DRINKS PLANT POWDER – CHARACTERISTICS OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

**Millena Ruszkowska\***, **Aleksandra Wiśniewska**

Akademia Morska w Gdyni, Morska 81-87, 81–225 Gdynia, Wydział Przedsiębiorczości  
i Towaroznawstwa, Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością  
e-mail: m.ruszkowska@wpit.am.gdynia.pl

\* Adres do korespondencji/Corresponding author

**Streszczenie:** Celem pracy była ocena właściwości fizykochemicznych wybranych napojów roślinnych w proszku. Materiał badawczy stanowił proszek napoju kokosowego (I), sojowego (II), ryżowego (III), owsianego (IV). Metodyka badań obejmowała oznaczenie zawartości wody, aktywności wody, gęstości luźnej i utręsionej, współczynnika Hausnera, indeksu Carra, kąta nasypu oraz zwilżalności. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że właściwości fizykochemiczne badanych napojów roślinnych w proszku determinował skład surowcowy oraz proces technologiczny zastosowany przez poszczególnych producentów.

**Słowa kluczowe:** napoje roślinne w proszku, wskaźnik sypkości, zwilżalność.

**Abstract:** The aim of the study was to evaluate the physicochemical properties of selected drinks vegetable powder. The research material was coconut drink powder (I), soybean (II), rice (III), oat (IV). The research methodology included the determination of water content, water activity, loose and tapped density, Hausner ratio and, Carr index, angle of repose and wettability. Based on the survey, it was found that the physicochemical properties of the tested beverage plant powder were determined the composition of raw materials and technological process used by various manufacturers.

**Keywords:** drink vegetable powder, wettability, flowability.

## 1. WSTĘP

Materiały sypkie są różnorodne, a ich wspólną cechą jest nieciągłość rozłożenia masy skupionej w ziarnach czy cząstkach. Odrębność i złożoność właściwości fizycznych wpływa przede wszystkim z dwu- i trójfazowej budowy materiałów sypkich [Domian 2008].

Produkty spożywcze w proszku z przeznaczeniem do dyspersji w płynie powinny cechować się właściwościami instant, co wskazuje na ich dobrą zwilżalność, opadalność, dyspergowalność, rozpuszczalność. W zależności od metody aglomeracji powyższe kryteria spełniane są w różnym stopniu. Sposób formowania aglomeratów w danym procesie określa ich właściwości [Domian 2005b].

Obecnie dostrzega się rosnące zapotrzebowanie na żywność wygodną, łatwo dostępną, umożliwiającą proste i szybkie przygotowanie posiłków w różnych sytuacjach. Różnorodność produkowanej żywności sypkiej tworzy konieczność poszerzenia informacji o ich właściwościach fizykochemicznych, a także poznanie procesów determinujących jakość, trwałość produktów, ściśle powiązanych z obecnością i stanem wody. Można zauważyć wzrost zainteresowania napojami roślinnymi, związany z trendem spożywania produktów roślinnych, dlatego też istotne jest poznanie wybranych właściwości fizykochemicznych, ważnych zarówno z punktu widzenia producenta, jak i konsumenta.

## 2. MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym poddanym ocenie były cztery napoje roślinne w proszku: napój kokosowy w proszku Cocomi (I), napój sojowy w proszku Mogador (II), napój ryżowy w proszku Mogador (III) i napój owsiany w proszku Bios (IV). Produkty zostały kupione w sklepie internetowym [www.jemynaturalnie.pl](http://www.jemynaturalnie.pl).

Szczegółową charakterystykę badanych produktów przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Charakterystyka produktów

**Table 1.** The products characteristics

Wartość odżywcza w 100 g	I	II	III	IV
Wartość energetyczna (kJ/kcal)	2849/688	2143/510	2048/489	1538/412
Tłuszcz (g)	60 g	27,4	22	14
Węglowodany (g)	25, w tym cukry 24	63, w tym cukry 9,8	70	54
Białko (g)	12	3,4	2,6	6

Źródło: na podstawie danych umieszczonych na opakowaniu jednostkowym.

### 2.1. Oznaczenie zawartości wody

Zawartość wody oznaczono poprzez suszenie próbki o masie około 3 g w temperaturze  $102 \pm 2^\circ\text{C}$  i zważenie z dokładnością do 0,001 g [Ruszkowska i Palich 2013].

## 2.2. Oznaczenie aktywności wody

Aktywność wody w proszku określono w aparacie AquaLab Seria 3 model TE w temperaturze  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ .

## 2.3. Oznaczenie gęstości nasypowej luźnej i utrzęsionej

Oznaczenie przebiegało w następujący sposób: do cylindra miarowego o pojemności  $250\text{ cm}^3$  przeniesiono  $100\text{ g}$  produktu. Odczytano gęstość produktu z dokładnością do  $0,01\text{ cm}^3$ . Postukiwano cylindrem 100 razy i ponownie odczytano objętość proszku. Gęstość nasypową obliczono ze wzoru (1):

$$\rho = m / v \quad (1)$$

gdzie:

$m$  – masa produktu (g),

$v$  – objętość produktu w cylindrze miarowym [ $\text{cm}^3$ ].

Gęstość nasypową luźną i utrzęsioną wyrażono w ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) [PN-ISO 8460-1999].

## 2.4. Wyznaczenie współczynnika Hausnera

Współczynnik Hausnera określa stosunek gęstości nasypowej utrzęsionej do gęstości nasypowej luźnej i został wyliczony ze wzoru (2):

$$I_H = \rho_T / \rho_L \quad (2)$$

gdzie:

$\rho_T$  – gęstość nasypowa utrzęsiona ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ),

$\rho_L$  – gęstość nasypowa luźna ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) [Domian i in. 2005].

## 2.5. Wyznaczenie indeksu Carra

Indeks Carra obliczono ze wzoru (3):

$$I_C = ((\rho_T - \rho_L) / \rho_T) \cdot 100 \quad (3)$$

gdzie:

$\rho_T$  – gęstość nasypowa utrzęsiona ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ),

$\rho_L$  – gęstość nasypowa luźna ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) [Domian 2008].

## 2.6. Oznaczenie kąta nasypu

Kąt nasypu (K.N.) obliczono ze wzoru:

$$K.N = \arctg(2h / d - a) \quad (4)$$

gdzie:

$K.N.$  – kąt nasypu ( $^{\circ}$ ),

$h$  – wysokość stożka utworzonego przez produkt (mm),

$d$  – średnica podstawy stożka (mm),

$a$  – średnica wewnętrzna szyjki lejka (mm).

## 2.7. Oznaczenie zwilżalności

Zasada oznaczenia zwilżalności polega na ustalaniu czasu zwilżania badanych produktów do momentu przeniknięcia produktu do fazy ciągłej. Otrzymany czas w sekundach stanowił wskaźnik zwilżalności. Zastosowano dwa warianty temperaturowe: 20°C i 60°C [PN-78/A-86030-3].

## 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Zawartość wody stanowi główny czynnik decydujący o intensywności przebiegu procesów chemicznych, biochemicznych i fizycznych, determinujących jakość żywności [Pałacha 2008].

**Tabela 2.** Zawartość wody w badanych produktach

*Table 2. The water content in the products tested*

Produkt	Zawartość wody [%]	Wariancja	SD
I	1,64	0,0007	0,03
II	2,18	0,0264	0,16
III	3,19	0,0283	0,17
IV	3,75	0,0176	0,13

Źródło: badania własne, ( $n = 3$ ).

Na podstawie przeprowadzonej oceny zawartości wody w badanych napojach roślinnych w proszku stwierdzono, że najniższą początkową zawartością wody charakteryzował się napój kokosowy (I) – 1,64%, natomiast najwyższą napój owsiany (IV) – 3,75%. W badanych produktach zawartość wody prawdopodobnie determinowana była wypadkową ilości wody i stopniem jej związania z matrycą produktu, a wynikała z różnorodności komponentów użytych do produkcji napojów roślinnych oraz procesu technologicznego zastosowanego przez poszczególnych producentów. Dla porównania zawartość wody wybranych proszków spożywczych wynosi: mleko instant odtłuszczone – 3,49%, mleko granulowane odtłuszczone – 3,68%, serwatka – 3,34% [Ruskowska i Palich 2013], kaszka kukurydziana –

4,13%, kaszka ryżowa – 5,48%, cukier puder – 0,42%, proszek truskawkowy – 7,53% [Poszytek i Lenart 2006].

### 3.1. Aktywność wody

Aktywność wody określa stosunek prężności pary wodnej nad roztworem do prężności pary wodnej nad czystą wodą, podczas warunków stałego ciśnienia i temperatury. Na podstawie aktywności wody można określić dostępność w produktach spożywczych oraz wpływ na przebieg zachodzących reakcji [Kowalska, Majewska i Lenart 2011].

Proszki spożywcze należą do grupy produktów, które cechuje niska aktywność wody, o wartości 0,15–0,40. Jednocześnie charakteryzuje je wysoka higroskopijność i łatwość chłonięcia wody z otoczenia, co rzutuje na ich jakość i trwałość [Kowalska i in. 2011].

**Tabela 3.** Aktywność wody w badanych produktach

*Table 3. The water activity in the products tested*

Produkt	Aktywność wody (-)	Wariancja	SD
I	0,349	0,0000	0,003
II	0,253	0,0001	0,008
III	0,254	0,0000	0,002
IV	0,358	0,0000	0,005

Źródło: badania własne, (n = 9).

Na podstawie przeprowadzonej oceny spośród badanych produktów w proszku najniższą aktywnością wody charakteryzowały się napój sojowy (II) – 0,253 i napój ryżowy (III) – 0,254. Najwyższą aktywność wody wykazywał napój owsiany (IV) – 0,358 i napój kokosowy (I) – 0,349. Dla porównania aktywność wody według literatury przedmiotu dla kawy rozpuszczalnej wynosiła – 0,45, glukozy – 0,40, mleka w proszku – 0,20-0,30, herbaty granulowanej – 0,35.

### 3.2. Gęstość luźna i utręszona

Gęstość nasypowa określa stosunek masy cząstek do ich objętości wraz z wolnymi przestrzeniami. Parametr ten stanowi istotny wyróżnik, charakteryzujący stopień wypełnienia materiałami sypkimi aparatów, opakowań, a determinuje go upakowanie cząstek, ich wielkość, kształt i ułożenie [Abdullah i Geldart 1999; Domian 2005a; Peleg 1978].

W związku z tym w każdym produkcie gęstość nasypowa nie jest stała, zależy bowiem od objętości cząstek, która wpływa na upakowanie produktu. Gęstość

nasypowa luźna określa objętość proszku luźno przesypanego razem z objętością przestrzeni między cząstkami proszku. Jest również ważnym czynnikiem, wpływającym jak wyżej na stopień wypełnienia materiałami sypkimi aparatów i opakowań [Ruskowska i Palich 2013].

**Tabela 4.** Gęstość nasypowa luźna

**Table 4.** The bulk density of loose

Produkt	Średnia (g/cm <sup>3</sup> )	Wariancja	SD
I	0,410	0,0001	0,01
II	0,530	0,0000	0,00
III	0,560	0,0000	0,00
IV	0,620	0,0014	0,03

Źródło: badania własne, (n = 6).

Na podstawie przeprowadzonej oceny gęstości luźnej stwierdzono, że najniższą gęstością luźną cechował się napój kokosowy (I) – 0,410 g/cm<sup>3</sup>, a najwyższą wartością napój owsiany (IV) – 0,620 g/cm<sup>3</sup>. Dla porównania w literaturze przedmiotu wartości gęstości nasypowej luźnej wybranych proszków spożywczych są następujące: mleko odtłuszczone – 0,447 g/cm<sup>3</sup>, kawa zbożowa – 0,286 g/cm<sup>3</sup>, syrop glukozowy – 0,514 g/cm<sup>3</sup>, napój kakao – 0,371 g/cm<sup>3</sup>, kawa mielona – 0,319 g/cm<sup>3</sup>, mąka pszenna – 0,592 g/cm<sup>3</sup>, cukier puder – 0,515 g/cm<sup>3</sup> [Domian i Lenart 2010].

Gęstość nasypowa utrząsiona określa upakowanie wynikające z utrząsienia produktu. W wyniku utrząsienia cząstki o mniejszych wymiarach przemieszczają się w wolne przestrzenie pomiędzy cząstkami większymi. W rezultacie objętość mieszaniny sypkiej ulega zmniejszeniu [Ruskowska i Palich 2013].

**Tabela 5.** Gęstość nasypowa utrząsiona

**Table 5.** The bulk density tapped

Produkt	Średnia (g/cm <sup>3</sup> )	Wariancja	SD
I	0,52	0,0001	0,01
II	0,59	0,0001	0,01
III	0,63	0,0002	0,01
IV	0,71	0,0001	0,01

Źródło: badania własne, (n = 6).

Na podstawie przeprowadzonej oceny stwierdzono, że najmniejszą gęstością nasypową luźną cechował się napój kokosowy (I) – 0,52 g/cm<sup>3</sup>, natomiast największą gęstością utrząsioną – napój owsiany (IV) – 0,71 g/cm<sup>3</sup>.

Gęstość nasypowa produktów występujących w postaci proszku pozostaje w ścisłym związku z porowatością, tj. objętością porów zawartych w jednostce objętości złoża produktu. Wyroby charakteryzujące się małą gęstością nasypową cechują się dużą porowatością [Ruszkowska 2007].

Dla porównania przywołano wartości gęstości nasypowej utręzionej wybranych proszków spożywczych: mleko odtłuszczone – 0,6 g/cm<sup>3</sup>, kawa zbożowa – 0,291 g/cm<sup>3</sup>, syrop glukozowy – 0,659 g/cm<sup>3</sup>, napój kakao – 0,408 g/cm<sup>3</sup>, kawa mielona – 0,417 g/cm<sup>3</sup>, mąka pszenna – 0,766 g/cm<sup>3</sup>, cukier puder – 0,817 g/cm<sup>3</sup> [Domian i Lenart 2010].

### 3.3. Współczynnik Hausnera

Współczynnik Hausnera określa stosunek gęstości utręzionej do gęstości nasypowej luźnej. Stanowi on jeden ze wskaźników sypkości. Im większa wartość tego współczynnika, wynikająca ze wzrastających sił międzycząsteczkowych, tym spójniejszy proszek [Domian i in. 2005].

**Tabela 6.** Współczynnik Hausnera badanych produktów

*Table 6. The Hausner factor of tested products*

Produkt	Współczynnik Hausnera	Wariancja	SD
I	1,26	0,0000	0,01
II	1,10	0,0001	0,01
III	1,13	0,0005	0,02
IV	1,18	0,0056	0,08

Źródło: badania własne, (n = 6).

Na podstawie przeprowadzonej oceny współczynnika Hausnera stwierdzono, że spośród badanych produktów najwyższą wartość tego współczynnika miał napój kokosowy (I) – 1,26, natomiast najniższą – napój sojowy (II) – 1,10 (tab. 6). Tym samym stwierdzono, że spośród badanych produktów napój kokosowy (I) był najbardziej kohezyjny i najmniej podatny na płynięcie. Pozostałe badane produkty określono jako proszki charakteryzujące się niską kohezyjnością i dobrą sypkością, gdyż ich współczynnik Hausnera wynosił mniej niż 1,25. Dla porównania wartości współczynników Hausnera wybranych proszków spożywczych według literatury przedmiotu: kaszka ryżowa – 1,24, kaszka owsiana – 1,30 [Ruszkowska 2011], mleko instant odtłuszczone – 1,24, mleko granulowane – 1,16, serwatka – 1,23 [Ruszkowska i Palich 2013].

### 3.4. Indeks Carra

Indeks Carra stanowi kolejny wskaźnik sypkości, także związany z gęstością nasypową luźną i utrzoną [Szulc i in. 2012]. Im niższa wartość tego indeksu, tym produkt jest bardziej sypki. Na podstawie przeprowadzonej oceny stwierdzono, że najwyższym indeksem Carra charakteryzował się napój kokosowy (I) – 20,77%. Produkt ten należał do grupy materiałów o średniej sypkości ( $I_c = 18\text{--}25\%$ ). Najniższą wartość indeksu Carra miał napój sojowy (II) – 9,6%, który wraz z pozostałymi badanymi produktami mieścił się w przedziale  $I_c < 18\%$ , a tym samym należał do proszków o bardzo dobrej sypkości. Im niższa wartość indeksu, tym materiał jest bardziej sypki (tab. 7).

Dla porównania przywołano wartości indeksu Carra wybranych proszków spożywczych: kaszka ryżowa – 20%, kaszka owsiana – 30%, mleko instant odtłuszczone – 20%, mleko granulowane – 13%, serwatka – 20% [Ruskowska i Palich 2013].

**Tabela 7.** Indeks Carra badanych produktów

**Table 7.** The Carr's index of tested products

Produkt	Indeks Carra [%]	Wariancja	SD
I	20,77	0,4408	0,66
II	9,60	0,9633	0,98
III	11,55	3,9675	1,99
IV	13,14	4,1301	2,03

Źródło: badania własne, ( $n = 6$ ).

### 3.5. Kąt nasypu

Kąt nasypu stanowi kolejny wskaźnik sypkości, który określa kąt zawarty pomiędzy tworzącą a podstawą stożka pryzmy swobodnie nasypanego proszku. Kąt ten decyduje o wielkości powierzchni składowania i o pojemności magazynowanej [Szulc i in. 2012]. Pomiar kąta nasypu określa zdolność do płynięcia materiału. Im wartość kąta jest większa, tym mniejszą sypkością charakteryzuje się produkt, natomiast im niższa wartość kąta nasypu, tym lepsza sypkość ocenianego produktu w proszku. Proszki swobodnie płynące wykazują kąt niższy niż  $40^\circ$ , proszki o kącie nasypu wyższym od  $50^\circ$  charakteryzują się małą sypkością [Peleg 1978].



**Tabela 8.** Kąt nasypu badanych produktów**Table 8.** The angle of the embankment of the tested products

Produkt	Kąt nasypu [°]	Wariancja	SD
I	47	0,3334	0,58
II	39	4,3334	2,08
III	41	0,3334	0,58
IV	46	1	1,00

Źródło: badania własne, (n = 6).

Na podstawie przeprowadzonej oceny kąta nasypu stwierdzono, że najniższym kątem nasypu charakteryzował się napój sojowy (II) – 39°. Wykorzystując uzyskane wartości kąta nasypu, napój sojowy (II) i napój ryżowy (III) zakwalifikowano do grupy proszków swobodnie płynących (35–45°). Wartość kąta nasypu napoju owsianego (IV) i napoju kokosowego (I) mieściła się w przedziale 45–60°, tym samym zakwalifikowano badane produkty do proszków łatwo płynących. Dla przykładu wartości kąta nasypu wybranych proszków spożywczych w literaturze przedmiotu wynosiły odpowiednio: serwatka – 44°, syrop maltozowy – 45°, kazeinian – 55°, izolat białek serwatkowych – 65° [Domian 2005b], modyfikowane mleko w proszku – poniżej 40° [Szulc i in. 2012].

### 3.6. Zwilżalność

Zwilżalność stanowi wskaźnik szybkości odtwarzania proszków w cieczy, tym samym jest wskaźnikiem charakteryzującym właściwości rekonstrykcyjne proszków spożywczych [Domian 2005b].

**Tabela 9.** Współczynnik Hausnera badanych produktów**Table 9.** The Hausner's coefficient of the tested products

Produkt	Temp. 60°C	Temp. 20°C
I	2,37 ‘	nie rozpuścił się
II	11,55 “	nie rozpuścił się
III	17,15 “	nie rozpuścił się
IV	21,13 “	nie rozpuścił się

Źródło: badania własne, (n = 6).

Na podstawie przeprowadzonej oceny zwilżalności wyznaczono czas całkowitego zwilżenia badanych napojów roślinnych w temperaturze 60°C. Najlepszą zwilżalnością charakteryzował się napój sojowy (II) – 11,55 s, najslabszą zaś napój kokosowy (I), którego czas zwilżania wyniósł 2,37 minut. Żaden z badanych produktów nie rozpuścił się w temperaturze 20°C. Producenci badanych napojów roślinnych sugerowali użycie miksera w przypadku zwilżania w zimnej wodzie. Dla porównania, według danych literaturowych, czas zwilżenia odłuszczonego proszku mlecznego wyniósł w temperaturze 20°C – powyżej 180 s, a w temperaturze 60°C – 57 s [Żbikowska i Żbikowski 2011].

#### 4. WNIOSKI

Na podstawie oceny wyników badań pozytywnie zweryfikowano postawioną hipotezę, właściwości fizykochemiczne proszków spożywczych determinowała zastosowana technologia produkcji oraz skład surowcowy i sypkość produktów.

Właściwości płynięcia cząstek stałych różnią się w zależności od ich wielkości i kształtu, zawartości wody, konsolidacji, czasu i temperatury przechowywania.

Napoje sojowy (II) i ryżowy (III) cechowały się dobrą sypkością oraz wykazywały zbliżone wartości w poszczególnych oznaczeniach determinujących sypkość proszków. Wyprodukowane były przez tego samego producenta oraz posiadały podobny skład surowcowy, dlatego też charakteryzowały się zbliżonymi właściwościami.

Napoje owsiany (IV) i napój kokosowy (I) charakteryzowały się słabszą sypkością oraz wykazywały właściwości różniące się od pozostałych badanych proszków spożywczych.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że właściwości fizykochemiczne badanych produktów wynikały z różnorodności komponentów, użytych do produkcji napojów roślinnych oraz procesu technologicznego zastosowanego przez poszczególnych producentów.

#### LITERATURA

- Abdullah, E.C., Geldart, D., 1999, *The Use of Bulk Density Measurements as Flowability Indicators*, Powder Technology, vol. 102, s. 151–165.
- Domian, E., 2005a, *Sypkość aglomerowanej modelowej żywności w proszku*, Acta Agrophysica, vol. 6, nr 3, s. 605–615.
- Domian, E., 2005b, *Właściwości fizyczne modelowej żywności w proszku w aspekcie metody aglomeracyjnej*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, nr 4(45), s. 95.
- Domian, E., 2008, *Studia nad wpływem aglomeracji na strukturę i wybrane właściwości fizyczne wieloskładnikowych mieszanin spożywczych w proszku*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

- Domian, E., Janowicz, M., Kowalska, H., Lenart, A., 2005, *Sypkość białkowo-węglowodanowych mieszanin proszków spożywczych aglomerowanych w złożu fluidalnym*, SGGW, Warszawa.
- Domian, E., Lenart, A., 2010, *Właściwości fizyczne żywności*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Kowalska, J., Majewska, E., Lenart, A., 2011, *Aktywność wody napoju kakaowego w proszku o zmodyfikowanym składzie surowcowym*, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, nr 4(77).
- Pałacha, Z., 2008, *Aktywność wody – ważny parametr trwałości żywności*, *Przemysł Spożywczy*, t. 62, nr 4, s. 22–26.
- Peleg, M., 1978, *Flowability of Food Powders and Methods for its Evaluation. A Revive*, *Journal of Food Process Engineering*, no. 1, s. 303–328.
- PN-78/A-86030-3, *Mleko i produkty suszone. Proszek mleczny*.
- PN-ISO 8460-1999, *Kawa rozpuszczalna. Oznaczanie gęstości nasypowej swobodnej i gęstości nasypowej ubitej*.
- Poszytek, K., Lenart, A., 2006, *Właściwości sorpcyjne modelowych odżywek sproszkowanych*, *Żywność. Technologia. Nauka. Jakość*, nr 4(49).
- Ruszkowska, M., 2007, *Ocena higroskopijnych właściwości zup typu instant*, praca doktorska, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia, [maszynopis niepublikowany].
- Ruszkowska, M., 2011, *Ocena jakości wybranych odżywek w proszku dla dzieci*, *Inż. Ap. Chem.*, t. 50, nr 2, s. 35.
- Ruszkowska, M., Palich P., 2013, *Ocena wybranych produktów mleczarskich w proszku*, *Inż. Ap. Chem.*, t. 52, nr 2, s. 83–85.
- Szulc, K., Estkowski, J., Tuwalski, A., Lenart, A., 2012, *Wpływ aktywności wody na sypkość mleka w proszku o różnym składzie surowcowym*, *Acta Agrophysica*, vol. 19, nr 1, s. 195–202.
- Żbikowska, A., Żbikowski, Z., 2011, *Wpływ temperatury i twardości wody na stopień odtworzenia mleka z odtuszczonego proszku mlecznego*, *Inż. Ap. Chem.*, t. 50, nr 6, s. 20–22.