



WPLYW PRĘDKOŚCI GŁOWICY POMIAROWEJ TEKSTUROMETRU NA UZYSKIWANE WARTOŚCI PODSTAWOWYCH WYRÓŻNIKÓW PROFILOWEJ ANALIZY TEKSTURY SERA CAPRESI

Jacek Mazur*, Kazimierz Zawiślak, Marian Panasiewicz, Paweł Sobczak

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

* Adres do korespondencji: ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, e-mail: jacek.mazur@up.lublin.pl

INFORMACJE O ARTYKULE

Historia artykułu:
Wpłynął: listopad 2013
Zrecenzowany: styczeń 2014
Zaakceptowany: luty 2014

Słowa kluczowe:
TPA
ser śmietankowy Capresi
prędkość głowicy pomiarowej

STRESZCZENIE

Celem pracy było wykazanie wpływu prędkości głowicy pomiarowej na wartości pomiarowe podstawowych wyróżników profilowej analizy tekstury (TPA), takich jak: twardość I i II, kohezijność, adhezyjność, elastyczność, żujność i gumiaistość oraz odbojność. Badany materiał poddawano dwukrotnemu ściskaniu do 50% pierwotnej wysokości przy prędkościach głowicy: 0,5; 0,83; 1,0; 1,2; 1,5 ($\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$). Analizie poddano sześć próbek sera śmietankowego typu włoskiego Capresi o długości boku 15 mm. Uzyskane wyniki badań wykazały, że statystycznie istotne różnice (przy $\alpha=0,05$) zanotowano tylko w nielicznych przypadkach pomiędzy wynikami uzyskanymi dla poszczególnych analizowanych poziomów prędkości głowicy pomiarowej, jednak można zaobserwować wyraźne trendy zmian wartości wyróżników TPA w miarę jej wzrostu czy spadku. Zaobserwować można wzrost wyróżników twardości I i II w miarę zwiększania prędkości głowicy pomiarowej (jednak bez potwierdzenia statystycznie istotnych różnic przy $\alpha=0,05$). Podobny trend obserwować można także dla wyróżnika gumiaistość oraz żujność w zakresie prędkości głowicy od 1,0 do 1,5 ($\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$).

Wstęp

Do podstawowych właściwości sensorycznych produktów spożywczych można zaliczyć: barwę, smakowitość, zapach oraz teksturę. Cechy te powiązane są obecnie ściśle z jakością wyrobów spożywczych (Szczesniak, 1963). Metody instrumentalne pomiaru tekstury są obecnie coraz szerzej stosowane w pomiarach i kontroli jakości w inżynierii żywności (Kress-Rogers i Brimelov, 2001; Marzec, 2008).

Klasyczną metodą analizy tekstury jest zebranie zespołu wyszkolonych ekspertów oceniających poszczególne cechy organoleptycznie. Metoda ta jest szczegółowo opracowana i opisana szeregiem norm, jednak jest ona dość uciążliwa w stosowaniu. Aparat analitycz-

ny, którym w tym przypadku jest człowiek, mimo olbrzymiego potencjału zawsze w mniejszym lub większym stopniu wprowadza niepewność otrzymanego wyniku (Marzec, 2008).

W przypadku tekstury żywności, która ściśle powiązana jest z właściwościami mechanicznymi, zaczęto wykorzystywać urządzenia określające cechy wytrzymałościowe. Metody te pozwalają łatwiej, szybciej oraz przy niższych kosztach wykonać kontrolne pomiary tekstury artykułów spożywczych, dzięki czemu możliwe jest otrzymywanie produktu końcowego o lepszej jakości (Mazur i Andrejko, 2003; Mazur, 2009; Mazur i in., 2011).

Zwykle ściska się w dwóch cyklach do 50% pierwotnej wysokości próbki (nie jest to jednak regułą, wielu badaczy stosuje stopień ściśnięcia w zakresie 25-80% pierwotnej wysokości próbki). Nazewnictwo, terminologia, a nawet jednostki ulegały z czasem różnym modyfikacjom (Szczesniak, 1963; Bourne, 2002), zestawienie przedstawiono w tabeli 1. Dodatkowo różni badacze stosują bardzo często inne spojrzenie na poszczególne wyróżniki TPA, co prowadzi do nieścisłości w stosowaniu jednostek dla poszczególnych wyznaczników.

Również w przypadku stosowanego zakresu prędkości głowicy pomiarowej wśród badaczy odnotowuje się znaczne rozbieżności (tab. 1).

Tabela 1

Zestawienie wybranych wariantów metodyk profilowej analizy tekstury próbek na przykładzie serów

Table 1

The list of the selected variants of methodologies of texture profiled analysis of samples on the example of cheese

Zespół badawczy	Surowiec	Parametry próbki i testu
Serano i in. (2004)	Ser Cheddar	Sześciiany o boku 20 (mm); Kompresja – 50%; Prędkość głowicy 1,0 (mm·s ⁻¹).
Kahyaoglu i in. (2005)	Ser twarogowy Gaziantep	Walec o średnicy 22 (mm); i wysokości 20 (mm); Kompresja do 25%; Prędkość głowicy 1,67 (mm·s ⁻¹).
Cais-Sokolińska i in. (2006)	Ser Mozzarella	Walec o średnicy 17 (mm); i wysokości 12 (mm); Kompresja do 50%; Prędkość głowicy 0,5 (mm·s ⁻¹).
Sołowiej (2007)	Analogi serów topionych	Walec o średnicy 15 (mm); brak informacji o wysokości próbki; Kompresja – brak informacji; Prędkość głowicy – 1,0 (mm·s ⁻¹).
Shirashoji i in. (2010)	Ser Cheddar	Walec o średnicy 16 (mm); i wysokości 17,5 (mm); Kompresja do 80%; Prędkość głowicy – 0,8 (mm·s ⁻¹).

Dużą trudnością w porównywaniu wyników profilowej analizy tekstury uzyskanych przez innych badaczy nawet w tej samej grupie wyrobów czy wręcz tych samych, stanowi niepełna informacja odnośnie zastosowanej metodyki lub ich różne warianty – szczególnie kształt i wymiary próbek oraz prędkości głowicy pomiarowej (Serano i in., 2004; Kahyaoglu i in., 2005; Cais-Sokolińska i in., 2006; Sołowiej, 2007; Shirashoji i in., 2010). Określenie wpływu prędkości głowicy pomiarowej na wartości wyróżników TPA i ewentualne unormowanie tej kwestii wymaga dalszych badań oraz analiz.

Cel pracy

Celem pracy było wykazanie wpływu prędkości głowicy pomiarowej na wartości pomiarowe podstawowych wyróżników profilowej analizy tekstury (TPA), takich jak: twardość I i II, kohezijność, adhezyjność, elastyczność, żujność i gumiaistość oraz odbojność.

Zakres pracy

- określenie podstawowych właściwości badanego surowca (zawartość wody, pH, podstawowy skład chemiczny);
- pomiar wyróżników profilowej analizy tekstury: twardości I i II, adhezyjności, kohezijności, elastyczności, gumiaistości i żujności oraz odbojności próbek sera śmietankowego Capresi, stosując 5 wartości prędkości głowicy pomiarowej teksturometru;

Materiał i metodyka badań

Materiałem badawczym był ser śmietankowy Capresi typu włoskiego. Badania realizowano na trzech serach, każdy z serów pochodził z jednej partii produkcyjnej. Surowiec przechowywany był w warunkach chłodniczych w temperaturze $6^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Zawartość wody w serze określono metodą suszarkową zgodnie z normą PN-EN ISO 5534: 2005. Kontrolę pH realizowano przy użyciu pH-metru CP411 zgodnie z normą PN 73/A-86232:1973. Analizę tekstury przeprowadzono wykorzystując test TPA za pomocą analizatora tekstury TA XT PLUS. Badany materiał poddawano dwukrotnemu ścisaniu do 50% pierwotnej wysokości próbki. Zastosowano prędkości głowicy pomiarowej z zakresu stosowanego przez większość badaczy dla tego typu surowca, tj.: 0,5; 0,83 1,0; 1,2; 1,5 $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ (Serano i in., 2004; Kahyaoglu i in., 2005; Cais-Sokolińska i in., 2006; Sołowiej, 2007; Shirashoji i in., 2010). Analizie poddano sześć próbek sera śmietankowego typu włoskiego Capresi o długości boku 15 mm. Parametry takie jak twardość I i II, adhezyjność, elastyczność, kohezijność oraz odbojność, odczytywano ilościowo z wykresu siła – czas, gumiaistość i żujność wyliczano z zależności (Marzec, 2008). Pomiary realizowano w sześciu powtórzeniach. Metodą oceny istotności statystycznej wpływu prędkości głowicy pomiarowej na wyróżniki TPA była analiza wariancji ANOVA. Podstawowy skład chemiczny uzyskano od producenta.

Wyniki i ich analiza

Analizowany ser charakteryzował się następującymi właściwościami fizycznymi oraz podstawowym składem chemicznym (tab. 2).

W analizowanych partiach sera różnice zawartości wody, pH oraz udziału poszczególnych składników mieściły się w odchyleniach standardowych.

Tabela 2

Podstawowe właściwości fizyczne i skład chemiczny surowca badawczego

Table 2

Basic physical properties and chemical composition of the researched raw material

Wyszczególnienie	Ser I	Ser II	Ser III	SD
Zawartość wody u , (kg·kg _{s.m.} ⁻¹)/(%)	2,44/70,92	2,43/70,86	2,42/70,8	0,016
Białko, (%)	13,6	13,6	13,7	0,06
Węglowodany, (%)	3,7	3,7	3,7	0,07
Tłuszcz, (%)	3,6	3,6	3,7	0,09
pH	4,2	4,17	4,21	0,021

W tabeli 3 zestawiono średnie wartości poszczególnych wyróżników TPA wraz zaznaczonymi grupami jednorodnymi uzyskanymi w wyniku przeprowadzonego testu – przekroje proste ANOVA, post-hoc, test HSD Tukeya.

Tabela 3

Zestawienie średnich wartości wyróżników TPA sera śmietankowego typu włoskiego Capresi z oznaczeniem grup jednorodnych ($\alpha=0,05$)

Table 3

The list of average values of TPA differentiators of the cream cheese of the Italian type Capresi with marking uniform groups

Wyróżnik TPA	Prędkość głowicy pomiarowej (mm·s ⁻¹)				
	0,5	0,83	1,0	1,2	1,5
Twardość I (N)	5,842 ^a	6,617 ^b	5,823 ^a	6,228 ^{ab}	6,395 ^{ab}
Twardość II (N)	4,052 ^c	4,578 ^d	4,064 ^c	4,301 ^{cd}	4,265 ^{cd}
Adhezyjność (mJ)	-0,22	-0,34 ^{ef}	-0,31 ^f	-0,37 ^e	-0,35 ^{ef}
Elastyczność	0,817 ^g	0,803 ^g	0,801 ^g	0,798 ^g	0,794 ^g
Kohezyjność	0,424 ^j	0,368 ^h	0,378 ^h	0,389 ^{hi}	0,408 ^{ij}
Gumiastość (N)	2,478 ^{kl}	2,432 ^{kl}	2,197 ^l	2,427 ^{kl}	2,610 ^k
Żujność (N)	2,023 ^m	1,953 ^{mn}	1,760 ⁿ	1,936 ^{mn}	2,075 ^m
Odbojność	0,134 ^r	0,108 ^p	0,118 ^{op}	0,122 ^o	0,129 ^{or}

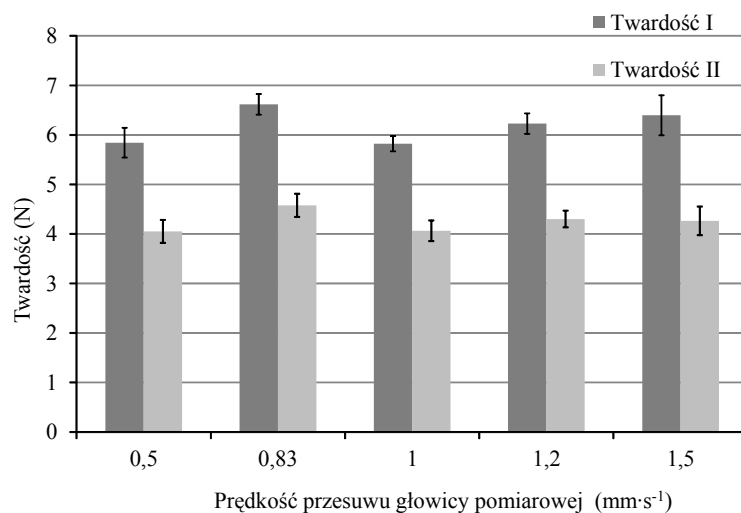
Wartości średnie dla poszczególnych poziomów wyróżnika TPA oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie

Average values for particular levels of TPA differentiators marked with the same letters do not differ statistically significantly

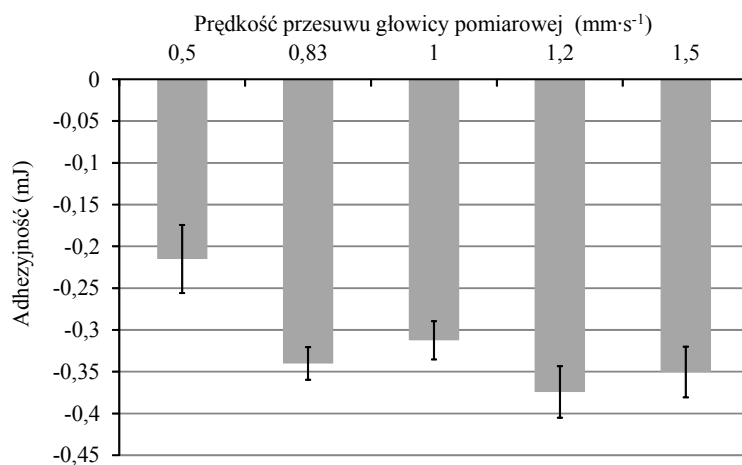
Dla czterech wariantów prędkości głowicy pomiarowej, tj. 0,5 oraz od 1 do 1,5 mm·s⁻¹ zaobserwowano wzrost wartości twardości I, jednak obserwowany trend nie jest statystycznie istotny.

Przy prędkości 0,83 mm·s⁻¹ głowicy pomiarowej zanotowano największe wartości tego wyznacznika, istotne statystycznie różnice wystąpiły dla wartości uzyskanych przy prędkościach głowicy pomiarowej 0,5 i 1 mm·s⁻¹.

Podobne zachowanie odnotowano dla wyróżnika tekstury – twardości II.



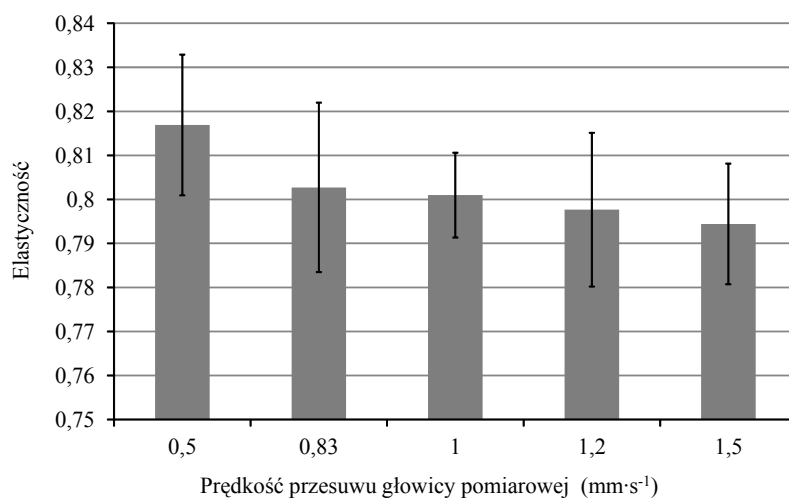
Rysunek 1. Wartości twardości I i II sera śmietankowego Capresi w zależności od zastosowanej prędkości głowicy pomiarowej
Figure 1. Values of hardness I and II of cream cheese Capresi depending on the applied velocity of the measuring head



Rysunek 2. Wartości adhezyjności sera śmietankowego Capresi w zależności od zastosowanej prędkości głowicy pomiarowej
Figure 2. Values of adhesiveness of cream cheese Capresi depending on the applied velocity of the measuring head

Najwyższe wartości adhezyjności $-0,22$ mJ odnotowano podczas pomiarów przy prędkości głowicy $0,5$ mm·s⁻¹, wykazując statystycznie istotne różnice względem wyników uzyskanych przy prędkości głowicy pomiarowej.

Statystycznie istotne różnice zaobserwowano między wynikami uzyskanymi przy prędkości 1 i $1,2$ mm·s⁻¹. Przy tej ostatniej zanotowano najniższe wartości adhezyjności $-0,37$ mJ wśród analizowanych przypadków.



Rysunek 3. Wartości elastyczności sera śmietankowego Capresi w zależności od zastosowanej prędkości głowicy pomiarowej

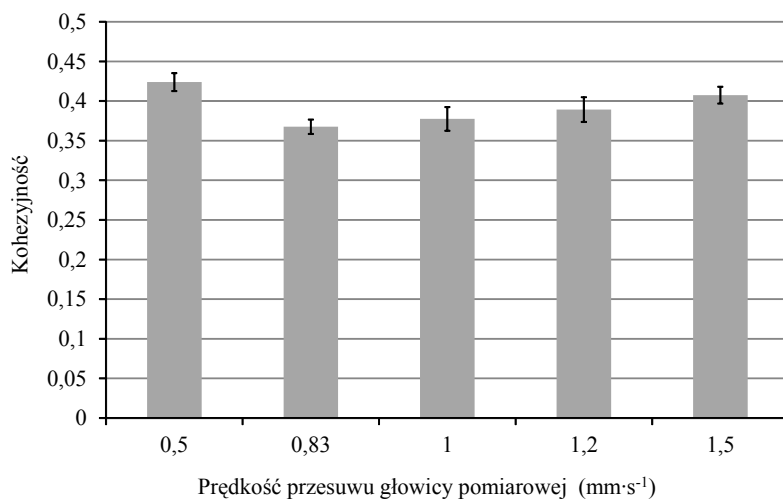
Figure 3. Values of elasticity of cream cheese Capresi depending on the applied velocity of the measuring head

Dla całego zakresu analizowanych prędkości głowicy pomiarowej teksturometru w miarę jego wzrostu odnotowano spadek wartości elastyczności, jednak nie można stwierdzić statystycznie istotnych różnic przy poziomie $\alpha=0,05$.

Największe wartości kohezji $0,42$ odnotowano podczas pomiarów przy prędkości głowicy $0,5$ mm·s⁻¹ wykazując statystycznie istotne różnice względem wyników uzyskanych przy prędkości głowicy pomiarowej od $0,83$ do $1,2$ mm·s⁻¹.

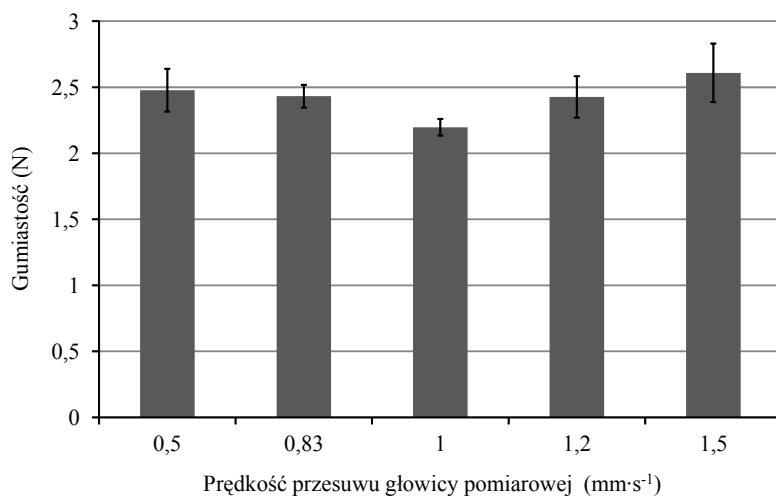
W przypadku czterech wariantów prędkości głowicy pomiarowej, tj. $0,83$ do $1,5$ mm·s⁻¹, zaobserwowano wzrost wartości kohezji, jednak statystycznie istotne różnice wystąpiły jedynie dla wyników uzyskanych przy prędkości głowicy $1,5$ mm·s⁻¹ względem wyników uzyskanych przy prędkościach $0,83$ i 1 mm·s⁻¹.

Najniższe wartości gumistości $2,2$ N odnotowano podczas pomiarów przy prędkości głowicy 1 mm·s⁻¹ wykazując statystycznie istotne różnice jedynie dla wyników uzyskanych przy skrajnych spośród analizowanych prędkości głowicy pomiarowej $0,5$ i $1,5$ mm·s⁻¹.



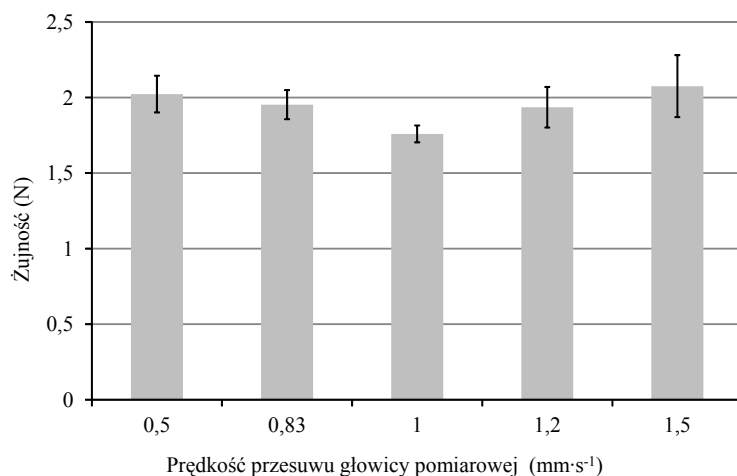
Rysunek 4. Wartości kohezyjności sera śmietankowego Capresi w zależności od zastosowanej prędkości głowicy pomiarowej

Figure 4. Values of cohesiveness of cream cheese Capresi depending on the applied velocity of the measuring head



Rysunek 5. Wartości gummiastosci sera śmietankowego Capresi w zależności od zastosowanej prędkości głowicy pomiarowej

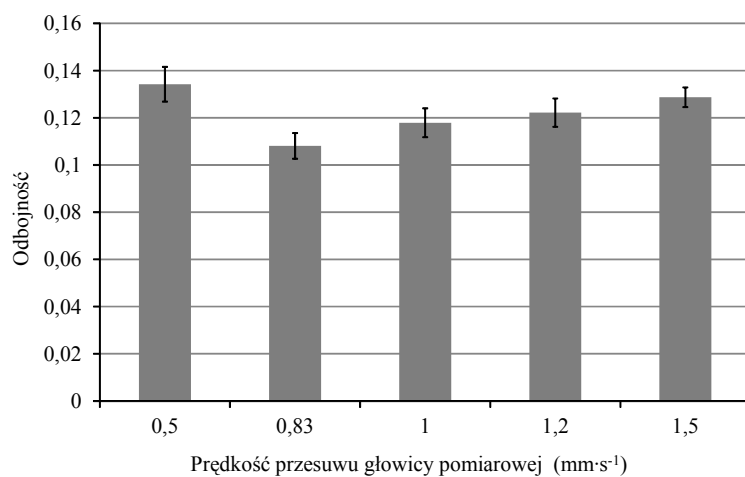
Figure 5. Values of gumminess of cream cheese Capresi depending on the applied velocity of the measuring head



Rysunek 6. Wartości żujności sera śmietankowego Capresi w zależności od zastosowanej prędkości głowicy pomiarowej

Figure 6. Values of chewability of cream cheese Capresi depending on the applied velocity of the measuring head

Podobny trend, jaki zaobserwowano w wyróżniku gumiałości w zmiany prędkości głowicy pomiarowej, można zaobserwować również dla wyróżnika TPA żujności.



Rysunek 7. Wartości odbojności sera śmietankowego Capresi w zależności od zastosowanej prędkości głowicy pomiarowej

Figure 7. Values of resilience of cream cheese Capresi depending on the applied velocity of the measuring head

Największe wartości odbojności (0,13) odnotowano podczas pomiarów przy prędkości głowicy $0,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ wykazując statystycznie istotne różnice względem wyników uzyskanych przy prędkości głowicy pomiarowej od $0,83$ do $1,2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$.

W przypadku czterech wariantów prędkości głowicy pomiarowej, tj. $0,83$ do $1,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$, zaobserwowano wzrost wartości odbojności w miarę wzrostu prędkości głowicy pomiarowej.

Statystycznie istotnych różnic nie stwierdzono dla wyników uzyskanych przy prędkościach głowicy $0,83$ i $1 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ oraz dodatkowo 1 mm/s względem $1,2$; $1,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$, a także dodatkowo przy prędkości $1,2$ względem $1,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Wnioski i podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwalają wysunąć następujące wnioski:

1. Statystycznie istotne różnice (przy $\alpha=0,05$) zanotowano tylko w nielicznych przypadkach pomiędzy wynikami uzyskanymi dla poszczególnych analizowanych poziomów prędkości głowicy pomiarowej, jednak można zaobserwować wyraźne trendy zmian wartości wyróżników TPA w miarę jej wzrostu czy spadku.
2. Zaobserwować można wzrost wyróżników twardości I i II w miarę zwiększania prędkości głowicy pomiarowej (jednak bez potwierdzenia statystycznie istotnych różnic przy $\alpha=0,05$). Podobny trend obserwować można także dla wyróżnika gumiaistości oraz żujności w zakresie prędkości głowicy od $1,0$ do $1,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$.
3. Zanotowano wzrost wartości wyróżnika kohezyności oraz odbojności w wyniku zwiększenia prędkości głowicy pomiarowej od $0,83$ do $1,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$.
4. Spadek wartości wyróżników TPA w miarę wzrostu prędkości głowicy pomiarowej zaobserwować można dla elastyczności (nie stwierdzono jednak statystycznie istotnych różnic przy $\alpha=0,05$). Zanotowano także spadek wartości odbojności przy wzroście prędkości głowicy pomiarowej z $0,5$ do $0,83 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$.
5. Głębszej analizie w powiązaniu np. ze strukturą badanej próbki wymagają wartości uzyskiwane w czasie testu TPA przy niektórych poziomach prędkości głowicy pomiarowej teksturometru, a odbiegające trendem od pozostałych serii pomiarowych. Dla przedstawionego surowca odstępstwa od trendu obserwowanego w pozostałych seriach pomiarowych zaobserwowano dla następujących przypadków:
 - wartości wyróżników kohezyności i odbojności przy prędkości głowicy pomiarowej $0,5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$,
 - wartości wyróżników twardości I i II oraz adhezyności przy prędkości głowicy pomiarowej $0,83 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$,
 - wartości wyróżników żujności i gumiaistości przy prędkości głowicy pomiarowej $1,0 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Rozpatrując jedynie różnice statystycznie istotne, należałoby przyjąć wniosek ogólny o braku wpływu prędkości głowicy pomiarowej na wyróżniki TPA, takie jak: twardość I i II, adhezynność, elastyczność, kohezynność oraz odbojność, gumiaistość i żujność dla sera śmietankowego typu włoskiego Capresi. Jednak obserwowane trendy wymagają głębszej analizy i przy zastosowaniu szerszego zakresu stosowanych prędkości głowicy pomiarowej oraz większej ilości powtórzeń, co może pozwolić na uzyskanie bardziej jednoznacznej odpowiedzi na zagadnienie wpływu prędkości głowicy pomiarowej na wyznaczniki TPA.

Literatura

- Bourne, M.C. (2002). *Food Texture and viscosity. Concept and measurement*. Second Edition. Food Science Technol. International Series. Academic Press. San Diego.
- Cais-Sokolińska, D.; Płuszka, H.; Pikul, J., (2006). Zmiany wybranych cech reologicznych sera typu Mozzarella zapakowanego próżniowo i przechowywanego w warunkach chłodniczych. *Chłodnictwo*, 5 T. XLI, 48-52.
- Kahyaoglu, T.; Kaya, S.; Kaya, A. (2005). Effects of fat reduction and curd dipping temperature on viscoelasticity, texture and appearance of Gaziantep cheese. *Food Science and Technology International*. 3(11), 191-198.
- Kress-Rogers, E.; Brimelov, Ch.J.B. (2001). *Instrumentation and sensors for the food industry*. Cambridge, Woodhead publishing limited, 213-273.
- Marzec, A. (2008). Tekstura żywności. Część II – Wybrane metody sensoryczne. *Przemysł Spożywczy*. 5, 42-45.
- Mazur, J. (2009). Zmiany tekstury w trakcie przechowywania w różnych warunkach serów kwasowych otrzymanych metoda tradycyjną. *Inżynieria Rolnicza*, 2(111), 99-106.
- Mazur, J.; Andrejko, D. (2003). Wpływ modyfikowanej atmosfery o zwiększonej zawartości azotu na twardość przechowywanych serów twarogowych kwasowych. *Inżynieria Rolnicza*, 7(49), 109-117.
- Mazur, J.; Andrejko, D.; Masłowski, A. (2011). Wpływ zastosowanego podciśnienia w trakcie pakowania na podstawowe właściwości fizyczne serów twarogowych kwasowych. *Inżynieria Rolnicza*, 5(130), 179-184.
- PN-EN ISO 5534: 2005. *Ser i sery topione. Oznaczanie zawartości całkowitej suchej masy*.
- PN 73/A-86232: 1973. *Mleko i przetwory mleczne. Sery. Metody badań*.
- Serrano, J.; Velazquez, G.; Lopetcharat, K.; Ramirez, J.A.; Torres, J.A. (2004). Effect of moderate pressure treatments on microstructure, Texture, and Sensory Properties of Stirred-Curd Cheddar Shreds. *Journal Dairy Science*, 87, 3172-3182.
- Shirashoji, N.; Jaeggi, J.J.; Lucey, J.A. (2010). Effect of sodium hexametaphosphate concentration and cooking time on the physicochemical properties of pasteurized process cheese. *Journal Dairy Science*, 93, 2827-2837.
- Sołowiej, B. (2007). Analiza tekstury analogów serów topionych z dodatkiem preparatów serwatkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(54), 292-300.
- Szczesniak, A.S. (1963). Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28, 385-389.

**IMPACT OF THE SPEED OF THE MEASURING HEAD
OF THE TEXTURE MEASURING DEVICE ON THE OBTAINED VALUES
OF BASIC DIFFERENTIATORS OF THE TEXTURE PROFILE ANALYSIS
OF CAPRESI CHEESE**

Abstract. The objective of the paper was to obtain the impact of the velocity of measuring head on measuring values of basic differentiators of the profile analysis of texture (TPA) such as: hardness I and II, cohesiveness, adhesiveness, elasticity, chewability and gumminess as well as resilience. The investigated material was subject to double compression to 50% of original height at the following head speeds: 0.5; 0.83 1.0; 1.2; 1.5 ($\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$). Cubic samples of cream cheese of Italian type Capresi with the side length of 15 (mm) were analysed. The obtained test results proved that statistically significant differences (at $\alpha=0.05$) were reported only in few cases between the results obtained for particular analysed levels of the measuring head speed. However, one may report clear trends of changes of TPA differentiators values with increase or decrease. The increase of hardness differentiators I and II may be reported with the increase of the measuring head speed (however without confirmation of statistically significant differences at $\alpha=0.05$). A similar trend may be also reported for gumminess and chewability differentiator on account of the head speed from 1.0 to 1.5 ($\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$).

Key words: TPA, cream cheese Capresi, velocity of the measuring head