

ANNA ŻBIKOWSKA, JAROSŁAWA RUTKOWSKA, ANNA MARCINKIEWICZ

OCENA MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI CIASTEK KRUCHYCH METODĄ INSTRUMENTALNĄ

Streszczenie

Celem pracy było określenie przydatności mechanicznych właściwości ciastek kruchych, wyznaczonych metodą instrumentalną, do określenia ich twardości.

Ciastka kruche otrzymano przy udziale pięciu stałych tłuszczów piekarskich i masła. Tłuszcze różniły się zawartością fazy stałej w temperaturze przygotowania ciasta tj. w 25 °C (od 1,36 do 48,57 %) i temperaturą topnienia (21 - 38,6 °C).

W doświadczeniu zastosowano test cięcia, na podstawie którego określono twardość produktów. Ciastka poddano również ocenie sensorycznej. Otrzymane ciastka kruche wykazywały twardość od 9 do 13 N. Wykazano, że instrumentalnie mierzone mechaniczne właściwości ciastek kruchych mogą być wskaźnikiem stopnia ich twardości. Nie stwierdzono statystycznie istotnych zależności pomiędzy zawartością fazy stałej w badanych tłuszczach (w temperaturze sporządzania ciast) a ich twardością.

Słowa kluczowe: tekstura, ciastka kruche, zawartość fazy stałej

Wprowadzenie

Wyroby ciastkarskie stanowią bardzo popularną grupę produktów spożywczych, przede wszystkim ze względu na swoje walory sensoryczne. Szczególne miejsce zajmują ciastka kruche, z których wytwarzane są różnorodne produkty, w zależności od zastosowanych dodatków, np. herbatniki, ciastka nadziewane lub z cukrem, babeczki. Ponadto ciasto kruche jest podstawą do produkcji innych wyrobów, m.in. serników, szarlotek, blatów do tortów.

Konsumenci szczególną uwagę zwracają na cechy sensoryczne wyrobu, spośród których obok smaku szczególne znaczenie ma tekstura [22]. Tekstura jest kompleksową cechą sensoryczną, co oznacza, że tylko zmysłowy aparat ludzki może ją kompleksowo opisać. Instrumenty do pomiaru wielkości mechanicznych (aparat Instron, tekstu-

Dr inż. A. Żbikowska, mgr inż. A. Marcinkiewicz, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, dr inż. J. Rutkowska, Katedra Techniki i Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

rometry) mierzą tylko pewne cechy mechaniczne, które później muszą być skojarzone z cechami teksturalnymi [19]. Jednak aparaturowy pomiar mechanicznych właściwości produktu jest potrzebny do określenia oraz wyrażenia tekstury za pomocą wartości liczbowych cech fizycznych, dzięki czemu można precyzować podstawowe, wtórne i trzeciorzędne cechy tekstury w sposób ilościowy [20, 21]. Porównując sensoryczne i instrumentalne metody analityczne należy pamiętać, że wyniki metod instrumentalnych odnoszą się do fizycznych i chemicznych bodźców wywołujących wrażenia sensoryczne, podczas gdy wyniki analizy sensorycznej informują bezpośrednio o wrażeniach, jakie te bodźce wywołują.

Przewaga pomiarów aparaturowych nad sensorycznymi polega na: mniejszej pracochłonności, niższych kosztach, wyższej powtarzalności i braku zmienności wywołanej czynnikami psychologicznymi, fizjologicznymi i środowiskowymi, które wpływają na reakcje zmysłowe człowieka [6]. Tak więc instrumentalna ocena jest bardziej obiektywna i szybsza w porównaniu z sensoryczną, która ponadto wymaga przeszkolonego zespołu.

W przypadku wyrobów z ciasta kruchego niezwykle istotna jest ich kruchość. Produkty takie nie mogą się rozsypywać ani też odznaczać zbyt dużą twardością. Tłuszcz jest jednym z podstawowych surowców do produkcji ciast kruchych. Nadaje ciastu plastyczność ułatwia łączenie składników recepturowych [7]. Dzięki niemu gotowe wyroby stają się odpowiednio kruche [4]. Tak więc, tłuszcz nie tylko modyfikuje cechy sensoryczne, ale również zmienia właściwości fizyczne ciasta i w efekcie teksturotwórcze cechy gotowego produktu [2, 15].

Tekstura określa, jak produkt odczuwany jest w ustach podczas żucia, a także jak zachowuje się np. w czasie transportu lub przechowywania. Teksturę odbiera się najczęściej jako integralną charakterystyczną cechę żywności. Zastrzeżenia konsumentów budzi dopiero wtedy, gdy nie jest taka, jakiej się spodziewają [18].

Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania mechanicznych właściwości ciastek kruchych, wyznaczanych metodą instrumentalną, do oceny ich twardości.

Material i metody badań

Material badawczy

Surowcem do wytworzenia ciast kruchych były tłuszcze:

- palmowy, palmowo-kokosowy oraz uwodorniony olej rzepakowy (Zakłady Przemysłu Tłuszczowego w Warszawie),
- piekarskie Akobake M i Akobake K (Karlshamns, Szwecja),
- masło Extra (Ciechanowska Spółdzielnia Mleczarska w Ciechanowie).

Ponadto zastosowano: mąkę pszenną „Szymanowską” typu 480 (Młyn „Szymanów”, Teresin), cukier puder biały „Kupiec” (PPH Kupiec, Krzymów), żółtka jaj kurzych (Ekoferma drobiu, Wiśniewo k. Mławy).

Ciasto kruche przygotowywano według receptury podanej przez Ambroziaka i wsp. [15], stosując składniki: mąkę pszenną, tłuszcz, cukier puder, żółtka surowe w proporcjach masowych: 3:2:1:1/2.

Tłuszcz, cukier puder i świeżo przygotowane żółtka łączono za pomocą miksera do uzyskania konsystencji kremu (ok. 1 min), a po dodaniu mąki ciasto zagniatano ręcznie. Z rozwałkowanego ciasta kwadratową foremką wycinano ciastka o grubości 4 mm. Eksperyment wykonywano w trzech powtórzeniach, a wypiek prowadzono w piecu elektrycznym (ELECTROLUX AR 85) w temp. 180 °C przez 10 min.

Metody badań

W celu zakwalifikowania mąki do dalszych badań dokonywano oceny jej jakości poprzez oznaczenie zawartości i jakości glutenu [10, 14].

W tłuszczach oznaczano temperaturę topnienia, metodą kapilary otwartej, zgodnie z PN-EN ISO [9] i zawartość fazy stałej metodą pulsacyjnego magnetycznego rezonansu jądrowego (PNMR), zgodnie z PN-EN ISO [11], przy użyciu aparatu „Minispec PC120” firmy Bruker. Wszystkie surowce znajdowały się w okresie przydatności do spożycia, a tłuszcze spełniały wymagania norm w zakresie liczb tłuszczowych (liczba kwasowa i nadtlenkowa).

Instrumentalne pomiary wielkości mechanicznych wypieczonych, całych ciastek kruchych wykonywano przeprowadzając test cięcia. Zastosowano aparat INSTRON 4341. Do testu cięcia wykorzystano element jednożożowy z prostym ostrzem SBS (single blade shear). Pomiar prowadzono przy prędkości przesuwu elementu roboczego 100 mm/min w temp. 22 °C, przy użyciu głowicy o zakresie 100 N. Do sterowania urządzeniem, obliczania i odczytu wyników wykorzystano system komputerowy. Dokonywano pomiaru maksymalnej siły cięcia [N] i energii [J], przy której ciastka ulegały przecięciu. Wynik końcowy jest średnią z pięciu powtórzeń.

Ocenę sensoryczną przeprowadzano zgodnie z PN [12]. Ocenę wykonywał zespół ośmioosobowy, stosując skalę sześciopunktową (1 pkt – ocena minimalna, 6 pkt – ocena maksymalna). Ocenie poddawano następujące wyróżniki gotowych wyrobów: jednolitość partii, wygląd zewnętrzny, smak i zapach, struktura i tekstura. Oceny struktury i tekstury dokonywano poprzez przełamanie ciastka, uwzględniając jego porowatość i barwę na przełomie, a także twardość i kruchość wyrobu w ustach.

Wyniki opracowano statystycznie (analiza wariancji, analiza regresji) przy użyciu programu komputerowego Statgraphics plus 4.0 Ocenę istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi wykonano testem Duncana przy $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Charakterystyka surowców

W pracy użyto mąki pszennej o zawartości glutenu mokrego 31,9 %, co odpowiadało wymaganiom zawartym w PN [10], według której ilość glutenu mokrego w mące pszennej typu 500 nie powinna być mniejsza niż 25 %.

Na podstawie oceny rozplywalności ($R = 7$ mm) i liczby glutenowej ($LG = 49$) stwierdzono, że badana mąka nadawała się do produkcji większości drobnych wyrobów piekarskich [14].

Tłuszcze, wpływające zwłaszcza na kruchość i twardość wyrobów [4], dobrano tak, aby różniły się znacząco właściwościami (zwłaszcza parametrami fizycznymi).

Temperatura topnienia (slim melting point - SMP), będąca cechą charakterystyczną tłuszczów, jest wykorzystywana m.in. do kontroli niektórych procesów technologicznych np. uwodornienia. Badane tłuszcze pod względem SMP (tab. 1) spełniały wymagania zawarte w PN [13], dotyczące tłuszczów piekarskich i cukierniczych, według których ich temperatura topnienia powinna być wyższa od 10 °C. Tłuszcze przeznaczone do produkcji piekarskiej i cukierniczej wg Parcerisa i wsp. [8] powinny cechować się temperaturą topnienia w zakresie 15 - 35 °C, są wtedy plastyczne i przyczyniają się do uzyskania odpowiedniej kruchości gotowego ciasta. Autio i Laurikainen [1] podają, że bardziej korzystne jest stosowanie tłuszczów wyżej utwardzonych, niekiedy nawet do temperatury topnienia powyżej 40 °C, dzięki czemu uzyskuje się większą zdolność do zatrzymywania gazu w cieście surowym, a tym samym wypiek o większej objętości, równiejszej porowatości i delikatniejszej strukturze.

Na podstawie wartości SMP badanych tłuszczów można oczekiwać, że otrzymane przy ich udziale ciastka kruche powinny cechować się dobrą kruchością i odpowiednią twardością.

Tabela 1

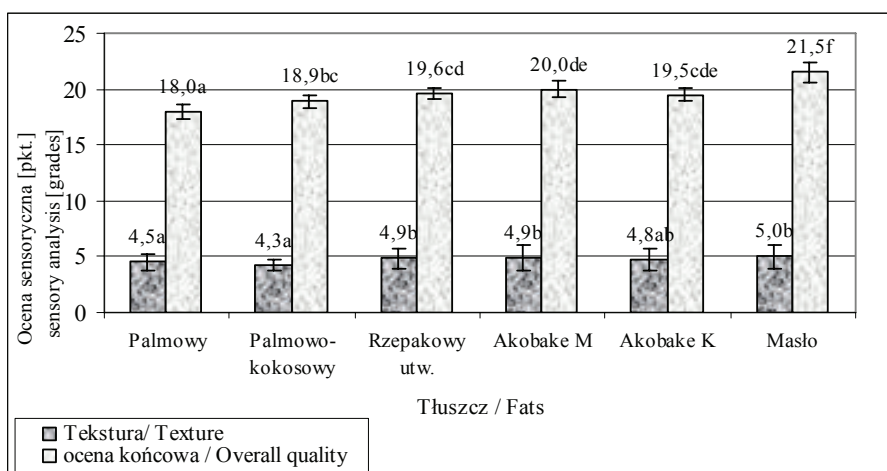
Temperatura topnienia (SMP) i zawartość fazy stałej (SFC) w tłuszczach użytych do badań, w temp. 25 °C.
Slim melting point and solid phase content in fats, used in the study, at 25 °C.

Parametr Parameter	Tłuszcz / Fat					
	Palmowy Palm	Palmowo- kokosowy Palm - coconut	Rzepakowy utwardzony Hydrogenate rapeseed	Akobake M	Akobake K	Masło Butter
SMP [°C]	38,6 ± 0,07	21,0 ± 0,30	38,2 ± 0,40	38,4 ± 0,07	35,8 ± 0,58	32,8 ± 0,35
SFC [%]	28,96 ± 0,35	1,36 ± 0,10	48,57 ± 0,40	21,76 ± 0,08	22,16 ± 0,09	13,45 ± 0,10

Ważnym parametrem fizycznym tłuszczów piekarskich jest zawartość fazy stałej – (solid fat content – SFC) [5]. Tłuszcze piekarskie powinny mieć plastyczną konsystencję w szerokim zakresie temperatury [7], co jest niezbędne do łatwego wprowadzenia ich do ciast. Ciasto przygotowano w temp. około 25 °C i dlatego w tab. 1. podano zawartość fazy stałej badanych tłuszczów w takich warunkach. Jak można było oczekiwać, badane tłuszcze były zróżnicowane pod względem zawartości fazy stałej od 1,36 do 48,57 %. Najmniejszą SFC charakteryzował się tłuszcz palmowo-kokosowy, który cechował się również najniższą temperaturą topnienia.

Sensoryczna ocena tekstury i jakości ogólnej ciastek kruchych

Średnie wyniki sensorycznej oceny tekstury i oceny końcowej ciastek kruchych przedstawiono na rys. 1.



a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$);
a, b, c – mean values designated by the same letters are not statistically significantly different ($p > 0,05$).

Rys. 1. Sensoryczna ocena tekstury i ocena końcowa ciastek kruchych w zależności od zastosowanego tłuszczu.

Fig. 1. Sensory evaluation of texture and final evaluation of shortcrust cookies depending on the fat used.

Punktowe oceny struktury i tekstury zawierały się w przedziale od 4,3 do 5,0 pkt. Niskie oceny ciastek z udziałem tłuszczu palmowo-kokosowego i palmowego wynikały z ich nadmiernej kruchości i miękkości. Wyroby takie są trudne do transportu i dystrybucji. Ciastka z utwardzonym tłuszczem rzepakowym oraz tłuszczami piekarskimi Akobake M i Akobake K uzyskały zbliżone oceny; według ocenianujących były odpowiednio kruche i twarde, a ich miękisz był równomiernie wykształcony. Najwyższą

ocenę otrzymały ciastka z masłem (różniąc się statystycznie istotnie od ciastek z tłuszczem palmowym i palmowo-kokosowym), które odznaczały się kruchością oraz twardością najbardziej pożądaną zdaniem panelu sensorycznego i nie wykazywały tendencji do rozsypanywania się.

Ocena końcowa gotowego wyrobu została obliczona jako suma not otrzymanych przez ciastka za wszystkie wyróżniki jakości sensorycznej. Najniższe oceny końcowe uzyskały ciastka z tłuszczami: palmowym – 18,0 pkt oraz palmowo-kokosowym – 18,9 pkt i różniły się statystycznie istotnie między sobą. Najwyższą ocenę końcową otrzymały ciastka z masłem – 21,5 pkt, stanowiły one odrębną grupę jednorodną (rys. 1). Na zbliżonym poziomie zostały ocenione wyroby z utwardzonym tłuszczem rzepakowym (19,7 pkt) oraz tłuszczami piekarskimi – Akobake M (20,0 pkt) i Akobake K (19,5 pkt).

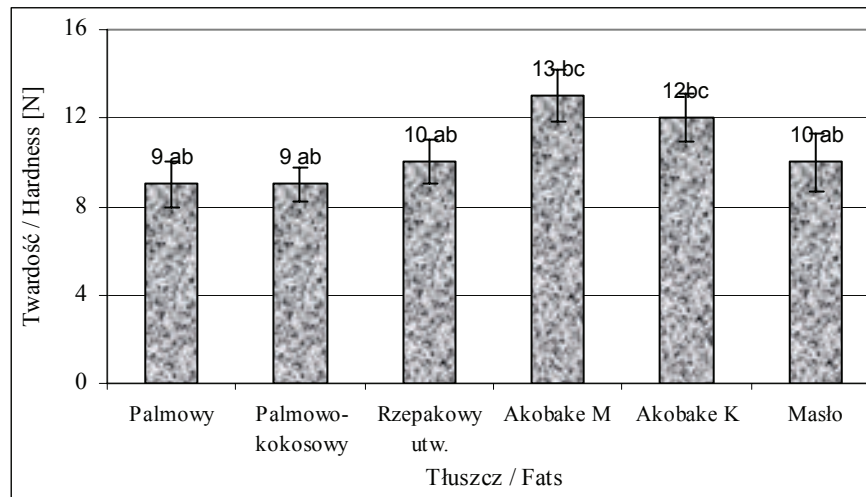
Instrumentalne pomiary wielkości mechanicznych gotowych wyrobów

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez Rutkowską i Nerynga [17] wiadomo, że możliwe jest przewidywanie jakości ciast biszkoptowo-tłuszczowych na podstawie oceny instrumentalnej. W prezentowanej pracy przeprowadzono ocenę twardości, będącej jedną z podstawowych cech tekstury ciastek kruchych [3], mierząc maksymalną siłę i energię potrzebną do ich przecięcia. Twardość jest cechą powiązaną z kruchością, w ocenie sensorycznej im bardziej twarde ciastka tym są mniej kruche. Pojęcie twardości rozumiano jako maksymalna siła potrzebna do przecięcia produktu, wyrażona w N [3, 14].

Otrzymane wartości siły przecinającej były zbliżone do siebie (rys. 2), najmniejszą wartość uzyskano w przypadku ciastek wytworzonych z tłuszczem palmowym i palmowo-kokosowym – 9,0 N, większe wartości siły uzyskano przy ciastkach z tłuszczami piekarskimi – Akobake K – 12,0 N i Akobake M – 13,0 N, jednak wartości te nie różniły się statystycznie istotnie. Ciastka, które uzyskały wysokie noty w ocenie sensorycznej struktury i tekstury, cechowały wartości siły przecinającej w przedziale od 10 do 13 N.

Statystyczna analiza wykazała brak wpływu zawartości fazy stałej w temp. 25 °C, w zastosowanych tłuszczach stałych, na twardość wypieczonych ciastek (współczynnik korelacji: $r = 0,09$, $p < 0,05$). Rezultaty te nie potwierdziły wcześniejszych wyników badań Rutkowskiej [16], w których stwierdziła zależności pomiędzy SFC a jakością ciast biszkoptowo-tłuszczowych. Rozbieżności te są prawdopodobnie spowodowane specyfiką ciast kruchych i gąbczastych.

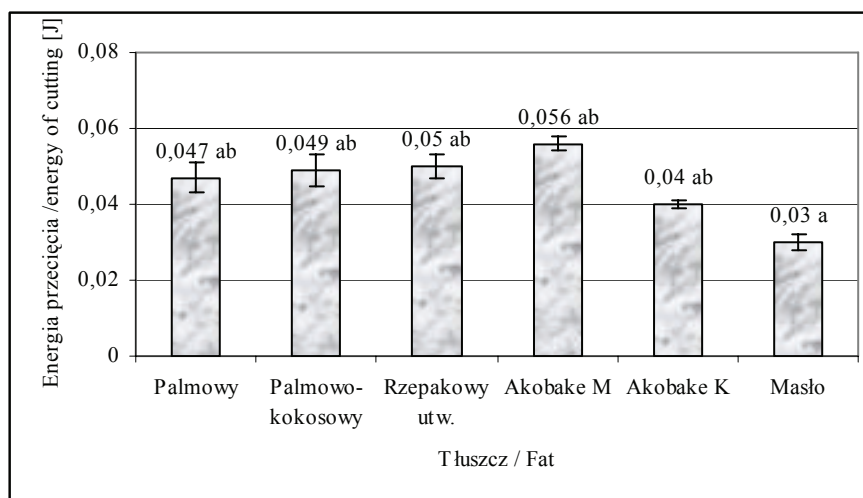
Wartości energii potrzebnej do przecięcia ciastek kruchych mieściły się w przedziale od 0,030 J (próbki z masłem) do 0,056 J (próbki z tłuszczem Akobake M) (rys. 3). Niezależnie od rodzaju zastosowanego tłuszczu wartości energii przecięcia nie różniły się statystycznie istotnie ($p < 0,05$).



a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$);
 a, b, c – mean values designated by the same letters are not statistically significantly different ($p > 0,05$).

Rys. 2. Twardość ciastek kruchych w zależności od zastosowanego tłuszczu.

Fig. 2. Hardness of shortcrust cookies depending on the fat used.



a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ($p > 0,05$);
 a, b, c – mean values designated by the same letters are not statistically significantly different ($p > 0,05$).

Rys. 3. Wartości średnie energii przecięcia ciastek kruchych w zależności od zastosowanego tłuszczu.

Fig. 3. Mean values of cutting energy of shortcrust cookies depending on the fat used.

Wnioski

1. Mechaniczne właściwości ciastek kruchych oznaczone metodą instrumentalną mogą być wskaźnikiem stopnia twardości tych produktów. Na podstawie testu cięcia określono wartości maksymalnej siły cięcia, wynoszące od 10 do 13 N, przy których badane wyroby cechowały się odpowiednią sensoryczną kruchością i twardością.
2. Przy zastosowaniu tłuszczów stałych do produkcji wyrobów kruchych stwierdzono brak statystycznie istotnych zależności pomiędzy zawartością fazy stałej w zastosowanych tłuszczach (w temperaturze sporządzania ciast) a ich twardością oraz sensoryczną oceną tekstury uzyskanych produktów.

Praca wykonana w ramach projektu finansowanego przez MNiSzW nr N N312 200035.

Literatura

- [1] Autio K., Laurikainen T.: Relationships between flour/dough microstructure and dough handling and baking properties. *Trends Food Sci. Technol.*, 1997, **8**, 181-185.
- [2] Bartnik M., Jakubczyk T.: *Surowce w piekarstwie*. WSiP, wyd.6, Warszawa 1998.
- [3] Bourne M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, 1978, **32 (7)**, 62-66.
- [4] Brzozowska E.: *Technologia ciast o strukturze kruchej*. Rozdz. 22 W: *Podstawy technologii gastronomicznej – pod red. S. Zalewskiego*. WNT, Warszawa 1997.
- [5] Chrysam M.M.: Table spreads and shortenings. In: *Baileys industrial oil and fat products*. Ed 4th, Chapt.2 John Wiley and sons, New York 1985.
- [6] Dobrzycki J.H. Baryłko-Pikielna N.: *Instrumentalne metody pomiaru tekstury żywności*. Wyd. IŻŻ Warszawa 1986.
- [7] King D.: Bakery fats uncovered. *Food Ingred. Anal. Internat.*, 2002, **12**, 16.
- [8] Parcerisa J., Codony R., Boatella J., Rafecas M.: Fatty acids including trans content of commercial bakery products manufactured in Spain. *J. Agricul. Food Chem.*, 1999, **47(5)**, 2040-2043.
- [9] PN-EN ISO 6321:2004. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie punktu topnienia w kapilarze otwartej (punkt płynięcia).
- [10] PN-A-74022:2003. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
- [11] PN-EN ISO 8292:1999. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości fazy stałej. Metoda pulsacyjnego magnetycznego rezonansu jądrowego.
- [12] PN-A-74252:1998. Wyroby i półprodukty ciastkarskie. Metody badań.
- [13] PN -A- 86902:1997. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Tłuszcze cukiernicze i piekarskie.
- [14] Praca zbiorowa: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych* (pod red. T. Jakubczyka i T. Habera). Wyd. SGGW/AR, wyd. 20, Warszawa 1981.
- [15] Praca zbiorowa: *Piekarstwo i ciastkarstwo* (red. Z. Ambroziak). WNT, Warszawa, 1988.
- [16] Rutkowska J.: The relationship between fatty acids content, solid fat content of fats, and some factors of quality of sandy cakes. "Developments in the Italian PhD Research in Food Science and Technology", Catania, Italy 2001, pp. 158-162.

- [17] Rutkowska J., Neryng A.: Możliwości przewidywania jakości ciast cukierniczych na podstawie instrumentalnej oceny tekstury. Mat. Kongresu Polskiej Gospodarki Żywnościowej i Nauki o Żywieniu Człowieka. SGGW, Warszawa 2000, ss. 158-162.
- [18] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. Przem. Spoż., 2002, **10**, 12-17.
- [19] Szcześniak A.S.: Classification of textural characteristic. J. Food Sci., 1963, **28**, 410.
- [20] Szcześniak A.S.: The way and what of objective texture measurements. J. Can. Inst. Food. Technol., 1969, **2**, 4.
- [21] Sherman P.: A texture profile of foodstuffs based on well-defined rheological properties. J. Food Sci., 1969, **34**, 458-462.
- [22] Wilkinson C., Dijkstehuis., Minekus M.: From food structure to texture. Trends Food Sci. Technol., 2000, **11**, 442-450.

EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF SHORTCRUST COOKIES USING AN INSTRUMENTAL METHOD

S u m m a r y

The objective of the paper was to determine the usefulness of mechanical properties, determined using an instrumental method, of shortcrust cookies for the purpose of estimating their hardness.

Shortcrust cookies were made using five solid shortenings and butter. They differed in the content of solid phase at a temperature of making dough, ie. of 25 °C (from 1.36 to 48.57 %) and in the melting temperature (21 – 38.6 °C).

In the experiment, a shear test was applied and on its basis, the hardness of products was determined. The cookies were also sensorily evaluated. The hardness of the shortcrust cookies made ranged from 9 to 13 N. It was proved that the instrumentally measured mechanical properties of shortcrust cookies could be an indicator of their hardness. No statistically significant dependencies between the contents of solid phase in the shortenings examined (at a temperature of making dough) were found.

Key words: texture, shortcrust cookies, content of solid phase ☒