

Nr 99/2017, 56–61
ISSN 1644-1818
e-ISSN 2451-2486

JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA RÓŻNYCH RODZAJÓW TOFU

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF DIFFERENT TYPE OF TOFU

Anita Kukulowicz*, Ewa Pryczkowska

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

*Adres do korespondencji/Corresponding author

Streszczenie: Sery tofu, ze względu na wysoką zawartość wody oraz białka, stają się podatne na atak drobnoustrojów w razie braku przestrzegania odpowiednich procedur wytwarzania i/lub przechowywania. Celem badań była ocena jakości mikrobiologicznej trzech rodzajów tofu: naturalnego, marynowanego i wędzonego. Największym stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego charakteryzowały się tofu wędzone, natomiast najmniejsze zanieczyszczenie obserwowano w przypadku tofu naturalnych.

Słowa kluczowe: tofu, produkty sojowe, zanieczyszczenie mikrobiologiczne.

Abstract: Tofu cheeses, due to high water and protein content become susceptible to attacks by microorganisms, in particular if the adequate manufacture and/or storage procedures are not applied and followed. The aim of the research was to assess the microbiological quality of the three types of tofu: natural, marinated and smoked. The largest degree of microbial contamination revealed smoked tofu cheese, while the lowest contamination was observed in case of natural tofu.

Keywords: tofu, soy products, microbiological contamination.

1. WSTĘP

Wykorzystanie produktów sojowych w przemyśle paszowym i żywnościowym stale rośnie. Zgodnie z listopadowym raportem USDA globalne zbiory soi w sezonie 2016/2017 osiągnęły rekordowy poziom 336,09 mln ton (prawie 23 mln ton więcej niż w poprzednim sezonie). Około 10% tej produkcji przeznaczona jest bezpośrednio do spożycia przez ludzi [Światowa produkcja soi w sezonie 2016/2017, 2016]. Na dominującą pozycję soi i jej produktów niewątpliwie wpływ wywiera wysoka wartość odżywcza, zwłaszcza białka i aminokwasów [Ribeiro, Costa i Costa 2017]. Tofu nazywane jest „mięsem bez kości”. Zawiera ono około 50% białka i 27% oleju, natomiast pozostałe składniki to węglowodany i minerały [Rekha i Vijayalakshmi

2013]. Sery tofu stanowią bogate źródło wapnia (tab. 1). Produkty na bazie soi mogą stanowić alternatywę dla produktów pochodzenia zwierzęcego, przynosząc korzyści w zakresie żywienia i zdrowia, ponieważ nie zawierają cholesterolu ani laktozy, a tylko niewielkie ilości nasyconych kwasów tłuszczowych. Ponadto ich zaletą są niskie koszty wytwarzania [Nazim i in. 2013; Rekha i Vijayalakshmi 2013].

Sery tofu, ze względu na wysoką zawartość wody oraz białka są podatne na wzrost drobnoustrojów, w szczególności jeśli nie są przestrzegane odpowiednie procedury wytwarzania i/lub przechowywania [Ribeiro, Costa i Costa 2017].

Celem niniejszych badań była ocena jakości mikrobiologicznej trzech rodzajów tofu: naturalnego, marynowanego i wędzonego.

2. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły zakupione w sieciach handlowych sery tofu: naturalne, marynowane i wędzone (po siedem każdego rodzaju). Produkty poddane analizie pochodziły z różnych partii.

Skład badanych serów tofu zgodnie z deklaracją producenta zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowy skład i wartość odżywcza analizowanych serów tofu

Table 1. The basic composition and nutritional value of the analyzed tofu cheese

Rodzaj tofu	Podstawowe składniki	Wartość odżywcza w 100 g produktu	Metoda utrwalania	Warunki przechowywania
Naturalne	Tofu (woda, nasiona soi), substancje wiążące – chlorek wapnia i chlorek magnezu	Energia 542 kJ (130 kcal) tłuszcz 8,51 g białko 12,29 g sól 0,2 g wapń 216 mg	Pasteryzacja	Przechowywać w temperaturze od +2 do +8°C
Marynowane	Tofu (woda, nasiona soi), marynata 27% (woda, sos sojowy, olej rzepakowy, cebula, sól, czosnek, mieszanka przypraw i mieszanka ziół)	Energia 577 kJ (139 kcal) tłuszcz 8,8 g białko 13,6 g sól 1,5 g wapń 220 mg	Pasteryzacja	
Wędzone	Tofu (woda, nasiona soi), sól, wędzony klasycznie w dymie drewna bukowego	Energia 490 kJ (118kcal) tłuszcz 7,8 g białko 11,4 g sól 1,2 g wapń 221 mg	Wędzenie tradycyjne	

W produktach poddawanych analizie w dniu zakupu oznaczano liczbę:

- gronkowców koagulazododatnich na podłożu selektywnym Baird-Parker RPF firmy BioMerieux;
- ogólną drobnoustrojów mezofilnych tlenowych (OLD) na podłożu agar odżywczy firmy Merck;
- pałeczek *Escherichia coli* na podłożu selektywnym Coli ID firmy BioMerieux;
- drożdży i grzybów strzępkowych na podłożu YGC z chloramfenikolem firmy Merck.

Inkubację gronkowców i pałeczek *E.coli* prowadzono w temperaturze 37°C przez 48 h, OLD w 30°C przez 72 h, natomiast grzybów w 25°C przez 120 h. Analizy mikrobiologiczne wykonywano metodą posiewu zalewowego zgodnie z odpowiednimi normami: PN-EN ISO 6888-1:2001/A1:2004, PN-EN ISO 4833:2004, PN-A-75052/12:1990, PN-ISO 21527-1:2009.

3. WYNIKI I Dyskusja

Uzyskane wyniki badań wskazują na zróżnicowany stan mikrobiologiczny badanych serów tofu. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że największym stopniem zanieczyszczenia badanymi drobnoustrojami charakteryzowały się tofu wędzone, natomiast najniższe zanieczyszczenie obserwowano w przypadku tofu naturalnych (tab. 2). We wszystkich badanych produktach nie stwierdzono obecności pałeczek *Escherichia coli*.

Tabela 2. Wartości średnie (\bar{X}) i wartości odchylenia standardowego (SD) dla oznaczonej liczby drobnoustrojów w badanych serach tofu

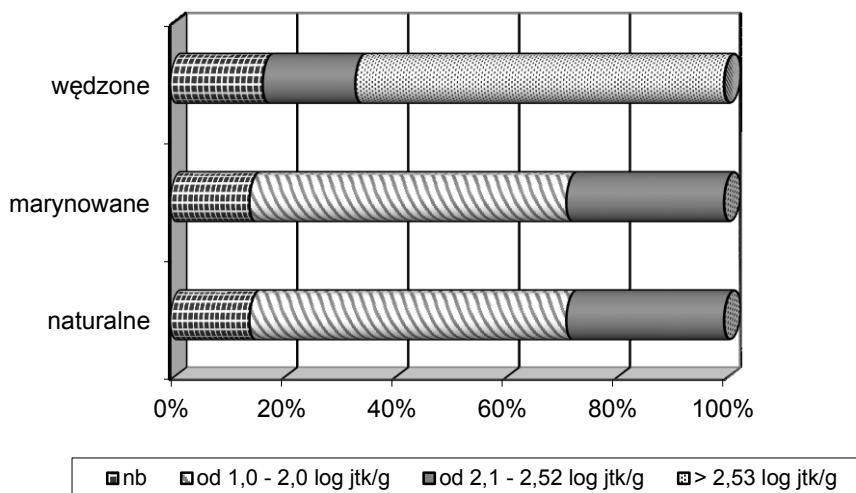
Table 2. Average values (\bar{X}) and the standard deviation (SD) for the number of microorganisms present in the tested tofu cheese

Rodzaj tofu	Gronkowce koagulazododatnie		OLD		Grzyby strzępkowe		Drożdże	
	\bar{X} (log jtk/g)	SD	\bar{X} (log jtk/g)	SD	\bar{X} (log jtk/g)	SD	\bar{X} (log jtk/g)	SD
Naturalne	1,55	0,84	2,87	1,32	0,23	0,60	nb	-
Marynowane	1,55	0,82	2,83	1,30	0,68	0,90	nb	-
Wędzone	2,51	1,35	3,11	2,07	0,82	0,81	0,71	1,03

OLD – ogólna liczba drobnoustrojów mezofilnych tlenowych, nb – nieobecne.

Liczba gronkowców koagulazododatnich w wędzonych tofu charakteryzowała się w porównaniu z pozostałymi serami dużą rozpiętością, sięgającą od 0–4,35 log₁₀ jtk/g (SD = 1,35) (tab. 2). W produktach należących do tego rodzaju

uzyskano także najwyższy odsetek prób (ok. 57%), charakteryzujących się najwyższym stopniem zanieczyszczenia ($> 2,53 \log_{10}$ jtk/g) tymi bakteriami (rys. 1). W tej grupie produktów przekroczony został dopuszczalny poziom 10^3 jtk/g [Department of Health FDA 2013].



Rys. 1. Poziom zanieczyszczenia badanych serów tofu gronkowcami koagulazododatnimi

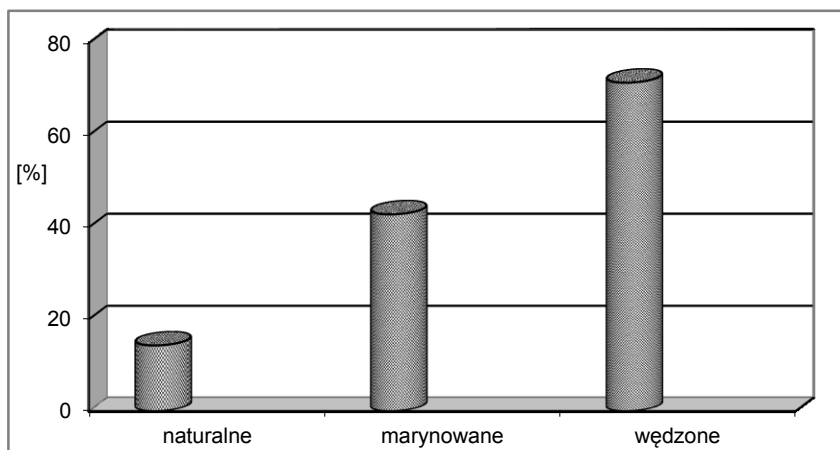
Fig. 1. The level of contamination of the tested tofu cheese with the coagulase-positive staphylococci

Ribeiro i inni [Ribeiro, Costa i Costa 2017] uzyskali w prowadzonych przez siebie badaniach wyniki przekraczające poziom 10^4 jtk/g dla *Staphylococcus aureus*, natomiast Ashenafi [Ashenafi 1994] w badanych tofu stwierdził obecność gronkowców na poziomie podobnym do uzyskanego w badaniach własnych.

Drobnoustroje mezofilne tlenowe, zasiedlające badane tofu naturalne i wędzone, kształtowały się praktycznie na tym samym poziomie, wynosząc odpowiednio 2,87 i 2,83 \log_{10} jtk/g, tym samym nie przekraczając standardów jakościowych dla produktów sojowych (max 4,3 \log_{10} jtk/g) [Gandhi 2009]. Średnia liczba OLD uzyskana dla wędzonych tofu była tylko o około 0,3 cyklu logarytmicznego wyższa (tab. 2), jednak ponad 40% prób należących do tego rodzaju tofu charakteryzowało się niepożądanym poziomem OLD, wynosząc od 4,8 do 5,47 \log_{10} jtk/g. Wyniki te kształtowały się na podobnym poziomie, co uzyskane w badaniach Ashenafi [Ashenafi 1994] oraz Ribeiro i innych [Ribeiro, Costa i Costa 2017].

Analizowane tofu naturalne oraz marynowane były wolne od drożdży, natomiast w wędzonych stwierdzono poziom 0,57 \log_{10} jtk/g (tab. 2). W badaniach prowadzonych przez Ashenafi [Ashenafi 1994] poziom drożdży osiągał wartości do $5,5 \times 10^2$ jtk/g. Najwyższy poziom grzybów ogółem stwierdzono również

w przypadku prób wędzonych (tab. 2), w których obserwowano zarazem największy odsetek prób zainfekowanych grzybami strzępkowymi oraz drożdżami (rys. 2).



Rys. 2. Odsetek prób zainfekowanych grzybami

Fig. 2. The percentage of samples of fungal contamination

Nazim i in. [Nazim i in. 2013] w badanych przez siebie produktach stwierdzili obecność tych grzybów ogółem na poziomie < 10 jtk/g. Podobne wartości uzyskano w przeprowadzonych badaniach własnych jedynie dla naturalnych tofu. W pozostałych rodzajach tofu ich ilość osiągała wartości od 0–1,95 \log_{10} jtk/g, tym samym nie przekraczając standardów jakościowych dla produktów sojowych [Gandhi 2009].

4. WNIOSKI

1. Największym stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego charakteryzowały się tofu wędzone, natomiast najniższe zanieczyszczenie obserwowano w przypadku tofu naturalnych.
2. We wszystkich badanych serach tofu nie stwierdzono obecności pałeczek *Escherichia coli*.
3. Obecność drożdży stwierdzono tylko w wędzonych tofu.
4. Prawie 60% prób wędzonych tofu charakteryzowało się poziomem gronkowców koagulazododatnich $> 2,53 \log_{10}$ jtk/g, a w dwóch produktach przekroczony został limit $3,0 \log_{10}$ jtk/g.
5. Ponad 40% prób pochodzących z wędzonych tofu odznaczało się niepożądanym poziomem OLD $> 4,3 \log_{10}$ jtk/g.

LITERATURA

- Ashenafi, M., 1994, *Microbiological Evaluation of Tofu and Tempeh during Processing and Storage*, Plant Foods for Human Nutrition, no. 45(2), s. 183–189.
- Department of Health Food and Drug Administration, 2013, *Revised Guidelines for the Assessment of Microbiological Quality of Processed Food*, Philippines.
- Gandhi, A.P., 2009, *Quality of Soybean and its Food Products – Review Article*, International Food Research Journal, no. 16, s. 11–19.
- Nazim, M.U., Mitra, K., Rahman, M.M., Abdullah, A.T.M., Parveen, S., 2013, *Evaluation of the Nutritional Quality and Microbiological Analysis of Newly Developed Soya Cheese*, International Food Research Journal, no. 20(6), s. 3373–3380.
- Rekha, C.R., Vijayalakshmi, G., 2013, *Influence of Processing Parameters on the Quality of Soycurd (Tofu)*, Journal of Food Science and Technology, no. 50(1), s. 176–180.
- Ribeiro, T.T.B.C, Costa G., Costa M., 2017, *Microbial Contamination in Industrial Tofu*, Ciência Rural, no. 47(3), s. 1–6.
- Światowa produkcja soi w sezonie 2016/2017, 2016, 17 November, http://www.rolnikszukaceny.pl/rynek_roslin_oleistych.php?art=66.