

DOROTA CAIS-SOKOLIŃSKA, ROMUALDA DANKÓW, JAN PIKUL

Katedra Technologii Mleczarstwa
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

STABILNOŚĆ I JAKOŚĆ BARWY SERA MOZZARELLA W TRAKCIE PRZECHOWYWANIA

Streszczenie. Celem pracy był instrumentalny pomiar jasności i nasycenia barwy warstwy brzegowej i centralnej sera mozzarella naturalnego. Ser wytworzono w kształcie kuli o wadze 250 g, zapakowano próżniowo i przechowywano przez 4 tygodnie w temperaturze $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ i $8\pm 1^{\circ}\text{C}$. Jasność L^* i stopień nasycenia barwy $C^* = [a^2 + b^2]^{0.5}$ określono na podstawie pomiaru koordynat układu CIELab. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że pomiędzy brzegiem a warstwą centralną sera bezpośrednio po wytworzeniu istnieje istotna różnica jasności ($\Delta L^* = 3,34$) i nasycenia barwy ($\Delta C^* = 3,21$). Po 4 tygodniach różnice te pogłębiły się i były tym większe im wyższa była temperatura przechowywania próbek: $\Delta L^* = 4,92$ i $\Delta C^* = 4,18$. Czas nie wpływał istotnie na zmianę jasności i nasycenia barwy warstwy centralnej sera przechowywanego w 4°C . Nie wykazano ($p = 0,32$) również różnicy parametru C^* brzegu sera po 4 tygodniach przechowywania w 4°C . W temperaturze 8°C jasność warstwy centralnej wzrosła do $L^* = 82,06$, a brzegowej do $L^* = 86,98$. Najmniej nasyconą ($C^* = 16,14$) był brzeg sera po zakończeniu przechowywania w 8°C i była to wartość istotnie różna od tej w temperaturze 4°C ($\Delta C^* = 1,88$).

Słowa kluczowe: ser mozzarella, barwa, przechowywanie, jasność, nasycenie

Wstęp

W rozwoju serowarstwa w kraju i na świecie znaczącą rolę odgrywa produkcja serów miękkich bez skórki podpuszczkowych niedojrzewających. Typowym przedstawicielem tej grupy serów jest ser mozzarella produkowany tradycyjnie z mleka bawolego lub krowiego. Ser ten kierowany jest do sprzedaży w hermetycznych opakowaniach w zalewie serwatkowo-wodnej z dodatkiem soli lub po osuszeniu zostaje próżniowo zamknięty w opakowania foliowe. Sposób zapakowania sera mozzarella różnicuje późniejsze jego wykorzystanie kulinarne: na zimno do sałatek, przystawek i na ciepło do zapiekanek i pizzy (MATZDORF i IN. 1994, MCMAHNON i IN. 1999, O'REILLY i IN. 2002).

Średni okres przydatności do spożycia sera mozzarella wynosi 4 tygodnie, jednakże jest to czas dalszego dojrzewania sera i widocznych zmian jakościowych (MERRILL i IN. 1996, KINDSTEDT i GUO 1998, HONG i IN. 1998). Zmiany oceniane sensorycznie w pierwszej kolejności nie dotyczą miąższu sera o charakterystycznej nitkowatej lub blaszkowatej strukturze, jego smaku czy też zapachu, lecz przede wszystkim powierzchni. Początkowo delikatna, biała, błyszcząca powierzchnia ulega zmianom wynikającym z odparowania wody i z przebiegu reakcji o charakterze enzymatycznym (TURNICK i IN. 1993, MCMAHNON i IN. 1999).

Celem pracy był instrumentalny pomiar jasności i nasycenia barwy warstwy brzegowej i centralnej sera mozzarella naturalnego wytworzonego w kształcie kuli zapakowanego próżniowo i przechowywanego przez 4 tygodnie w temperaturze $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ i $8\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Material i metody

Materiałem do badań był ser podpuszczkowy niedojrzewający typu mozzarella, wytworzony z mleka krowiego o wysokiej jakości higienicznej i cytologicznej. Mleko o znormalizowanej zawartości tłuszczu do 2,9% homogenizowano, a następnie pasteryzowano w temperaturze 74°C przez 15 s. Po schłodzeniu do temperaturze 39°C mleko zaszczerpiano kulturami termofilnymi w postaci liofilizowanej YC-180 systemu DVS firmy Chr. Hansen (Hørsholm, Dania), w ilości 50 u na 500 dm^3 mleka, i przetrzymywano przez 30 min. Następnie do mleka wprowadzano mikrobiologiczny koagulant w wersji termolabilnej Microlant Hannilase L685 firmy Chr. Hansen o mocy 685 IMCU/cm^3 pozwalającej uzyskać zwięzły, jednolity skrzep. Później skrzep krojono na kawałki o wymiarach $2 \times 2 \times 5\text{ cm}$ i osuszano przez 2,5 h. Pod koniec oczekiwania określono wartość pH masy serowej, która wynosiła 5,2. Dojrzałą masę serową poddawano ugniataniu w wodzie o temperaturze 85°C , a następnie formowaniu do postaci kulistej o wadze 250 g. Tak przygotowany ser schładzano do temperatury 12°C w kąpeli wodnej z ciągłym przepływem wody. Solenie sera odbywało się w wodnym nasyconym roztworze soli przez 4 h w temperaturze 4°C . Po osuszeniu ser pakowano próżniowo w worki foliowe firmy Cryovac.

Ser przechowywano w temperaturze $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ i $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ przez 4 tygodnie. Do badań pobierano warstwę wewnętrzną sera z centrum geometrycznego kuli oraz warstwę brzegową o grubości 2,5 cm w głębi.

Instrumentalnego pomiaru barwy sera dokonano na podstawie wartości współrzędnych układu CIELab ustanowionych przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową (TECHNICAL... 1974). Stopień nasycenia barwy C^* określono na podstawie wzoru:

$$C^* = (a^2 + b^2)^{0,5}$$

Wystandaryzowane próbki sera o wymiarach $h = 25\text{ mm}$, $\varnothing = 34\text{ mm}$, $v = 12\ 000\ \mu\text{l}$ umieszczano w kuwecie OG Hellma GmbH & Co. KG (Müllheim, Niemcy). Pomiaru dokonywano przy źródle światła D65, którego ciągłe widmo w zakresie widzialnym jest najbardziej zbliżone do światła dziennego, i kącie obserwacji 10° z użyciem aparatu X-Rite SP-60 (Grandville, USA). Aparat wyskalowano na podstawie wzorca idealnej bieli i czerni SP62-162 (Grandville, USA). Temperatura próbek podczas pomiaru wynosiła $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$ (OFFICIAL... 1995). Obliczeń statystycznych dokonano za pomocą programu Statistica 8.0 firmy StatSoft, Inc.

Wyniki

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że pomiędzy brzegiem a warstwą centralną sera bezpośrednio po wytworzeniu istnieje istotna różnica jasności ($\Delta L^* = 3,34$) i nasycenia barwy ($\Delta C^* = 3,21$). Po 4 tygodniach różnice te pogłębiły się i były tym większe, im wyższa była temperatura przechowywania próbek: $\Delta L^* = 4,92$ i $\Delta C^* = 4,18$. Czas nie wpływał istotnie na zmianę jasności i nasycenia barwy warstwy centralnej sera przechowywanego w 4°C (tab. 1). Nie wykazano ($p = 0,32$) również różnicy parametru C^* brzegu sera po 4 tygodniach przechowywania w 4°C. W temperaturze 8°C jasność warstwy centralnej wzrosła do $L^* = 82,06$, a brzegowej do $L^* = 86,98$ (tab. 2). Najmniej nasycony ($C^* = 16,14$) był brzeg sera po zakończeniu przechowywania w 8°C i była to wartość istotnie różna od tej w temperaturze 4°C ($\Delta C^* = 1,88$) (rys. 1, 2). Temperatura przechowywania próbek nie miała jedynie wpływu ($p = 0,098$) na jasność warstw centralnych sera: $L^* = 81,68$ w 4°C i $L^* = 82,06$ w 8°C.

Tabela 1. Analiza zakresu zmian barwy sera mozzarella podczas przechowywania w 4±1°C, $\alpha = 0,05$, $df = 10$

Table 1. Analysis of variance of changes in colour mozzarella cheese contents during storage at 4±1°C, $\alpha = 0.05$, $df = 10$

| Lokalizacja próbki sera | Statystyka | Czas przechowywania (tyg.) | | P |
|-------------------------|------------|----------------------------|------------|-------|
| | | 0 | 4 | |
| Jasność barwy L^* | | | | |
| Centrum | Średnia±sd | 91,59±0,29 | 91,68±0,31 | 0,650 |
| Brzeg | Średnia±sd | 94,93±0,12 | 95,83±0,66 | 0,017 |
| | P | 0 | 0 | |
| Nasycenie barwy C^* | | | | |
| Centrum | Średnia±sd | 21,52±0,35 | 21,33±0,19 | 0,320 |
| Brzeg | Średnia±sd | 18,31±0,32 | 18,02±0,19 | 0,130 |
| | P | 0 | 0 | |

df – stopnie swobody, sd – odchylenie standardowe, P – wartość poziomu istotności.

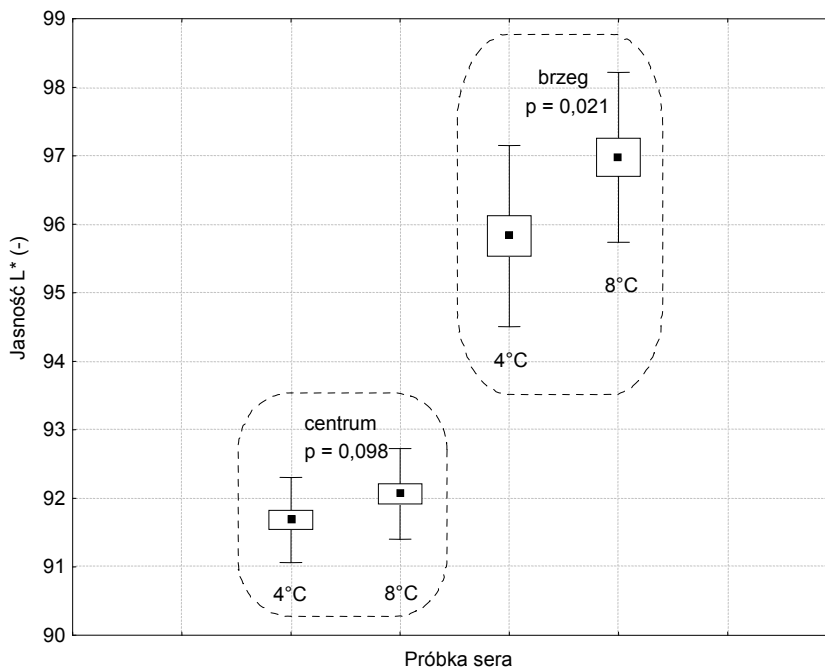
Dyskusja

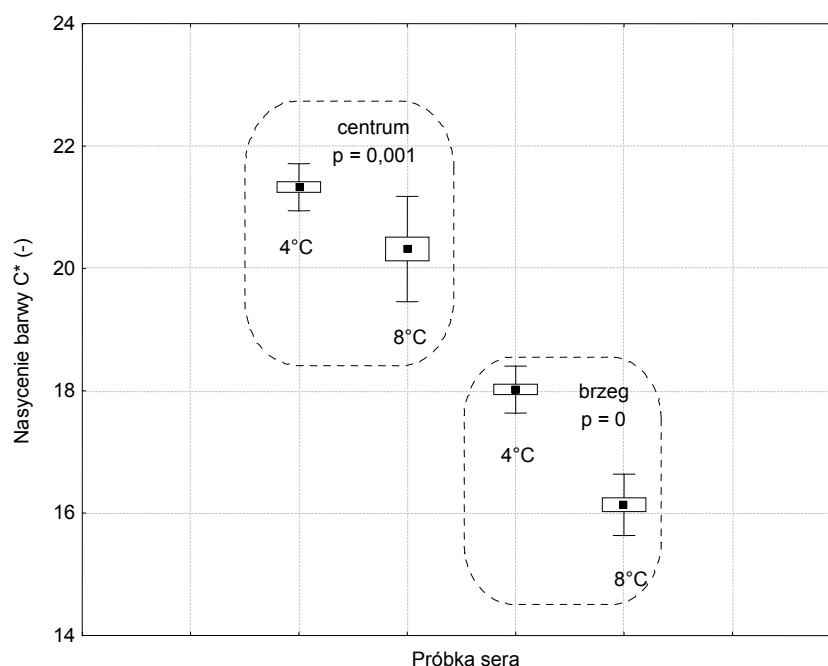
Wzrost jasności sera mozzarella określony wielkością parametru L^* wraz ze wzrostem czasu chłodniczego przechowywania sera wykazali w swoich badaniach ZISU i SHAH (2007). Badania dotyczyły sera przed procesem i po procesie jego ogrzewania. Po 28 dniach przechowywania sera jego jasność wyniosła 61,52, a po 90 dniach 61,73. Wartości te były większe po podgrzaniu próbek sera i wyniosły odpowiednio 68,29 i 73,26. Autorzy taką zależność wykazali w swoich uprzednich badaniach sera mozzarella wytorzonego z różnym udziałem tłuszczu (ZISU i SHAH 2005). Z kolei SHEEHAN

Tabela 2. Analiza zakresu zmian barwy sera mozzarella podczas przechowywania w $8\pm 1^\circ\text{C}$, $\alpha = 0.05$, $df = 10$ Table 2. Analysis of variance of changes in colour mozzarella cheese contents during storage at $8\pm 1^\circ\text{C}$, $\alpha = 0.05$, $df = 10$

| Lokalizacja próbki sera | Statystyka | Czas przechowywania (tyg.) | | P |
|-------------------------|------------------|----------------------------|------------------|---------|
| | | 0 | 4 | |
| Jasność barwy L* | | | | |
| Centrum | Średnia \pm sd | 91,59 \pm 0,29 | 92,06 \pm 0,33 | 0,040 |
| Brzeg | Średnia \pm sd | 94,93 \pm 0,13 | 96,98 \pm 0,62 | < 0,001 |
| | P | 0 | 0 | |
| Nasylenie barwy C* | | | | |
| Centrum | Średnia \pm sd | 21,52 \pm 0,35 | 20,32 \pm 0,43 | 0,001 |
| Brzeg | Średnia \pm sd | 18,31 \pm 0,32 | 16,14 \pm 0,25 | < 0,001 |
| | P | 0 | 0 | |

Oznaczenia jak w tabeli 1.

Rys. 1. Wpływ temperatury przechowywania na jasność barwy warstwy brzegowej i centralnej sera mozzarella po 4 tygodniach jego przechowywania, $p = 0.05$, $df = 10$ Fig. 1. The effect of storage temperature on lightness of colour in the margin and central layers of mozzarella cheese after 4 weeks of its storage, $p = 0.05$, $df = 10$



Rys. 2. Wpływ temperatury przechowywania na nasylenie barwy warstwy brzegowej i centralnej sera mozzarella po 4 tygodniach jego przechowywania, $p = 0,05$, $df = 10$
 Fig. 2. The effect of storage temperature on saturation of colour in the margin and central layer of mozzarella cheese after 4 weeks of its storage, $p = 0.05$, $df = 10$

i IN. (2005), badając mozzarellę stwierdzili wartość $L^* = 86,00$, a po upływie 75 dni przechowywania $L^* = 67,50$. Zmianie uległa jednocześnie wartość parametru b^* wynosząca pierwszego dnia 27,10, a po 75 dniach 26,57. Wzrost wartości parametru b^* wraz z wydłużaniem się czasu przechowywania sera mozzarella wykazali MERRILL i IN. (1996). Prawie dwukrotnie większy parametr b^* zmierzili, badając ser referencyjne po 28 dniach. Jednakże zmniejszenie zawartości tłuszczu w serze prowadzi do odwrotnej zależności. Przy stosunku kazeiny do tłuszczu wynoszącym 2,4 (w referencyjnym było 1,2) wartość b^* zmniejszyła się po 28 dniach prawie półtorakrotnie.

Wnioski

1. Niezależnie od czasu i temperatury przechowywania barwa warstwy brzegowej sera mozzarella była bardziej jasna i mniej nasycona niż warstwa centralna.
2. Im wyższa temperatura przechowywania sera, tym bardziej istotnie na wzrost jasności i zmniejszenie stopnia nasycenia barwy wpływa czas, niezależnie od lokalizacji pobrania próbki.
3. Po przechowywaniu bardziej jasne i jednocześnie o mniej nasyconej barwie były próbki przetrzymywane w wyższej temperaturze.

Literatura

- GUINEE T.P., FEENEY E.P., AUTY M.A.E., FOX P.F., 2002. Effect of pH and calcium concentration on some textural and functional properties of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 85: 1655-1669.
- HONG Y.-H., YUN J.J., BARBANO D.M., LAROSE K.L., KINDSTEDT P.S., 1998. Mozzarella cheese: impact of three commercial culture strains on composition, proteolysis and functional properties. *Aust. J. Dairy Technol.* 53: 163-169.
- KAHYAOGLU T., KAYA S., 2005. Effect of fat reduction and curd dipping temperature on viscoelasticity, texture and appearance of Gaziantep cheese. *Food Sci. Technol. Intern.* 11: 191-198.
- KINDSTEDT P.S., GUO M.R., 1998. A physico-chemical approach to the structure and function of mozzarella cheese. *Aust. J. Dairy Technol.* 53: 70-73.
- MATZDORF B., CUPPET S.L., KEELER L., HUTKINS R.W., 1994. Browning of mozzarella cheese during high temperature pizza baking. *J. Dairy Sci.* 77: 2850-2853.
- MCMAHON D.J., FIFE R.L., OBERG C.J., 1999. Water partitioning in mozzarella cheese and its relationship to cheese meltability. *J. Dairy Sci.* 82: 1361-1369.
- MERRILL R.K., OBERG C.J., MCMANUS W.R., KALAB M., MCMAHON D.J., 1996. Microstructure and physical properties of a reduced fat mozzarella cheese made using *Lactobacillus casei* ssp. *casei* adjunct culture. *Lebensm. Wiss. Technol.* 29: 721-728.
- METZGER L.E., BARBANO D.M., KINDSTEDT P.S., GUO M.R., 2001. Effect of milk preacidification on low fat mozzarella cheese. II. Chemical and functional properties during storage. *J. Dairy Sci.* 84: 1348-1356.
- OFFICIAL methods of analysis. 2. 1995. USA Association of Official Analytical Chemists, Food Composition, Additive, Natural Contaminants, Washington, D.C.
- O'REILLY C.E., MURPHY P.M., KELLY A.L., GUINEE T.P., AUTY M.A.E., BERESFORD T.P., 2002. The effect of high pressure treatment on the functional and rheological properties of mozzarella cheese. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* 3: 3-9.
- SALDO J., SENDRA E., GUAMIE B., 2005. Colour changes during ripening of high pressure treated hard caprine cheese. *High Press. Res.* 22: 659-663.
- SHEEHAN J.J., GUINEE T.P., 2004. Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reduced-fat mozzarella cheese. *Int. Dairy J.* 14: 161-172.
- SHEEHAN J.J., HUPPERTZ T., HAYES M.G., KELLY A.L., BERESFORD T.P., GUINEE T.P., 2005. High pressure of reduced-fat mozzarella cheese: effects on functional and rheological properties. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.* 6: 73-81.
- TECHNICAL notes: working program on colour differences. 1974. CIE Bulletin, Colorimetry Committee. *J. Opt. Soc. Am.* 64: 896.
- TUNICK M.H., COOKE P.H., MALIN E.L., SMITH P.W., SHIEH J.J., SULIVAN B.C., 1993. Proteolysis and rheology of low fat and full fat mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 76: 3621-3628.
- ZISU B., SHAH N.P., 2005. Textural and functional changes in low-fat mozzarella cheese in relation to proteolysis and microstructure as influenced by the use of fat replacers, preacidification and EPS starter. *Int. Dairy J.* 15: 957-972.
- ZISU B., SHAH N.P., 2007. Texture characteristics and pizza bake properties of low-fat mozzarella cheese as influenced by pre-acidification with citric acid and use of encapsulated and ropy exopolysaccharide producing cultures. *Int. Dairy J.* 17: 985-997.

STABILITY AND QUALITY OF COLOUR OF MOZZARELLA CHEESE DURING STORAGE

Summary. The aim of the study was to conduct instrumental measurements of lightness and saturation of colour in the marginal and central layers of natural mozzarella cheese. Cheese was produced in the form of a ball of 250 g, vacuum packaged and stored for 4 weeks at a temperature of $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $8\pm 1^{\circ}\text{C}$. Lightness L^* and the degree of colour saturation $C^* = [a^2 + b^2]^{0.5}$ was determined on the basis of measurements of coordinates of the CIELab system. Based on results it was found that between the margin and the central layer of cheese immediately after production there is a significant difference in lightness ($\Delta L^* = 3.34$) and saturation of colour ($\Delta C^* = 3.21$). After 4 weeks these differences increased and the higher the temperature of sample storage, the bigger were these differences, $\Delta L^* = 4.92$ and $\Delta C^* = 4.18$. The effect of time on changes in lightness and saturation of colour in the central layer of cheese stored at 4°C was not significant. No difference was shown ($p = 0.32$) for the difference of parameter C^* for cheese margin after 4 weeks of storage at 4°C . At a temperature of 8°C lightness of the central layer increased to $L^* = 82.06$, while for the margin layer to $L^* = 86.98$. The least saturated colour ($C^* = 16.14$) was found for cheese margin after the completion of storage at 8°C and it was a value significantly different than that for a temperature of 4°C ($\Delta C^* = 1.88$).

Key words: mozzarella cheese, colour, storage, lightness, saturation

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Dorota Cais-Sokolińska, Katedra Technologii Mleczarstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: cais@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

29.09.2009

Do cytowania – For citation:

*Cais-Sokolińska D., Danków R., Pikul J., 2009. Stabilność i jakość barwy sera mozzarella w trakcie przechowywania. *Nauka Przynr. Technol.* 3, 4, #112.*