

## Alicja ŻBIKOWSKA, Zdzisław ŻBIKOWSKI

e-mail: zdzislaw.zbikowski@uwm.edu.pl

Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

## Zmiany stopnia odtworzenia mleka z odtuszczonego proszku mlecznego w naparze kawowym w zależności od temperatury i twardości wody

## Wstęp

Zagęszczone i suszone koncentraty mleczne, niezależnie od ich przeznaczenia, powinny charakteryzować się dobrą stabilnością w odniesieniu do niższego *pH* (np. kawy) oraz możliwie dobrą odtwarzalnością w zimnej, gorącej i twardej wodzie. Dobrą stabilność proszku mlecznego, uzyskuje się najczęściej poprzez odpowiedni dobór parametrów technologicznych i parametrów odtwarzania (dodatek stabilizatorów i emulgatorów, stosowanie do rekonstrukcji proszku wody o odpowiedniej temperaturze i twardości) [1, 2]. Technologia wysokiej jakości proszku wiąże się często ze stosowaniem dość drastycznej obróbki termicznej oraz z dużym odsetkiem zdenaturowania białek serwatkowych. Oldfield i wsp. [2] stwierdzili, że dodatek lecytyny do mleka poprawia stabilność termiczną proszku i jego rekonstrukcję w naparach kawowych i herbacianych. Do oceny stabilności koncentratów mlecznych stosuje się specjalistyczne testy, np. *low shear solubility test*, *hot water test*, *coffee test*, itd. [1, 2]. Stanowią one dobre uzupełnienie, analizy cech funkcjonalnych proszku mlecznego, tj. zwilżalności, rozpraszalności i wskaźnika nierozpuszczalności. Celem niniejszych badań było określenie stopnia odtwarzania mleka z odtuszczonego proszku mlecznego w naparze kawowym w odniesieniu do temperatury, mocy naparu kawowego i twardości wody.

## Organizacja doświadczenia

Materiałem do badań były próbki świeżego i przechowywanego odtuszczonego proszku mlecznego, wyprodukowane w skali przemysłowej w wytwórniach krajowych. Obejmowały one próbki odtuszczonego proszku; aglomerowanego (I – świeżego i I\* – przechowywanego) i granulowanego (II – świeżego i II\* – przechowywanego) oraz dwie próbki świeżego odtuszczonego proszku mlecznego (III i IV) pochodzące z dwóch różnych zakładów. W uzyskanym materiale badawczym wykonano następujące oznaczenia: ocenę wyglądu mleka po odtworzeniu z proszku w naparze kawowym [3–6], zwilżalności [7], zwilżalności wewnętrznej [8], rozpraszalności [8], wskaźnika nierozpuszczalności [6, 9] i testu kawowego [10, 11] (analizy te wykonano również w naparze kawowym). Do badań używano wody destylowanej, wody o twardości 16,1°N (z kranu) i 89,5°N (z dodatkiem CaSO<sub>4</sub> oraz kawy *Jakobs Krönung* [12]).

## Omówienie wyników i dyskusja

W niniejszej pracy wygląd mleka po odtworzeniu z odtuszczonego proszku mlecznego przeprowadzono, wg skali duńskiej (15 pkt.). Próby rekonstruowane w naparze kawowym, niezależnie od twardości wody charakteryzowały się smakiem i zapachem typowym dla odtuszczonego mleka pasteryzowanego, z wyczuwalną nutą kawy (Tab. 1). W próbach świeżych stwierdzono znikomą ilość części nierozpuszczalnych a w przechowywanych nieznaczne pogorszenie smaku i zapachu (w ocenie tej próby świeże uzyskały 13,5–14,0 pkt., a przechowywane 12,5–13,5 pkt.), (wg skali duńskiej, bardzo dobrej jakości proszek powinien uzyskać 13–15 pkt., dobrej 10–12 pkt., a średnio dobrej 7–9 pkt.). Zwilżalność i zwilżalność wewnętrzna prób odtuszczonego proszku, rekonstruowanych w naparze kawowym była bardzo różnicowana, w zależności od temperatury i twardości wody. Próby odtuszczonego proszku mlecznego (III i IV), otrzymane w sposób tradycyjny charakteryzowały się gorszą zwilżalnością (21->180 s) i zwilżalnością wewnętrzną (0,48–1,12 g proszku / gram wody), w porównaniu do prób granulowanych (II) i aglomerowanych (I), w których wartości te kształtowały się odpowiednio (4–168 s) i (1,34–1,71 g proszku / g wody).

Wyniki te wskazują również, że czynnikiem który w większym stopniu wpływa na zwilżalność w naparze kawowym jest temperatura naparu kawowego, a w mniejszym twardość wody.

Najlepszą zwilżalnością i rozpraszalnością w naparze kawowym charakteryzowały się próby odtuszczonego proszku w zakresie 50–70°C a najniższą w 10 i 80°C (Tab. 2, 3 i 4).

Tab. 1. Charakterystyka wyglądu mleka odtuszczonego z proszku, odtworzonego w naparze kawowym (0,8%), w zależności od twardości wody, wg skali duńskiej 15 pkt.

Woda o zróżnicowanej twardości	Proszek	Próbki proszku			
		I	II	III	IV
		Liczba punktów			
Destylowana	Świeży	14,0	13,5	13,5	14,0
	Przechowywany	13,5	13,5	13,5	13,5
Dość twarda (z kranu)	Świeży	14,0	13,5	13,5	14,0
	Przechowywany	13,0	13,0	13,0	13,5
Bardzo twarda	Świeży	14,0	13,5	13,5	14,0
	Przechowywany	13,0	13,0	13,0	12,5

Tab. 2. Zmiany zwilżalności (s) odtuszczonego proszku mlecznego w naparze kawowym (0,8%), przy zróżnicowanej temperaturze i twardości wody

Woda o zróżnicowanej twardości	Temp. °C	Próbki proszku					
		I	I*	II	II*	III	IV
Destylowana	10	130	160	42	45	>180	>180
	20	40	49	17	19	>180	>180
	30	23	28	10	13	>180	>180
	40	10	16	7	9	>180	>180
	50	10	14	7	9	92	76
	60	7	9	4	8	58	49
	70	8	10	6	9	34	28
	80	9	13	7	10	27	21
Dość twarda (z kranu)	10	132	162	45	47	>180	>180
	20	42	51	18	20	>180	>180
	30	23	29	10	14	>180	>180
	40	12	18	9	10	>180	>180
	50	10	16	7	10	96	78
	60	8	12	4	9	66	52
	70	7	10	6	10	38	31
	80	8	15	11	16	29	24
Bardzo twarda	10	142	168	48	51	>180	>180
	20	48	53	19	22	>180	>180
	30	27	31	13	15	>180	>180
	40	24	29	12	14	>180	>180
	50	12	18	10	12	103	81
	60	10	16	6	8	70	55
	70	8	12	11	12	41	34
	80	9	14	12	14	33	27

\* – proszek przechowywany

W tym układzie badań stwierdzono nieznaczny wpływ, na te cechy odtuszczonego proszku mlecznego, twardości naparu kawowego w próbach przechowywanych przez okres 1 roku. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy są zbieżne z badaniami *Lescellesa i Baldwina* [13], którzy stwierdzili, że najwyższą rozpuszczalnością charakteryzuje się proszek odtworzony w wodzie w temp. 60–70°C.

Ciekawe wyniki uzyskano również oznaczając w odtuszczonego proszku mlecznym wskaźnik nierozpuszczalności i ilości osadu w teście kawowym. Kawa jak wiadomo nie stanowi sprzyjającego środowiska rekonstrukcji proszku, ze względu na niższe *pH* (np. *pH* kawy palonej wynosi około 5,2).

Tab. 3. Zmiany zwilżalności wewnętrznej odtłuszczonego proszku mlecznego w naparze kawowym (0,8%), w zależności od twardości wody (g proszku/g wody)

Woda o różnicowanej twardości	Proszek	Próbki proszku			
		I	II	III	IV
Destylowana	Świeży	1,71	1,48	0,72	1,12
	Przechowywany	1,54	1,32	0,7	0,98
Dość twarda (z kranu)	Świeży	1,65	1,38	0,7	1,06
	Przechowywany	1,52	1,29	0,63	0,97
Bardzo twarda	Świeży	1,48	1,34	0,58	0,97
	Przechowywany	1,38	1,29	0,48	0,90

Tab. 4. Zmiany rozpraszalności (%) odtłuszczonego proszku mlecznego w naparze kawowym (0,8%), przy zróżnicowanej temperaturze i twardości wody

Woda o różnicowanej twardości	Temp. °C	Próbki proszku					
		I	I*	II	II*	III	IV
Destylowana	10	86,74	83,06	88,02	84,88	70,36	71,87
	20	91,62	85,44	89,60	85,12	72,70	73,72
	30	93,01	86,08	93,08	88,32	81,66	82,88
	40	97,12	87,32	93,12	90,07	84,00	85,56
	50	97,26	90,01	96,00	92,00	85,10	86,04
	60	98,67	91,64	96,89	93,07	85,22	86,35
	70	98,17	98,83	96,82	94,05	84,82	85,96
	80	89,24	87,69	86,27	84,70	80,80	81,74
Dość twarda (z kranu)	10	86,66	82,94	87,89	84,58	70,28	71,67
	20	91,51	85,00	89,08	84,89	72,33	73,59
	30	92,92	86,73	92,74	87,57	80,65	82,67
	40	96,85	89,09	95,58	88,09	83,90	84,88
	50	96,91	90,18	96,00	91,35	84,94	85,50
	60	97,44	91,70	96,76	92,00	84,97	85,86
	70	96,92	90,52	96,61	93,75	84,60	82,36
	80	88,14	87,50	85,45	82,70	80,00	81,62
Bardzo twarda	10	85,86	82,01	87,13	83,36	69,70	71,32
	20	88,05	84,10	88,39	84,10	71,71	73,15
	30	90,27	89,38	91,28	86,91	79,87	82,36
	40	95,36	89,10	93,91	87,39	82,00	84,00
	50	95,75	89,65	94,76	90,30	83,73	84,38
	60	95,93	90,17	95,02	90,55	83,84	84,60
	70	95,89	89,77	95,17	91,12	82,65	84,62
	80	86,30	85,86	83,46	80,57	79,02	80,07

\* – proszek przechowywany

Tab. 5. Zmiany wskaźnika nierozpuszczalności (mL) odtłuszczonego proszku mlecznego w naparze kawowym (0,8%), przy zróżnicowanej temperaturze i twardości wody

Woda o różnicowanej twardości	Temp. °C	Próbki proszku					
		I	I*	II	II*	III	IV
Destylowana	10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	20	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2
	30	0,1	0,1	0,1	0,12	0,15	0,12
	40	<0,1	0,1	0,12	0,15	0,15	0,12
	50	<0,1	<0,1	0,1	0,16	0,15	0,16
	60	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,16
	70	0,1	0,15	0,12	0,12	0,18	0,2
	80	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2
Dość twarda (z kranu)	10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	20	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2
	30	0,1	0,1	0,12	0,16	0,15	0,12
	40	<0,1	0,1	0,12	0,18	0,15	0,12
	50	<0,1	<0,1	0,1	0,16	0,15	0,16
	60	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,16
	70	0,1	0,15	0,13	0,18	0,19	0,2
	80	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2	0,2
Bardzo twarda	10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	20	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
	30	0,1	0,1	0,15	0,18	0,15	0,15
	40	0,1	0,1	0,15	0,2	0,15	0,15
	50	0,1	0,1	0,1	0,12	0,15	0,18
	60	0,1	0,1	0,12	0,14	0,16	0,2
	70	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2	0,22
	80	0,15	0,25	0,2	0,25	0,22	0,25

\* – proszek przechowywany

Podczas tego procesu często powstają grudki, nierozpuszczalne cząstki, które wyraźnie obniżają jakość odtworzonego mleka. W obydwu testach ilość powstałego osadu zależała zarówno od temperatury, twardości i mocy naparu (Tab. 5 i 6).

Tab. 6. Zmiany testu kawowego (mL) odtłuszczonego proszku mlecznego w zależności od temperatury, mocy naparu kawowego i twardości wody

Woda o zróżnicowanej twardości	Temp. °C	Próbki proszku					
		I	I*	II	II*	III	IV
Destylowana – 0,8% kawy	60	<0,1	0,1	<0,1	0,1	2,4	2,2
	70	0,1	0,1	0,12	0,15	2,5	2,3
	80	0,1	0,15	0,15	0,2	2,7	2,5
	90	0,2	0,25	0,2	0,25	2,8	2,6
Destylowana – 3% kawy	60	0,1	0,1	0,1	0,1	2,45	2,25
	70	0,15	0,15	0,15	0,15	2,5	2,35
	80	0,15	0,18	0,14	0,18	2,8	2,6
	90	0,25	0,3	0,2	0,3	2,9	2,65
Dość twarda (z kranu) – 0,8% kawy	60	<0,1	0,1	<0,1	0,1	2,4	2,2
	70	0,1	0,15	0,1	0,15	2,5	2,3
	80	0,15	0,2	0,15	0,2	2,8	2,6
	90	0,23	0,25	0,2	0,25	2,9	2,7
Dość twarda (z kranu) – 3% kawy	60	0,15	0,15	0,15	0,15	2,45	2,25
	70	0,2	0,25	0,2	0,25	2,55	2,35
	80	0,2	0,25	0,2	0,25	2,8	2,6
	90	0,3	0,35	0,25	0,3	2,9	2,7
Bardzo twarda – 0,8% kawy	60	0,15	0,15	0,15	0,2	2,45	2,25
	70	0,2	0,25	0,16	0,22	2,65	2,4
	80	0,25	0,3	0,2	0,25	2,9	2,65
	90	0,3	0,35	0,25	0,35	3,0	2,8
Bardzo twarda – 3% kawy	60	0,2	0,2	0,2	0,2	2,5	2,3
	70	0,2	0,25	0,2	0,25	2,65	2,4
	80	0,25	0,3	0,25	0,3	2,95	2,7
	90	0,3	0,4	0,3	0,4	3,05	2,85

\* – proszek przechowywany

Dla przykładu w temp. 60°C wartość wskaźnika nierozpuszczalności i testu kawowego były niższe odpowiednio (<0,1–0,2 mL i <0,1–2,5 mL), niż w temp. 80°C (0,15–0,25 mL i 0,1–2,95 mL). Uzyskane wyniki są zbliżone z badaniami Teehan i wsp. [10]. Autorzy ci stwierdzili wzrost wartości testu kawowego z <1,0 mL do 4,0 mL przy zmianie pH z 6,5 do 6,2 oraz z 0,5 mL do 3,5 mL przy wzroście twardości wody o 46,5°. Oldfield i wsp. [2] wykazali, że wzrost temperatury obróbki termicznej mleka z 75°C/30s do 97,5°C/120s powodował wzrost ilości osadu w proszku w teście kawowym z 0,33 mL do 1,15 mL. Teehan i wsp. [10] dokonali podziału proszku na stabilny (w którym ilość osadu była ≤0,5 mL) i niestabilny (ilość osadu ≥1,0 mL). Baldwin [1] stwierdził, że wzrost ten mógł być spowodowany również większą koncentracją Ca<sup>++</sup> w użytej wodzie oraz zastosowana temperatura, co sprzyjało agregacji i denaturacji białek (w wyniku m. in. wzrostu aktywności wapnia jonowego). Autor ten uzyskał istotne różnice, w ilości osadu w teście kawowym przy jednoczesnym wzroście temperatury i twardości wody stosowanej do odtworzenia mleka (z 0,4–11,8 mL i 0,7–16,8 mL – w temp. 80 i 90°C, przy dodatku 0 M CaSO<sub>4</sub> do 0,4–14,2 mL i 3,8–16,2 mL – w temp. 80 i 90°C, przy dodatku 0,001 M CaSO<sub>4</sub>). Uzyskane wyniki wskazują, że odtworzenie mleka z odtłuszczonego proszku mlecznego w naparze kawowym, zależy nie tylko od temperatury naparu i twardości wody (choć są to bardzo ważne czynniki) ale również od mocy naparu i pH.

LITERATURA

[1] A. Baldwin: Statens Forsogsmejeri, Hillerød, Denmark, beretning 251 (1982).  
 [2] D. Oldfield, et al.: Inter. Dairy J., 10, nr 5, 659 (2000).  
 [3] G. Jensen, P. Hansen: Statens Forsogsmejeri, Hillerød, Denmark, beretning 202 (1973).  
 [4] J. Klobukowski: Rozprawy i monografie, AR-T Olsztyn, 17 (1999).  
 [5] M. Krelowska-Kulas: Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa 1993.  
 [6] PN-92/A-86024: Mleko w proszku.  
 [7] H. Sørensen, et al.: A/S Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark, (1978).  
 [8] A. Kreveld: Neth Milk Dairy J., 28, nr 1, 23 (1974).  
 [9] IDF-Standard: 129 (ISO 8156), Determination of insolubility index (2005).  
 [10] C. Teehan, et al.: Inter. J. Dairy Technol., 50, nr 4, 113 (1997).  
 [11] A. Żbikowska, et al.: Pol. J. Food Nutr. Sci., 15/56. SI 1, 253 (2006).  
 [12] T. Drapała, A. Kozakiewicz: Ćwiczenia z chemii ogólnej. SGGW-AR Warszawa (1990).  
 [13] D. Lascelles, A. Baldwin: New Zealand J. Dairy Sci. Technol., 11, 3, 283 (1976).