

ROMUALDA DANKÓW¹, JOANNA TEICHERT¹, JAN PIKUL¹, NATALIA OSTEN-SACKEN²

¹Katedra Technologii Mleczarstwa
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Instytut Biologii Środowiska
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

CHARAKTERYSTYKA CECH ŻYWIENIOWYCH I JAKOŚCIOWYCH LIOFILIZATÓW WYTWORZONYCH Z MLEKA KLACZY

CHARACTERISTICS OF DIETARY AND QUALITY ATTRIBUTES
OF MARE MILK LYOPHILISATES

Streszczenie. Mleko klaczy, ze względu na 40-procentowy udział białek serwatkowych, określa się mianem mleka typu albuminowego. Jest ono bogate w wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz posiadające właściwości przeciwbakteryjne lizozym i laktoferynę. Ponieważ mleko to jest produktem sezonowym, chcąc zapewnić jego podaż przez cały rok, podjęto próbę jego liofilizacji. Celem pracy była charakterystyka wybranych właściwości funkcjonalnych liofilizowanego mleka kobyłego, oznaczenie składu kwasów tłuszczowych oraz związków zapachowych w liofilizatach z tego mleka, a także ocena płynnego mleka jako surowca do produkcji mleka liofilizowanego. Mleko przeznaczone do produkcji liofilizatu charakteryzowało się bardzo wysoką jakością higieniczną oraz małą zawartością tłuszczu i białka. Wyniki badań wskazują na nieznaczne pogorszenie się właściwości fizyczno-chemicznych, mikrobiologicznych i organoleptycznych liofilizatu mleka przechowywanego w warunkach chłodniczych.

Słowa kluczowe: mleko klaczy, liofilizacja, liofilizowane mleko klaczy

Wstęp

W ostatnich latach w krajach Europy Zachodniej i USA obserwuje się wzrost zainteresowania mlekiem klaczy ze względu na możliwość jego zastosowania w żywieniu ludzi dorosłych, a także niemowląt i dzieci (DROGOUL i IN. 1992, BUSINCO i IN. 2000, CURADI i IN. 2000, DANKÓW i IN. 2012). Na terenie tych krajów istnieją farmy specjali-

zujące się w produkcji mleka kobyłego. Również w Polsce jest kilka farm, w których pozyskiwane jest mleko kłaczy. Mleko to bezpośrednio po udoju jest schładzane i rozlewane do opakowań jednostkowych, szklanych, plastikowych lub woreczków z folii polietylenowej i w tej postaci sprzedawane. Nadmiar mleka jest zamrażany, a także proszkowany. Mleko kłaczy składem chemicznym przypomina kobiece (SOLAROLI i IN. 1993, CURADI i IN. 2000), co pozwala wykorzystywać je jako substytut pokarmu matki. Różni się znacznie proporcjami podstawowych związków chemicznych od mleka innych gatunków zwierząt hodowlanych. Charakterystyczną jego cechą jest mała zawartość tłuszczu (1,21%) i białka (2,14%), mniejsza niż w mleku krowim (3,61% i 3,3%). Ze względu na skład kwasów tłuszczowych mleko kłaczy można uznać za cenne źródło nienasyconych kwasów tłuszczowych (RUTKOWSKA i IN. 2011, KACPRZAK i IN. 2012). Białka serwatkowe w mleku kłaczy stanowią około 40% ogólnej zawartości białek, a kazeina – około 50%. Pozostałe 8-10% to azot niebiałkowy, który w mleku kobyliczym charakteryzuje się zaskakująco wysokim poziomem (DANKÓW i IN. 2009). Frakcja kazeinowa w mleku kłaczy (1,07%) jest dwukrotnie mniejsza niż w mleku krowim (2,60%), a trzykrotnie większa niż w mleku ludzkim (0,37%). Białka mleka kłaczy, oprócz ilości, w jakiej występują, różnią się od mleka krowiego i kobiecego także wielkością miceli kazeinowych oraz odmienną strukturą kazeiny. Micele kazeinowe mleka kłaczy (225 nm) są prawie czterokrotnie większe od miceli mleka kobiecego (64 nm) i prawie dwukrotnie większe od miceli kazeinowych mleka krowiego (182 nm). Micele w mleku kłaczy mają strukturę gąbczastą, podobnie jak w mleku krowim, natomiast w mleku kobiecym jest ona rozluźniona, o strukturze siatkowej (JASIŃSKA i JAWORSKA 1991).

Mleko kłaczy posiada dużą aktywność biologiczną (MALACARNE i IN. 2002). Wynika ona z obecności immunoglobulin, lizozymu, laktoferyny i szeregu innych substancji, które jednak ulegają inaktywacji wraz ze wzrostem temperatury i czasu jej oddziaływania (CSAPO-KISS i IN. 1995, GALL i IN. 1996). Ponieważ mleko kłaczy jest produktem sezonowym, podjęto próbę jego proszkowania metodą liofilizacji w celu zapewnienia podaży tego napoju przez cały rok. Suszenie sublimacyjne jest metodą utrwalania pozwalającą w jak największym stopniu zachować wartość odżywczą mleka. Dłuższe przechowywanie liofilizatów jest możliwe dzięki zmniejszeniu aktywności wody – pod warunkiem właściwego zapakowania uniemożliwiającego dostęp wilgoci z atmosfery. Produkty suszone sublimacyjnie mogą być odtwarzane do ich pierwotnego stanu poprzez dodanie wody. W związku z powyższym celem pracy było wytworzenie liofilizatów mleka kłaczy oraz ocena ich właściwości fizyczno-chemicznych, mikrobiologicznych i organoleptycznych podczas przechowywania w warunkach chłodniczych przez okres 6 miesięcy.

Material i metody

Materiał do badań stanowiło 14 próbek liofilizatów wytworzonych z mleka pozyskanego od kłaczy zimnokrwistych z farmy w województwie wielkopolskim. Mleko przed liofilizacją było zamrażane do temperatury -33°C w specjalnych pojemnikach szklanych uprzednio zważonych. Do procesu suszenia sublimacyjnego wykorzystano liofilizator firmy LABCONCO, model 7755031, wyposażony w wymrażacz o pojemno-

ści 18 l i pompę próżniową. Próby liofilizowano przy ciśnieniu minimalnym sublimacji lodu 0,08 mBar w czasie 8 h. Otrzymane liofilizaty w ilości po 5 g zapakowano w atmosferze azotu w saszetki z papieru białego kredowanego powlekanego bezbarwnym polietylenem typ NCPE 7518. W okresie 6 miesięcy przechowywania w warunkach chłodniczych trzykrotnie przeprowadzono badania, oceniając wpływ czasu na właściwości fizyczno-chemiczne, mikrobiologiczne i sensoryczne produktu. Analizy fizyczno-chemiczne obejmowały zgodnie z PN-78/A-86030 oznaczenia: ciężaru nasypowego, wskaźnika zwilżalności, wskaźnika rozpuszczalności, zawartości wody, tłuszczu, laktozy, związków mineralnych oraz kwasowości metodą Soxhlet-Henkla. Zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahla, kwasowość czynną – pehametrem HANNA Instruments HI 98230, pomiar barwy – według systemu Ciel*a*b* aparatem X-Rite SP-60, aktywność wody – urządzeniem AquaLab 4 TE, aktywność enzymatyczną lizozymu określono metodą spektrofotometryczną (LEŚNIEWSKI i KLJOWSKI 1995). Metoda jest oparta na wykorzystaniu zjawiska rozkładu ścian komórkowych bakterii *Micrococcus lysodei-cticus* przez lizozym. Lizozym oznaczono metodą HANKIEWICZA (1974). Wykreślono dla lizozymu krzywą standardową zależności stężenia od średnicy odbarwienia pól. Przyjęto zakres stężeń od 2 do 1600 mg/l. Związki zapachowe oznaczono za pomocą techniki SPME, czyli mikroekstrakcji do fazy stałej. Rozdziału oraz identyfikacji wyizolowanych związków dokonano za pomocą chromatografii gazowej. Ocena mikrobiologiczna obejmowała oznaczenia: ogólnej liczby drobnoustrojów według PN-EN ISO 4833, liczby bakterii fermentacji mlekowej według PN-ISO 15214, liczby drożdży i pleśni według PN-EN ISO 21527:1, obecności bakterii z grupy coli według PN-EN ISO 7954. Badania sensoryczne mleka w proszku dotyczyły oceny wyglądu, barwy, smaku i zapachu według PN-78/A-86030.

Wyniki i dyskusja

Zbiornicze płynne mleko kłaczy przeznaczone do liofilizacji zawierało 10,30% suchej substancji, w tym 2,22% białka, 1,30% tłuszczu, 6,44% laktozy i 0,34% związków mineralnych. We frakcji azotu ogólnego około 50% stanowił azot białek kazeinowych, 42% to azot białek serwatkowych, a pozostałe 8% to azot niebiałkowy. Wartość energetyczna mleka kłaczy wynosiła około 206 kJ na 100 g (50 kcal na 100 g). Mleko kłaczy charakteryzowało się małymi wartościami kwasowości miareczkowej (średnio 4,6°SH) oraz dużymi wartościami pH (około 6,79). Wolne kwasy tłuszczowe stanowiły około 3,06 $\mu\text{Eq}/\text{cm}^3$. Temperatura zamrażania tego mleka wynosiła $-0,535^\circ\text{C}$, wskaźnik bieli charakteryzujący barwę – około 85,6%, liczba komórek somatycznych – 39 tys. w 1 cm^3 , a ogólna liczba drobnoustrojów – około 42 tys. jtk w 1 cm^3 . Wyniki te są zbliżone do podawanych przez DANKÓW i IN. (2006 a, 2006 b) oraz KNY (1998). Ocena organoleptyczna wykazała, że mleko kłaczy jest to płyn lekko wodnisty o barwie białosinej, smaku słodkim i zapachu sianowym, bez podstoju śmietanki.

Wytworzony liofilizat mleka kłaczy zawierał 96,17% suchej substancji, w tym 18,17% białka, 11,80% tłuszczu, 63,10% laktozy oraz 3,11% związków mineralnych. Wartość energetyczna 100 g liofilizatu mleka kłaczy wynosiła około 1852 kJ (444 kcal). Zwilżalność liofilizatu wynosiła średnio 6 s, a wskaźnik rozpuszczalności charakteryzował się osadem w ilości 0,20 cm^3 . Ciężar nasypowy proszku wynosił średnio

0,25 g/cm³, a wskaźnik oddalenia od bieli – 84%. Ogólna liczba drobnoustrojów w liofilizacji wynosiła około 45 tys. jtk na 1 cm³ mleka regenerowanego. Kwasowość miareczkowa mleka regenerowanego wynosiła 4,60°SH, a czynna – 7,18 pH. Podstawowe parametry fizyczno-chemiczne liofilizatu w okresie 6 miesięcy przechowywania w warunkach chłodniczych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe parametry fizyczno-chemiczne liofilizatu mleka kłaczy
Table 1. Main physical and chemical parameters of freeze-dried mare milk

Czas przechowywania (miesiące) Time of storage (months)	Wskaźnik zwilżalności Wettability index (s)	Aktywność wody Water activity	Lepkość dyna- miczna Dynamic viscosity (mPa·s)	Kwasowość Acidity	
				pH	°SH
0	6,00 ^a	0,154 ^a	1,20 ^a	7,18 ^b	4,60 ^a
3	7,20 ^{ab}	0,161 ^{ab}	1,16 ^a	7,02 ^{ab}	4,95 ^{ab}
6	8,60 ^b	0,170 ^b	1,10 ^a	6,98 ^a	5,20 ^a

Wartości średnie w kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$.

Mean values within each column with different superscripts are significantly different at the level of $\alpha = 0.05$.

Podczas przechowywania wskaźnik zwilżalności zwiększył się mniej więcej o 14%, co spowodowało wydłużenie czasu rozpuszczania liofilizatu. Wskaźnik zwilżalności proszku o dobrej jakości przyjmuje wartości do 20 s, wzrasta wraz z czasem przechowywania. Aktywność wody mleka w proszku powinna wynosić około 0,2; taka wartość jest zbyt mała dla zapoczątkowania niekorzystnych przemian biochemicznych i mikrobiologicznych m.in. utleniania (jełczenia) tłuszczu. W okresie przechowywania aktywność wody liofilizatu wzrosła o ponad 10%. Wzrost aktywności po 3 i 6 miesiącach wynikał z większej wilgotności względnej otoczenia niż równowagowej wilgotności względnej próbki. Dalszy wzrost zawartości wody wolnej może się przyczyniać do pogorszenia jakości i trwałości liofilizatów wskutek intensyfikacji reakcji o charakterze fizycznym, biochemicznym i mikrobiologicznym. Liofilizat mleka kłaczy ma złożoną budowę i strukturę; głównym składnikiem suchej substancji jest laktoza. W wyniku adsorpcji wody molekuly laktozy zyskują ruchliwość, co prowadzi do utworzenia niehigroskopijnej siatki krystalicznej monohydratu (CAIS-SOKOLIŃSKA i IN. 2009). Różna higroskopijność składników liofilizatu prowadzi w trakcie przechowywania do ustalenia się równowagi aktywności wody w produkcie wskutek przenikania pary wodnej (KOWALSKA i IN. 2005). Lepkość dynamiczna roztworzonego liofilizatu mleka zmniejszyła się w okresie przechowywania (od wartości 1,20 mPa·s bezpośrednio po liofilizacji) o 3,6% w trzecim miesiącu przechowywania i o 8,4% w szóstym miesiącu. Lepkość dynamiczna roztworzonego liofilizatu mleka kłaczy jest podobna do lepkości mleka surowego, a są one znacznie mniejsze niż wartości lepkości mleka innych gatunków zwierząt, co wynika z mniejszej ilości kazeiny i mniejszego stosunku białek kazeinowych do serwatkowych (EGITO i IN. 2002). Również zmniejszeniu uległa wartość bez-

względna kwasowości czynnej: od 7,18 pH do 6,98 pH, czyli o niecałe 3%. W przypadku kwasowości potencjalnej stwierdzono jej wzrost od wartości 4,60°SH do 5,20°SH, czyli o blisko 13%. Tendencje te są zgodne z tymi, które podają KNY (1998) oraz MARCONI i PANFILI (1998). Kształtowanie się parametrów barwy liofilizatów mleka klaczy przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Parametry barwy liofilizatu mleka klaczy
Table 2. Colour parameters of freeze-dried mare milk

Czas przechowywania (miesiące) Time of storage (months)	Składowe barwy Colour parameters		
	L*	a*	b*
0	77,65 ^c	-1,49 ^a	6,12 ^a
3	74,45 ^b	-1,58 ^a	8,87 ^b
6	70,26 ^a	-1,70 ^a	9,64 ^b

Wartości średnie w kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$.

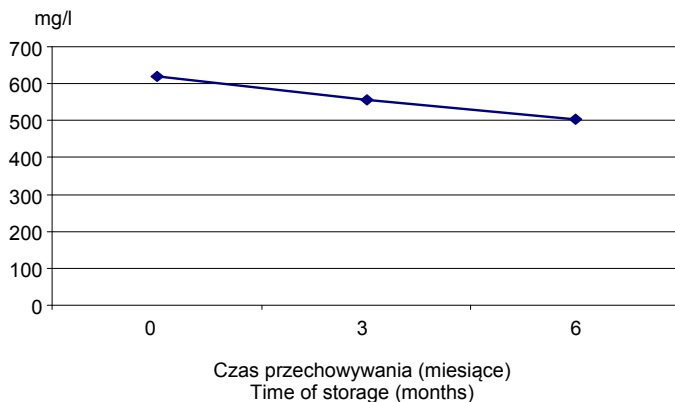
Mean values within each column with different superscripts are significantly different at the level of $\alpha = 0.05$.

Analizując składowe barwy i ich zmiany podczas przechowywania, można zauważyć, że wartości parametru L świadczą o dość dużym oddaleniu od wzorca bieli naturalnej, wzrastającym w czasie 3 miesięcy przechowywania o ponad 4%, a w ciągu 6 miesięcy o 9,5%. Wartości parametrów a i b świadczą o przesunięciu barw w przestrzeni w stronę kolorów zielonego i żółtego. Wartość parametru a zmniejszyła się o 6% i 14% w trzecim i szóstym miesiącu przechowywania, a wartość parametru b zwiększyła się odpowiednio o 14% i 16%, co świadczy o przesunięciu barwy w kierunku koloru żółtego. Może to być spowodowane destabilizacją kazeiny, a także zainicjowaniem procesu jełczenia tłuszczu (KNY 1998, MARCONI i PANFILI 1998).

Kształtowanie się zawartości lizozymu w liofilizatach mleka klaczy oznaczonych metodą HANKIEWICZA (1974) przedstawiono na rysunku 1.

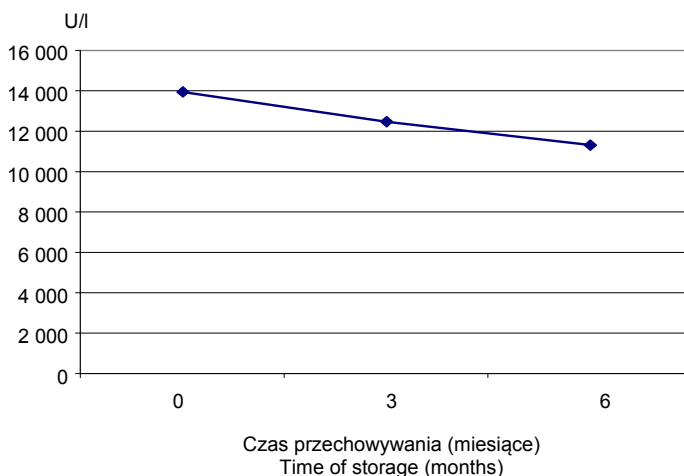
Zawartość lizozymu w liofilizatach mleka klaczy jest nieco mniejsza od jego zawartości w mleku surowym (800 mg/l). Ilość lizozymu w mleku klaczy dwukrotnie przekracza jego ilość w mleku kobiecym (400 mg/l), ale jest dwukrotnie mniejsza niż w mleku oślic. W mleku krowim lizozym występuje w ilościach śladowych (SOLAROLI i IN. 1993, MONTAGNE i IN. 1998, SARWAR i IN. 2001, POTOŃNIK i IN. 2011). Stwierdzono zmniejszenie się zawartości lizozymu w okresie 3 miesięcy przechowywania o 10%, a w okresie 6 miesięcy przechowywania – o 19%. Aktywność hydrolityczną lizozymu w liofilizatach mleka klaczy oznaczoną metodą LEŚNIEWSKIEGO i KIJOWSKIEGO (1995) przedstawiono na rysunku 2.

Wraz ze zmniejszaniem się zawartości lizozymu w czasie przechowywania zmniejsza się jego aktywność. Wartości aktywności lizozymu liofilizatów bliskie są dolnej granicy podawanej przez SARWARA i IN. (2001).



Rys. 1. Zawartość lizozymu w liofilizatach mleka kłaczy

Fig. 1. Content of lysozyme in freeze-dried mare milk



Rys. 2. Aktywność hydrolityczna lizozymu w liofilizatach mleka kłaczy

Fig. 2. Hydrolytic activity of lysozyme in freeze-dried mare milk

W próbach liofilizowanego mleka kłaczy zidentyfikowano 10 związków lotnych. Były to – według malejącej powierzchni piku – 2-pentanon $6,31E+06$, dwusiarczek węgla $5,52E+06$, 2-heptanon $5,38E+07$, α -pinen $5,16E+05$, 2-nonanon $4,49E+06$, siarczek dimetylu $3,87E+06$, alkohol etylowy $2,01E+06$, heksanal $1,53E+07$, 2-butanon $1,39E+07$, aceton $1,08E+07$. Dość duża zawartość 2-heptanonu oraz α -pinenu, a także obecność heksanalu powodują, że w zapachu liofilizatu można wyczuć świeżo ściętą trawę, owoce, sosnę i rozmaryn.

Zawartość mikroorganizmów w liofilizacie mleka kłaczy w okresie przechowywania przedstawiono w tabeli 3.

Danków R., Teichert J., Pikul J., Osten-Sacken N., 2013. Charakterystyka cech żywieniowych i jakościowych liofilizatów wytworzonych z mleka klaczy. *Nauka Przym. Technol.* 7, 4, #63.

Tabela 3. Zawartość mikroorganizmów w liofilizacie mleka klaczy (jtk/cm³)
Table 3. Content of microorganisms in freeze-dried mare milk (cfu/cm³)

Mikroorganizmy Microorganisms	Czas przechowywania (miesiące) – Time of storage (months)		
	0	3	6
Drobnoustroje ogółem Total bacteria	1,8·10 ⁴	2,7·10 ⁴	2,9·10 ⁴
Bakterie fermentacji mlekowej Lactic acid bacteria	3,6·10 ⁴	1,2·10 ³	9,0·10 ²
Drożdże Yeast	6,2·10 ²	2,0·10 ²	1,2·10 ²
Pleśnie Moulds	< 1	< 1	Brak Lack
Bakterie z grupy coli Coli bacteria	Brak Lack	Brak Lack	Brak Lack

W okresie przechowywania ogólna liczba drobnoustrojów wzrosła w niewielkim stopniu, natomiast koncentracja bakterii fermentacji mlekowej, jak i drożdży, zmalała. Zawartość pleśni wynosiła poniżej 1 jtk w 1 cm³ bezpośrednio po liofilizacji i w trzecim miesiącu przechowywania, natomiast w szóstym miesiącu pleśni nie było wcale. Wyniki oceny organoleptycznej przedstawiono w tabeli 4. Ocena ta pozwala stwierdzić, że

Tabela 4. Ocena sensoryczna liofilizatu mleka klaczy
Table 4. Sensory evaluation of freeze-dried mare milk

Wyróżnik Discriminant	Czas przechowywania (miesiące) – Time of storage (months)		
	0	3	6
Wygląd Appearance	Proszek sypki, jednolity, z lekkimi zbryleniami, łatwo się rozsypuje przy naciśnięciu Loose powder, homogeneous, with slight clumping, easily crashes with press	Proszek sypki, lekko wilgotny, jednolity, z większymi zbryleniami, rozsypuje się przy naciśnięciu Loose powder, slightly moist, homogeneous, with larger lumps, crashes with press	Proszek mało sypki, lekko wilgotny, ze znacznie większymi zbryleniami, trudniej się rozsypuje przy naciśnięciu Powder little free flowing, slightly moist, with substantial lumps, harder crashes with press
Barwa Colour	Jasnokremowa, jednolita Light creamy, homogeneous		Kremowa, nieco ciemniejsza, jednolita Creamy, slightly darker, homogeneous
Smak i zapach Taste and smell	Typowy dla mleka klaczy regenerowanego, bez obcych posmaków i zapachów Typical for reconstituted mare milk, without foreign taste and smell		Typowy dla mleka klaczy regenerowanego, słabo wyczuwalny lekko zjełczały smak i zapach Typical for reconstituted mare milk, hardly noticeable slightly rancid taste and smell

w szóstym miesiącu przechowywania zmienia się wygląd liofilizatu, zaczynają się pojawiać zbrylenia, barwa z jasnokremowej staje się ciemniejsza, bardziej żółta, zaczyna pojawiać się smak i zapach lekko zjełczały.

Podsumowanie

Przechowywanie liofilizatu mleka klaczy w warunkach chłodniczych przez okres 6 miesięcy spowodowało nieznaczne pogorszenie się wskaźnika rozpuszczalności, wzrost aktywności wody o blisko 10%, zmniejszenie się lepkości dynamicznej mniej więcej o 8% oraz wzrost kwasowości potencjalnej o blisko 13%. Zmiany składowych barwy świadczą o przesunięciu barw w przestrzeni w kierunku kolorów zielonego i żółtego oraz o większym oddaleniu od bieli. Zawartość i aktywność lizozymu nieznacznie się zmniejszyły. Wśród zidentyfikowanych 10 związków lotnych warto zwrócić uwagę na obecność α -pinenu i 2-heptanonu, które nadają liofilizatowi przyjemny zapach. Ogólna liczba drobnoustrojów w czasie przechowywania nieznacznie wzrosła, natomiast liczba bakterii fermentacji mlekowej i drożdży zmniejszyła się. Zmiany liofilizatu obserwowane w szóstym miesiącu przechowywania wynikają z postępującego procesu lipolizy (hydrolizy wiązań estrowych w tłuszczach), zachodzącego pod wpływem enzymu lipazy odpowiedzialnej za zmianę smaku i zapachu. Nieprzyjemny zapach i smak są wywołane głównie przez kwas masłowy powstający wskutek rozpadu tłuszczu. Zjawisko to występuje podczas przechowywania najczęściej w proszku mlecznym o zwiększonej zawartości wody. Jelczeniu można zapobiec podwyższając temperaturę pasteryzacji, dzięki czemu ulega zniszczeniu enzym lipaza. Ciemnienie oraz zbrylenie proszku mlecznego to wady spowodowane łączeniem się białek z cukrem, w wyniku czego powstają tzw. związki Maillarda, oraz nawilgoceniem w czasie przechowywania. Przechowywanie liofilizatu mleka klaczy w warunkach chłodniczych nie powinno być dłuższe niż 6 miesięcy. W przypadku przechowywania w temperaturze pokojowej opisane zmiany zachodzą już po czterech miesiącach (KNY 1998).

Literatura

- BUSINCO L., GIAMPIETRO P.G., LUCENTI P., LUCARONI F., PINI C., DI FELICE G., IAOYACCI P., CURADI C., ORLANDI M., 2000. Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.* 105, 5: 1031-1034.
- CAIS-SOKOLIŃSKA D., DANKÓW R., PIKUL J., 2009. Właściwości sorpeyjne modelowych liofilizatów mleka klaczy. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #113.
- CSAPO-KISS Z.S., STEFLER J., MARTIN T.G., MAKRAY S., CSAPO J., 1995. Composition of mares' colostrum and milk. Protein content, amino acid composition and contents of macro- and microelements. *Int. Dairy J.* 5: 403-415.
- CURADI M.C., ORLANDI M., LUCENTI P., GIAMPIETRO P.G., 2000. Use of mare milk in pediatric allergy. *Recent Prog. Anim. Prod. Sci.* 2: 647-649.
- DANKÓW R., CAIS-SOKOLIŃSKA D., PIKUL J., 2009. Kształtowanie się zawartości związków azotowych w mleku klaczy i kumysie oraz ich liofilizatach. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 4, #115.
- DANKÓW R., PIKUL J., OSTEN-SACKEN N., TEICHERT J., 2012. Charakterystyka i właściwości produkcyjne mleka klaczy. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 2, #16.

Danków R., Teichert J., Pikul J., Osten-Sacken N., 2013. Charakterystyka cech żywieniowych i jakościowych liofilizatów wytworzonych z mleka klaczy. *Nauka Przym. Technol.* 7, 4, #63.

- DANKÓW R., PIKUL J., WÓJTOWSKI J., CAIS-SOKOLIŃSKA D., 2006 a. Chemical composition and physicochemical properties of colostrum and milk of Wielkopolska mares. *Pol. J. Nat. Sci.* 20: 147-154.
- DANKÓW R., PIKUL J., WÓJTOWSKI J., NIŻNIKOWSKI R., CAIS-SOKOLIŃSKA D., 2006 b. Effect of lactation on the hygiene quality and some milk physicochemical traits of the Wielkopolska mares. *Arch Tierz.* 49: 201-206.
- DROGOUL C., PREVOST H., MAUBOIS J.L., 1992. Le lait de juments: un produit, une filière a développer? *Journ. Etud. CÉRÉOPA* 18: 37-51.
- EGITO A., MICLO L., LOPEZ C., ADAM A., GIRARDET J., GAILLARD J., 2002. Separation and characterization of mare's milk α 1, β , κ -caseins, γ -casein-like, and proteose peptone components 5-like peptides. *J. Dairy Sci.* 85, 4: 697-706.
- GALL H., KALVERAM C., SICK H., STERRY W., 1996. Allergy to the heat-labile proteins α -lactalbumin and β -lactoglobulin in mare's milk. *J. Allergy Clin. Immunol.* 97, 6: 1304-1307.
- HANKIEWICZ J., 1974. Oznaczenie lizozymu w surowicy i mleku. *Pol. Arch. Wet.* 2: 51-59.
- JASIŃSKA B., JAWORSKA G., 1991. Comparison of structures of micellar caseins of milk of cows, goats and mares with human milk casein. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 7: 45-55.
- KACPRZAK S., PIETRZAK-FIECKO R., FELKNER-POŹNIAKOWSKA B., GALGOWSKA M., WÓJCIK D., 2012. Określenie procentowego udziału kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka klaczy. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 3: 562-566.
- KNY G., 1998. Untersuchungen zur Qualität von frischer und gefriergetrockneter Stutenmilch. Institut für Lebensmittelhygiene der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig, Leipzig.
- KOWALSKA H., DOMIAN E., JANOWICZ M., LENART A., 2005. The influence of ingredients distribution on properties of agglomerated cocoa products. *J. Food Eng.* 68, 2: 155-161.
- LEŚNIEWSKI G., KIJOWSKI J., 1995. Metody badania aktywności enzymatycznej oraz oznaczenie ilościowe lizozymu z białka jaja kurzego. *Przem. Spoż.* 49, 12: 476-479.
- MALACARNE M., MARTUZZI F., SUMMER A., MARIANI P., 2002. Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *Int. Dairy J.* 12: 869-877.
- MARCONI E., PANFILI G., 1998. Chemical composition and nutritional properties of commercial of mare milk powder. *J. Food Compos. Anal.* 11: 178-187.
- MONTAGNE P., CUILLIÈRE M.L., MOLE C., BENE M.C., FAURE G., 1998. Microparticle-enhanced nephelometric immunoassay of lysozyme in milk and other human body fluids. *Clin. Chem.* 44, 8: 1610-1615.
- PN-78/A-86030. 1978. Mleko i przetwory mleczarskie. Mleko w proszku. Metody badań. PKN, Warszawa.
- PN-EN ISO 7954. 1999. Mleko i przetwory mleczne. Oznaczenie bakterii coli. Metoda płytkowa w 44°C. PKN, Warszawa.
- PN-EN ISO 4833. 2004. Mleko i przetwory mleczne. Oznaczenie ogólnej liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C. PKN, Warszawa.
- PN-EN ISO 21527:1. 2009. Oznaczenie liczby pleśni i drożdży. Metoda płytkowa w 25°C. PKN, Warszawa.
- PN-ISO 15214. 2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C. PKN, Warszawa.
- POTOČNIK K., GANTNER V., KUTEROVAC K., CIVIDINI A., 2011. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo* 61, 2: 107-113.
- RUTKOWSKA J., ADAMSKA A., BIAŁEK M., 2011. Porównanie składu kwasów tłuszczowych zawartych w tłuszczu mleka klaczy i krów. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość* 74, 1: 28-38.

Danków R., Teichert J., Pikul J., Osten-Sacken N., 2013. Charakterystyka cech żywieniowych i jakościowych liofilizatów wytworzonych z mleka klaczy. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 4, #63.

SARWAR A., ENBERGS H., KLUG E., 2001. Influences of parity, age and mineral and trace element mixture on lysozyme activity in mare's milk during early lactation period. *Vet. Arh.* 71, 3: 139-147.

SOLAROLI G., PAGLIARINI E., PERI C., 1993. Composition of nutritional quality of mare's milk. *Ital. J. Food Sci.* 5: 3-10.

CHARACTERISTICS OF DIETARY AND QUALITY ATTRIBUTES OF MARE MILK LYOPHILISATES

Summary. Mare milk due to its 40% share of whey proteins is defined as albumin milk. It is rich in polyunsaturated fatty acids, as well as lysozyme and lactoferrin, exhibiting antibacterial properties. Since mare milk is a seasonal product, it was attempted to lyophilise it to provide its supply throughout the year. The aim of the study was to characterise selected functional properties of lyophilised mare milk, determine the composition of fatty acids and aroma compounds in mare milk lyophilisate, as well as evaluate liquid milk as a raw material for the production of lyophilised milk. Milk for the production of lyophilisate was characterised by very high hygienic quality and low contents of fat and protein. Results of analyses indicated a slight deterioration of physico-chemical, microbiological and organoleptic characteristics of cold-stored milk lyophilisate.

Key words: mare milk, lyophilisation, lyophilised mare milk

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Romualda Danków, Katedra Technologii Mleczarstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: dankow@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

16.10.2013

Do cytowania – For citation:

*Danków R., Teichert J., Pikul J., Osten-Sacken N., 2013. Charakterystyka cech żywieniowych i jakościowych liofilizatów wytworzonych z mleka klaczy. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 4, #63.*

Errata (dodano: 4.11.2014)

Praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w latach 2009-2013 jako projekt badawczy nr N N312 3106 37.