

УДК 637.247.044-021.146.4:664.84-049.34
DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.3-2/21>

Трубікова А.А.

Одеська національна академія харчових технологій

Чабанова О.Б.

Одеська національна академія харчових технологій

Шарахматова Т.Є.

Одеська національна академія харчових технологій

Бондар С.М.

Одеська національна академія харчових технологій

ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ СУХОГО БЕЗЛАКТОЗНОГО БІЛКОВО-ЛІПІДНОГО КОНЦЕНТРАТУ МАСЛЯНКИ

Збереження харчової та біологічної цінності сухих молочних білкових концентратів можливе тільки за умови їх правильного зберігання. У процесі зберігання можливі подальші фізико-хімічні зміни складових частин сухих молочних білкових концентратів, у результаті яких змінюються розчинність, колір, смак, тощо. Стійкість сухих молочних концентратів при зберіганні визначається, в першу чергу, вмістом в них вологи, вільного жиру, а також умовами зберігання (герметичність упаковки, температура і вологість навколишнього повітря тощо). Термін придатності зразків сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки визначали за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними, структурно-механічними показниками якості. Результати проведених досліджень дають змогу стверджувати, що гарантований термін зберігання досліджуваного продукту – не більше 6 місяців за температури 0–25°C при відносній вологості повітря не більше 65%. Протягом цього часу органолептичні показники дослідних зразків не змінювались; активна кислотність зразків наприкінці зберігання не перевищувала 6,49 од. рН (при відновленні до СЗМЗ=17%); бактерії групи кишкових паличок в 0,01 г продукту не виявлено; кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів – $3,0 \cdot 10^4$ КУО в 1 г продукту, що не перевищує норму (не більше ніж $1 \cdot 10^5$ КУО в 1 г продукту). Регідратація сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки погіршувалася за тривалого зберігання при температурах вище 25°C. При зберіганні сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки протягом 12 місяців піноутворювальна здатність знижується на 10,0%, емульгувальна здатність – на 13,3%, а розчинність – на 2,6%. Через 6 місяців показники практично не змінюються. Незначні зміни фізико-хімічних показників зразків, а саме активної кислотності, кислотного і перекисного чисел, не впливають на органолептичні показники продукту, а відсутність бактерій групи кишкових паличок та патогенних мікроорганізмів протягом 6 місяців зберігання при температурі 0–25 °C та відносній вологості повітря не більше 65% є вагомим доказом правильності вибору всіх режимів основних технологічних процесів та свідчать про збереження якості продукту у процесі зберігання і його повну відповідність усім вимогам нормативно-технічної документації.

Ключові слова: сухий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки, зберігання, режим, показники якості.

Постановка проблеми. Збереження якісного складу сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки протягом усього терміну придатності – важливе завдання, що стоїть перед виробниками. Термін придатності визначають за фізико-хімічними, мікробіологічними показниками режиму зберігання, транспортування та реалізації сухого продукту.

У процесі зберігання можливі подальші фізико-хімічні та функціонально-технологічні зміни складових частин сухих молочних білко-

вих концентратів, в результаті яких змінюються розчинність, колір, смак, біологічна цінність продуктів тощо. Стійкість сухих молочних концентратів при зберіганні визначається, насамперед, вмістом у них вологи, вільного жиру, а також умовами зберігання (герметичність упаковки, температура і вологість навколишнього повітря тощо).

Метою роботи є обґрунтування режимів зберігання сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Задля досягнення мети були поставлені такі завдання:

- дослідити органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату при зберіганні;
- визначити функціонально-технологічні показники (піноутворювальну здатність, емульгуювальну здатність, розчинність) при зберіганні;
- визначити температуру та тривалість зберігання сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Молочні білкові концентрати (КМБ) були класифіковані як молочні інгредієнти другого покоління [1], що містять від 40 до 89% білка в перерахунку на сухі речовини.

Автори [2] класифікували сухі молочні білкові концентрати на 3 основні типи: (а) порошок із низьким вмістом білка ($\leq 40\%$ вмісту білка), (б) порошок із середнім вмістом білка (60–70% вмісту білка), і (в) високобілковий порошок ($\geq 80\%$ вмісту білка). Таким чином, вміст білка будь-якого концентрату молочних білків (КМБ) може становити від ≥ 40 до $\leq 89\%$. Вміст білка в КМБ обернено пропорційний вмісту лактози і мінералів (золи), іншими словами, білок очищається шляхом зменшення вмісту лактози і мінеральних солей. Як молочні білкові інгредієнти, КМБ використовуються в різних продуктах, як-от сир, молочні продукти, харчові продукти, молочні суміші, морозиво, молочні напої, спортивні напої та медичні продукти [10–14].

У роботі [3] авторами досліджено вплив температури зберігання (20–50°C) і часу (0–60 днів) на сичужні властивості молочного білкового концентрату з масовою часткою білку 85%. Відновлене знежирене молоко збагачували за допомогою КМБ 85, а сичужні властивості знежиреного молока/системи КМБ 85 досліджували за допомогою реології. Було встановлено, що межа текучості знежиреного молока/гелю КМБ 85 знижується експоненціально з часом зберігання КМБ 85 для температур зберігання більше 20°C. Зміни в розчинності КМБ 85 із часом зберігання корелювали з реологічними властивостями.

Вплив часу зберігання і температури на розчинність концентрату молочного білка (КМБ 85) досліджували з використанням тестів на розчинність, гель-електрофорезу і мас-спектрометрії в роботі [4]. Було виявлено, що при даній температурі розчинність КМБ 85 експоненціально знижувалась. Нерозчинними білками були казеїни,

тоді як сироваткові білки залишалися розчинними.

В роботі [2] досліджували вплив на розчинність сухих порошоків КМБ 80 обробки NaCl або KCl. Результати показали, що порошки КМБ 80, оброблені NaCl або KCl, мали високу розчинність після 1 години зберігання при 4 і 25°C. Більш висока розчинність спостерігалась у зразках КМБ 80, оброблених моновалентними солями при зберіганні при 4°C і 25°C. Однак погана розчинність спостерігалась для контрольних зразків при всіх температурах і для оброблених солями зразків, що зберігалися при 55°C.

Автори в статті [5] досліджували зміни структури, кольору та мікробіологічних показників молочно-білкових концентратів (МБК), виготовлених із пахти з використанням журавлинних або калинових пюре в процесі зберігання. Необхідні результати були отримані після аналізу фазових переходів, зміни колірно-параметричних та мікробіологічних характеристик досліджуваних продуктів.

Вплив параметрів низькотемпературного заморожування і термінів зберігання на показники якості молочно-білкових концентратів (МБК) зі сколотин вивчено авторами в роботі [6]. Встановлено, що використання пюре калини і журавлини як коагулянтів сприяють збільшенню частки зв'язаної вологи і поліпшенню зберігання продуктів. Визначено зміни кольоропараметричних характеристик концентратів при зберіганні. Обґрунтовано режими і терміни зберігання МБК.

У всіх наведених роботах досліджували показники якості, насамперед розчинність, при зберіганні у концентратах, що містять лактозу. Даних щодо зберігання безлактозних концентратів молочних білків у літературі не зустрічається. Тому потребує відповідних знань вивчення органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних і функціонально-технологічних властивостей безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки при зберіганні.

Ця праця є продовженням роботи авторів [7–8].

Об'єкт дослідження – сухий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки (ББКМ), що отриманий у лабораторних умовах із використанням мембранних методів (УФ/ДФ, НФ). Отриманий сухий ББКМ – дрібний порошок, що має білий із легким кремовим відтінком колір, чистий, молочний смак та запах, без сторонніх присмаків і запахів. Фізико-хімічний склад та мікробіологічні показники отриманого в лабораторних умовах сухого ББКМ наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні показники
сухого безлактозного білково-ліпідного
концентрату маслянки**

Найменування показника	Значення	
	ФК=4	ФК=5
Масова частка вологи, %	4,71	4,95
Масова частка жиру, %	10,24	10,24
Масова частка білків, %	80,54	81,19
Масова частка золи, %	4,45	3,57
Масова частка лактози, %	0,064	0,051
Активна кислотність відновленого ББКМ до СЗМЗ=13,5%, од. рН	6,54	–
Активна кислотність відновленого ББКМ до СЗМЗ=17%, од. рН	–	6,51

Таблиця 2

**Мікробіологічні показники
сухого безлактозного білково-ліпідного
концентрату маслянки**

Назва показника	Значення
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту	$1 \cdot 10^3$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела, в 25 г	Не виявлено

У дослідженні застосовувались стандартні методики визначення органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та функціонально-технологічних показників якості сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки.

Виклад основного матеріалу дослідження. В процесі зберігання сухих молочних білкових концентратів змінюються фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники якості. Одним із таких показників є розчинність.

Зміна розчинності залежно від температури зберігання наведені в табл. 3.

Сухий безлактозний білково-ліпідний концентрат маслянки (ББКМ) зберігали при температурі 0–45°C з шагом 10 °C і відносній вологості повітря не вище 65%. Зразки зберігали упакованими у чотири шарові крафт-мішки з поліетиленовими вкладками, горловину мішків заварювали.

Таблиця 3

**Вплив температури зберігання на розчинність
сухого ББКМ (термін зберігання 3 місяці)**

Температура зберігання сухого ББКМ, °C	Розчинність, %
0	97
10	97
15	97
25	97
35	95
45	92

Як видно з табл. 3, регідрація сухого ББКМ погіршувалася за тривалого зберігання при температурах вище 25°C.

Контроль якості сухого ББКМ, що зберігали при температурі 15°C, проводили за органолептичними, мікробіологічними, функціонально-технологічними показниками (розчинність, в'язкість) протягом 12 місяців (табл. 4, 5).

Згідно з даними табл. 4 не відбувалось змін органолептичних показників протягом 6 місяців. Через 9 місяців у продукті з'явився гіркий смак, що зумовлено пептизацією білків і утворенням альдегідів, кетонів, кето- і оксикислот у результаті окислення ненасичених жирних кислот, та колір продукту змінився на кремовий.

Активна кислотність відновленого безлактозного концентрату маслянки з масовою часткою СЗМЗ 17,0% для свіжовиробленого сухого продукту становила 6,51 од. рН, через 6 місяців – 6,49 од. рН, через 9 місяців – 6,44 од. рН. Кислотне та перекисне числа перед закладанням на зберігання становили 0,5 мг КОН на 1 г продукту та 0,015% J відповідно. Через 6 місяців зміни були

Таблиця 4

**Органолептичні показники сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки
під час зберігання при температурі 15°C**

Назва показника	Свіжовироблений сухий ББКМ	Зміна показників за тривалості зберігання			
		через 3 місяців	через 6 місяців	через 9 місяців	через 12 місяців
Смак і запах	чистий, смак, виражений молочний запах	без зміни		наявність гіркого смаку, рибного запаху	
Консистенція	сухий дрібний порошок	без зміни			
Колір	білий із легким кремовим відтінком	без зміни		кремовий відтінок	

Мікробіологічні показники сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки під час зберігання при температурі 15°C

Назва показника	Норма	Вміст мікроорганізмів за тривалості зберігання			
		через 3 місяців	через 6 місяців	через 9 місяців	через 12 місяців
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше	$1 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^6$
Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,01 г	Не допускається	Не виявлено			
Патогенні мікроорганізми, в тому числі бактерії роду Сальмонела, в 25 г	Не допускається	Не виявлено			

Таблиця 6

Функціонально-технологічні показники сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки (ББКМ) під час зберігання при температурі 15°C

Назва показника	Контроль (суха маслянка)	Свіжовироблений сухий ББКМ	Функціонально-технологічні показники за тривалості зберігання			
			через 3 місяців	через 6 місяців	через 9 місяців	через 12 місяців
Піноутворювальна здатність, %	$5,0 \pm 1,5$	$250 \pm 1,5$	$250 \pm 1,5$	$250 \pm 1,5$	$241 \pm 1,5$	$225 \pm 1,5$
Емульгувальна здатність, %	$38,0 \pm 1,5$	$45,0 \pm 1,5$	$45,0 \pm 1,5$	$45,0 \pm 1,5$	$43,0 \pm 1,5$	$39,0 \pm 1,5$
Розчинність, %	$99,0 \pm 1,5$	$97,0 \pm 1,5$	$97,0 \pm 1,5$	$96,2 \pm 1,5$	$95,7 \pm 1,5$	$94,5 \pm 1,5$

незначні, а через 9 місяців кислотне та перекисне числа підвищились – 1,5 мг КОН на 1 г продукту та 0,032% J відповідно. Це говорить про неможливість подальшого зберігання продукту.

Згідно з аналізом мікробіологічних досліджень (табл. 5), гарантований термін зберігання сухого ББКМ не більше 6 місяців при температурі 0–25°C.

Протягом 12 місяців у відновлювальному продукті визначали розчинність, піноутворювальну здатність, емульгувальну здатність (табл. 6). За контроль обрано суху маслянку (вироблено у США).

Аналіз даних табл. 6 свідчить, що при зберіганні сухого ББКМ протягом 12 місяців піноутворювальна здатність знижується на 10,0%, емульгувальна здатність – на 13,3%, а розчинність – на 2,6%. Через 6 місяців показники практично не змінюються. Зниження функціонально-технологічних показників ББКМ пов'язано з денатурацією білків та окисленням ліпідів.

Таким чином, результати досліджень дали змогу визначити термін зберігання сухого ББКМ

не більше 6 місяців за температури 0–25 °C та відносної вологості повітря не більше 65%.

Висновки. Гарантований термін зберігання сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки 6 місяців за температури від 0 до 25 °C і відносної вологості повітря не більше 65%. Протягом цього часу органолептичні показники дослідних зразків не змінювались; активна кислотність зразків наприкінці зберігання не перевищувала 6,49 од. рН (при відновленні ББКМ до СЗМЗ=17%); бактерії групи кишкових паличок в 0,01 г продукту не виявлено; кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів – $3,0 \cdot 10^4$ КУО в 1 г продукту, що не перевищує норму (не більше ніж $1 \cdot 10^5$ КУО в 1 г продукту).

У процесі зберігання сухого безлактозного білково-ліпідного концентрату маслянки протягом 12 місяців піноутворювальна здатність знизилась на 10,0%, емульгувальна здатність – на 13,3%, а розчинність – на 2,6%. Через 6 місяців показники практично не змінилися.

Список літератури:

1. Havea P. Protein interactions in milk protein concentrate powders. *International Dairy Journal*. 2006. Т. 16. №. 5. С. 415–422. DOI: 10.1016/j.idairyj.2005.06.005.

2. Sikand V., Tong P.S., Walker J., Wang T., Rodriguez-Saona L.E. Short communication: Effect of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate 80 (MPC80) treated with NaCl or KCl. *Journal of Dairy Science*. 2016. № 99(3). March. P. 1791–1795.

3. Hunter R.J., Hemar Y., Pinder D.N., Anema S.G. Effect of storage time and temperature of milk protein concentrate (MPC85) on the renneting properties of skim milk fortified with MPC85. *Journal Article In AGRIS since*. Amsterdam, 2013. Volume 125. Issue 3. Pp. 944–952.

4. Anema S.G., Pinder D.N., Hunter R.J., Hemar Y. Effects of storage temperature on the solubility of milk protein concentrate (MPC85). *Food Hydrocolloids*. Volume 20. Issues 2–3. March–May 2006. P. 386–393.

5. Gnitsevych V., Yudina T., Deinychenko L., Nykyforov R., Nazarenko I. Influence of milk protein concentrates with modified calcium content on enteral dairy beverage formulations: Physicochemical properties. *Journal of dairy science*. 2018. T. 101. №. 11. С. 9714–9724.

6. Gnitsevych V., Yudina T., Deinychenko L., Nykyforov R., Nazarenko I. Исследование характеристик молочно-белковых концентратов в процессе низкотемпературного хранения. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2018. Т. 1. №. 11. С. 16–21.

7. Bondar S., Trubnikova A., Chabanova O. Дослідження мембранного процесу видалення лактози з концентрату маслянки. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2018. Т. 20. № 85. С. 62–69.

8. Bondar S., Chabanova O., Sharakhmatova T., Trubnikova A. Analysis of a new diafiltration method of cleaning buttermilk from lactose with mineral composition preserved. *Харчова наука та технологія*. 2018. Т. 12. № 1. С. 90–98.

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ СУХОГО БЕЗЛАКТОЗНОГО БЕЛКОВО-ЛИПИДНОГО КОНЦЕНТРАТА ПАХТЫ

Сохранение пищевой и биологической ценности сухих молочных белковых концентратов возможно только при их правильном хранении. В процессе хранения возможны дальнейшие физико-химические изменения составных частей сухих молочных белковых концентратов, в результате которых изменяются растворимость, цвет, вкус и тому подобное. Устойчивость сухих молочных концентратов при хранении определяется, в первую очередь, содержанием в них влаги, свободного жира, а также условиями хранения (герметичность упаковки, температура и влажность окружающего воздуха и т.д.). Срок годности образцов сухого безлактозного белково-липидного концентрата пахты определяли по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим, структурно-механическим показателям качества. Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что гарантированный срок хранения исследуемого продукта – не более 6 месяцев при температуре 0 ... 25°C при относительной влажности воздуха не более 65%. В течение этого времени органолептические показатели опытных образцов не изменялись; активная кислотность образцов в конце хранения не превышала 6,49 нд. рН (при отношении к СОМО=17%); бактерии группы кишечных палочек в 0,01 г продукта не обнаружены; количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов – $3,0 \cdot 10^4$ КОЕ в 1 г продукта, не превышает норму (не более чем $1 \cdot 10^5$ КОЕ в 1 г продукта). Регидратация сухого безлактозного белково-липидного концентрата пахты ухудшалась при длительном хранении при температурах выше 25 °С. При хранении сухого безлактозного белково-липидного концентрата пахты в течение 12 месяцев пенообразующая способность снижается на 10,0%, эмульгирующая способность – на 13,3%, а растворимость – на 2,6%. Через 6 месяцев показатели практически не меняются. Незначительные изменения физико-химических показателей образцов, а именно активной кислотности, кислотности и пероксидного числа сухого безлактозного белково-липидного концентрата пахты не влияют на органолептические показатели продукта, а отсутствие бактерий группы кишечных палочек и патогенных микроорганизмов в течение 6 месяцев хранения при температуре 0–25 °С и относительной влажности воздуха не более 65% является весомым доказательством правильности выбора всех режимов основных технологических процессов и свидетельствуют о сохранении качества продукта в процессе хранения и его полном соответствии всем требованиям нормативно-технической документации.

Ключевые слова: сухой безлактозный белково-липидный концентрат пахты, хранение, режим, показатели качества.

SUBSTANTIATION OF STORAGE MODES OF DRY FREE-LACTOSE PROTEIN-LIPID BUTTERMILK CONCENTRATE

Preserving the nutritional and biological value of dry milk protein concentrates is possible only if they are properly stored. In the process of storage, further physico-chemical changes of the constituents of dry milk protein concentrates are possible, as a result of which the solubility, color, taste and the like change.

The stability of dry milk concentrates during storage is determined, first of all, by the content of moisture, free fat, and storage conditions (tightness of the package, temperature and humidity of the surrounding air, etc.). The shelf life of samples of dry free-lactose protein-lipid concentrate was determined by organoleptic, physico-chemical, microbiological, structural-mechanical quality indices. The results of the conducted studies provide an opportunity to assert that the guaranteed shelf life of the test product - no more than 6 months at a temperature of 0 ... 25 °C at a relative humidity of no more than 65%. During this time, the organoleptic characteristics of the product did not change; the active acidity of the samples at the end of storage did not exceed 6.49 units' pH; bacteria of the group of intestinal sticks in 0.01 g of the product – not detected; the number of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms – $3.0 \cdot 10^4$ CFUs per 1 g product, not exceeding the norm (not more than $1 \cdot 10^5$ CFUs per gram of product). The rehydration of the dry free-lactose protein-lipid concentrate of the buttermilk deteriorated with prolonged storage at temperatures above 25°C. When storing dry free-lactose protein-lipid concentrate for 12 months, the foaming capacity is reduced by 10.0%, emulsifying capacity by 13.3%, and solubility by 2.6%. After 6 months, the figures have not changed significantly. Insignificant changes in the physico-chemical parameters of the samples, namely, the active acidity, acid number and peroxide number of the free-lactose protein-lipid concentrate, do not affect the organoleptic parameters of the product, and the absence of bacteria in the group of intestinal sticks and pathogenic microorganisms during 6 months of storage at a temperature of 0...25°C and a relative humidity not more than 65% is a weighty proof of the correct choice of all modes of the main technological processes and indicate the preservation of product quality in the process of storage and its full compliance all the requirements of technical standards.

Key words: *dry free-lactose protein-lipid concentrate, storage, mode, quality indices.*