

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF DRYING TEMPERATURE ON ORGANOLEPTIC INDICATORS AND CHEMICAL COMPOSITION OF MILK

**K. Belinska**

*Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University*

**N. Falendysh**

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Baby food  
Essential amino acids  
Milk powder  
Spray drying  
Sheep milk  
Mare milk  
Goat milk*

---

**Article history:**

Received 18.09.2020  
Received in revised form  
30.09.2020  
Accepted 15.10.2020

---

**Corresponding author:**

K. Belinska  
**E-mail:**  
kristina0612@ukr.net

---

**ABSTRACT**

A large number of infants are on artificial feeding for various reasons. Dry mixtures are used for artificial feeding. The main component of such products is cow milk. But many children suffer from food allergies to cow milk protein. Therefore, it is proposed to study goat, mare and sheep milk in order to use them in the production of baby food.

For obtaining dry dairy products, the main process is drying. The optimum temperature for drying cow milk is well known. Regarding the regimes of drying goat and mare milk, the literature data have significant differences and contradictions. No recommendations for drying sheep milk were found.

Animal milk has different properties and different chemical composition. Therefore, the drying regimes for milk of different animals will be different. Due to these differences, it was proposed to dry milk of animals at different temperatures.

In order to determine the rational drying temperatures of milk, the organoleptic parameters of the obtained milk and the loss of the main components were investigated. According to research, high drying temperatures have negative effect on the color of milk powder in appearance. For cow and goat milk, the organoleptic characteristics in the selected temperature range did not differ.

Studies of the loss of proteins, fats and carbohydrates have shown that significant losses of these substances in the proposed temperature ranges were not observed. But there were losses of some essential amino acids. The greatest losses of lysine, histidine, arginine and methionine were observed. In general, their losses were 0.3—10%.

It was found that the largest changes were observed in the amount of lysine. With a gradual increase in drying temperature, the loss of some amino acids did not change. At high drying temperatures of sheep milk, amino acid losses increased by 5—7 times.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ СУШІННЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ХІМІЧНИЙ СКЛАД МОЛОКА

К. О. Белінська

*Кам'янець-Подільський національний університет ім. І. Огієнка*

Н. О. Фалендиш

*Національний університет харчових технологій*

*Велика кількість дітей грудного віку з різних причин перебувають на штучному вигодовуванні. Для штучного вигодовування використовують сухі молочні суміші. Основною складовою таких продуктів є коров'яче молоко. Але більшість дітей страждає на харчову алергію до білків коров'ячого молока, тому пропонується дослідити молоко козине, кобиляче та овече з метою використання їх у виробництві продуктів для дитячого харчування.*

*Для отримання сухих молочних продуктів основним процесом є сушіння. Оптимальна температура для сушіння коров'ячого молока загальновідома. Щодо режимів сушіння молока козиного та кобилячого літературні дані мають суттєві відмінності та суперечності. Рекомендації щодо сушіння овечого молока не знайдено.*

*Молоко тварин має різні властивості та різний хімічний склад, тому режими сушіння для молока різних тварин будуть відрізнятися. Зважаючи на ці відмінності, запропоновано сушити молоко тварин за різних температур. З метою визначення раціональних температур сушіння молока досліджено органолептичні показники отриманого молока та втрати основних компонентів. Встановлено, що високі температури сушіння негативно впливають на колір сухого молока. Для коров'ячого та козиного молока органолептичні показники в обраному діапазоні температур не відрізнялися.*

*Дослідження втрати білків, жирів і вуглеводів показали, що суттєвих втрат цих речовин у запропонованих діапазонах температур не відбувалося. Але відмічаються втрати окремих незамінних амінокислот. Спостерігалися найбільші втрати лізину, гістидину, аргініну та метіонін, втрати яких становили 0,3—10%.*

*Встановлено, що найбільші зміни спостерігають у кількості лізину. При поступовому підвищенні температури сушіння втрати деяких амінокислот не змінюються. При високих температурах сушіння овечого молока втрати амінокислот зростають у 5—7 разів.*

**Ключові слова:** *дитяче харчування, незамінні амінокислоти, сухе молоко, розпилювальне сушіння, овече молоко, кобиляче молоко, козине молоко.*

**Постановка проблеми.** Найкращим харчуванням для немовлят і дітей грудного віку, безумовно, є материнське молоко. Проте при його відсутності діти вигодовуються сумішами початковими для дитячого харчування. Такі суміші є збалансованими та наближеними до складу жіночого молока. Основною сировиною, яка використовується для таких сумішей, є коров'яче молоко. Разом з тим

коров'яче молоко повністю не задовольняє потреби дитячого організму. Його склад відрізняється від складу жіночого молока. Для виготовлення збалансованої дитячої суміші на основі коров'ячого молока молоко зазнає суттєвих перетворень і змін у процесі технологічної обробки [1].

Провідна роль у технології виготовлення сухих молочних продуктів для дитячого харчування відводиться процесу сушіння, оскільки саме під час сушіння формується якість готового продукту. Основним завданням при сушінні будь-якого продукту є правильно підібрані параметри сушіння.

Найбільшого впливу на висушуваний матеріал завдає температура сушильного агента. При сушінні молочних продуктів під дією температури білки можуть зазнавати суттєвих змін.

При сушінні молочних продуктів, передбачених для дитячого харчування, особливо важливим є збереження природного складу молока. Крім того, при будь-якому виробництві головним завданням є мінімізація втрат у процесі переробки сировини. Нераціонально підібрані параметри приводять до збільшення втрат при виробництві.

Коров'яче молоко є основною причиною виникнення харчової алергії в дітей. Поширеність цього захворювання у дітей першого року життя складає від 1,9% до 7,5% (в Швеції — 1,9%, в Данії — 2,2%, в Нідерландах — 2,3%, у Великій Британії — 2,5%, в США — 5,2%, в Канаді — 7,5%) [2, 3]. З цією метою слід вивчати інші види молока для можливого їх використання у виробництві продуктів для дитячого харчування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З метою розроблення сухих продуктів для дитячого харчування різними авторами проводилися дослідження із сушіння кобилячого молока. Спосіб отримання сухої молочної суміші «Кобоміл» з використанням кобилячого молока передбачає його сублімаційне сушіння [4]. За таким способом отримується сухе молоко гарної якості, проте сублімаційне сушіння є тривалим та високовартісним.

Н. Т. Сулейманов і В. Д. Харитонов [5] пропонують отримання сухого кобилячого молока шляхом розпилювального сушіння, яке здійснюють за температури вхідного повітря 177—197°C. Але вказана температура є вищою за рекомендовану для сушіння коров'ячого молока. У зв'язку з тим, що молоко кобиляче містить велику кількість сироваткових білків, які є термолабільними, сушіння його слід проводити за нижчих температур, ніж сушіння коров'ячого молока. Досліджень щодо раціонального режиму сушіння овечого молока не виявлено.

**Метою дослідження** є отримання сухого молока кобилячого й овечого шляхом розпилювального сушіння шляхом підбору раціональної температури сушіння, при якій будуть найменші втрати продукту та найкращі органолептичні показники.

**Матеріали і методи.** Для дослідження використовували молоко нативне коров'яче, кобиляче, козине та овече.

Досліди з сушіння молока виконувалися на напівпромисловій розпилювальній сушарці «Ниро-Атомайзер» з робочим об'ємом камери 0,9 м<sup>3</sup> і продуктив-

ністю за випареною вологою до 5,0 кг/год. Сушарка дає змогу забезпечити температуру сушильного агента в діапазоні 120...250°C на вході в сушарку та 60...100°C — на виході з неї.

Сушіння відбувалося за таких параметрів: швидкість руху сушильного агента — 0,5 м/с, відносна вологість сушильного агента — 25%, розмір крапель розпиленого продукту — 40...50 мкм, масова частка сухих речовин у продукті, який надходив на сушіння, — 40—43%.

Амінокислотний склад білків молока визначали методом іонообмінної хроматографії. Використовували автоматичний аналізатор амінокислот Т 339 [6].

Продукти з високим вмістом жиру чи білка мають різні швидкості сушіння [7]. Тому, підбираючи режим сушіння продукту, необхідно враховувати хімічний складу незбираного молока.

Різниця в температурних режимах зумовлена різним хімічним складом молока. Оскільки козине та коров'яче молоко подібні за хімічним складом, температуру сушильного агента для козиного молока підбирали, виходячи з рекомендацій для сушіння коров'ячого молока (160—180°C) [4]. Як відомо, процес сушіння характеризується видаленням вільної води з продукту, утримувачем води є білки [8]. Масова частка білків і жирів у козиному й коров'ячому молоці подібна, тому є припущення, що процес сушіння в цих продуктах буде однаковим.

Вміст жиру та білків у кобилячому молоці значно менший, ніж у козиному та коров'ячому молоці, тому процес сушіння може відбуватися інтенсивніше. Проте високий вміст лактози в кобилячому молоці може призвести до погіршення якості сухого молока під впливом високих температур (>160°C), тому для кобилячого молока було вирішено проводити сушіння при нижчих температурах (130—160°C).

Крапля, що утворюється в процесі розпилення молока, концентрує на своїй поверхні жир. Тому овече молоко, в якому вміст жиру більший (5,6...6,7%), ніж у коров'ячому та козиному молоці, на поверхні краплини може містити більшу кількість жирових кульок. І розмір цих кульок також більший (25 мкм). За рахунок дифузії на місце видаленої води піднімається вода з внутрішніх шарів. Жир, розміщений на поверхні частинки сухого молока, уповільнює вихід води з внутрішніх шарів, уповільнюючи таким чином сушіння [9]. Тому для швидшого видалення води і для підвищення дисперсності жирових кульок доцільно висушувати продукт при вищих (160...190°C) температурах сушильного агента.

**Викладення основних результатів дослідження.** З метою визначення раціональних параметрів сушіння молоко сушили при різних температурних режимах. Результати органолептичної оцінки отриманого сухого молока, висушеного за різних температур, наведено в табл. 1. Найбільшого впливу від температури сушильного агента зазнають зовнішній вигляд і колір сухого молока. Так, молоко коров'яче та козине не зазнає органолептичних змін у діапазоні температур 150...180°C. Органолептичні показники кобилячого молока найкращі за температури сушіння його при 140...150°C. При вищих температурах спостерігається потемніння сухого молока, а при нижчих — сухе молоко недостатньо висушене.

## FOOD TECHNOLOGY

*Таблиця 1. Органолептичні показники сухого молока*

Продукт	Температура сушильного агента на вході, °С	Зовнішній вигляд	Смак і аромат	Колір
Молоко коров'яче (контроль)	150... 160	Агломерований порошок	Солодкуватий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий із жовтим відтінком, рівномірний
	160... 170	Агломерований порошок	Солодкуватий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий із жовтим відтінком, рівномірний
	170... 180	Дрібний сухий порошок	Солодкуватий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий із жовтим відтінком, рівномірний
Молоко кобиляче	130... 140	Порошок з грудочками	Відчутно солодкий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий, рівномірний по всій масі
	140... 150	Агломерований порошок	Відчутно солодкий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий, рівномірний по всій масі
	150... 160	Агломерований порошок	Солодкий смак з присмаком топленого цукру, відчутний аромат топленого цукру	Білий з темним відтінком
Молоко козине	150... 160	Агломерований порошок	Солодкуватий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий із жовтим відтінком, рівномірний
	160... 170	Агломерований порошок	Солодкуватий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий із жовтим відтінком, рівномірний
	170... 180	Дрібний сухий порошок	Солодкуватий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Білий із жовтим відтінком, рівномірний
Молоко овече	160... 170	Агломерований порошок	Злегка солодкий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Світло-жовтий, рівномірний по всій масі
	170... 180	Дрібний сухий порошок	Злегка солодкий смак, характерний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Світло-жовтий, рівномірний по всій масі
	180... 190	Дрібний сухий порошок	Відчувається помітний хруст при розжовуванні	Нерівномірний, з відтінком коричневого

Для овечого молока температура сушіння 180... 190°C спричиняє потемніння висушеного продукту. При нижчих температурах сушіння сухе овече молоко отримується гарної якості.

У процесі теплової обробки молока деякі складові можуть змінювати свої властивості. В ході технологічного процесу можуть спостерігатися втрати окремих складових сировини, тому досліджено зміни хімічного складу молока в процесі сушіння. Хімічний склад незбираного молока та сухого молока домашніх тварин наведено в табл. 2 та табл. 3.

Для дослідження зміни хімічного складу в процесі теплової обробки молока визначали втрати основних складових до початкового їх вмісту. Встановлено, що зі збільшенням температури сушіння втрати всіх компонентів молока зростають. Проте втрати білків, жирів та вуглеводів незначні й знаходяться в межах похибки.

Дослідження зміни амінокислотного складу білків різних видів сухого молока в процесі сушіння показало, що найбільші втрати спостерігалися серед чотирьох амінокислот (0,3... 10,0%). Втрати серед решти амінокислот незначні.

У всіх зразках у процесі сушіння найбільше змінюється лізин. З підвищенням температури сушіння коров'ячого молока від 150°C до 180°C втрати лізину зростають на 0,5%. У кобилячому молоці підвищення температури сушіння від 130°C до 160°C призводить до зростання втрат лізину лише на 0,2%. З підвищенням температури сушіння козиного молока від 150°C до 180°C втрати лізину зростають на 0,5%. В овечому молоці підвищення температури сушіння від 160°C до 190°C призводить до зростання втрат лізину лише на 0,6%.

З підвищенням температури сушіння коров'ячого молока від 150... 160°C до 160... 170°C втрати гістидину зростають удвічі. При наступному підвищенні температури сушіння коров'ячого молока до 170... 180°C втрати гістидину знову зростають вдвічі.

*Таблиця 2. Зміна хімічного складу молока коров'ячого та кобилячого при різних температурах сушіння*

Показник	Коров'яче молоко			Кобиляче молоко		
	150... 160	160... 170	170... 180	130... 140	140... 150	150... 160
1	2	3	4	5	6	7
Масова частка білка, % на СР						
незбиране	24,2±0,1			16,7±0,1		
сухе	23,76 ±0,5	23,69 ±0,5	23,65 ±0,5	16,48 ±0,5	16,45 ±0,5	16,40 ±0,5
Втрати, %, до вмісту в незбиране	1,80	2,10	2,24	1,47	1,52	1,61
Лізин, % до загального вмісту білка						
незбиране	8,53			7,0		
сухе	7,82 ±0,05	7,80 ±0,05	7,78 ±0,05	6,67 ±0,05	6,67 ±0,05	6,65 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	8,3	8,6	8,8	4,7	4,7	4,9

1	2	3	4	5	6	7
Гістидин, % до загального вмісту білка						
незбиране	2,52			2,24		
сухе	2,51 ±0,05	2,50 ±0,05	2,48 ±0,05	2,23 ±0,05	2,23 ±0,05	2,21 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	0,4	0,8	1,6	0,5	0,5	1,3
Аргінін, % до загального вмісту білка						
незбиране	3,75			4,45		
сухе	3,60 ±0,05	3,50 ±0,05	3,40 ±0,05	4,37 ±0,05	4,33 ±0,05	4,31 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	4,0	6,7	9,4	1,9	2,7	3,2
Метіонін, % до загального вмісту білка						
незбиране	2,52±0,05			3,1±0,05		
сухе	2,50 ±0,05	2,50 ±0,05	2,44 ±0,05	3,09 ±0,05	3,09 ±0,05	3,04 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	0,8	0,8	3,2	0,3	0,3	1,94
Масова частка жирів, % на СР						
незбиране	27,3±0,1			12,4±0,1		
сухе	26,78 ±0,5	26,76 ±0,5	26,70 ±0,5	12,28 ±0,5	12,23 ±0,5	12,20 ±0,5
Втрати, %, до вмісту в незбиране	1,97	2,08	2,15	1,26	1,30	1,35
Масова частка лактози, % на СР						
незбиране	41,0±0,1			69,1±0,1		
сухе	39,69 ±0,5	39,65 ±0,5	39,59 ±0,5	67,61 ±0,5	67,55 ±0,5	67,44 ±0,5
Втрати, %, до вмісту в незбиране	3,20	3,35	3,44	2,16	2,20	2,40

При сушінні кобилячого молока в діапазоні температур 130...150°C втрати гістидину не змінюються. Проте з підвищенням температури сушіння до 150...160°C втрати гістидину зростають на 0,8%.

Втрати гістидину у козиному молоці не змінюються при сушінні його за температури 150...170°C. Спостерігається збільшення величини втрат гістидину майже в 4 рази при сушінні козиного молока за температури 170...180°C.

З підвищенням температури сушіння овечого молока від 160...170°C до 170...180°C втрати гістидину зростають на 0,4%. Проте з підвищенням температури сушіння до 180...190°C втрати гістидину зростають майже у 7 разів.

При збільшенні температури сушіння коров'ячого молока від 150...160°C до 160...170°C втрати аргініну зростають на 2,7%. З підвищенням температури вишування молока до 170...180°C втрати аргініну знову зростають на 2,7%.

З підвищенням температури сушіння кобилячого молока від 130...140°C до 140...150°C та від 140...150°C до 150...160°C втрати аргініну спочатку зростають на 0,8%, а далі ще на 0,5%.

При збільшенні температури сушіння козиного молока від 150...160°C до 160...170°C втрати аргініну зростають на 0,7%. З подальшим підвищенням температури сушіння козиного молока ще на 10°C втрати аргініну не змінюються.

Втрати аргініну в овечому молоці при сушінні його за температури 160...170°C та 170...180°C однакові. Підвищення температури сушіння до 180...190°C призводить до збільшення втрат аргініну в овечому молоці у 5 разів.

При сушінні коров'ячого та козиного молока за температури 150...160°C та 160...170°C втрати метіоніну не збільшуються. Підвищення температури сушального агента до 170...180°C призводить до збільшення втрат метіоніну в 4 рази у коров'ячому молоці та на 1% у козиному молоці.

При збільшенні температури сушіння кобилячого молока від 130...150°C до 150...160°C втрати метіоніну зростають в 6,5 рази.

**Таблиця 3. Зміна хімічного складу молока козиного та овечого при різних температурах сушіння**

Показник	Козине молоко			Овече молоко		
	150...160	160...170	170...180	160...170	170...180	180...190
1	2	3	4	5	6	7
Масова частка білка, % на СР						
незбиране	31,2±0,1			26,6±0,1		
сухе	30,52 ±0,5	30,50 ±0,5	30,48 ±0,5	25,97 ±0,5	25,87 ±0,5	25,74 ±0,5
Втрати, %, до вмісту в незбиране	2,12	2,25	2,30	2,35	2,63	3,23
Лізин, % до загального вмісту білка						
незбиране	7,95			9,3		
сухе	7,31 ±0,05	7,29 ±0,05	7,27 ±0,05	8,42 ±0,05	8,40 ±0,05	8,36 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	8,0	8,3	8,5	9,5	9,7	10,1
Гістидин, % до загального вмісту білка						
незбиране	2,60			2,13		
сухе	2,59 ±0,05	2,59 ±0,05	2,56 ±0,05	2,12 ±0,05	2,11 ±0,05	2,00 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	0,4	0,4	1,5	0,5	0,9	6,2
Аргінін, % до загального вмісту білка						
незбиране	2,81			2,62		
сухе	2,69 ±0,05	2,67 ±0,05	2,67 ±0,05	2,54 ±0,05	2,54 ±0,05	2,20 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	4,3	5,0	5,0	3,1	3,1	15,4



1	2	3	4	5	6	7
Метіонін, % до загального вмісту білка						
незбиране	2,12±0,05			2,84±0,05		
сухе	2,10 ±0,05	2,10 ±0,05	2,08 ±0,05	2,83 ±0,05	2,82 ±0,05	2,71 ±0,05
Втрати, %, до вмісту в незбиране	0,9	0,9	1,9	0,35	0,7	4,58
Масова частка жирів, % на СР						
незбиране	23,2±0,1			33,6±0,1		
сухе	22,73 ±0,5	22,68 ±0,5	22,67 ±0,5	32,88 ±0,5	32,85 ±0,5	32,70 ±0,5
Втрати, %, до вмісту в незбиране	2,04	2,17	2,29	2,32	2,40	2,58
Масова частка лактози, % на СР						
незбиране	42,7±0,1			22,4±0,1		
сухе	41,24 ±0,5	41,22 ±0,5	41,10 ±0,5	21,56 ±0,5	21,52 ±0,5	21,45 ±0,5
Втрати, %, до вмісту в незбиране	3,46	3,60	3,69	3,93	4,04	4,26

Втрати метіоніну в овечому молоці при сушінні його за температури 170...180°C вдвічі більші, ніж при сушінні за температури 160...170°C. Підвищення температури сушильного агента до 180...190°C призводить до збільшення втрат метіоніну в овечому молоці у 6,5 раза.

Зменшення кількості амінокислот у молоці в процесі сушіння є наслідком реакції Маяра. На першій і наступних стадіях реакції Маяра відбувається блокування амінокислот, особливо реакційно здатного лізину. Основна частина блокованого лізину представлена фруктозолізином, який не розщеплюється травними ферментами і не засвоюється організмом дитини, тобто під час теплової обробки має місце зниження біологічної цінності сухого молока.

Причиною різних втрат амінокислот можуть бути відмінності конформаційної будови поліпептидних ланцюгів. Очевидно, що реагувати з будь-якими речовинами або зазнавати термічних перетворень здатні передусім ті амінокислотні залишки, які розташовані на поверхні макромолекули білка або поблизу неї. Оскільки процес сушіння краплі триває невеликий проміжок часу або, точніше, висушування відбувається миттєво, то впливу температури підлягають саме ці амінокислоти і ті, що стали доступними внаслідок денатураційної деструкції білкового конгломерату.

### **Висновки**

Сушіння молока призводить до зниження його біологічної цінності. Проте величина втрат окремих амінокислот в молоці залежить від температури сушіння. тому при виборі оптимальних параметрів сушіння молока слід враховувати втрати амінокислот в різних температурних діапазонах. Результати дослідження вка-

зують на відмінності в хімічному складі різних видів молока. Під впливом температури сушіння спостерігаються втрати білків, жирів і вуглеводів. Проте втрати цих компонентів незначні і знаходяться в межах похибки.

Подальші дослідження передбачають визначення фізико-хімічних показників отриманого сухого молока для обґрунтування раціональних режимів сушіння молока.

### Література

1. Дмитриева Е. Т., Евстигнеев Г. М., Марх З. А. Консервы и концентраты для детского питания. Под ред. А. Н. Самсоновой. М.: Агропромиздат, 1985. 246 с.
2. Балаболкин И. И. Пищевая аллергия у детей первого года жизни. *Вопросы современной педиатрии*. 2006. Т. 5, № 6. С. 77—80.
3. Захарова И. Н. Диетотерапия при непереносимости белков коровьего молока у детей раннего возраста. *Вопросы современной педиатрии*. 2005. Т. 4, № 1. С. 67—70.
4. Скорченко Т. А. Технологія дитячих молочних продуктів: навч. посіб. / Т. А. Скорченко, О. В. Грек. К.: НУХТ, 2012. 330 с.
5. Патент 2289258 RU, A23C9/00 (2006.01) Способ изготовления сухого кобыльего молока / Сулейманов Н. Т., Харитонов В. Д.; заявители Сулейманов Наиль Тимерзянович, Харитонов Владимир Дмитриевич. № 2004110087/13; заявл. 02.04.2004; опубл. 27.09.2005, Бюл. № 1, 2005 р.
6. Казаренко Т. Д. Ионнообменная хроматография аминокислот. Новосибирск: Наука. 1975. 134 с.
7. Faldt P., Bergenstahl B. Spray-dried whey protein/lactose/soybean oil emulsions. 1. Surface composition and particle structure. *Food Hydrocolloids*. 1996. № 10. P. 421.
8. Dupont D. and other. Heat treatment of milk during powder manufacture increases casein resistance to simulated infant digestion. *Food Dig*. 2010. № 1. PP. 28—39.
9. Faldt P., Sjöholm I., Bergenstahl B. Surface composition of spray-dried powders. 11th International Drying Symposium. Vol. C. Halkidiki, Greece. 1998. P. 2164.