



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Харчова
ПРОМИСЛОВІСТЬ

Заснований у 1965 р.

21

Київ НУХТ 2017

UDC 664(04) (082)

Results of research and development operations on technology of foodstuff, chemical, biochemical, microbiological processes, devices, the equipment, automation of food productions and economy of the food industry are provided.

The journal was designed for scientists, engineers and technical personnel of the food industry

Journal "Food Industry" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical sciences (Decree of MES of Ukraine # 241 from September 3, 2016), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Food Industry" is indexed by the following scientometric databases:

- Google Scholar

Publications are represented in authoring edition.

Editorial office address:

National University of
Food Technologies
Volodymyrska str., 68,
01601 Kyiv, Ukraine
(044) 287-92-45, 287-94-21
E-mail: tmipt_xp@ukr.net

Recommended for publication by the
Academic Council of the National University of
Food Technologies.
Minutes of meeting № 12 of May, 2017

© NUFT, 2017

УДК 664(04) (082)

Висвітлені результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

Журнал «Харчова промисловість» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних та економічних наук (Наказ МОН України № 241 від 09.03.2016), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Харчова промисловість» індексується такими наукометричними базами:

- Google Scholar

Статті друкуються в авторській редакції.

Адреса редакції:

Національний університет
харчових технологій
вул. Володимирська, 68,
м. Київ, 01601
(044) 287-92-45, 287-94-21
E-mail: tmipt_xp@ukr.net

Рекомендовано вченою радою
Національного університету харчових
технологій.
Протокол № 12 від 25 травня 2017 року

© НУХТ, 2017

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ

Сировина та матеріали

Бажай-Жежерун С.А., Петрук Л.О., Рахметов Д.Б. Природні харчові сорбенти зерна просяних культур

Гаврилкіна Д.В., Пирог Т.П., Леонова Н.О. Синтез екзометаболітів з гіберелловою активністю продуцентами поверхнево-активних речовин *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241 та *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017

Фурсік О.П., Страшинський І.М., Пасічний В.М., Маринін А.І., Гончаров Г.І. Властивості фаршів варених ковбас з блокувальною функціональною харчовою композицією

Кравченко М.Ф., Данилюк І.П. Перспективи використання дрібних азово-чорноморських риб у технологіях харчових концентратів

Камбулова Ю.В. Раціональне використання цукрів у білкових кремах для тортів і тістечок
Апач М.В., Сидоренко О.В. Вологоутримуюча здатність фаршів на основі чорноморської рапани (*Rapana venosa*)

Кравська С.П., Стеценко Н.О. Зміни жирнокислотного складу насіння льону при зберіганні і пророщуванні

Технології: дослідження, застосування та впровадження

Дорохович А.М., Горзей О.В. Дослідження технології мафінів як великої технологічної системи

Лисий О.В., Грабовська О.В., Бортнічук О.В. Розробка рецептури концентрату кисело на основі кармаде

Українець А.І., Стеценко Н.О., Сімахіна Г.О. Розроблення спеціалізованих харчових продуктів для екстремальних умов життєдіяльності

Білько М.В., Циганкова О.В. Удосконалення технології червоних столових вин підвищеної біологічної цінності

Пасічний В.М., Хоменко Ю.О. Розроблення технології м'ясних хлібів з використанням олеорезинів спецій

Кишенко І.І., Скочко О.І. Оцінка впливу речовин кріопротекторної дії на показники якості посічених напівфабрикатів

Суходольська Н.П., Іценко В.М., Кочубей-Литвиненко О.В., Маринін А.І., Іценко М.В. Використання фізико-хімічного аналізу в поєднанні з хемометричним методом обробки даних для якісної оцінки різних видів молока

РОЗДІЛ 2. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Процеси харчових виробництв

Салеба Л.В., Сарібєкова Д.Г., Кондя О.С. Дослідження процесу екстракції природного пігменту хлорофілу і його похідних

CONTENTS

SECTION 1. TECHNOLOGY

Raw Materials and Materials

6 *Bazhay-Zhezherun S., Petruk L., Rakhmetov D.* Natural food sorbents grain panicum

14 *Havrylkina D., Pirog T., Leonov N.* Synthesis of exometabolites with gibberellic activity by producers of surfactants *Nocardia vaccinii* IMV B-7405, *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 and *Rhodococcus erythropolis* IMV Ac-5017

20 *Fursik O., Strashynskiy I., Pasichniy V., Marynin A., Goncharov G.* Properties of minced boiled sausages with functional food composition containing protein

27 *Kravchenko M., Danyluk I.* Perspectives of small azov-black sea fish in technologies food concentrates

32 *Kambulova Yu.* Rational use of protein sugar cream for cakes and pastries

40 *Apach M., Sidorenko E.* Ability to keep the moisture of minced meat on the basis of the black sea rapana (*Rapana venosa*)

46 *Kraevska S., Stetsenko N.* Study of changes of fatty acid flax seeds during storage and germination

Technologies: Researches, Application and Introduction

53 *Dorohovich A., Horzei O.* The exploration technology of muffins as a large technological system

60 *Lysyj O., Hrabovska O., Bortnichuk O.* Development of the recipe of kissel concentrate on the basis of hibiscus

67 *Ukrayinets A., Stetsenko N., Simakhina G.* Designing the specialized foodstuffs for extreme life conditions

74 *Bil'ko M., Tsygankova E.* Technology improvement of red table wines of increased biological value

82 *Pasichniy V., Khomenko Y.* Development of the technology of meat loafs with using of spyce oleoresins

89 *Kyshenko I., Skochko O.* Impact on quality indicators chopped semi-finished products substances of crioprotective action

95 *Ischenko V., Kochubei-Lytyunenko O., Marynin A., Sukhodolsha N., Ischenko M.* Use of physical and chemical analysis in combination with chemometric tools for qualitative evaluation of different types of milk

SECTION 2. PROCESSES AND EQUIPMENT

Processes of Food Industries

101 *Saleba L., Saribekova D., Condy O.* Research of extraction natural pigment chlorophyll

УДК 637.1

USE OF PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS IN COMBINATION WITH CHEMOMETRIC TOOLS FOR QUALITATIVE EVALUATION OF DIFFERENT TYPES OF MILK

V. Ischenko, O. Kochubei-Lytvynenko, A. Marynin, N. Sukhodolsha

National University of Food Technologies

M. Ischenko

*Taras Shevchenko National University of Kyiv***Key words:**

milk,
ultrasound analysis,
principal component
analysis,
validation

Article history:

Received 29.03.2017
Received in revised form
19.04.2017
Accepted 17.05.2017

Corresponding author:

chitanya@ukr.net

ABSTRACT

The article provides the analysis of the main kinds of milk falsification and the methods for their determining. The assessment of possibility to combine ultrasound method of analysis with the chemometric methods with their further use for dairy products classification is characterized. The validation of the method for determining the milk quality indicators using the ultrasound milk analyzer "Ecomilk-Bond" was carried out. The application of the method of principal components for processing an array of the obtained data made it possible to carry out a partial clustering of milk samples. According to the gained results, combination of ultrasound method of milk analysis with other instrumental methods and the use of chemometric procedures to develop simple and cheap way to determine the adulteration are envisaged in further research.

ВИКОРИСТАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ В ПОЄДНАННІ З ХЕМОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ЯКІСНОЇ ОЦІНКИ РІЗНИХ ВИДІВ МОЛОКА

Н.П. Суходольська, аспірант

В.М. Іщенко, канд. хім. наук

О.В. Кочубей-Литвиненко

А.І. Маринін, канд. тех. наук,

Національний університет харчових технологій

М.В. Іщенко, канд. хім. наук,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У статті оцінено можливість поєднання ультразвукового методу аналізу молока з хемометричними методами з подальшим їх застосуванням для класифікації молочних продуктів. Проведено валідацію методики визначення показників якості молока із використанням ультразвукового аналізатора молока «Екомілк-Бонд». Встановлено, що прецизійність визначення показників якості молока цим методом є достатньою для вирішення поставлених завдань.

Ключові слова: молоко, ультразвуковий аналіз, метод головних компонент, валідація.

Постановка проблеми. Молоко займає одне з головних місць серед продуктів харчування. Відповідно до статистичних даних [1], коров'яче молоко є одним із 20 найважливіших сільськогосподарських і харчових продуктів у світі. Проте нові економічні відносини, що склались наразі, призвели до відкритості ринку, що, у свою чергу, збільшило у сфері збуту кількість фальсифікованих харчових продуктів. Молочні продукти, на жаль, не стали винятком. Наразі найбільш поширеними видами фальсифікації молочної продукції є асортиментна та якісна.

При асортиментній фальсифікації підробка здійснюється шляхом повної заміни його продуктами іншого гатунку, виду або найменування із збереженням схожості однієї або кількох ознак. До асортиментної фальсифікації, зокрема, відносять пересортицю молока (заміну вищих гатунків незбираного молока нижчими, заміну вершкового масла молочно-жировими продуктами, виробленими із частковою або повною заміною молочного жиру). Якісна фальсифікація — підробка натурального молока за допомогою різного роду харчових або нехарчових добавок чи порушень рецептур для зміни органолептичних показників та інших властивостей продукту.

При визначенні якості молока згідно з чинними стандартами регламентуються такі фізико-хімічні показники: вміст основних складових компонентів молока (жиру, сухих речовин, білка), густина, кислотність, група чистоти. Для встановлення можливої фальсифікації молока шляхом розведення водою визначають показник рефракції, температуру замерзання, електропровідність [2; 3]. Проте аналіз молока за вимогами ДСТУ не завжди дає реальну інформацію про якість та автентичність продукції, оскільки методика визначення, наприклад, білка, що перевіряється, базується на визначенні лише загального вмісту Нітрогену, а молочний жир може бути замінено рослинним.

Наразі основними методами аналізу молока на виявлення фальсифікації стали високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ), спектроскопія ближнього та середнього ІЧ-діапазону, мас-спектрометрія, ЯМР [4; 5]. Особливістю цих та інших фізико-хімічних методів аналізу є те, що досліднику досить часто доводиться мати справу з обробкою масиву багатовимірних експериментальних даних, одержаних у результаті дослідження. При обробці таких даних неминучим стає застосування хемометричних інструментів, зокрема методу головних компонент (МГК) [6]. Хемометричні методи у поєднанні з фізико-хімічними методами аналізу знайшли застосування для виявлення підробок харчової продукції, зокрема молочної [7].

Одним із способів фальсифікації молока, який зустрічається серед українських виробників, є підміна натурального молока його відновленим аналогом, тобто «молоком», одержаним із сухих молочних сумішей або змішування пастеризованого молока з відновленим. Надійний висновок про цей спосіб фальсифікації молока можна зробити тільки за допомогою методів ВЕРХ, спектроскопією ближнього ІЧ діапазону, ізотопного аналізу. Але ці методи передбачають використання сучасного аналітичного обладнання, підготовлених спеціалістів і є досить вартісними. Тому пошук і розроблення нових методів достовірної ідентифікації фальсифікованої продукції є актуальними.

Мета статті полягає в проведенні якісної оцінки різних видів молока за результатами традиційних фізико-хімічних досліджень з використанням хемометричних методів обробки даних і валідація методик.

Матеріали і методи. Для досліджень відібрані 30 зразків молока, які умовно були розділені на п'ять груп.

Перша група зразків — питні види молока (пастеризоване молоко, у статті умовно позначається П). Усі зразки питного молока були вітчизняного виробництва відомих торгових марок та придбані в супермаркетах м. Києва. Зразки мали приблизно однакову жирність — 2,5 і 2,6%.

Друга група зразків — натуральне незбиране (НН) молоко, яке було придбано в індивідуальних сільгосптоваровиробників Київщини. На його основі готували модельні зразки фальсифікованого продукту із додаванням 5, 10, 15 і 20% води (умовне позначення цих зразків *третьої групи* НН+Вод). *Четверта група зразків* — це відновлене молоко, яке готували із сухого незбираного молока жирністю 25 % розпилювального сушіння (були взяті продукти майже всіх українських виробників сухого молока), шляхом розчинення порошку у відповідному об'ємі підготовленої питної води за температури (40 ± 2) °С. Кількість води було розраховано для отримання продукту жирністю 2,6%. Одержану суміш піддавали гомогенізації на диспергаторі BANDELIN SONOPULSHD2070, після чого пастеризували за температури (88 ± 2) °С без витримки і охолоджували до (6 ± 2) °С (умовне позначення цього продукту — В + П). До *п'ятої групи* зразків було віднесено відновлене молоко, виготовлене за наведеною вище методикою, яке не піддавали пастеризації (умовне позначення В).

Такі показники якісного складу молока, як вміст жиру, білка, сухого знежиреного молочного залишку (далі — СЗМЗ), лактози, води, густина, температуру замерзання визначали на ультразвуковому аналізаторі молока «Екомілк-Бонд» (Болгарія), який широко використовується на молокозаводах України та в пунктах прийому молока.

Окисно-відновний потенціал визначали за допомогою комірки, що складалась з платинового електроду та хлор-срібного електроду порівняння, з'єднаних сольовим містком.

Валідацію методики визначення показників якості молока із використанням ультразвукового аналізатора молока «Екомілк-Бонд» здійснювали згідно з рекомендаціями [8]. Оскільки визначення проводилось за стандартною методикою, що знаходиться в передбачуваній галузі поширення, в ході валідації перевіряли такі робочі характеристики, як прецизійність в умовах збіжності та внутрішньолaboratorної відтворюваності. Прецизійність не перевірялась через відсутність відповідних атестованих стандартних зразків. Протокол валідації включав проведення повторних вимірювань (умови збіжності) у три неспідовні дні (умови внутрішньолaboratorної відтворюваності) на шести зразках молока.

Протокол валідації методики визначення окисно-відновного потенціалу молока включав проведення паралельних вимірювань потенціалу на шести зразках молока у три різні дні.

Результати досліджень. Обробку результатів валідації здійснювали за методом дисперсійного аналізу [9]. Тест Кохрена на однорідність дисперсій не виявив статистично значущої ($p = 0,05$) різниці у прецизійності визначення між різними зразками. Встановлено, що у дослідженому діапазоні значень показників якості складу молока сталим лишається абсолютне значення стандартного відхилення. Результати валідації наведено у табл. 1. Прецизійність визначення показників якості молока із застосуванням аналізатора «Екомілк-Бонд», виражена як відповідне стандартне відхилення, є достатньою для вирішення поставлених

завдань. Відносно невелика розбіжність результатів в умовах внутрішньолабораторної відтворюваності ($\leq 5\%$) вказує також на стабільність показників якості молока при нетривалому зберіганні зразків.

У той же час прецизійність визначення окисно-відновного потенціалу є недостатньою. Розбіжність значень між пробами є того ж порядку, що і при паралельних вимірюваннях, що обмежує практичну цінність виміряних значень окисно-відновного потенціалу.

Таблиця 1. Результати валідації методики визначення показників якості молока

Показник якості	Робочий діапазон	Прецизійність в умовах збіжності, σ_r	Прецизійність в умовах внутрішньолабораторної відтворюваності, σ_w
Вміст СЗМЗ, (%)	7—10	0,069	0,13
Вміст білка (%)	2—6	0,085	0,093
Вміст жиру (%)	1—10	0,066	0,13
Вміст лактози (%)	3,0—7,0	0,041	0,073
Ступінь розведення водою (%)	0—20	0,42	1,4
Густина, (г/см ³)	1,220—1,320	0,0026	0,0064
Температура замерзання, (°C)	-(0,42—0,61)	0,0044	0,010
Окисно-відновний потенціал, (mV)	220—260	19	21

Обробку даних методом головних компонент проводили у програмному продукті Minitab 16. Метод головних компонент (МГК) є одним із методів розпізнавання образів і широко використовується для аналізу, класифікації та зменшення розмірності числових масивів даних. Дані нові змінні називають головними компонентами (ГК). МГК часто використовують для розвідувального аналізу даних з метою пошуку кластерів або груп зразків. Перед проведенням обробки даних експериментальні результати досліджень піддавали автомасштабному перетворенню за формулою:

$$x' = \frac{x_i - \bar{x}}{s},$$

де x' — значення змінної після автомасштабного перетворення для i -го зразка; x_i — вихідне значення змінної для i -го зразка; \bar{x} — середнє значення змінної в усіх зразках; s — стандартне відхилення значень змінної в зразках.

Встановлено, що перші три головні компоненти описують 93,7% відмінностей між зразками. На рис. 1а наведено графік рахунків (координат зразків у просторі головних компонент) для першої та другої, а на рис. 1б — для другої та третьої головних компонент. Видно, що зразки утворюють окремі групи. На рис. 1а чітко виділяється група, що включає натуральне незбиране молоко без додавання та з додаванням води, а також група, куди потрапили зразки молока, що пройшли термообробку (П, ВП). На рис. 1 б, наведено графік рахунків першої та третьої головних компонент, на якому також прослідковується декілька груп — група зразків натурального незбираного молока (НН, НН+В), група зразків відновленого (В, В+П) та група зразків пастеризованого молока (П). На жаль, досягнути повної кластеризації між зразками відновленого молока (В), відновленого

молока з термообробкою (В+П) та пастеризованого молока (П) не вдалось, оскільки деякі зразки потрапляють в інші групи. Загалом, кластеризація зразків подібна до наших попередніх досліджень [10], щоправда в даному випадку класифікація виявилась не такою повною. Ймовірною причиною цього є вибірка зразків, отриманих із сировини іншої пори року.

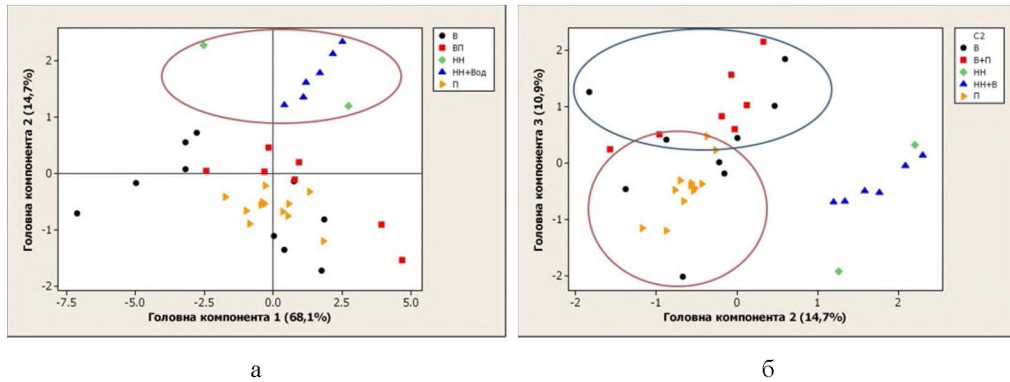


Рис.1. Графіки рахунків першої та другої (а) і другої та третьої (б) головних компонент

У табл. 2 наведено навантаження перших трьох головних компонент. Найбільших внесок у головні компоненти роблять такі показники, як СЗМЗ, вміст білка, лактози, жиру й температура замерзання. Окисно-відновний потенціал не дає суттєвого внеску у найбільш важливі першу та другу головні компоненти. Це може бути пов'язано саме з недостатньою прецизійністю визначення, що було з'ясовано в ході валідації методики.

Таблиця 2. Навантаження перших трьох головних компонент (ГК)

Змінна	ГК1	ГК2	ГК3
Окисно-відновний потенціал	-0,143	-0,409	-0,883
СЗМЗ	0,423	0,046	-0,065
Білок	0,363	-0,167	-0,164
Жир	0,081	0,831	-0,411
Густина	0,397	-0,312	0,108
Лактоза	0,419	0,112	-0,093
Температура замерзання	-0,424	0,036	0,019
Ступінь розведення водою	-0,386	-0,018	0,005

Висновки. Проведена валідація методики визначення показників якості молока з використанням ультразвукового аналізатора молока «Екомілк-Бонд» показала, що зазначений метод придатний для даних цілей. Застосування методу головних компонент дало змогу провести кластеризацію зразків молока, проте вона виявилась неповною. Для пошуків маркерів для виявлення відновленого молока в пастеризованому необхідно, крім використання ультразвукового аналізатора молока «Екомілк-Бонд», долучити інші аналітичні методи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Food and Agricultural Organization [Електронний ресурс]. — Режим доступу : www.fao.org. — 2010.
2. Szabo, E. Elelmiszeralitikai korvizsgalatok II. Termoloi nyerstej idegen viztartalmana kmeghatározasa / E. Szabo // Elelmiszervizsg. kozl. — 1985. — 31. — № 1. — С.20—25.

3. *Harding, F.* Milk adulteration freezing point depression / F. Harding // *Hi. Soc. Dairy Technol.* — 1990. — 43. — № 3. — P. 61.

4. *Handbook of Dairy Foods Analysis.* / Edited by Leo M.L., Nolle Fidel Toldrá // U.S. : CRC Press, — 2010. — P. 920.

5. *Posudin, Y.I.* Non-destructive detection of food adulteration to guarantee human health and safety / Yuriy I. Posudin, Kamaranga S. Peiris, Stanley J. Kays // *Ukrainian Food Journal.* — 2015. — Vol. 4, № 2. — P. 207—260.

6. *Эсбенсен, К.* Анализ многомерных данных. Избранные главы / К. Эсбенсен // Черногородка: Изд-во ИПХФ РАН. — 2005. — С. 160

7. *Kamal, M.* Analytical methods coupled with chemometric tools for determining the authenticity and detecting the adulteration of dairy products: A review/M. Kamal, R. Karoui// *Trends in Food Science & Technology.* — 2015. — Vol.46. — P. 27 — 48.

8. *Magnusson, B. and Örnemark, U.* (eds.) Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods — A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, (2nd ed. 2014). ISBN 978-91-87461-59-0. Available from [[http:// www.eurachem.org](http://www.eurachem.org)].

9. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-3:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 3. Проміжні показники прецизійності стандартного методу вимірювання.

10. *Ищенко, В.М.* Ідентифікація різних видів молока з використанням інструментальних і хемометричних методів / В.М. Іщенко, О.В. Кочубей-Литвиненко, Н.П. Суходольська, М.В. Іщенко // Наукові праці НУХТ. — 2016 — Том 2, № 2. — С. 230—235.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СОЧЕТАНИИ С ХЕМОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОЛОКА

В.Н. Ищенко, О.В. Кочубей-Литвиненко, А.И. Маринин, Н.П. Суходольская
Национальный университет пищевых технологий
Н.В. Ищенко

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

В статье оценена возможность сочетания ультразвукового метода анализа молока с хемометрическими методами с последующим их применением для классификации молочных продуктов. Проведена валидация методики определения показателей качества молока с использованием ультразвукового анализатора молока «Экомилк-Бонд». Установлено, что прецизионность определения показателей качества молока этим методом является достаточной для решения поставленных задач. Применение метода главных компонент для обработки массива полученных данных позволило провести частичную кластеризацию образцов молока.

Ключевые слова: молоко, ультразвуковой анализ, метод главных компонент, валидация.