

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СПРЕДОВ СЛИВОЧНОГО МАСЛА С ПАЛЬМОВЫМ МЕТОДАМИ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А.Н. Буданина, А.А. Верещагин*, Н.В. Бычин

Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»,
659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

*e-mail: val@bti.secna.ru

Дата поступления в редакцию: 15.01.2015

Дата принятия в печать: 30.05.2015

В связи с возрастанием масштабов фальсификации молочных продуктов для идентификации подлинности сливочного масла применяется широкий спектр современных и классических методов экспертизы. Достаточно редко используются методы термического анализа, поскольку необходимо предварительное охлаждение исследуемых образцов до $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Из термических методов анализа для исследования жиров применяют чаще метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), реже – термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-термический (ДТА) анализы. В данной работе изучена возможность распознавания состава молочно-растительных спредов методами термического анализа. В качестве объекта исследования использованы 6 образцов импортного, отечественного и индивидуального производства масла сливочного, приобретенные в розничной торговле Алтайского края. Для сравнения был взят образец пальмового масла поставщика ЗАО «Жировой комбинат». На основании проведенных исследований получены следующие выводы: методы термического анализа (ДСК, ТГА/ДТА) позволяют качественно идентифицировать смеси сливочного масла с пальмовым, но колебания жирнокислотного состава молочного жира и взаимодействие пальмового масла со сливочным маслом существенно ограничивают возможности применения методов термического анализа для количественного анализа состава этих смесей.

Сливочное масло, пальмовое масло, метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), термогравиметрический анализ (ТГА), дифференциально-термический анализ (ДТА)

Введение

При разработке молочно-растительных композиций исходили из необходимости создания продуктов сбалансированного состава повышенной биологической и пищевой ценности, которые были бы лишены недостатков молочного жира и приобрели достоинства растительных масел [1]. На современном этапе в РФ это намерение трансформировалось в массовое применение пальмового масла в масложировой промышленности для замены более дорогого молочного жира с целью получения прибыли за счет снижения себестоимости продукции, увеличения сроков хранения таких продуктов и информационной фальсификации.

Для идентификации подлинности сливочного масла применяется широкий спектр современных и классических методов экспертизы: рамановская спектроскопия [2], ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье [3], метод маркеров (в качестве маркера количественного анализа используется 1,2-дипальмитоил-3-бутирол-глицерол, определяемый масс-спектрометрически после разделения жидкостной хроматографией) [4], флуоресцентная спектроскопия [5], спектроскопия в ближней инфракрасной области [6] и высокоэффективная жидкостная хроматография [7]. Из термических методов анализа для исследования жиров применяют чаще метод ДСК, например [8], реже – менее чувствительный метод ДТА [9].

Методологической основой применения методов термического анализа для обнаружения

пальмового масла в сливочном является различие в их температурах плавления: молочный жир (в зависимости от состава) плавится при температуре $28\text{--}33\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1], в то время как пальмовое – при температуре $33\text{--}39\text{ }^{\circ}\text{C}$ [10]. Следует отметить, что твердые жиры для пищевых целей не должны иметь температуру плавления выше нормальной температуры тела человека. Чтобы исключить салитый привкус жиров и масел, требуется температура их плавления не менее чем на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже. Поэтому для пальмового масла желательная температура плавления не должна превышать $35,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ [11]. Однако в ГОСТ Р 53776-2010 для пальмового масла, предназначенного для пищевой промышленности, указан диапазон $33\text{--}39\text{ }^{\circ}\text{C}$, что позволяет фальсифицировать продукт, смешивая с пальмовым маслом пальмовый стеарин, и поднимать температуру плавления до верхних значений. Так, при температуре плавления нерафинированного пальмового масла $35,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура плавления РДО пальмового масла, подготовленного для экспорта, была $39,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Реально температура плавления импортируемого в РФ пальмового масла достигала $42,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ [11]. Таким образом, температура плавления спредов не должна превышать $35,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Целью работы является изучение возможности распознавания состава образцов сливочного масла на присутствие пальмового масла, реализуемого в Алтайском крае, методами термического анализа.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были 6 образцов импортного, отечественного (ГОСТ Р 52969-2008) и индивидуального производства масла сливочного, приобретенные в розничной торговле Алтайского края.

1. FIN (АО «Valio», Финляндия), м.д.м.ж. 79 %, цена 395 руб/кг.

2. «Из Вологды» – сливочное «Традиционное» (ОАО «Учебно-опытный молочный завод» ВГМХА им. Н.В. Верещагина), м.д.м.ж. 82,5 % (дата изготовления 14.01.2014), цена 600 руб/кг.

3. «Брюкке» – сливочное несоленое, м.д.м.ж. 82,5 % (ООО «Брюкке», Немецкий национальный район, Алтайский край), цена 328 руб/кг.

4. Масло самодельное, сладкосливочное, полученное методом сбивания (Бийский район Алтайского края, дата изготовления – август 2013 г.).

5. Масло сливочное, м.д.м.ж. 82,5 % (масло-сырзавод с. Камышенка, ООО АКХ Ануйское Петропавловского района, Алтайский край, дата изготовления 18.01.2014), цена 300 руб/кг.

6. Lurark кисломолочное слабосоленое (Arla Food samba, DK-8260, Vibuj, Дания, дата изготовления 27.11.2013), цена 470 руб/кг.

Для сравнения был взят и образец пальмового масла – масло пальмовое рафинированное отбеленное дезодорированное (поставщик – ЗАО «Жировой комбинат», импортер – Малайзия), реализуемое на территории Алтайского края под названием «жир специального назначения» ТУ 9142-037-00333530-08, цена 50 руб/кг.

Методы исследования. Особенность плавления молочного жира заключается в том, что каждая группа смешанных кристаллов глицеридов плавится отдельно [9].

Температуры фазовых переходов зависят от состава триглицеридов, который определяется породой скота, временем года, составом кормов и технологическими режимами переработки сырья. Температуры фазовых переходов растительных масел отличаются от температур фазовых переходов молочного жира, что позволяет использовать метод определения температур фазовых переходов для установления подлинности продукта.

Для этих целей наиболее востребован метод дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Исследование проводилось на дифференциальном сканирующем калориметре модели DSC-60 (Shimadzu, Япония) в диапазоне температур от –70 до +90 °С. Нагревание образцов со скоростью 10 град/мин производилось в атмосфере азота с расходом газа 40 см³/мин, масса навески составляла около 5 мг. Образцом сравнения использовали пустую алюминиевую чашечку.

Совместный термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-термический (ДТА) анализы проводились на термоанализаторе TGA/DTA-60 (Shimadzu, Япония) в диапазоне температур от 20 до +500 °С в атмосфере азота. Нагревание образцов со скоростью 10 град/мин производилось в атмосфере азота с расходом газа 40 см³/мин, масса навески составляла около 5 мг.

Смеси сливочного и пальмового масел заданного состава получали при плавлении на водяной бане.

Определение кислотного и перекисного чисел образцов проводилось по [12–14].

Результаты и их обсуждение

Согласно ГОСТ Р 53776-2010 «Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия» норма перекисного числа – 0,9 ммоль активного кислорода/кг [10].

Результаты определения показали, что перекисное число образца составляет 0,20 ммоль активного кислорода/кг, а кислотное число – 0,42, что соответствует требованиям НД по показателям безопасности.

Сравнение кривых ДТА/ТГА для образцов пальмового и сливочного масел (82,5 % м.д.м.ж.) представлено на рис. 1.

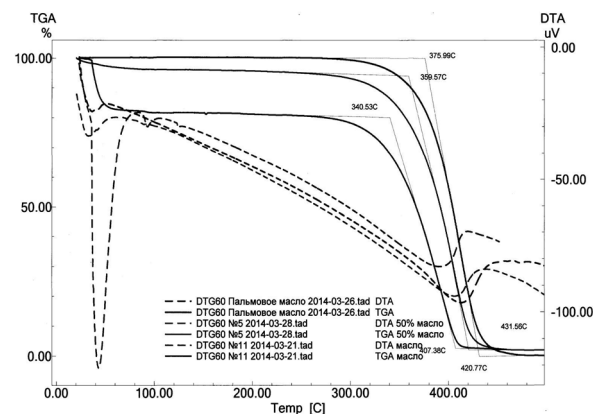


Рис. 1. Кривые ДТА/ТГА сливочного и пальмового масел

Кривые качественно отличаются друг от друга. Количественное сопоставление представлено в табл. 1.

Таблица 1

Параметры кривых ДТА/ТГА образцов сливочного и пальмового масел

Параметры	Сливочное масло	Пальмовое масло
Параметры кривых ДТА		
Температура максимума плавления, °С	34,16	36,46
Энтальпия плавления, Дж/г	1900	259
Температура максимума испарения, °С	390	413
Энтальпия испарения, Дж/г	1630	2220
Параметры кривых ТГА		
Потеря массы в диапазоне 20–200 °С, %	19,21	0,074
Потеря массы в диапазоне 200–500 °С, %	78,55	99,926

Из представленных данных следует, что методом ТГА можно отличить сливочное масло от пальмового

по потере массы образца. В составе сливочного масла есть вода, соответственно, потеря массы образца сливочного масла до 200 °С больше, чем у пальмового. Судя по величине потери массы, образец сливочного масла теряет всю воду при нагревании до 200 °С. Температуры плавления пальмового масла и сливочного масла различаются всего на два градуса, но в то же время температура окончания плавления пальмового масла свыше 44 °С, что значительно превышает температуру человеческого тела.

Кривые ДСК образцов пальмового и сливочного масел представлены на рис. 2.

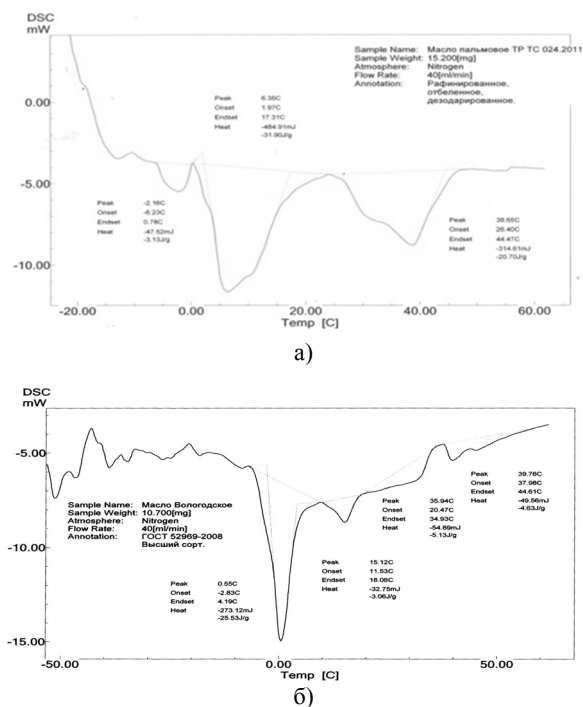


Рис. 2. Кривые ДСК:
а – пальмового масла;
б – сливочного масла «Вологодское», декабрь 2013 г.

Как следует из рисунка, кривые ДСК образцов качественно отличаются друг от друга. Количественные отличия кривых ДСК представлены в табл. 2. Для сопоставления выбрали области плавления воды и плавления высокотемпературных глицеридов, где наблюдаются наиболее интенсивные фазовые переходы.

Таблица 2

Кривые ДСК образцов сливочного и пальмового масел

Параметры кривых ДСК	Сливочное масло	Пальмовое масло
Максимум первого эндозффекта, °С	0,55	-2,16
Энтальпия первого эндозффекта, Дж/г	25,53	3,13
Максимум второго эндозффекта, °С	35,94	38,65
Температура окончания второго эндозффекта (плавления), °С	35,9	38,6
Энтальпия второго эндозффекта, Дж/г	5,13	20,70

Таким образом, и методом ДСК можно отличить сливочное масло от пальмового по температуре плавления. Для сливочного масла характерна температура плавления 35,9 °С, для пальмового масла 38,6 °С.

Для изучения возможности использования метода ДСК для определения массовой доли пальмового масла в сливочном были приготовлены смеси пальмового масла со сливочным состава: 0; 10/90; 20/80; 30/70; 40/60; 50/50; 60/40; 70/30; 80/20; 90/10 и 100. Для идентификации построили зависимость энтальпии плавления образцов от массовой доли пальмового масла в образцах (по величине эндозффекта в диапазоне 30–45 °С). Эндозффекты плавления пальмового масла и сливочного масла перекрываются. В связи с этим было предпринято построение зависимости теплоты плавления образца от массовой доли пальмового масла, поскольку, как следует из данных табл. 2, теплота плавления пальмового масла в четыре раза превышает теплоту плавления сливочного масла в диапазоне 30–45 °С. Результаты представлены на рис. 3.

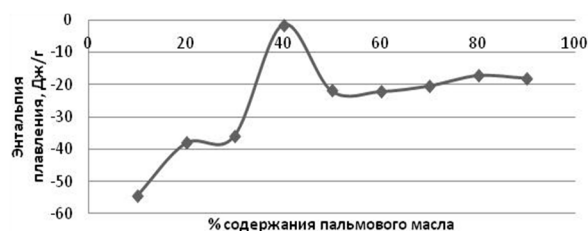


Рис. 3. Влияние массовой доли пальмового масла на энтальпию плавления смеси пальмового масла с вологодским сливочным маслом

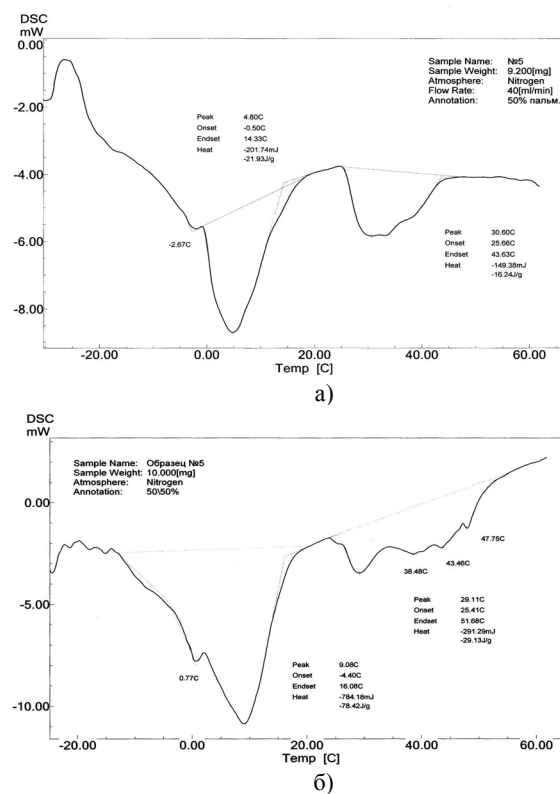


Рис. 4. Кривые ДСК смесей 50/50:
а – пальмового масла с вологодским; б – пальмового масла с финским сливочным маслом

Из представленных данных следует, что отсутствует линейность между составом смеси и тепловым эффектом плавления высокотемпературной группы глицеридов. Нелинейная зависимость может быть объяснена взаимодействием глицеридов пальмового и сливочного масла и различной природой компонентов спреда.

Сравнение кривых ДСК смесей пальмового масла с вологодским и финским состава 50/50 % представлено на рис. 4.

По виду кривых ДСК можно отметить заметные отличия между образцами по форме кривых ДСК. Количественные различия представлены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры кривых ДСК смесей пальмового масла с финским и вологодским сливочным маслом.

Параметры кривых ДСК	Пальмовое масло – финское масло	Пальмовое масло – вологодское масло
Первый эндозффект, °С	0,77	-2,67
Второй эндозффект, °С	9,1	4,8
Третий эндозффект, °С	29,1	30,6
Четвертый эндозффект, °С	38,5	33,2
Пятый эндозффект, °С	43,5	39,5
Шестой эндозффект, °С	47,7	-
Энтальпия первого эндозффекта, Дж/г	78,4	48,6
Энтальпия второго эндозффекта, Дж/г	29,1*	16,2

* Сумма III–VI эндозффектов.

Обнаруженные отличия между образцами по температурам плавления и тепловым эффектам можно связать с различиями в глицеридном составе образцов, который зависит главным образом от рациона кормления, сезона, породы животных, периода лактации и технологии получения [15].

Температуры плавления изученных образцов представлены в табл. 4.

Из представленных данных следует, что области существования твердой фазы у образцов бинарных смесей превышают температуру плавления сливочного масла и оптимальную температуру плавления

для пищевого жира, что должно накладываться ограничения на применение этих смесей в пищевой промышленности.

Таблица 4

Температурный диапазон существования твердой фазы в образцах

Состав образца пальмовое масло/сливочное масло, масс. доля, %	Температура максимума плавления / температура окончания плавления, °С	
	пальмовое масло – финское масло	пальмовое масло – вологодское масло
0/100 сливочное масло	24,0/36,0*	33,0/38,0
10/90	-	35,2/39,3
20/80	-	34,1/40,0
30/70	37,4/51,7	31,9/41,7
40/60	38,7/50,1	31,8/42,5
50/50	29,1/51,7	30,6/43,6
60/40	30,8/45,4	31,7/43,9
70/30	36,0/43,4	30,5/45,8
80/20	37,6/45,8	34,7/41,9
90/10	41,8/47,5	35,2/42,3
100/0 пальмовое масло	38,6/44,5	38,6/44,5

* Имеет температуры плавления триглицеридов при 24,0; 36,0 и 43,4 °С.

Выводы

1. Колебания жирнокислотного состава молочного жира и взаимодействие пальмового масла со сливочным маслом существенно ограничивают возможности применения методов термического анализа для количественного анализа состава этих смесей.

2. Методы термического анализа (ДСК, ТГА/ДТА) позволяют качественно идентифицировать смеси сливочного масла с пальмовым.

3. Термогравиметрическим анализом можно отличить сливочное масло от пальмового по потере массы образца, а дифференциальной сканирующей калориметрией – по температуре плавления.

4. Введение пальмового масла в сливочное повышает температуры плавления спредов.

5. Пальмовое масло, реализуемое в Алтайском крае, отвечает показателям нормативной документации.

Список литературы

1. Терещук, Л.В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования / Л.В. Терещук, М.С. Уманский; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 209 с.
2. Uysal, R.S. Determination of butter adulteration with margarine using Raman spectroscopy / R.S. Uysal [and other] // Food chemistry. – 2013. – Vol.141 (4). – p. 4397–4403.
3. Application of FTIR-ATR spectroscopy coupled with multivariate analysis for rapid estimation of butter adulteration / N.A. Fadzillah [and other] // Oleo Science. – 2013. - Vol.62 (8). – p. 555–562.
4. Yoshinaga, K. Simple method for the quantification of milk fat content in foods by LC-APCI-MS/MS using 1,2-dipalmitoyl-3-butiroyl-glycerol as an indicator / K. Yoshinaga [and other] // Oleo Science. – 2013. – Vol.62 (3). – p. 115–121.
5. Ntakatsane, M.P. Short communication: rapid detection of milk fat adulteration with vegetable oil by fluorescence spectroscopy / M.P. Ntakatsane, X.M. Liu, P. Zhou // Dairy Science. – 2013. – Vol.96 (4). – p. 2130–2136.
6. The use of multivariate modelling of near infra-red spectra to predict the butter fat content of spreads / P. C. Heussen [and other] // Analytica chimica acta. – 2007. – p. 176–181.
7. Palmer, A.J. Rapid analysis of triacylglycerols using high-performance liquid chromatography with light scattering detection / A.J. Palmer, F.J. Palmer // Chromatogr. – 1989. – p. 369–377.
8. Serpil Metin and Richard W. Hartel /Crystallization of fats and oils //Bailey's industrial oil and fat proucts, Sixth Edition, Six volume set. Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright # 2005 John Wiley & Sons, Inc. V.1, p.45–76.

9. Полянский, К.К. Дифференциальный термический анализ пищевых жиров / К.К. Полянский, С.А. Снегирев, О.Б. Рудаков. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 85 с.
10. ГОСТ Р 53776-2010. Масло пальмовое рафинированное дезодорированное для пищевой промышленности. Технические условия. – Введ. 2011-04-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
11. Золочевский, В.Т. Стандарт на пальмовое масло: за и против / Масла и жиры – 2011. – № 7. – С. 22–24.
12. ГОСТ Р 55361-12. Жир молочный, масло и паста масляная из коровьего молока. Правила приемки, отбор проб и методы контроля. – Введ. 2014-01-01. – М.: ГНУ ВНИИМС Россельхозакадемия, 2014. – 45 с.
13. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа. – Введ. 2001-01-01. – М.: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
14. ГОСТ Р 50457-92. Жиры и масла животные и растительные. – Введ. 1994-01-01. – М.: Госстандарт России, 2006. – 8 с.
15. Твердохлеб, Г.В. Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 360 с.

DETERMINATION OF BUTTER-PALM OIL SPREAD COMPOSITION USING METHODS OF THERMAL ANALYSIS

L.N. Budanina, A.L. Vereshchagin*, N.V. Bychin

Biysk Technological Institute (branch),
Altai State Technical University named after I. I. Polzunova,
27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia

*e-mail: val@bti.secna.ru

Received: 15.01.2015

Accepted: 30.05.2015

Taking into account an increasing scale of dairy product adulteration a wide range of modern and classical methods of examination are used to identify that the butter is real. Methods of thermal analysis are rarely used because it is necessary to pre-cool the samples to -100°C . Of thermal methods of analysis for the study of fat, the method of differential scanning calorimetry (DSC) is used more often. Thermal gravimetric (TGA) and differential thermal (DTA) analyzes are rarely used. In this study, we investigated the possibility to recognize the composition of dairy-plant spreads by means of thermal analysis. The objects of investigation were six samples of imported, domestic and individually produced butter purchased in retail of the Altai Territory. For comparison, a sample of palm oil manufactured at "Zhirovoy Kombinat" ZAO was taken. Based on these studies, the following conclusions have been made: the methods of thermal analysis (DSC, TGA/DTA) allow qualitative identification of butter-palm oil mixture, but fluctuations in the fat-acid composition of milk fat and interaction of palm oil with butter significantly limit the possibilities of application of thermal analysis methods for quantitative analysis of composition of these mixtures.

Butter, palm oil, differential scanning calorimetry (DSC) method, thermal gravimetric analysis (TGA), differential thermal analysis (DTA)

References

1. Tereshchuk L.V., Umanskiy M.S. *Molochno-zhirovye kompozitsii: aspekty konstruirovaniya i ispol'zovaniya* [The milky-fatty composition: aspects of the design and use]. Kemerovo, KemIFST, 2006. 209 p.
2. Uysal R.S., et al. Determination of butter adulteration with margarine using Raman spectroscopy. *Food chemistry*, 2013, vol. 141, no. 4, pp. 4397–4403.
3. Fadzilillah N.A., et al. Application of FTIR-ATR spectroscopy coupled with multivariate analysis for rapid estimation of butter adulteration. *Oleo Science*, 2013, vol. 62 (8), pp. 555–562.
4. Yoshinaga K., et al. Simple method for the quantification of milk fat content in foods by LC-APCI-MS/MS using 1,2-dipalmitoyl-3-butyroyl-glycerol as an indicator. *Oleo Science*, 2013, vol. 62 (3), pp. 115–121.
5. Ntakatsane M.P., Liu X.M., Zhou P. Short communication: rapid detection of milk fat adulteration with vegetable oil by fluorescence spectroscopy. *Dairy Science*, 2013, vol. 96 (4), pp. 2130–2136.
6. Heussen P.C., et al. The use of multivariate modelling of near infra-red spectra to predict the butter fat content of spreads. *Analytica chimica acta*, 2007, pp. 176–181.
7. Palmer A.J., Palmer F.J. Rapid analysis of triacylglycerols using high-performance liquid chromatography with light scattering detection. *Chromatogr.*, 1989, pp. 369–377.
8. Serpil Metin and Richard W. Hartel /Crystallization of Fats and Oils //Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright # 2005 John Wiley & Sons, Inc. V.1, pp. 45–76.
9. Polanskiy K.K., Snegirev S.A., Rudakov O.B. *Differentsial'nyy termicheskiy analiz pishchevykh zhirov* [Differential thermal analysis of edible fats]. Moscow, DeLee print, 2004. 85 p.
10. GOST R 53776-2010. *Maslo pal'movoe rafinirovannoe dezodorirovannoe dlya pishchevoy promyshlennosti. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard R 53776-2010. Refined deodorized palm oil for food industry. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 16 p.
11. Zolochevsky V.T. Standart na pal'movoe maslo: za i protiv [Standard for palm oil: Pros and Cons]. *Masla i zhiry* [Oils and fats], 2011, no. 7, pp. 22–24.

12. GOST R 55361-12. *Zhir molochnyy, maslo i pasta maslyanaya iz korov'ego moloka. Pravila priemki, otbor prob i metody kontrolya* [State Standard R 55361-12. Fat milk, butter and butter paste from cow's milk. Acceptance rules, sampling and methods of control]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 45 p.

13. GOST R 51487-99. *Masla rastitel'nye i zhiry zhyvotnye. Metod opredeleniya perekisnogo chisla* [State Standard R 51487-99. Vegetable oils and animal fats. Method for determination of peroxide value]. Moscow, Standartinform Publ., 2001. 8 p.

14. GOST R 50457-92. *Zhiry i masla zhyvotnye i rastitel'nye* [State Standard R 50457-92. Animal and vegetable fats and oils]. Moscow, Gosstandart Russia Publ., 1994. 8 p.

15. Tverdohleb G.V., Ramananskas R.I. *Khimiya i fizika moloka i molochnykh produktov* [Chemistry and physics of milk and milk products]. Moscow, DeLee print, 2006. 360 p.

Дополнительная информация / Additional Information

Буданина, Л.Н. Определение состава спредов сливочного масла с пальмовым методами термического анализа / Л.Н. Буданина, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 133-138.

Budanina L.N., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Determination of butter-palm oil spread composition using methods of thermal analysis. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 133-138. (In Russ.).

Буданина Лариса Николаевна

аспирант кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18

Верещагин Александр Леонидович

д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Бычин Николай Валерьевич

ведущий инженер кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18

Larisa N. Budanina

Postgraduate Student of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18

Alexander L. Vereshchagin

Dr. Sci. (Chem.), Professor, Head of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Nickolay V. Bychin

Senior Engineer of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I. I. Polzunova, 27, Trophimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18

