

УДК 641.887.5:548.75

Е. Б. СУКОНКИНА, Д. П. ЛИСОВСКАЯ, Л. А. ГАЛУН, Е. В. РОЩИНА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАЙОНЕЗОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации

(Поступила в редакцию 03.04.2007)

Применение инфракрасной спектроскопии в пищевой промышленности развивается главным образом по следующим направлениям: проведение качественного и количественного спектрального анализа для определения состава и структуры сырья и готовых продуктов; исследование процессов, протекающих при обработке продуктов ИК-излучением; разработка экспресс-методов контроля качества продуктов в процессе их производства, основанных на применении ИК-анализаторов.

Наиболее широкое применение находят первые два направления применения ИК-спектроскопии.

В литературных источниках имеются сведения об использовании методов ИК-спектроскопии в производстве жиров [1], для идентификации полисахаридов [2], нативных и экструзионных крахмалов [3]. С помощью этих методов проводится анализ содержания в пищевых продуктах жирных кислот (циклических, полимеризованных, оксикислот и др.), моно-, ди- и триглицеридов, фосфатидов, что позволяет контролировать состав и качество жиров, а также изменение их состава под влиянием факторов внешней среды.

По ИК-спектрам в пищевых продуктах определяется наличие витаминов *A, K, K₁, K₂, B₁, B₂, B₆, C*, никотиновой кислоты, токоферолов и каротина [1, 4].

С помощью ИК-спектроскопии исследуются компоненты табака, проводится анализ веществ, предохраняющих продукты от порчи (лимонной, сорбиновой кислот и др.). В настоящее время методы ИК-спектроскопии находят все более широкое применение как в пищевой промышленности, так и при исследовании качества продуктов питания.

Весьма важным является определение характерных особенностей майонезов с использованием указанного метода и расширение научных знаний в этом направлении.

Майонезы представляют собой сложную тонкодисперсную, устойчивую пищевую жироводную эмульсию прямого типа, в которой дисперсная фаза распределена в виде мельчайших капелек в дисперсионной среде, разграниченных межфазной поверхностью раздела. Виды майонезов различаются в основном по рецептурному составу, типу стабилизатора и эмульгатора [5].

В технологическом процессе получения майонезной эмульсии происходит взаимодействие различных систем, перегруппировка составляющих веществ, получение нового продукта, по свойствам отличающегося от исходного сырья. При этом дисперсная система приобретает определенные реологические свойства. По органолептическим показателям, предусмотренным в технических нормативных правовых актах (ТНПА), практически невозможно провести идентификацию майонезов, которая необходима для выявления их фальсификации.

Цель исследования – установить возможность идентификации майонезов разных групп по калорийности и отличающихся компонентным составом.

Материалы и методы исследования. Объектом исследований явились 9 наименований майонезов, выпускаемых предприятиями Республики Беларусь: высококалорийные – «Новобелицкий нежный», «Провансаль «Мой родны кут», «Провансаль Экстра»; среднекалорийные – «Школьный», «Провансаль «Бодрость», «Провансаль 50»; низкокалорийные – «Провансаль Делюкс», «Провансаль 37», «Провансаль «Минский».

Исходная характеристика майонезов (по данным изготовителей) представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Компоненты рецептуры и содержание основных веществ в майонезах

Наименование майонеза, завод-изготовитель	Компоненты рецептуры	Содержание основных веществ, %		
		углеводы	жиры	белки
Высококалорийные майонезы				
«Новобелицкий нежный», ОАО «Гомельский жировой комбинат»	Растительное масло, яичный порошок, молоко сухое обезжиренное, сахар, соль, кислота уксусная, бензоат натрия, эмульгатор-стабилизатор VM-101 (смесь гидроколлоидов), ароматизатор, идентичный натуральному, горчичный «Горчица 643», вода	3,12	58,0	2,14
«Провансаль «Мой родны кут», Рогачевский ММК	Растительное масло, яичный порошок, сухое обезжиренное молоко, сахар, горчичный порошок, соль, кислота уксусная, натрий двууглекислый, стабилизатор ПАЛСГААРД (Е 412, Е 415), вода	3,10	61,0	2,50
«Провансаль Экстра», СООО «Фирма АВС плюс», г. Гродно	Растительное масло, яичный порошок, уксус пищевой 9%-ный, сахар, соль пищевая йодированная, порошок горчичный, стабилизатор Е 415, лимонный аромат, консерванты: бензоат натрия Е 211, сорбиновая кислота Е 200, вода	4,50	61,1	1,00
Среднекалорийные майонезы				
«Школьный», ОАО «Гомельский жировой комбинат»	Растительное масло, яичный порошок, молоко сухое обезжиренное, сахар, соль йодированная, регулятор кислотности (кислота лимонная), стабилизатор «Гелеон 102» (Е 412, Е 415), консервант (кислота сорбиновая), сода пищевая, ароматизатор, идентичный натуральному, «Горчица 643», вода	3,00	45,0	2,30
«Провансаль «Бодрость», ОАО «Гомельский жировой комбинат»	Растительное масло, яичный порошок, молоко сухое обезжиренное, соль поваренная йодированная, кислота лимонная, стабилизатор «Стабисол МЛ» (Е 412, Е 415), бензоат натрия, ароматизатор горчичный 200С, идентичный натуральному, подсластитель «Стевиозид», вода	1,50	40,0	2,40
«Провансаль 50», ОАО «Гомельский жировой комбинат»	Растительное масло, яичный порошок, молоко сухое обезжиренное, сахар, соль йодированная, горчичный порошок, регулятор кислотности (уксусная кислота, молочная кислота), стабилизатор «Гелеон 102» (Е 412, Е 415), консервант (сорбиновая кислота), сода пищевая, вода	2,60	50,0	2,20
Низкокалорийные майонезы				
«Провансаль Делюкс», ИП «Памакс МКС», г. Минск	Растительное масло, уксус, сахар, соль, сухое молоко, крахмал (Е 1414), стабилизатор (белок молочный, Е 412, Е 415), бензоат натрия, β-каротин, ароматизатор, идентичный натуральному, вода	5,20	20,0	4,30
«Провансаль 37», ОАО «Гомельский жировой комбинат»	Растительное масло, яичный порошок, уксус, сахар, соль йодированная, молоко сухое обезжиренное, горчичный порошок, стабилизатор «Гелеон 102» (Е 412, Е 415), натрий двууглекислый, бензоат натрия, вода	2,90	37,0	2,40
«Провансаль «Минский», СП «Камако плюс» ООО, г. Борисов	Растительное масло, яичный порошок, кислота уксусная, кислота молочная, молоко сухое обезжиренное, сахар, соль йодированная, стабимульс (модифицированный крахмал, альгинат, яичный порошок, ксантан, гуаровая камедь, пищевой краситель β-каротин), консервант (сорбат калия) ароматизаторы, идентичные натуральным: «горчица», «яйцо», «топленое молоко»	4,70	32,0	2,40

ИК-спектры поглощения регистрировались на однолучевом Фурье-спектрометре модели «Nexus Nicolet 5700» в диапазоне средней области ($500\text{--}5000\text{ см}^{-1}$), разрешение – 4, число сканирования – 60. Исследуемые образцы майонезов наносили тонким слоем на стандартную пластинку хлористого натрия (пластинка из кристалла диаметром 25 мм и толщиной 5 мм), которую плотно прижимали к другой такой же пластинке.

Интенсивность и ширина полос распределена на 3 интервала в соответствии с правилом Стерджеса [6] и исходя из процента пропускания и полуширины полос [7].

Структурный анализ ИК-спектров проводили с целью определения характеристических полос поглощения, отнесению их к соответствующим структурным элементам с учетом численных значений частот максимумов поглощения, контура (формы) и интенсивности полос. Тип колебаний определяли по общим закономерностям положения полос согласно [8–13]. При определенных волновых числах установлены наиболее характерные типы колебаний.

Результаты и их обсуждение. Результаты ИК-спектрометрии майонезов (табл. 2) свидетельствуют, что в майонезах, независимо от группы по калорийности, установлено наличие двух видов молекулярных колебаний: валентных и деформационных.

Т а б л и ц а 2. Характеристика полос спектров и типов молекулярных колебаний в майонезах разных групп по калорийности

Волновые числа, см^{-1}	Характеристика полос майонезов разных групп по калорийности			Тип колебания
	ВК	СК	НК	
3444,7–3292,2	Ш, ср, сл	Ш, с, ср, сл	Ш, ср	Валентные колебания свободных или ассоциированных групп N–H или O–H
3009,2–3007,9	У, ср, сл	У, сл	У, сл	Валентные колебания =C–H
2925,9–2924,2	У, с, пл; ср, пл	У, с, пл; ср, пл	У, ср, пл; сл, пл	Валентные колебания C–H
2854,6–2853,5	У, ср, сл	У, ср, сл	У, сл	Валентные колебания C–H
1746,1–1744,6	У, с, ср	У, с, ср, сл	У, ср, сл	Карбонильная группа C=O, –C(OH)=O
1651,5–1643,7	У, сл	У, сл	У, сл	Карбонильная группа C=O, –C(OH)=O
1651,5–1643,7	У, сл	У, сл	У, сл	Валентные колебания C=C
1464,7–1456,2	У.п, сл; У, сл	У.п, сл	У.п, сл	Антисимметричные колебания
1464,7–1456,2	У.п, сл; У, сл	У.п, сл	У.п, сл	Ножничные колебания >CH ₂
1377,9–1376,9	У.п, сл	У.п, сл	У.п, сл	Симметричные колебания
1239,6–1156,8	У.п, сл	У.п, сл	У.п, сл	Валентные колебания C–N, C–O
1099,8–1024,0	У, сл	У, сл	У, сл	Валентные колебания C–N, C–O
996,5–721,3	У, сл; У.п, сл	У.п, сл	У, сл	Скелетные колебания C–C и веерные деформационные колебания = C–H
722,6–721,3	У, сл; У.п, сл	У.п, сл	У, сл	Маятниковые деформационные колебания
722,6–721,3	У, сл; У.п, сл	У.п, сл	У, сл	Валентные колебания C–X
591,2–501,4	У, оч. сл	У, оч. сл	У, оч. сл	Валентные колебания C–X

У слов н ы е о б о з н а ч е н и я: ВК – высококалорийные, СК – среднекалорийные, НК – низкокалорийные майонезы; с – сильная интенсивность, более 50% пропускания, ср – средняя интенсивность, 50–25%, сл – слабая, менее 25%, оч. сл – очень слабая, менее 0,5%; пл – плечо, перегиб (плоскостная); Ш – широкая полоса, У – узкая, У.п – узкая переменной ширины. За эталон принята максимальная интенсивность и ширина полос исследуемых спектров.

Деформационные колебания представлены ножничными (диапазон волновых чисел 1456,2–1464,7 см^{-1}), веерными (диапазон 721,3–996,5 см^{-1}), маятниковыми (диапазон 721,3–722,6 см^{-1}) группами. При этих колебаниях атомы отходят от оси валентной связи, и между связями происходит изменение валентных углов.

В майонезах в основном имеются валентные колебания различных функциональных группировок: симметричные и асимметричные. При валентных молекулярных колебаниях расстояние между двумя атомами уменьшается и увеличивается, но атомы остаются на оси валентной связи. Валентные колебания связей $C-H$, $C=O$, $C=C$ имеют характеристические полосы независимо от того, каким молекулам эти группы принадлежат.

Основным условием проявления характеристических частот является существенное отличие параметров колебаний групп от параметров колебаний основного скелета молекулы. Этим объясняется высокая специфичность инфракрасного спектра любого органического соединения [13].

Карбонильным группам присущи волновые числа в диапазоне $1643,7-1746,1\text{ см}^{-1}$ независимо от группы майонеза по калорийности.

Каждая полоса в спектре характеризуется интенсивностью, шириной и типом поляризации. ИК-спектры трех наименований майонезов представлены на рис. 1–3.

Интенсивность полосы обусловлена концентрацией функциональных групп, поглощающих свет с определенной длиной волны, а также молекулярной структурой вещества. Наиболее интенсивными (сильными и средними) в спектрах некоторых видов майонезов являются пики, отвечающие валентным и карбонильным колебаниям.

Так, *сильные пики* присущи майонезу «Провансаль «Мой родны кут» с волновыми числами $2925,9$ и $1746,1\text{ см}^{-1}$ (рис. 1). Кроме того, он имеет пики средней интенсивности при волновых числах $3382,5$; $3008,9$; $2854,6\text{ см}^{-1}$. Пиками *средней* интенсивности в этом же диапазоне волновых чисел ($2925,2-2925,0$ и $1745,7\text{ см}^{-1}$) характеризуются высококалорийные майонезы «Новобелицкий нежный» и «Провансаль Экстра». Помимо пиков средней интенсивности они имеют также пики *слабой* интенсивности (волновые числа $3292,2-3360,7$; $3008-3008,6$; $2854,3-2854,4\text{ см}^{-1}$).

Повышенная интенсивность полос майонеза «Провансаль «Мой родны кут», по-видимому, обусловлена введением в рецептуру комплексного стабилизатора «ПАЛСГААРД» на основе полисахаридов гуаровой камеди (галактоманнан) и ксантана (микробный полисахарид, состоящий из *D*-глюкозы, *D*-маннозы и *D*-глюкуроновой кислоты).

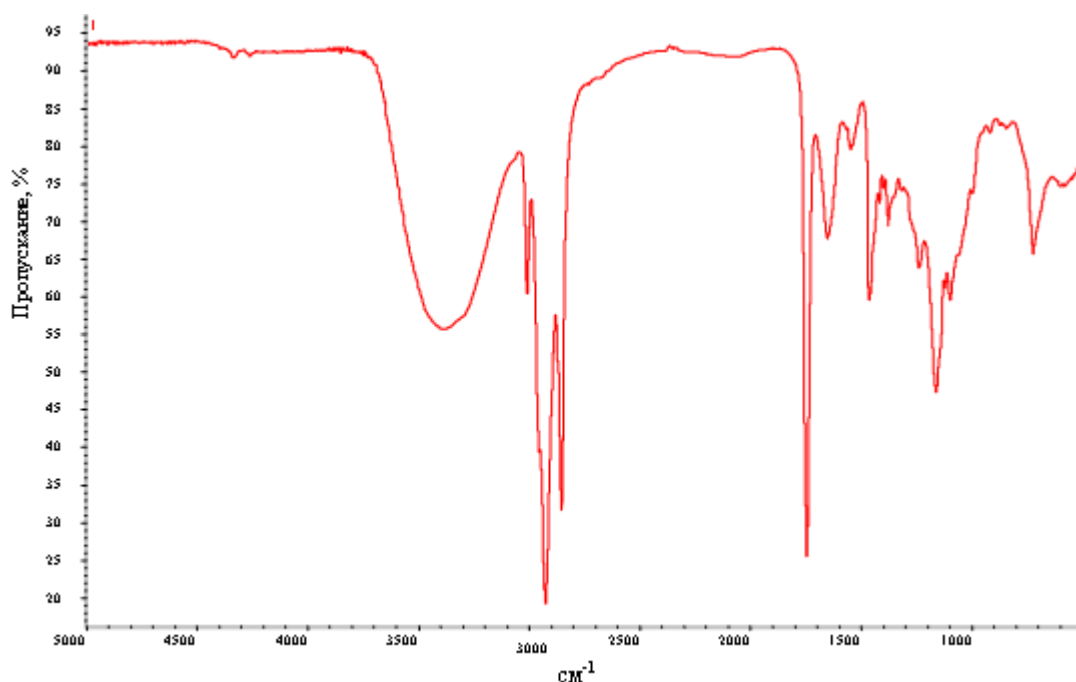


Рис. 1. Спектр высококалорийного майонеза «Провансаль «Мой родны кут»

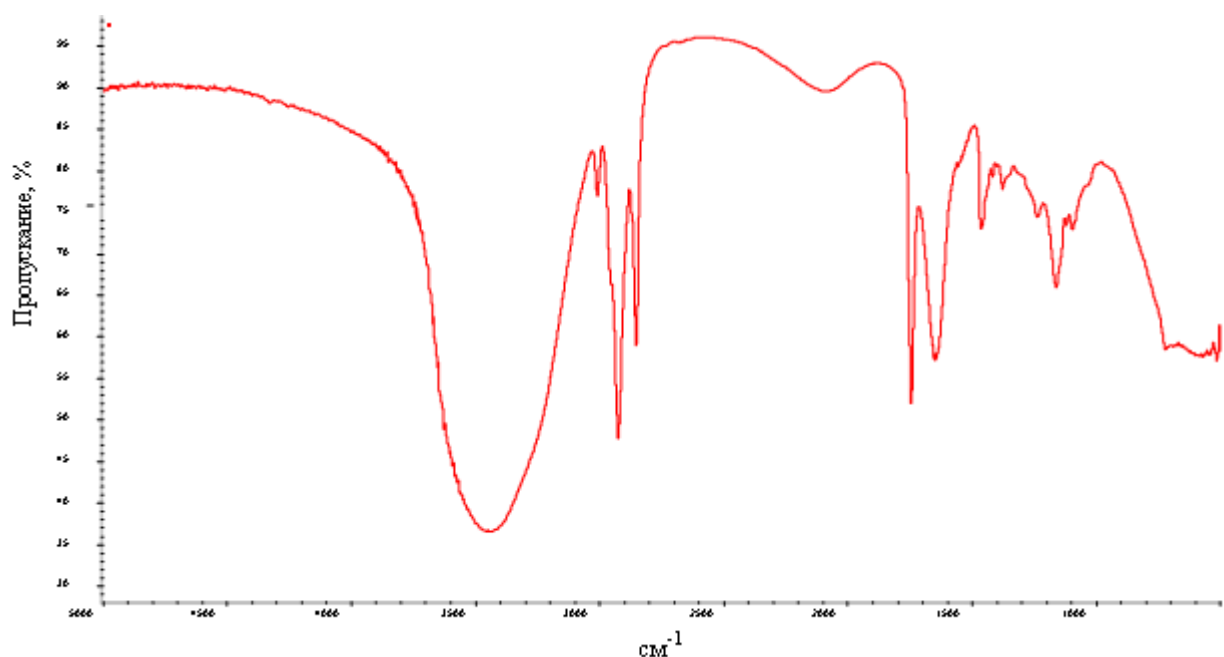


Рис. 2. Спектр среднекалорийного майонеза «Провансаль «Бодрость»

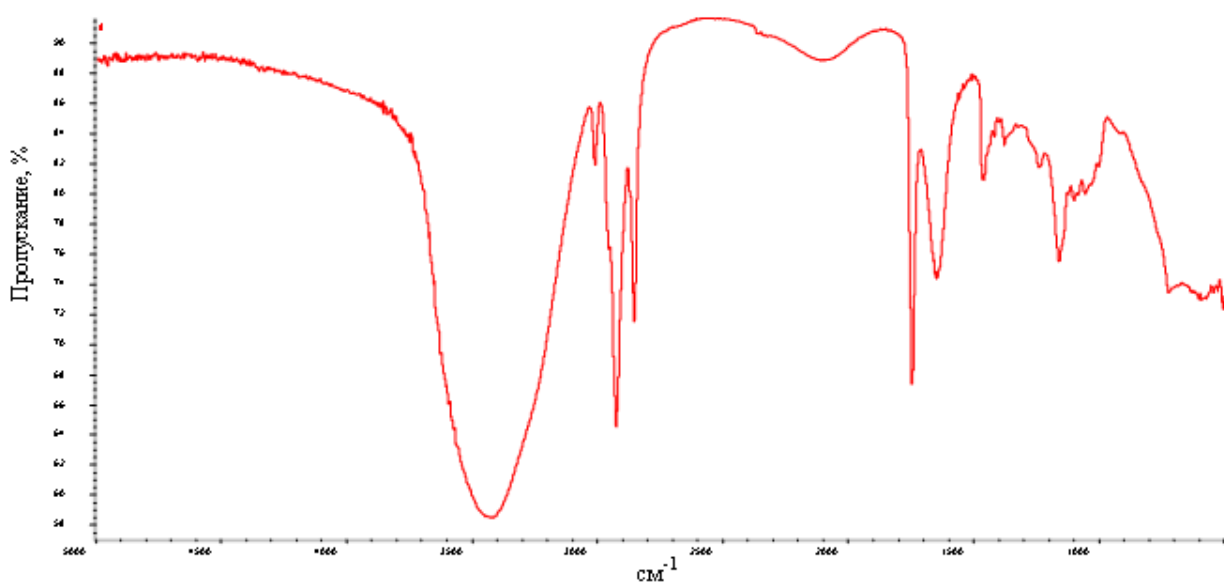


Рис. 3. Спектр низкокалорийного майонеза «Провансаль «Минский»

В спектрах среднекалорийной группы имеются пики *сильной* интенсивности у майонеза «Провансаль «Бодрость» (волновое число $3444,7 \text{ см}^{-1}$) и «Провансаль 50» (волновые числа $2925,2$ и $1745,6 \text{ см}^{-1}$). Кроме того, отмечаются пики *средней* интенсивности у майонезов «Провансаль «Бодрость» (волновые числа $2924,5$ и $1744,9 \text{ см}^{-1}$), «Провансаль 50» (волновые числа $3413,3$ и $2851,4 \text{ см}^{-1}$) и «Провансаль «Школьный» (волновое число $2924,2 \text{ см}^{-1}$). У майонезов среднекалорийной группы также имеется ряд пиков *слабой* интенсивности (волновые числа $3008,6$ – $3008,9$; $2853,5$ – $2853,6 \text{ см}^{-1}$).

В спектрах низкокалорийной группы регистрируются пики *средней* интенсивности у майонезов «Провансаль 37» (волновые числа $3422,5$; $2924,8$; $1745,3 \text{ см}^{-1}$), «Провансаль «Минский» и «Провансаль Делюкс» (волновые числа $3425,6 \text{ см}^{-1}$ и $3419,5 \text{ см}^{-1}$ соответственно), а также ряд пиков низкой интенсивности в диапазоне $1744,6$ – $3009,2 \text{ см}^{-1}$.

Пики в спектральных полосах высококалорийного майонеза «Провансаль «Мой родны кут» располагаются в основном ниже по сравнению с пиками в полосах майонезов «Провансаль Экстра» и «Новобелицкий нежный». Пики же в спектральных полосах среднекалорийного майонеза «Провансаль «Школьный» и низкокалорийного майонеза «Провансаль Делюкс» размещаются выше по сравнению с пиками других видов майонезов соответствующих исследуемых групп.

Данные свидетельствуют, что все исследуемые майонезы в области волновых чисел 3444,7–3292,2 см⁻¹ имеют широкие полосы в спектрах, но отличаются по интенсивности.

Спектры высококалорийных майонезов по отношению к средне- и низкокалорийным сдвинуты в сторону меньших волновых чисел в диапазоне 3382,5–3292,2 см⁻¹.

В диапазоне волновых чисел 3009,2–500 см⁻¹ спектры имеют узкие полосы, также различающиеся интенсивностью. Так, в диапазоне 3009,2–3007,9, 1096,9–721,3 см⁻¹ – спектры слабой интенсивности, 591,2–501,4 см⁻¹ – очень слабой интенсивности.

Спектры майонезов в диапазоне волновых чисел 2925,9–2924,2 см⁻¹ имеют особенности: им присуще плечо–перегиб на кривой.

Выводы

1. Спектры исследуемых майонезов, независимо от группы по калорийности, характеризуются общими диапазонами волновых чисел и соответствующими им типами молекулярных валентных и деформационных колебаний.

Спектры майонезов имеют различия по интенсивности полос в диапазоне 3444,7–1744,6 см⁻¹. Высококалорийный майонез «Провансаль «Мой родны кут» имеет пики только сильной и средней интенсивности.

Среднекалорийные майонезы «Провансаль 50» и «Провансаль «Бодрость» в указанном диапазоне характеризуются пиками сильной, средней и слабой интенсивности, а низкокалорийные – средней и слабой интенсивностью.

В диапазоне волновых чисел 721,3–1651,5 см⁻¹ полосы в спектрах узкие и узкие переменной ширины, все слабой интенсивности, а в диапазоне 501,4–591,2 см⁻¹ полосы узкие и очень слабые по интенсивности.

2. Не установлена возможность проведения идентификации майонезов по группам калорийности. Майонезы имеют отличительные особенности в разрезе видов, которые необходимо определять методом ИК-спектроскопии в диапазоне волновых чисел 1744,6–3444,7 см⁻¹.

Целесообразно создать атлас спектральных ассортиментных характеристик майонезов, расширив круг исследований в данном направлении.

Литература

1. А в р а м е н к о В. Н., Е л ь с о н М. П., З а и к а А. А. Инфракрасные спектры пищевых продуктов / Под ред. В. Д. Попова. М.: Пищ. пром-сть, 1974.
2. N e e l y W. V. Infrared spectra of carbohydrates // *Advan. Carbohydrates Chem.* 1957. P. 12–33.
3. Р о щ и н а Е. В., П е т ю ш е в Н. Н., Л и т в я к В. В. Сравнительная оценка крахмалов методом инфракрасной спектроскопии // *Потреб. кооп.* 2006. № 1. С. 53–57.
4. К е р е н а н И. М. Методы определения органических соединений. М.: Химия, 1975.
5. Ш м и д т А. А., Д у д и н а З. А., Ч е к м а р е в а И. Б. Производство майонеза. М.: Пищ. пром-сть, 1976.
6. Е л и с е е в а И. И., Ю з б а ш е в М. М. Общая теория статистики: Учебник / Под ред. член-кор. РАН И. И. Елисейевой. М.: Финансы и статистика, 1996.
7. П и л и п е н к о А. Т., П я т н и ц к и й И. В. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн. 1. М.: Химия, 1990.
8. В е с е л о в с к а я Т. К. Вопросы и задачи по органической химии: Учеб. пособие для хим.-технол. вузов / Под ред. Н. Н. Суворова. М.: Высшая школа, 1988.
9. Г а у п т м а н З., Г р е ф е Ю., Р е м а н е Х. Органическая химия / Пер. с нем.; под ред. проф. В. М. Потапова. М.: Химия, 1979.

10. К н о р р е Д. Г., К р ы л о в а Л. Ф., М у з ы к а н т о в В. С. Физическая химия: Учебник для биол. ун-тов и педвузов. М.: Высшая школа, 1990.
11. С н е г и р е в а И. А., Ж в а н к о Ю. Н., Р о д и н а Т. Г. и др. Современные методы исследования качества пищевых продуктов. М.: Экономика, 1976.
12. И о ф ф е Б. В., К о с т и к о в Р. Р., Р а з и н В. В. Физические методы определения строения органических соединений: Учеб. пособие для хим. вузов / Под ред. Б. В. Иоффе. М.: Высшая школа, 1984.
13. М и р о н о в В. А., Я н к о в с к и й С. А. Спектроскопия в органической химии. Сб. задач: Учеб. пособие для вузов. М.: Химия, 1985.

E. B. SUKONKINA, D. P. LISOVSKAYA, L. A. GALUN, E. V. ROSHCHINA

COMPARATIVE ESTIMATION OF MAYONNAISES BY THE INFRARED SPECTROSCOPY METHOD

Summary

At present the IR spectroscopy methods are finding ever-widening application in food industry and also in examining the quality of foods.

Of most in the determination of specific features of mayonnaises are the above method and the expansion of knowledge in this direction since mayonnaises represent a complex fine-disperse stable food fat-water emulsion of direct type. The article presents the results on the improvement of different-group mayonnaises in the caloric content and those having a different-component composition.