

Пути повышения стойкости низкожирных спредов к окислению с использованием природных антиоксидантов в мицеллированной форме

А.П. Нечаев, д-р техн. наук, профессор; Ю.В. Николаева; О.В. Пилипенко, магистрант;

Г.А. Дубровин, магистрант

Московский государственный университет пищевых производств

А.В. Самойлов, канд. техн. наук

ООО «Кималимитед», Москва

Разработка и введение в структуру питания пищевых продуктов, содержащих натуральные ингредиенты – одна из главных задач по созданию безопасных и качественных продуктов питания, улучшающих пищевой статус населения [1].

Спред, по результатам научных исследований ВНИИМС Института питания РАМН РФ, – продукт полезный для здоровья, он отвечает самым современным требованиям науки о гигиене питания [2, 3]. Такой продукт имеет сбалансированный жирнокислотный состав, жировая фаза которого включает не только молочные, но и растительные жиры, содержащие в своем составе полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). При производстве спреда возможно подобрать сбалансированный состав ПНЖК, а также ввести в физиологически значимых количествах витамины, фосфолипид, минеральные вещества, путем направленной комбинации жировой фазы спреда можно удержать содержание транс-изомеров в допустимых рамках или исключить их присутствие [1, 3, 4].

При хранении спредов в них происходят негативные химические изменения (гидролиз и окисление), влияющие на их пищевую ценность; окисление липидов приводит к снижению сроков годности. Таким образом, замедление или предотвращение прогоркания жира в продуктах питания – актуальная задача повышения их качества [5, 6].

Пищевые добавки – антиоксиданты – замедляют окислительные процессы в жировых продуктах и сохраняют их качество и пищевую ценность. Согласно концепции функциональных пищевых продуктов, предпочтительно использовать в составе натуральные пищевые ингредиенты. В связи с этим производителями продуктов питания в последнее

время уделяется особое внимание антиоксидантам натурального происхождения. Одним из современных способов получения специальных форм натуральных антиоксидантов, обладающих рядом улучшенных технологических свойств, стала технология мицеллирования. Инновационная технология заключается в инкапсулировании активных веществ в продуктовые мицеллы, позволяющие сохранить полезное вещество внутри себя при различных воздействиях окружающей среды, не меняя его физических и химических свойств. Такая мицелла растворима как в воде, так и в жире, термически, механически и рН-стабильна в широком диапазоне [7, 8, 9].

Цель настоящей работы – исследование стойкости спредов к окислению с внесенными натуральными антиоксидантами, инкапсулированными в наномицеллу.

В качестве объектов исследования был выбран растительно-жировой спред с массовой долей жира 40%, и следующие природные антиоксиданты в мицеллированной форме:

- NovaSOL®C – смесь 10% аскорбиновой кислоты;
- NovaSOL®E – смесь 7% α -, β -, γ -, δ -токоферолов;
- NovaSOL®CT – смесь 6,5% α -, β -, γ -, δ -токоферолов и 10% аскорбиновой кислоты.

Для сравнения исследовали также нативные формы антиоксидантов: аскорбиновую кислоту и концентрат 70-процентной смеси α -, β -, γ -, δ -токоферолов.

В качестве методов исследования использовали определение в жировой фазе спредов кислотного числа по ГОСТ 31933, перекисного числа по ГОСТ 26593, анизидинового числа по ГОСТ 31756, времени индукции по ГОСТ 31758. Выделение жировой фазы из спреда для анализа произво-

дилось в соответствии с ГОСТ Р 52100 п. 7.5.2. Все серии исследования осуществляли на базе лабораторий ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств».

В жировую фазу опытных образцов спредов вносили антиоксиданты в количестве 0,02% к массе готового продукта, исходя из рекомендуемых производителем норм внесения. Контрольным образцом служил спред без внесения антиоксидантов. Объекты исследования закладывали на хранение при температуре +3 – 5 °С без доступа света на 6 месяцев. Каждый месяц проводили определение показателей окислительной порчи в жировой фазе исследуемого объекта.

В ходе проведения исследования было изучено антиоксидантное действие натуральных антиоксидантов в нативной и мицеллированной форме в растительно-жировом спреде.

На первом этапе исследования была проведена серия экспериментов по определению устойчивости к окислению жировой фазы спреда с антиоксидантами в мицеллированной и нативной форме методом ускоренного окисления на приборе «Rancimat-743» по показателю «время индукции». Добавки вносили в спреды эквивалентном количестве по активному веществу исходя из дозировки 0,02% мицеллированной формы. Таким образом, с NovaSOL®C вносилось 20 мг/кг аскорбиновой кислоты, с NovaSOL®E – 14 мг/кг смеси токоферолов, с NovaSOL®CT – 13 мг/кг смеси токоферолов и 20 мг/кг аскорбиновой кислоты, что соответствовало дозировкам нативных форм: аскорбиновая кислота – 0,002%, 70% смесь токоферолов – 0,002%, смесь 100% аскорбиновой кислоты 0,002% + 70% смесь токоферолов – 0,002%.

Контролем служила жировая фаза спреда без антиоксиданта. Полученные данные представлены на рис. 1.

Полученные данные демонстрируют эффективность внесения мицеллированных форм антиоксидантов в концентрации 0,02%. При этом устойчивость жировой фазы к окислению с антиоксидантом NovaSOL®C увеличивается в 1,6 раз, NovaSOL®CT в 1,7 раза и NovaSOL®E в 2 раза, в сравнении с контрольным образцом. Время индукции в опыте с нативными формами антиоксидантов оказалось ниже, чем с антиоксидантами в мицеллированной форме, что говорит о технологическом преимуществе такой формы перед нативной.

На следующем этапе исследования производились измерения кислотного числа. Данная физико-химическая величина является косвенным показателем окислительной порчи жировой фазы спреда, в первую очередь, низкожирного с 60% водной фазы, и характеризует накопление в исследуемых образцах свободных жирных кислот и других продуктов гидролиза триглицеридов, участвующих в цепной реакции свободно-радикального окисления. Результаты значений КЧ в опытных образцах спредов представлены на рис. 2.

Согласно данным рис. 2, на протяжении всего периода хранения значение КЧ в контрольном образце значительно отличалось от образцов с антиоксидантами в сторону большего накопления свободных жирных кислот, что свидетельствует о более интенсивном протекании в жировой фазе спреда гидролитических процессов. В первый месяц хранения исследуемые антиоксиданты показывали результаты, мало отличающиеся между собой. На третий месяц хранения спредов, мицеллированная форма аскорбиновой кислоты проявляла наилучшие антиоксидантные свойства. Образец со смесью аскорбиновой кислоты и токоферолов имели наибольшие значения КЧ жировой фазы спреда, и такая тенденция сохранялась на протяжении проведения исследования.

По истечении 6 месяцев хранения значения КЧ в спредах с такими антиоксидантами, как NovaSOL®C и NovaSOL®E, оказались наименьшими.

Параллельно оценивали антиоксидантный эффект мицеллированных и нативных антиокислителей путем количественного определения перекисных соединений в жировой фазе продукта. Мицеллированные и нативные формы антиокислителей вносились в эквивалентном по актив-

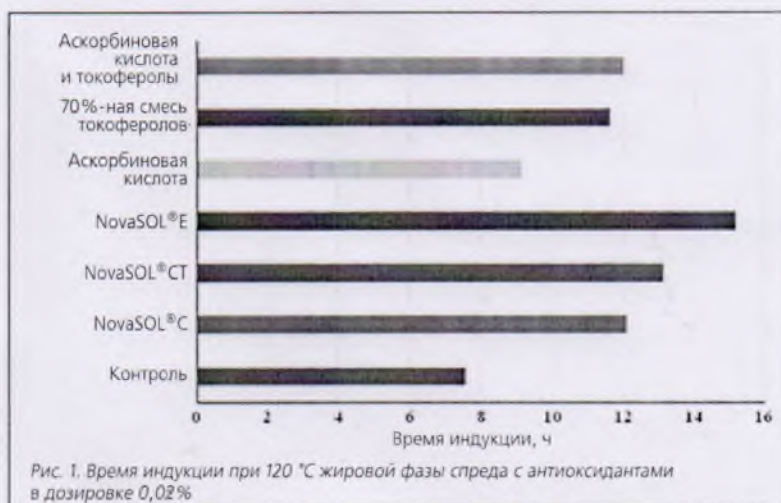


Рис. 1. Время индукции при 120 °С жировой фазы спреда с антиоксидантами в дозировке 0,02%

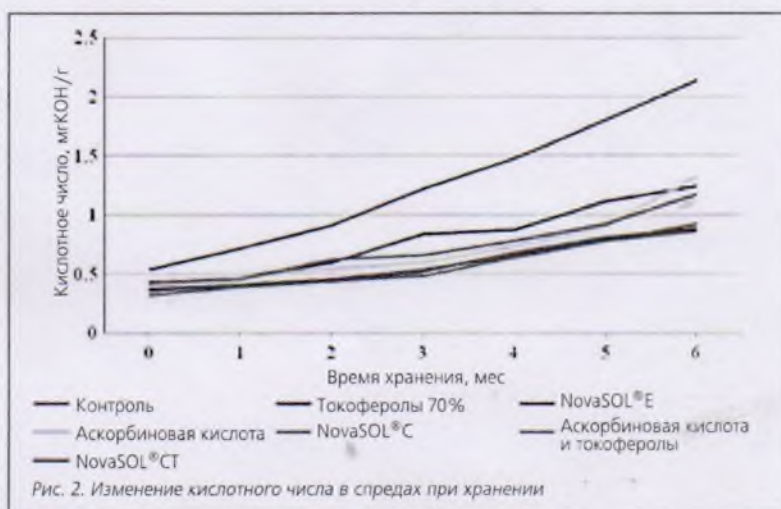


Рис. 2. Изменение кислотного числа в спредах при хранении

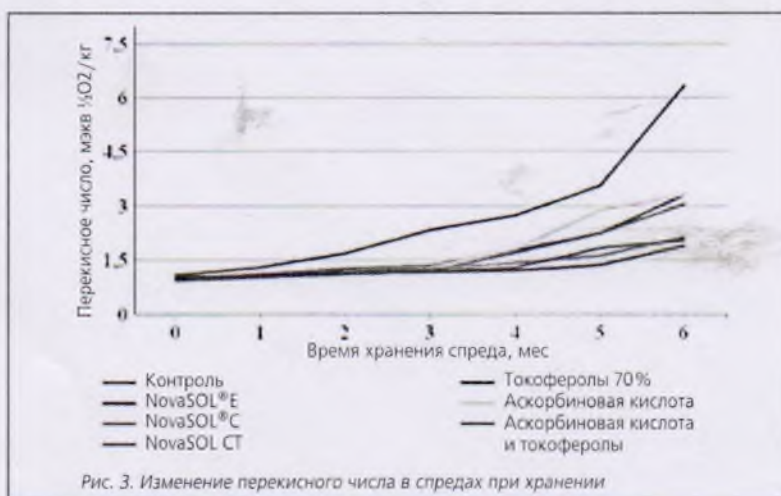


Рис. 3. Изменение перекисного числа в спредах при хранении

ному веществу количеству, как было описано выше. Полученные в течение шести месяцев хранения образцов результаты исследований представлены на рис. 3.

В первый месяц хранения во всех опытных образцах спредов с антиоксидантами значения ПЧ значительно не отличались. В контрольном образце ПЧ в течение всего периода

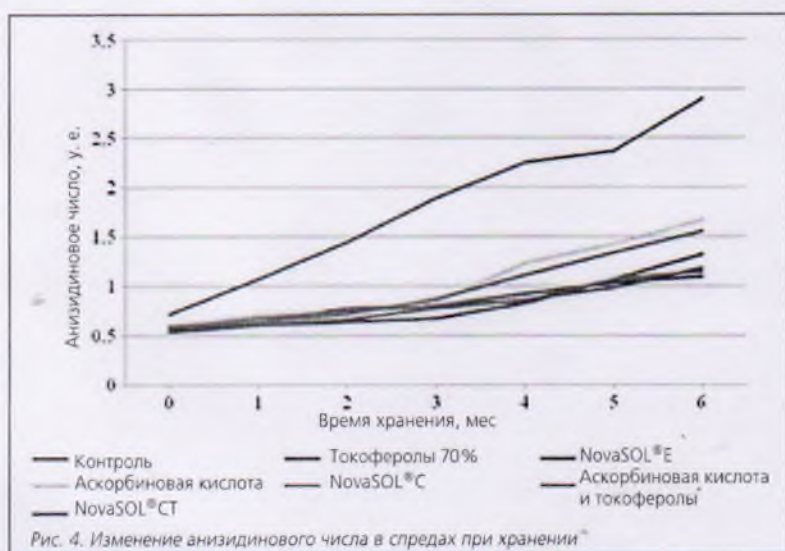


Рис. 4. Изменение анизидинового числа в спредах при хранении

хранения возрастало и значительно превышало показатели в образцах с антиоксидантами. По истечении четырех месяцев хранения опытных образцов мицеллированные формы антиоксидантов способствовали большему замедлению окислительной порчи, что характеризуется меньшими значениями ПЧ в сравнении с образцами с антиоксидантами в нативной форме. На момент окончания хранения спредов с антиоксидантами – NovaSOL®E, NovaSOL®C, NovaSOL®CT значение ПЧ в них оказалось наименьшим.

Таким образом, в течение шести месяцев хранения в холодильнике в образцах с антиоксидантами наблюдалось замедление накопления первичных продуктов окисления в сравнении с контрольным образцом. При этом в образцах с мицеллированной аскорбиновой кислотой и токоферолами как по отдельности, так и в смеси, накопление ПЧ шло менее интенсивно, чем в соответствующих образцах с нативными формами антиоксидантов. Это доказывает эффективность технологии мицеллирования антиоксидантов в отношении повышения их антиоксидантных свойств в продуктах. В спреде, являющемся эмульсионным жировым продуктом, жиры и водорастворимые мицеллы аскорбиновой кислоты и /или токоферолов встраиваются на поверхности раздела фаз, что, по-видимому, и приводит к усилению их действия в отношении предотвращения окислительной порчи жировой фазы спреда.

В процессе хранения спредов и другой масложировой продукции происходит также накопление вто-

ричных продуктов окисления, вызывающих появление неприятного привкуса, ухудшение запаха пищевого продукта. Образующиеся продукты окисления могут менять физическое свойство жира, способствовать распаду витаминов, оказывать токсическое воздействие на организм человека и вызывать нежелательные процессы в пищеварительном тракте. Для определения содержания одного из видов данных продуктов в спреде в ходе эксперимента проводилось измерение анизидинового числа жира, выделенного из спредов. Результаты измерений представлены на рис. 4.

На протяжении всего периода хранения спреда с внесенными антиоксидантами демонстрировали меньшие значения АЧ в сравнении с контрольным образцом. Мицеллированная форма антиоксидантов NovaSOL®CT, NovaSOL®C, NovaSOL®E и 70-процентная смесь токоферолов на протяжении всего периода хранения спредов демонстрировали наименьшие значения АЧ. Внесенные антиоксиданты – аскорбиновая кислота и смесь аскорбиновой кислоты с токоферолами – менее эффективно замедляли процесс образования вторичных продуктов окисления в жировой фазе спреда. В течение 6 месяцев хранения мицеллированные формы натуральных антиоксидантов в составе спредов оказывали положительное влияние на процессы окислительной порчи жира.

Таким образом, образцы спредов с антиоксидантами в мицеллированной форме менее интенсивно накапливали первичные и вторичные продукты окисления липидов, чем со-

ответствующие образцы с нативными формами антиоксидантов.

Проведенные исследования устойчивости к окислению растительно-жирового спреда с добавлением мицеллированных и нативных форм антиоксидантов на основе анализа показателей окислительной порчи подтвердили, что мицеллированные формы натуральных антиоксидантов обладают большей способностью замедлять окисление липидов в жировой фазе исследуемого продукта. Это доказывает более высокую антиоксидантную активность аскорбиновой кислоты и токоферолов в мицеллированной форме.

ЛИТЕРАТУРА

- Ипатова, Л. Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л. Г. Ипатова [и др.] // – М.: ДеЛипринт. – 2009. – 396 с.
- Спреды в России: ассортимент, качество, сфера использования [Электронный ресурс] // Milk – industry. – Режим доступа: <http://milk-industry.ru>, свободный. (Дата обращения: 20.11.2017 г.).
- Рощупкина, Н. В. Спред – продукт нового поколения / Н. В. Рощупкина, А. А. Коноплева // Сыроделие и маслоделие. – 2012. – № 1. – С. 30.
- Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на масложировую продукцию» № ТР ТС 024/2011: сайт Евразийской экономической комиссии. – 2012 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eurasiancommission.org>. (дата обращения: 02.06.2017 г.).
- Медведев, Д. А. Химические процессы, лежащие в основе порчи масложировой продукции / Д. А. Медведев [и др.] // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4 (168). – С. 231–236.
- Основные превращения липидов и их влияние на продукты питания [Электронный ресурс] / Pitportal.ru – Общепит в России. – Режим доступа: http://www.pitportal.ru/samples_docs.html, свободный. (Дата обращения: 7.03.2017 г.).
- Печерская, Н. В. Разработка способа повышения окислительной устойчивости жировых продуктов эмульсионной природы: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.06 / Наталья Владимировна Печерская; МГУПП. – М., 2006. – 25 с.
- Наумова, Н. Л. Антиоксидантные свойства пищевой добавки Novasolrosemary на примере сливочного масла / Н. Л. Наумова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (125). – С. 152–156.

9. Голубев, Л. В. Инновационные технологии в производстве спредов / Л. В. Голубев [и др.] // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2013. – № 3. – С. 28–33.

REFERENCES

1. Ipatova, L. G. Zhirovye produkty dlja zdorovogo pitaniya. Sovremennyy vzgljad / L. G. Ipatov [i dr.] // – M.: Deliprint, 2009. – 396 s.
2. Spreidy v Rossii: assortiment, kachestvo, sfera ispol'zovanija [Jelektronnyj resurs] // Milk – industry. – Rezhim dostupa: <http://milk-industry.ru>, svobodnyj. (Data obrashhenija: 20.11.2017 g.).
3. Roshhupkina, N. V. Spred – produkt novogo pokolenija / N. V. Roshhupkina,

A. A. Konopleva // Syrodellie i maslodelie. – 2012. – № 1. – С. 30.

4. Tehnicheskij reglament Tamozhennogo sojuza «Tehnicheskij reglament na maslozhirovujju produkciju» № TR TS 024/2011: sajt Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii. – 2012 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://www.eurasiancommission.org>. (data obrashhenija: 02.06.2017g.).

5. Medvedev, D. A. Himicheskie processy, lezhashhie v osnove porchi maslozhirovoj produkcii / D. A. Medvedev [i dr.] // Trudy BGTU. Himija, tehnologija organicheskij veshhestv i bioteknologija. – 2014. – № 4 (168). – С. 231–236.

6. Osnovnye prevrashhenija lipidov. I ih vlijanie na produkty pitaniya [Jelektronnyj resurs] / Pitportal.ru – Obshepjet v Rossii. – Rezhim dostupa: <http://www.pitportal.ru/>

samples_docs.html, svobodnyj. (Data obrashhenija: 7.03.2017 g.).

7. Pecherskaja, N. V. Razrabotka sposoba povyshenija oksislitel'noj ustojchivosti zhirovyh produktov jemul'sionnoj prirody: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.18.06 / Natalija Vladimirovna Pecherskaja; MGUPP. – M., 2006. – 25 s.

8. Naumova, N. L. Antioksidantnye svoystva pishhevoj dobavki Novasolrosemary na primere slivochnogo masla / N. L. Naumova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 3 (125). – С. 152–156.

9. Golubev, L. V. Innovacionnye tehnologii v proizvodstve spredov / L. V. Golubev [i dr.] // Jekonomika. Innovacii. Upravlenie kachestvom. – 2013. – № 3. – С. 28–33.

Пути повышения стойкости низкожирных спредов к окислению с использованием природных антиоксидантов в мицеллированной форме

Ключевые слова

антиоксидант; гидролиз; жир; мицелла; окисление; перекисное число; спред; срок годности

Реферат

Проблема антиоксидантной стабилизации липидсодержащих продуктов, используемых как в домашних условиях, так и в системе активно развивающегося функционального питания, одна из наиболее актуальных «пищевых» проблем на сегодняшний день. Одним из представителей липидсодержащей категории пищевых продуктов является спред, который может выпускаться с массовой долей общего жира от 39 до 95% включительно. Такие продукты подвержены окислению и гидролизу входящего в их состав жира, при хранении становятся неустойчивыми и теряют свою пищевую ценность. Для сохранения их качества и увеличения сроков годности используют пищевые добавки – антиоксиданты. Сегодня применение инновационных технологий и переход на натуральное сырье при производстве пищевых и биологически активных добавок для масложировой промышленности способны повысить спрос и качество готовой продукции. Представлены результаты исследования влияния природных антиоксидантов, полученных с помощью технологии инкапсулирования, на качество спреда при его хранении без доступа света и температуре +3...5. Установлено, что внесение мицеллированной формы антиоксидантов замедляет окислительную и гидролитическую порчу жировой фазы спреда эффективнее, чем природные антиоксиданты в нативной форме. На 6-ой месяц хранения значение перекисного числа в контроле оказалось в 3,3 раза выше, чем в образце с токоферолами в мицеллированной форме. Кислотное число в контроле было значительно выше, чем в образцах с антиоксидантами. При оценке накопления вторичных продуктов окисления значение анизидинового числа в спреде без антиоксидантов на 6-ой месяц хранения оказалось в 2,6 раза выше, чем в образце с токоферолами в мицеллированной форме. Антиоксиданты – аскорбиновая кислота и смесь аскорбиновой кислоты с токоферолами – в условиях эксперимента были менее эффективны, чем мицеллированные антиоксиданты. Таким образом, внесение в состав жировых продуктов натуральных антиоксидантов в мицеллированной форме способствует более эффективному предотвращению или замедлению гидролитической и окислительной порчи жира.

Авторы

Нечаев Алексей Петрович, д-р техн. наук, профессор,
Николаева Юлия Владимировна,
Пилипенко Олеся Владимировна, магистрант
Дубровин Глеб Андреевич, магистрант
Московский государственный университет пищевых
производств, 125080, г. Москва, Волоколамское ш., д. 11,
organikamgupp@mail.ru
Самойлов Анатолий Владимирович, канд. техн. наук
ООО «Кима Лимитед», 121471, Москва, Гродненская ул., 9,
стр. 2, a.samoylov@kima-ltd.ru

Ways of increasing the oxidation stability of the low fat content spread with the use of natural antioxidants in micellar form

Key words

antioxidant; acid number; fat; hydrolysis; micelle; oxidation; spread; peroxide number; shelf life

Abstracts

At present, the most important antioxidant stabilization of lipid-containing products, used both at home and in the system of actively developing functional nutrition. One of the representatives of this category of food products is spread, which can be produced with a mass fraction of total fat from 39 to 95% inclusive. Such products are susceptible to oxidation and hydrolysis of the fat included in their composition, and when stored are not stable and lose their nutritional value. To preserve their quality and increase shelf life use food additives – antioxidants. Today, the use of innovative technologies and the transition to natural raw materials in the production of food and biologically active additives for the fat and oil industry can increase the demand and quality of finished products. The results of the study of the effect of natural antioxidants obtained with the encapsulation technology on the quality of the spread during its storage without access to light and a temperature of +3...5 are presented. It was found that the application of the micellized form of antioxidants slows the oxidative and hydrolytic damage of the fat phase of the spread more efficiently than the natural antioxidants in the native form. At the 6th month of storage, the peroxide value in the control was 3.3 times higher than in the sample with tocopherols in the micellized form. The acid number in the control was significantly higher than in the samples with antioxidants. When assessing the accumulation of secondary oxidation products, the value of the anisidine number in the spread without antioxidants at the 6th month of storage was 2.6 times higher than in the sample with tocopherols in the micellized form. Antioxidants – ascorbic acid and a mixture of ascorbic acid and tocopherols under the experimental conditions were less effective than micellized antioxidants. Thus, the incorporation of natural antioxidants in the micelles in the fatty foods contributes to more effective prevention or retardation of hydrolytic and oxidative damage to fat.

Authors

Nechaev Aleksey Petrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Nikolaeva Julija Vladimirovna,
Pilipenko Olesja Vladimirovna,
Dubrovин Gleb Andreevich
Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamskoe
shosse, Moscow, 125080, organikamgupp@mail.ru
Samojlov Anatolij Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences
Kima LTD, 2 b., 9, Grodnensrayast, Moscow, 121471,
a.samoylov@kima-ltd.ru