

Растительные ингредиенты в стабилизации окислительных процессов сливочного масла при хранении

Канд. техн. наук **Л.П. Нилова**, nilova_l_p@mail.ru

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
194021, Россия, Санкт-Петербург, ул. Новороссийская, 50*

Исследовали окислительные процессы при хранении сливочного масла с порошкообразными растительными ингредиентами — зелени укропа, смеси прованских трав и чеснока. Сливочное масло было выработано из молочного сырья, имело идентичный жирнокислотный состав и качество жировой фазы. Продукт, расфасованный в кашированную фольгу, хранили при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 60 суток. При хранении с периодичностью 10 суток определяли: перекисное число, тиабарбитуровое число, кислотность жировой фазы, содержание витамина Е. Установлено, что растительные ингредиенты в составе сливочного масла затормозили окислительные процессы при одинаковой тенденции образования первичных и вторичных продуктов окисления. Постепенное накопление первичных продуктов окисления происходило во всех образцах сливочного масла с максимальным их количеством на 40 сутки хранения. Наиболее выражен этот процесс был в сливочном масле без растительных ингредиентов. Показано, что образование первичных продуктов окисления в сливочном масле с растительными ингредиентами уменьшилось в 1,5–2 раза, вторичных — в 1,3–1,7 раза по сравнению с контролем. Снизились гидролитические процессы, приводящие к образованию свободных жирных кислот. Растительные ингредиенты за счет антиоксидантов фенольного типа и аскорбиновой кислоты предотвращали от окисления витамин Е, в результате чего его количество на конец хранения составляло 56–69% от исходного и превысило содержание в контрольном образце в среднем в 2 раза. Влияние растительных ингредиентов на стабилизацию окислительных процессов в сливочном масле имело следующий вид: прованские травы > зелень укропа > чеснок.

Ключевые слова: сливочное масло; растительные ингредиенты; хранение; кислотное число; перекисное число; тиабарбитуровое число; витамин Е.

DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-4-117-123

Plant ingredients in stabilizing the oxidative processes of butter during storage

Ph. D. **Liudmila P. Nilova**, nilova_l_p@mail.ru

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
50, Novorossiyskaya str., St. Petersburg, 194021, Russia*

This article is devoted the study of oxidative processes in butter with the use of powdered plant ingredients — dill, mix of Provençal herbs, and garlic. Butter was produced from dairy raw materials, and had the same fatty acid composition and quality of the fat phase. Butter was packaged in lined foil, stored at $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ for 60 days. Every 10 days the following parameters was determined: peroxide value, tiabarbituric value, fatty acidity, and vitamin E content. The plant ingredients in the butter slowed down the oxidation processes with the same tendency to form primary and secondary oxidation products. The gradual accumulation of primary oxidation products occurred in all samples of butter with their maximum amount on the 40th day of storage. This process was seen in butter without plant ingredients most clearly. The formation of primary oxidation products in butter with plant ingredients decreased by 1.5–2 times, secondary oxidation products — by 1.3–1.7 compared to the control. Hydrolytic processes resulting in the formation of free fatty acids have decreased. Due to the phenolic type antioxidants and ascorbic acid, plant ingredients prevented vitamin E from oxidation; as a result, its amount at the end of storage was 56–69% of the initial value and 2 times exceeded the average content in the control sample. The influence of plant ingredients on the stabilization of oxidative processes in butter was as follows: Provençal herbs > dill > garlic.

Key words: butter; powdered plant ingredients; storage; acid value; peroxide value; tiabarbituric value; vitamin E.

Введение

Использование растительных ингредиентов в производстве молочных продуктов по-прежнему остается актуальным трендом, способствующим расширению их ассортимента и повышению пищевой

ценности [1–3]. В производстве сливочного масла растительные ингредиенты могут не только формировать органолептические свойства, но и за счет высокого содержания природных антиоксидантов замедлять окислительные процессы жировой фазы. В настоящее время в России разрешено использовать в сливочном масле до 8,0% растительных ингредиентов в виде овощей и зелени или до 2,0% фруктов и ягод в разном соотношении, формируя ассортимент закусочного и десертного соответственно сливочного масла с вкусовыми компонентами [4]. В качестве нетрадиционного растительного сырья могут использовать кленовый сироп для производства десертного сливочного масла [5].

Стабильность окислительных процессов в сливочном масле связана, прежде всего, с содержанием собственных антиоксидантов – витаминов А и Е, β-каротина, поступающих с кормами в молоко. Сливочное масло, выработанное из сырья, полученного в пастбищный период, отличается повышенной стабильностью к окислительным процессам. Одновременное присутствие в нем всех жирорастворимых антиоксидантов (витаминов А и Е, β-каротина) способствует эффекту синергизма, а отсутствие одного из них – прооксидантному эффекту [6, 7]. Интенсивные технологии производства молока-сырья снижают общее количество антиоксидантов в сливочном масле, что ускоряет в нем окислительные процессы в зависимости от массовой доли влаги в готовом продукте, и условий хранения. Доказано, что синтетические антиоксиданты (бутилкиситолуол, дигидрокверцетин) тормозят окислительные процессы, но их использование в производстве сливочного масла запрещено [6, 8]. Многочисленными исследованиями установлено, что антиоксиданты растительного сырья способствуют снижению протекания окислительных процессов в сливочном масле, особенно при низких положительных температурах. В качестве источников природных антиоксидантов предлагают использовать экстракты из побочных продуктов переработки овощей (томаты) [9], пряностей (корица) [10], нетрадиционного растительного сырья (расторопша пятнистая, береста, перегородки грецкого ореха) [11–13] или эфирные масла лекарственных растений (чабрец) [14]. Их количество в сливочном масле ограничивается изменением вкусовых характеристик, микроструктуры и консистенции [15, 16], а также возможностью проявления прооксидантных свойств [9, 12]. Так, при добавлении в сливочное масло побочных продуктов переработки томатов, содержащих антиоксиданты – ликопин и фенольные соединения, снижение окислительных процессов в жировой фазе зафиксировано при концентрации экстракта 400 мг/кг, а увеличение концентрации экстракта до 800 мг/кг оказывало прооксидантный эффект [9]. Экстракт корицы можно использовать без изменения органолептических свойств сливочного масла только в количестве 3%, но с выраженным антиоксидантным эффектом [12]. Использование экстрактов из растительного сырья в производстве сливочного масла может не оказывать влияния на его органолептические свойства, но процесс экстрагирования не позволяет полностью извлечь в экстракт природные антиоксиданты [16, 17].

В составе закусочного сливочного масла разрешено использовать растительные ингредиенты в виде порошков. Их влияние на окислительные процессы в сливочном масле ранее не изучалось. Наибольшее количество антиоксидантов содержат пряные и луковые овощи. Одновременное содержание в них основных водорастворимых антиоксидантов – флавоноидов, оксибензойных и оксикоричных кислот, и аскорбиновой кислоты будет способствовать предотвращению разрушения главного антиоксиданта молочного жира – витамина Е [17]. В лекарственных травах антиоксидантные свойства дополняются присутствием эфирных масел, содержащих тритерпеноиды, особенно олеаноловую и урсоловую кислоты [14]. Использование порошков из овощей и лекарственных трав позволит производителям сливочного масла не только расширить его ассортимент, но и продлить сроки годности.

Цель работы – изучение окислительных процессов при хранении сливочного масла с порошкообразными растительными ингредиентами.

Материалы и методы исследований

Для изучения окислительных процессов было использовано три вида сливочного масла с массовой долей жира 62% и различными порошкообразными растительными ингредиентами – зеленью укропа; смесью прованских трав (базилик, майоран, орегано, мята, розмарин, чабер, шалфей, тимьян); чесноком, которые выработаны на ОАО «Ржевский маслосыркомбинат» (Ржев, Тверская область, Россия). Контрольным образцом служило сливочное масло крестьянское 72% жира. Сливочное масло было расфасовано в виде брусков массой 100 г в кашированную фольгу с заявленным сроком годности 35 суток.

Идентификацию сливочного масла проводили по органолептическим показателям (вкус и запах, внешний вид и консистенция, цвет) по ГОСТ 32899-2014 при температуре анализируемого продукта (12 ± 2)°С, массовой доле влаги по ГОСТ 3525-73. Подлинность молочного жира устанавливали по жирнокислотному составу на газовом хроматографе Agilent 6850 (США). Сливочное масло хранили в холодильной камере при температуре (4 ± 2)°С в течение 60 суток. В процессе хранения с периодичностью 10 суток определяли качество жировой фазы: первичные продукты окисления – перекисное число (ПЧ) йодометрическим методом; вторичные продукты окисления – тиабарбитуровое число (ТБЧ) по реакции с тиабарбитуровой кислотой спектрофотометрически при длине волны 532 нм; кислотность жировой фазы – титрованием спиртоэфирной смеси молочного жира гидроксидом натрия; витамин Е – метод Эммери–Энгеля на спектрофотометре при длине волны 532 нм [18]. Определения проводили в трехкратной повторности.

Результаты и их обсуждение

Введение в состав сливочного масла растительных ингредиентов изменило их органолептические показатели, прежде всего вкус, запах и цвет. Исследуемые образцы сливочного масла с зеленью укропа и прованскими травами имели практически одинаковую светло-зеленую окраску, более выраженную в масле с зеленью укропа, с включением частиц темно-зеленого цвета. В аромате запах зелени или прованских трав был несильно выражен, но вкус был яркий, приятный, характерный для используемых растительных ингредиентов. Сливочное масло с чесноком не изменило свою окраску, так как порошок чеснока в виде включений был почти белого цвета. Зато вкус и запах чеснока в масле был ярким. На консистенцию сливочного масла растительные ингредиенты не оказали влияния. Консистенция была пластичная, однородная, сухая на вид, но блестящая поверхность на срезе отсутствовала.

Таблица 1 – Физико-химические показатели качества исследуемых образцов сливочного масла до хранения
 Table 1 – Physico-chemical quality indicators for the investigated samples of butter before storage

Показатели	Сливочное масло крестьянское (контроль)	Сливочное масло с растительными ингредиентами		
		зелень укропа	прованские травы	чеснок
массовая доля влаги, %	24,8 ± 1,0	31,8 ± 1,5	32,0 ± 1,4	31,8 ± 1,2
кислотность жировой фазы, град. К	1,40 ± 0,05	1,30 ± 0,05	1,30 ± 0,05	1,40 ± 0,05
перекисное число, ммоль О/кг	1,74 ± 0,02	1,72 ± 0,03	1,72 ± 0,02	1,73 ± 0,02
тиабарбитуровое число, ед. опт. пл.	2,21 ± 0,05	2,23 ± 0,05	2,20 ± 0,03	2,23 ± 0,04

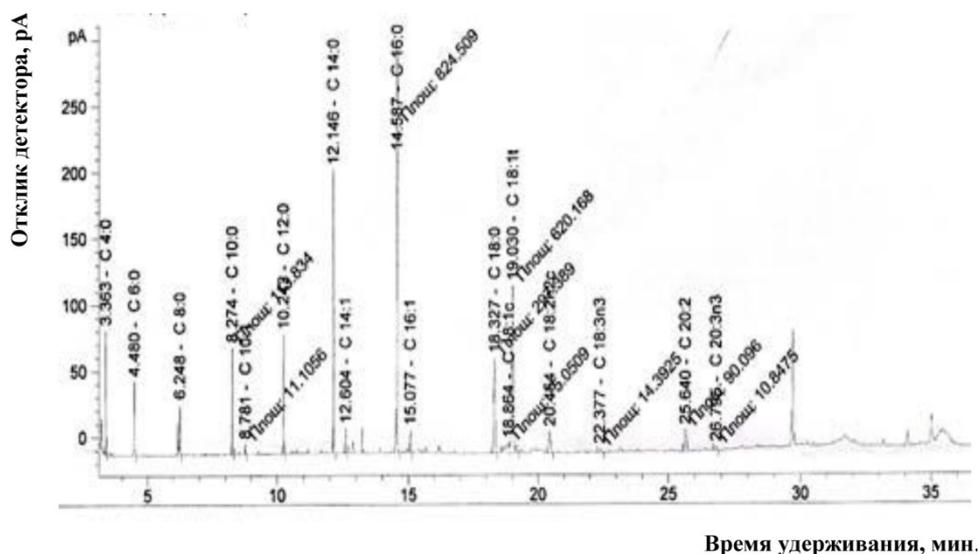


Рисунок 1 – Хроматограмма молочного жира образцов сливочного масла
 Figure 1. Chromatogram of milk fat in butter samples

Образцы сливочного масла отличались массовой долей влаги, что соответствовало заявленным наименованиям, но качество жировой фазы было практически идентичным (таблица 1). Сливочное масло было свежим, без признаков окислительной порчи. Разница в выраженности гидролитических

и окислительных процессов между сливочным маслом с растительными ингредиентами и контрольным образцом, установленным по кислотности жировой фазы, ПЧ и ТБЧ, была незначительной в пределах ошибки опыта. Сливочное масло с растительными ингредиентами и контрольный образец (без растительных ингредиентов) были выработаны из молочного сырья, что подтверждает состав жирных кислот, характерный для молочного жира (рисунок 1).

В составе жировой фазы всех образцов сливочного масла были идентифицированы 16 жирных кислот, из которых преобладали: пальмитиновая > олеиновая > стеариновая > миристиновая. Подлинность молочного жира подтверди идентификационные коэффициенты, характеризующие соотношение определенных индивидуальных жирных кислот или их суммы (таблица 2).

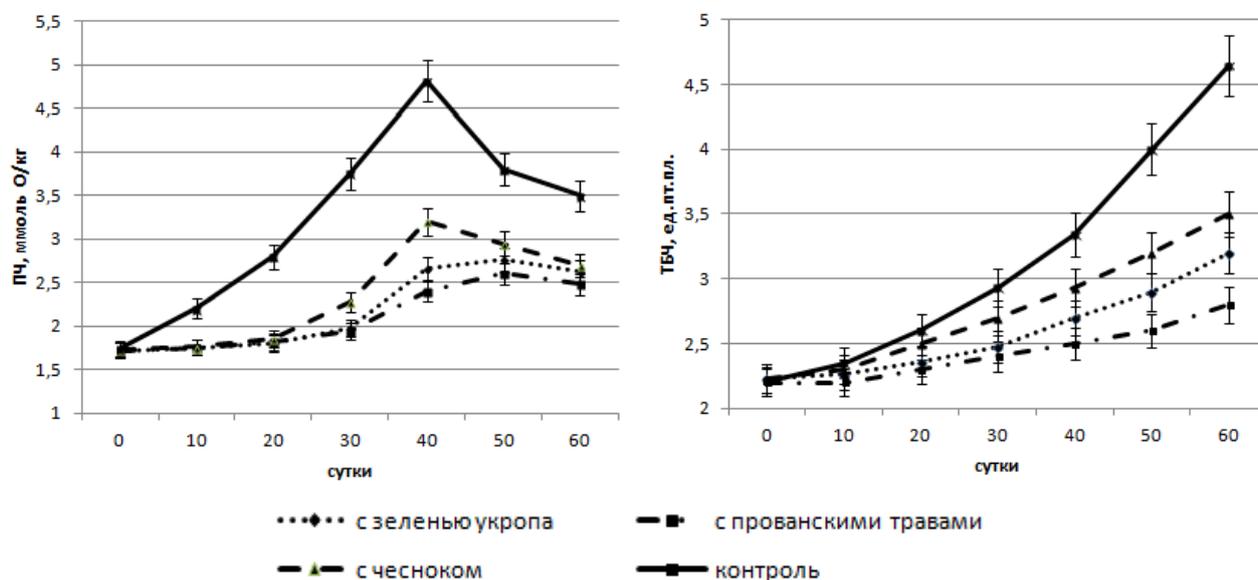
Таблица 2 – Характеристика идентификационных коэффициентов жирнокислотного состава жировой фазы сливочного масла

Table 2. Description of the identification coefficients for the fatty acid composition of butter

Соотношение метиловых эфиров жирных кислот	Жировая фаза сливочного масла	Норма по ГОСТ 32261-2013
$C_{16:0}/C_{12:0}$	6,7	5,8 – 14,5
$C_{18:0}/C_{12:0}$	2,4	1,9 – 5,9
$C_{18:1}/C_{14:0}$	2,1	1,6 – 3,6
$C_{18:2}/C_{14:0}$	0,2	0,2 – 0,5
$C_{18:1}+C_{18:2}/C_{12:0}+C_{14:0}+C_{16:0}+C_{18:0}$	0,5	0,4 – 0,7

До закладки на хранение образцы сливочного масла имели одинаковое качество жировой фазы, характеризующее гидролитические и окислительные процессы в нем. Статистически значимых отклонений между значениями кислотности, ПЧ и ТБЧ жировой фазы не установлено.

В процессе хранения сливочного масла происходили окислительные процессы, связанные с образованием первичных и вторичных продуктов окисления, интенсивность которых устанавливали по значениям ПЧ и ТБЧ (рисунок 2).



А) перекисное число, моль О/кг

Б) тиабарбитуровое число, ед.опт.пл.

Рисунок 2 – Изменение первичных (ПЧ) и вторичных (ТБЧ) продуктов окисления в жировой фазе сливочного масла при хранении

Figure 2. Peroxide (PV) and tiabarbitural values (TBV) of the butter fat phase during storage

Постепенное накопление первичных продуктов окисления происходило во всех образцах сливочного масла с максимальным их количеством на 40 сутки хранения. Наиболее выражен этот процесс был в сливочном масле без растительных ингредиентов. Так, значения ПЧ в контроле были в 1,5–2 раза выше, чем в масле с растительными ингредиентами. На 50 сутки хранения было зафиксировано снижение значений ПЧ во всех образцах, что связано с тем, что скорость образования первичных продуктов окисления стала меньше, чем скорость их окисления. В результате это привело

к образованию вторичных продуктов окисления, основным из которых является малоновый альдегид [17]. Это подтверждают результаты определения ТБЧ, значения которых при хранении сливочного масла увеличивались, особенно после 40 суток. Растительные ингредиенты по-разному оказывали влияние на скорость окислительных процессов, которая снижалась в зависимости от его вида: чеснок > зелень укропа > прованские травы.

Изменение качества жировой фазы при хранении сливочного масла также было связано с гидролитическими процессами с образованием свободных жирных кислот, что подтвердило возрастание значений кислотности жировой фазы (рисунок 3).

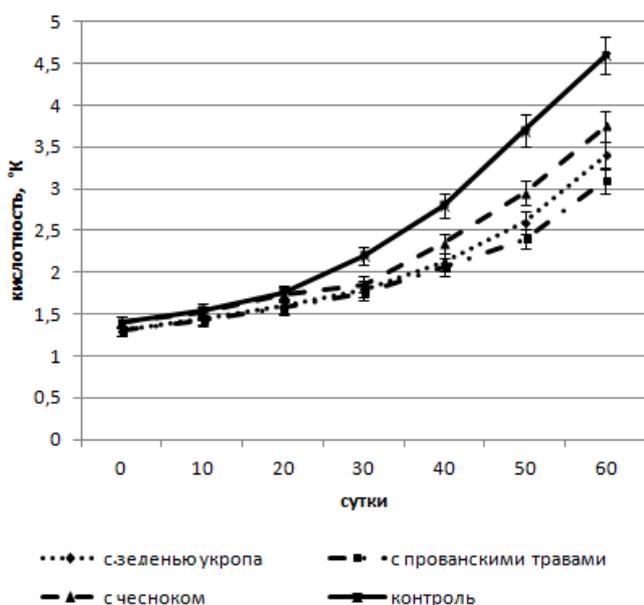


Рисунок 3 – Кислотность жировой фазы сливочного масла при хранении, °K
 Figure 3. Acidity of the butter fat phase during storage, °K

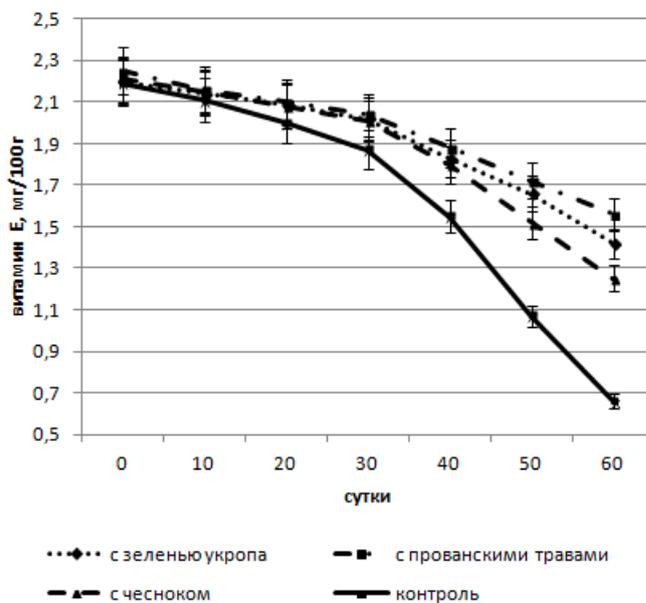


Рисунок 4 – Содержание витамина E в жировой фазе сливочного масла, мг/100 г
 Figure 4. Vitamin E content in the butter fat phase, mg/100 g

В течение 20 суток хранения значения кислотности практически были идентичны во всех образцах сливочного масла, но уже на 30 сутки хранения кислотность жировой фазы в контроле возросла в 1,25 раза, тогда как в образцах с растительными ингредиентами в 1,1 раза. При дальнейшем хранении данная тенденция сохранялась. На конец хранения контрольный образец имел самые высокие значения кислотности жировой фазы – 4,6°K, а наименьшие были у сливочного масла с прованскими травами – 3,1°K. Влияние растительных ингредиентов на интенсивность накопления свободных жирных кислот имело тот же характер, что и образования продуктов окисления.

Молочный жир сливочного масла содержит собственные антиоксиданты, главным из которых является витамин E. Его начальное содержание в жировой фазе не зависело от вида сливочного масла, и было одинаковым. Но в процессе хранения витамин E принимал участие в предотвращении образования продуктов окисления, а также мог расходоваться на предупреждение окисления других антиоксидантов – β-каротина и витамина A [4]. В результате отсутствие статистически значимых различий в содержании витамина E между образцами сливочного масла было только на 10 сутки хранения (рисунок 4). На 20 сутки количество витамина E в контроле было на 5% меньше, чем в масле с растительными ингредиентами, а на 30 сутки – на 10%. Дальнейшее хранение привело к интенсивному разрушению витамина E, в результате чего его количество в контроле на конец хранения составило 31% от исходного содержания.

При хранении сливочного масла с растительными ингредиентами наблюдалась такая же тенденция в изменении содержания витамина E, связанная с увеличением скорости его разрушения после 30 суток. Однако растительные ингредиенты значительно затормозили этот процесс. На 30 сутки хранения содержание витамина E в масле составляло 90% от исходного, а на конец хранения – 56–69% в зависимости от вида ингредиента. Содержание витамина E в жировой фазе сливочного масла в зависимости от растительного ингредиента имело следующий вид: прованские травы > зелень укропа > чеснок. Можно предположить, что присутствие в растительных ингредиентах антиоксидантов

фенольного типа и аскорбиновой кислоты, восстанавливают окисленные токоферильные радикалы до исходного токоферола [12, 13].

Заключение

Использование растительных ингредиентов в составе сливочного масла не только позволяет разнообразить ассортимент закусочной группы, но и оказывает влияние на окислительные процессы жировой фазы сливочного масла в процессе хранения.

Порошки из зелени укропа и смеси прованских трав изменили внешний вид масла, придав ему светло-зеленую окраску с включением частиц темно-зеленого цвета. Вкус сливочного масла был слабый с выраженным ароматом, соответствующим используемому растительному ингредиенту. Сливочное масло с чесноком не изменило свой внешний вид и цвет, но имело выраженный вкус и запах чеснока. Консистенция всех образцов сливочного масла с растительными ингредиентами была пластичная, однородная, сухая на вид, но блестящая поверхность на срезе отсутствовала.

При хранении сливочного масла с растительными ингредиентами при низких положительных температурах образование первичных продуктов окисления уменьшилось в 1,5–2 раза, вторичных — в 1,3–1,7 раза по сравнению с контролем, при этом содержание витамина Е составляло 56–69% от исходного количества в зависимости от вида ингредиента. Влияние растительных ингредиентов на стабилизацию окислительных процессов в сливочном масле имело следующий вид: прованские травы > зелень укропа > чеснок.

Литература

1. *Белякова Т., Печуркина Д.* Комплексный подход к функциональным продуктам // Молочная промышленность. 2019. № 10. С. 54–55.
2. *Корягина А.В., Лепешкин А.И., Надточий Л.А.* Реологические свойства кисломолочных соусов с выжимками ягод // Молочная промышленность. 2017. № 6. С. 60–61.
3. *Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Флоринская Е.Э.* Роль растительного сырья в формировании потребительских свойств ферментированных молочных напитков // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 44. С. 81–86.
4. *Вышемирский Ф.А., Павлова Т.А.* О сливочном масле с вкусовыми компонентами // Переработка молока. 2015. № 9(191). С. 27–29.
5. *Долматова О.И., Шаршов А.С.* Изучение свойств масла сладкосливочного десертного с вкусовыми компонентами // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т.80. № 3 (77). С. 220–223.
6. O'Callaghan T.F., Faulkner H., McAuliffe S., O'Sullivan M.G., Hennessy D., Dillon P., Kilcawley K.N., Stanton C., Ross R. P. Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. *Journal of Dairy Science*. 2016, V. 99, no. 12, pp. 9441–9460.
7. Karabulut I. Effects of α -tocopherol, β -carotene and ascorbyl palmitate on oxidative stability of butter oil triacylglycerols. *Food Chemistry*. 2010, V. 123, no 3, pp. 622–627.
8. *Смирнова О.И., Топникова Е.В., Иванова Н.В., Остронков В.С., Каблучко Т.Г.* Эффективность торможения окислительных процессов в сливочном масле с дигидрокверцитином // Сыроделие и маслоделие. 2016. № 6. С. 44–47.
9. Abid Yo, Azabou S., Jridi M., Khemakhem I., Bouaziz M., Attia H. Storage stability of traditional Tunisian butter enriched with antioxidant extract from tomato processing by-products. *Food Chemistry*. 2017, no. 15, pp. 476–482.
10. Vidanagamage S.A., Pathiraje M.H.D., Perera O.D.A.N. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum Verum*) Extract on Functional Properties of Butter. *Procedia Food Science*. 2016, V. 6, pp. 136–142.
11. *Наумова Н.Л.* Антиоксидантные свойства пищевой добавки Novasol Rosemary на примере сливочного масла // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 3(125). С. 152–156.
12. *Токаев С.Э., Джашеева З.А., Коваленко Д.М.* Сравнительный анализ двух методов оценки качества сливочного масла при длительном его хранении и влияние экстрактов расторопши пятнистой на срок хранения // Вопросы питания. 2009. Т. 78. № 6. С. 32–36.
13. Mehdizadeh T., Mohammadipour N., Langroodi A.M., Raeisi M. Effect of walnut kernel septum membranes hydroalcoholic extract on the shelf life of traditional butter. *Heliyon*. 2019, V. 5, no. 3, e01296.
14. Ozkan G., Simsek B., Kuleasan H. Antioxidant activities of *Satureja cilicica* essential oil in butter and in vitro. *Journal of Food Engineering*. 2007, V. 79, no. 4, pp. 1391–1396.
15. *Симоненкова А.П., Соловьева А.О., Мамаев А.В., Самофалова Л.А.* Установление рациональных технологических режимов производства масла сливочного с комплексом природных антиоксидантов // Индустрия питания. 2018. Т. 3. № 3. С. 16–22.

16. Куприна А.О., Мамаев А.В., Симоненкова А.П., Яркина М.В. Изменения элементов микроструктуры масла сливочного с антиоксидантным комплексом в процессе хранения // *Техника и технология пищевых производств*. 2015. № 1(36). С. 41–47.
17. Яшин Я.И., Рызхнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. М.: ТрансЛит. 2009. 192 с.
18. Топникова Е.В., Иванова Н.В., Кустова Т.П. Методы определения продуктов окислительной порчи в сливочном масле и спредах // *Сыроделие и маслоделие*. 2012. № 2. С. 49–51.

References

1. Belyakova T., Pechurkina D. Integrated approach to functional products. *Dairy Industry*. 2019, no. 10, pp. 54–55 (In Russian).
2. Koryagina A.V., Lepeshkin A.I., Nadtochii L.A. Rheological properties of fermented milk sauces with berries pomace. *Dairy Industry*. 2017. no. 6. pp. 60–61 (In Russian).
3. Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Florinskaya E.E. The role of plant materials in the formation of consumer properties of fermented milk drinks. *News of St. Petersburg State Agrarian University*. 2016. no. 44. pp. 81–86 (In Russian).
4. Vyshemirsky F.A., Pavlova T.A. About butter with flavoring components. *Milk Processing*. 2015, no. 9(191), pp. 27–29 (In Russian).
5. Dolmatova O.I., Sharshov A.S. The study of the properties of sweet cream butter with flavoring components. *Herald of the Voronezh State University of Engineering Technology*. 2018, V. 80, no. 3, pp. 220–223 (In Russian).
6. O'Callaghan T.F., Faulkner H., McAuliffe S., O'Sullivan M.G., Hennessy D., Dillon P., Kilcawley K.N., Stanton C., Ross R. P. Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. *Journal of Dairy Science*. 2016, V. 99, no. 12, pp. 9441–9460.
7. Karabulut I. Effects of α -tocopherol, β -carotene and ascorbyl palmitate on oxidative stability of butter oil triacylglycerols. *Food Chemistry*. 2010, V. 123, no 3, pp. 622–627.
8. Smirnova O. I., Topnikova E. V., Ivanova N. V., Ostronkov V. S., Kabluchko T. G. The effectiveness of inhibition of oxidative processes in butter with dihydroquercetin. *Cheesemaking and Buttermaking*. 2016, no. 6, pp. 44–47 (In Russian).
9. Abid Yo, Azabou S., Jridi M., Khemakhem I., Bouaziz M., Attia H. Storage stability of traditional Tunisian butter enriched with antioxidant extract from tomato processing by-products. *Food Chemistry*. 2017, no. 15, pp. 476–482.
10. Vidanagamage S.A., Pathiraje M.H.D., Perera O.D.A.N. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum Verum*) Extract on Functional Properties of Butter. *Procedia Food Science*. 2016, V. 6, pp. 136–142.
11. Naumova N.L. Antioxidant properties of Novasol Rosemary nutritional supplement on the example of butter. *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2015, no. 3(125), pp. 152–156 (In Russian).
12. Tokaev S.E., Dzhasheeva Z.A., Kovalenko D.M. A comparative analysis of two methods for assessing the quality of butter during long-term storage and the effect of spotted milk thistle extracts on shelf life. *Problems Nutrition*. 2009, V. 78, no. 6, pp. 32–36 (In Russian).
13. Mehdizadeh T., Mohammadipour N., Langroodi A.M., Raeisi M. Effect of walnut kernel septum membranes hydroalcoholic extract on the shelf life of traditional butter. *Heliyon*. 2019, V. 5, no. 3, e01296.
14. Ozkan G., Simsek B., Kuleasan H. Antioxidant activities of *Satureja ciliatica* essential oil in butter and in vitro. *Journal of Food Engineering*. 2007, V. 79, no. 4, pp. 1391–1396.
15. Simonenkova A.P., Solovyova A.O., Mamaev A.V., Samofalova L.A. Establishment of rational technological regimes for the production of butter with a complex of natural antioxidants. *Food Industry*. 2018, V. 3, no. 3, pp. 16–22 (In Russian).
16. Kuprina A.O., Mamaev A.V., Simonenkova A.P., Yarkina M.V. Changes in the microstructure of butter with an antioxidant complex during storage. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2015, no. 1(36), pp. 41–47 (In Russian).
17. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Natural antioxidants. Content in foods and their effects on human health and aging. *Moscow, TransLit Publ*. 2009. 192 p. (In Russian).
18. Topnikova E.V., Ivanova N.V., Kustova T.P. Methods for determining the products of oxidative spoilage in butter and spreads. *Cheesemaking and Buttermaking*. 2012. no. 2. pp. 49–51 (In Russian).

Статья поступила в редакцию 11.11.2019