УДК 664.34:641.43

А.С. Мамонтов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ

Исследовано влияние листового проката низколегированной стали на комплекс показателей качества и безопасности масла растительного в разных температурных режимах с учетом времени транспортировки от 7 до 21 суток. Для реализации цели был осуществлён комплекс испытаний. Воссозданы условия, максимально приближенные к реальным условиям транспортировки, с учетом поверхности контакта продукта со сталью, температурных режимов, доступа света и кислорода. Проведены исследования растительных масел по показателям окислительной порчи до контакта со сталью, по истечению семи, четырнадцати и двадцати одного дня в условиях транспортировки. Доказано влияние низколегированной стали на показатели окислительной порчи растительных масел. На основании результатов проведённых исследований сформулированы рекомендации по условиям транспортировки растительных масел вагонами-цистернами, изготовленными из низколегированной стали.

Растительное масло, окисление, транспортировка, хранение, листовой прокат стали, показатели окислительной порчи.

Введение

Транспортирование пищевых растительных масел должно обеспечивать их сохранность и безопасность в течение срока годности в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза на масложировую продукцию ТР ТС 024/2011 [1]. Транспорт, используемый для перевозки растительных масел, должен соответствовать как санитарно-гигиеническим требованиям, так и экологическим стандартам.

Условия перевозки пищевых растительных масел должны соответствовать условиям, установленным изготовителем масел. Не допускается перевозка растительных масел совместно с иной продукцией, если это может привести к загрязнению растительных масел. Конструкция грузовых отделений транспортных средств должна обеспечивать защиту пищевых растительных масел. В частности, внутренняя поверхность грузовых отделений транспортных средств должна быть выполнена из моющихся и нетоксичных материалов.

Полимерные и синтетические материалы, стали, сплавы, предназначенные для использования в контакте с пищевыми маслами, не должны отдавать в контактирующие с ними растительные масла и воздушную среду вещества в количествах, вредных для здоровья человека, превышающих допустимые количества миграции либо предельно допустимые концентрации в водной и воздушной среде, а также создавать соединения, способные вызвать канцерогенный, мутагенный и другие отдаленные эффекты. Данные материалы подлежат соответствующей гигиенической оценке при проведении санитарно-химических исследований, результаты которой должны содержаться в гигиеническом заключении на продукцию [2].

Периодичность санитарной обработки и дезинфекции внутренних поверхностей грузовых отделений транспортных средств устанавливается участником хозяйственной деятельности в сфере перевозки пищевой масложировой продукции. Вода, используемая для мойки грузовых отделений транспортных средств, должна соответствовать требованиям к питьевой воде, установленным соответствующим техническим регламентом.

Перевозимые растительные масла должны сопровождаться товаросопроводительными документами.

Следует отметить, что пищевые растительные масла быстро окисляются и впитывают посторонние запахи. В связи с этим, транспортной таре, в которой будет перевозиться масло, необходимо уделять особое внимание.

Как правило, перевозка растительного масла осуществляется в железнодорожных цистернах с низким сливом по ГОСТ 10674, специализированных для перевозки растительных масел и снабженных трафаретами и надписями в соответствии с правилами перевозок грузов, в автоцистернах с плотно закрывающимися люками по ГОСТ 9218 и других крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на соответствующем виде транспорта.

При транспортировке в ёмкостях, выполненных из материалов, не предназначенных для контакта с пищевыми продуктами, в растительных маслах происходит ухудшение показателей качества. В результате чего растительные масла могут быть использованы только в технических целях [2].

В связи с вышеизложенным проведение исследований по изучению влияния материалов транспортной тары на качество растительных масел является актуальным.

Целью настоящей работы является исследование влияния низколегированной стали на показатели качества и безопасности масел растительных, требующих дальнейшей переработки с учетом перевозки.

Для реализации цели поставлены следующие задачи: исследование показателей безопасности исходного растительного масла; создание модельных сред, максимально приближенных к реальным условиям транспортировки с учетом поверхности кон-

такта продукта со сталью; исследование влияния листового проката стали на комплекс показателей качества и безопасности масла растительного в разных температурных режимах с учетом времени транспортировки от 7 до 21 суток.

Объект и методы исследования

При выполнении работы в соответствии с поставленными задачами использовались общепринятые и оригинальные методы исследований. Все исследования проводились в 3–4-кратной повторности и обрабатывались статистически. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

В качестве объектов исследований использовались следующие образцы растительных масел:

– масло подсолнечное рафинированное дезодорированное (высший сорт);

– масло подсолнечное нерафинированное (первый сорт);

Основные экспериментальные исследования проводились поэтапно на базе лаборатории кафедры технологии жиров, биохимии и микробиологии ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности».

Отбор и подготовку проб жирового сырья проводили согласно требованиям ИСО 5555-91 «Масла и жиры животные и растительные. Отбор проб» и ИСО 661-89 «Масла и жиры животные и растительные. Подготовка испытуемой пробы» [3, 4].

Органолептические исследования растительных масел проводили по ГОСТ 5472-50 [5].

При изучении физико-химических показателей растительных масел определяли:

– кислотное число методом титрования по ГОСТ Р 52110–2003. Метод основан на растворении масла в эфирно-спиртовой смеси (2:1) с последующим быстрым титрованием пробы щелочью в присутствии индикатора фенолфталеина до слабо-розового окрашивания [6];

– перекисное число по ГОСТ 51487–99. Метод основан на реакции взаимодействия продуктов окисления масел или жиров (перекисей и гидроперекисей) с йодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа с последующим количественным определением выделившегося раствором тиосульфата натрия [7].

Методика создания модельных сред, максимально приближенных к реальным условиям транспортировки с учетом поверхности контакта продукта со сталью, приведена ниже.

Образцы стали перед исследованием промывали проточной водой с помощью кусочка марли, затем прополаскивали дистиллированной водой, нагретой до температуры 50–60 °С, и просушивали на воздухе.

Исследуемый образец стали помещали в стеклянный сосуд с притертой пробкой, заполненный растительным маслом соответствующей температуры. Поверхность изделий со всех сторон соприкасалась с маслом.

В течение всего времени настаивания вытяжку периодически перемешивали.

Параллельно с модельной средой со сталью подготавливали в аналогичных условиях контрольную пробу (масло без стали).

После извлечения образца исследуемого материала (стали) из растительного масла визуально отмечали прозрачность вытяжек, наличие в них осадка, опалесценции и окраски. При появлении изменений модельной среды образец считался неудовлетворительным и дальнейшие исследования не проводились.

Модельные среды подвергали органолептическому исследованию, определяли наличие мути, осадка, постороннего запаха, вкуса, привкуса.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе были исследованы органолептические и физико-химические показатели исходных растительных масел. Показатели качества и безопасности, необходимые для изучения влияния листового проката на растительные масла, и показатели исходных масел приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели масла подсолнечного рафинированного дезодорированного (сорт высший)

Показатель	Характеристика масла подсолнечного рафинированного дезодорированного (сорт высший) по ГОСТ Р 52465-2005	Характеристика исследуемого образца (исходного масла)
Прозрачность	прозрачное без осадка	прозрачное без осадка
Запах и вкус	без запаха, обезличенный вкус	без запаха, обезличенный вкус
Цветное число, не более	6	1
Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,30	0,18
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг, не более	4,0	2,13

Анализируя данные таблиц, можно сделать вывод, что масла подсолнечное нерафинированное (сорт первый) и рафинированное дезодорированное по исследуемым показателям соответствуют требованиям ГОСТ Р 52465-2005 «Масло подсолнечное. Технические условия» [8] и ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию» [1].

К факторам риска, потенциально влияющим на качество растительных масел в процессе перевозки, можно отнести химический состав стали, из которой выполнены вагоны-цистерны, продолжительность и условия хранения и транспортировки растительных масел, а также соблюдение или несоблюдение санитарных правил подготовки тары при смене сырья [2].

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели масла подсолнечного нерафинированного (сорт первый)

Показатель	Характеристика масла подсолнечного нерафинированного (сорт первый) по ГОСТ Р 52465-2005	Характеристика исследуемого образца (исходного масла)
Прозрачность	допускается осадок или легкое помутнение или «сетка» над осадком	имеется осадок
Запах и вкус	свойственный подсолнечному маслу, без постороннего запаха и привкуса	свойственный подсолнечному маслу, без постороннего запаха и привкуса
Цветное число, не более	25	15
Кислотное число, мг КОН/г, не более	4,00	2,58
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг, не более	10,0	8,64

Регламентируемые Техническим регламентом показатели качества растительных масел после контакта со сталью могут изменяться, т.к. входящие в состав стали химические элементы являются катализаторами окисления и могут привести к окислительной порче.

Инициаторами окисления могут быть металлы. Присутствуя даже в небольших количествах, они в значительной степени ускоряют окислительную порчу жиров. Металлы могут быть расположены в порядке убывающей каталитической активности: свинец > медь > латунь > олово > цинк > железо > алюминий > нержавеющая сталь > серебро. Образующийся при разложении перекисей, катализируемый металлами, перекисный радикал достаточно активен, чтобы атаковать углеводородные связи.

Для адекватной оценки влияния листового проката на показатели качества растительного масла нами проведены исследования растительных масел без листового проката (контрольные образцы) и образцы масел с листовым прокатом (модельные среды) в определенных температурных и временных условиях. Были созданы условия, приближенные к реальным условиям транспортировки. Исследуемые образцы хранили без доступа солнечного света и воздуха в течение 21 дня, при различных температурных режимах: 0–4 °С, 15–20 °С, 25–30 °С. Пробы на исследования отбирались с интервалом 7 суток.

Исследования качества контрольных образцов растительного масла показали незначительное изменение показателей окислительной порчи в пределах нормы, регламентируемой нормативной документацией. Кислотное число составило 0,19 мг КОН/100 г, перекисное число рафинированного дезодорированного масла увеличилось с 2,13 до 3,45 ммоль акт. кислорода/кг, а для нерафинированного подсолнечного масла – с 5,8 до 13,06 ммоль акт. кислорода/кг.

На следующем этапе были исследованы органолептические и физико-химические показатели растительных масел в контакте с листовым прокатом. Результаты исследования показателей качества растительных масел в процессе хранения с погруженным в него листовым прокатом при температуре 25–30 °С представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Органолептические и физико-химические показатели масла подсолнечного рафинированного дезодорированного (сорт высший) после хранения с погруженным в него листовым прокатом

Показатель	Характеристика исследуемого образца (исходное)	Период хранения, суток		
		7	14	21
Прозрачность	прозрачное без осадка	прозрачное без осадка	прозрачное без осадка	прозрачное без осадка
Запах и вкус	без запаха, обезличенный вкус	без запаха, обезличенный вкус	без запаха, неопределенный слабый привкус	без запаха, неопределенный слабый привкус
Цветное число	1	1	1	2
Кислотное число, мг КОН/г	0,18	0,19	0,19	0,19
Перекисное число, ммоль акт. кислорода/кг	2,13	6,81	10,05	13,29

Следует отметить, что в температурных режимах 0–4 °С, 15–20 °С кислотное число для рафинированного дезодорированного масла находилось в тех же пределах и составило 0,19 мг КОН/100 г, а перекисное число увеличилось с 2,13 до 13,29 ммоль акт. кислорода/кг. Для нерафинированного подсолнечного масла кислотное число также не изменилось, а перекисное число увеличилось с 5,8 до 21,09 ммоль акт. кислорода/кг.

В результате контакта растительных масел с листовым прокатом протекают окислительные процессы различной интенсивности, вследствие которых изменяются органолептические показатели – вкус и запах – и увеличивается перекисное число, которое строго регламентируется Техническим регламентом и не должно превышать 10 ммоль активного кислорода/кг.

Таблица 4

Органолептические и физико-химические показатели масла подсолнечного нерафинированного (сорт первый) после хранения с погруженным в него листовым прокатом

Показатель	Характеристика исследуемого образца (исходное)	Период хранения, суток		
		7	14	21
Прозрачность	имеется осадок	имеется осадок	имеется осадок	имеется осадок
Запах и вкус	свойственный подсолнечному маслу, без постороннего запаха и привкуса	свойственный подсолнечному маслу, без постороннего запаха и привкуса	свойственный подсолнечному маслу, неопределенный привкус	свойственный подсолнечному маслу, неопределенный привкус
Цветное число	15	15	15	15
Кислотное число, мг КОН/г	2,58	2,6	2,6	2,6
Перекисное число, ммоль акт. кислорода/кг	5,8	9,6	14,7	21,09

В исследуемых образцах после контакта масла с листовым прокатом при хранении в течение 21 дня данный показатель для рафинированного дезодорированного подсолнечного масла не превышает нормируемых значений. При этом ухудшение вкуса и запаха указывает на то, что транспортировка рафинированных дезодорированных масел в вагонах-цистернах из исследуемого листового проката недопустима. При хранении нерафинированного масла в контакте с листовым прокатом в течение 7 суток при температуре не выше 30 °С показатели окислительной порчи таковы: перекисное число и кислотное число увеличиваются, но находятся в пределах регламентируемой нормы. В процессе хранения по истечении 7 суток происходит резкое увеличение перекисного числа и ухудшение органолептических показателей. Нерафинированные растительные масла после контакта с исследуемым листовым прокатом свыше 7 суток не могут разливаться в потребительскую тару, а требуют дальнейшей переработки по полному циклу рафинации, включая дезодорацию.

Таким образом, при изготовлении вагонов-цистерн для перевозки растительных масел, требующих транспортировки в течение более 7 суток, необходимо использовать сплавы, изготовленные из коррозионно стойких сталей, или исследуемый листовой прокат со специально разработанным защитным антикоррозийным покрытием для изготовления вагонов-цистерн, предназначенных для транспортировки растительных масел, что является предметом дальнейших научных разработок.

Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза на масложировую продукцию. ТР ТС 024/2011. Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9.12.2011 г. № 883.

2. Корнена, Е.П. Экспертиза масел, жиров и продуктов их переработки. Качество и безопасность / Е.П. Корнена, С.А. Калманович, Е.В. Мартовщук и др.; под общ. ред. В. М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. – 2007. – 272 с.

3. Терещук, Л.В. Технологические аспекты повышения антиоксидантной устойчивости соусов майонезных / Л.В. Терещук, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 1. – С. 47–53.

4. Tereshchuk L.V. Aspects of Production of Functional Emulsion Foods / L.V. Tereshchuk, K.V. Starovoitova // Food and Raw Materials. – 2013. – № 2. – С. 67–75.

5. ГОСТ 5472-50. Масла растительные. Определение запаха, цвета и прозрачности. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 7 с.

6. ГОСТ Р 52110-2003. Масла растительные. Методы определения кислотного числа. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 8 с.

7. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа. – М.: Госстандарт России, 1999. – 8 с.

8. ГОСТ Р 52465-2005. Масло подсолнечное. Технические условия. – Введ. 2007-01-01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 19 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

A.S. Mamontov

RESEARCH ON VEGETABLE OIL OXIDATION DURING TRANSPORTATION AND STORAGE

Influence of flat products of the light-alloyed steels on a quality indices and vegetable oil safety at different temperature conditions taking into account transportation period from 7 to 21 days is investigated. To realize the purpose of the research a number of tests was carried out. The conditions most approximated to real conditions of transportation, taking into account a surface of a product contact with steel, temperature conditions, light and oxygen access are recreated. Investigations of vegetable oils on oxidative deterioration index before a contact with steel, and after seven, fourteen and twenty one days at the conditions of transportation have been conducted. The influence of light-alloyed steels on oxidative deterioration index of vegetable oils has been proved. Recommendations concerning the conditions of vegetable oil transportation in car-tanks made of light-alloyed steels have been formulated on the basis of the results of the research conducted.

Vegetable oil, oxidation, transportation, storage, rolled sheet steel, oxidative deterioration index.

REFERENCES

1.*Technical Regulations of the Customs Union on the Fat and Oil Products. TR CU 024/2011.* Approved by the decision of the Commission of the Customs Union of 9.12.2011, № 883. (In Russian).

2.Kornena E.P., Kalmanovich S.A., Martovshchuk E.V., Tereshchuk L.V., Martovshchuk V.I., Pozdniakovskii V.M. *Ekspertiza masel, zhirov i produktov ikh pererabotki. Kachestvo i bezopasnost'* [Examination of oils, fats and their products. Quality and safety]. Novosibirsk, Sib. univ. publ., 2007. 272 p.

3.Tereshchuk L.V., Starovoitova K.V. Tekhnologicheskie aspekty povysheniia antioksidantnoi ustoichivosti sousov maioneznykh [Technological aspects of increasing antioxidant stability of mayonnaise sauces]. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2013, no. 1, pp. 47-53.

4.Tereshchuk L.V., Starovoitova K.V. Aspects of Production of Functional Emulsion Foods. *Foods and Raw Materials*, 2013, no. 2, pp. 67-75.

5.*GOST 5472–50. Masla rastitel'nye. Opredelenie zapakha, tsveta i prozrachnosti* [State Standart 5472-50. Vegetable oils. Determination of odor, color and transparency]. Moscow, Standards Publ., 1982. 7p.

6.*GOST R 52110-2003. Masla rastitel'nye. Metody opredeleniia kislotnogo chisla* [State Standart R 52110-2003. Vegetable oils. Methods for determination of the acid number]. Moscow, Standards Publ., 2003. 8 p.

7.*GOST R 51487-99. Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Metod opredeleniia perekisnogo chisla* [State Standart R 51487-99. Vegetable oils and animal fats. Method for the determination the peroxide number]. Moscow, Standards Publ., 1999. 8 p.

8.GOST R 52465-2005. *Maslo podsolnechnoe. Tekhnicheskie usloviia* [Sunflower oil. Specifications]. Moscow, Standartinform, 2011. 19 p.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056 Russia.
Phone/fax: (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 21.07.2014