

УДК 543.422.7

## Применение цифровых технологий для оценки термического разложения растительных масел

**Ирек Хуснемарданович Исафилов<sup>1</sup>, Ирек Анасович Гайсин<sup>1,\*</sup>,  
Геннадий Валентинович Алексеев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), г. Санкт-Петербург, Россия

\*E-mail: inter.olymp@gmail.com

**Аннотация:** Наиболее широко распространенной технологией производства кулинарных изделий и одной из основ мировой индустрии питания является обжаривание во фритюре и в связи с тем, что одной из важных задач производства является снижение количества брака и повышение качества производимой пищевой продукции в статье дан краткий обзор возможности применения цифровых устройств и цветометрии на примере разработанного устройства для оценки термического разложения растительных масел при жарке во фритюрницах.

**Ключевые слова:** растительное масло, машинное зрение, цвет, цифровые технология, цветометрия

## Application of digital technologies to assess the thermal decomposition of vegetable oils

**Irek Husnemardanovich Israphilov<sup>1</sup>, Irek Anasovich\_Gaisin<sup>1,\*</sup>,  
Gennady Valentinovich Alekseev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Naberezhnochelninsk Institute (Branch) of Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia

<sup>2</sup> ITMO University, Saint Petersburg, Russia

\*E-mail: inter.olymp@gmail.com

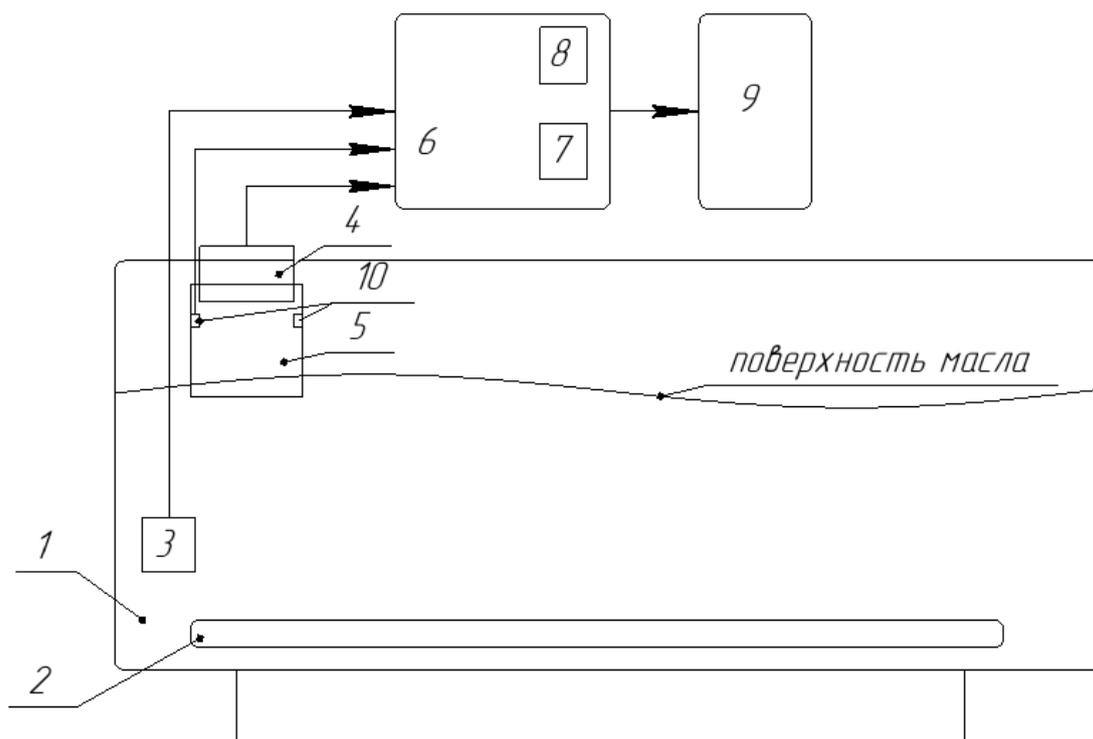
**Abstract.** The most widespread technology of culinary products and one of the foundations of the world food industry is deep-frying and due to the fact that one of the important production tasks is to reduce the number of defects and improve the quality of manufactured food products the article gives a brief overview of the possibility of using digital devices and colorimetry on the example of the developed device to assess the thermal degradation of vegetable oils in deep-fryers.

**Keywords:** vegetable oil, machine vision, color, digital technology, colorimetry

Применение цифровых технологий, а именно цветометрии для измерения цвета превосходят возможности человеческого глаза в отношении способности оценивать количественные различия между оттенком и цветностью [8]. Появление и развитие цифровой фотографии, планшетных сканеров и компьютерных программ обработки цветного изображения дало возможность для быстрого, объективного и автоматизированного способа оценки цветометрических характеристик окрашенных образцов [4,5]. Цвет является показателем используемый для контроля степени термического разложения масла при жарке во фритюрницах. В целом считается, что потемнение цвета масла происходит тогда, когда пигменты, образующиеся при окислении и термическом разложении жирных кислот, диффундируют в масло во время жарки, хотя попадание в него следов каротиноидов в ходе жарки также может способствовать этому процессу [6]. Считается также, что потемнение масла может быть вызвано карамелизированным продуктом. Цель работы продемонстрировать устройство для мониторинга качества пищевых растительных масел, предназначенные для жарки во фритюрницах. Способ основан на оценке окраски масла, пригодного для жарки, непосредственно в устройстве для приготовления пищи, а именно во фритюрнице, основываясь на международных системах обработки изображения и государственных стандартах [9].

Если говорить об актуальности разработки нового устройства контроля, то можем рассмотреть популярный способ контроля качества (безопасности) растительных масел и расплавленных жиров, который заключается в том, что измеряют удельную активную электропроводность растительного масла или расплавленного жира при различных частотах электромагнитных колебаний и разных температурах, при этом для контроля качества (безопасности) отбирают пробу исследуемого растительного масла или жира, и стандартными методами определяют перекисное число [1,7]. Недостатками данного способа является продолжительность метода, контактный способ измерения диэлектрической проницаемости жидкостей, таких как растительные масла и растительные жиры, что является нецелесообразным, по причине предъявляемых требований к применяемым материалам пищевого оборудования согласно государственным стандартам сохранения пищевой продовольственной безопасности.

В связи с вышесказанным было разработано устройство для контроля качества фритюрных масел и жиров при жарке, схема которого изображена на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Схема устройства для контроля качества фритюрного масла и жиров при жарке.

Устройство контроля качества содержит нагревательную камеру 1, в которую помещают растительное масло, выполняющая роль технологической среды для жарки, и пищевой продукт, подлежащий приготовлению, нагревательный элемент 2 служит для нагревания растительного масла в камере, температурный датчик 3 для контроля температуры жарки, устройство захвата изображения – цифровая фотокамера 4, которая расположена над поверхностью растительного масла, внутри кубической емкости 5, образующая с нагревательной камерой 1 сообщающиеся сосуды. Устройство 5 построено для системы компьютерного (машинного) зрения. Внутренние стенки кубической емкости 5 выполнены в черном цвете, с горизонтально установленными лампами 10, причем стенки кубической емкости 5, осветительные лампы 10 и цифровая фотокамера 4 выполнены для подключения к вычислительному устройству 6 с запрограммированным алгоритмом для дистанционного управления. Система освещения состоит из четырех осветительных ламп. Осветительные лампы расположены горизонтально, образуя квадрат в устройстве 5, чтобы создать легкий однородный поток света на поверхности растительного масла. А внутренняя поверхность стенок покрыта

черным цветом во избежание бликов и других изменений, которые могут быть вызваны вспышкой фотокамеры [7].

Принцип работы заключается в анализе полученного изображения окраски растительного масла на пригодность для жарки, сравнение которой выполняется в соответствии со значением цветного числа по йодной шкале Ловибонду определяемой по ГОСТ 5477-2015. «Масла растительные. Методы определения цветности» [2]. В осуществлении вышесказанного подхода используется получение многоспектрального изображения (цветовая модель RGB). После получения изображения окраски масла, проводится обработка изображения путем конвертации RGB цвета в цветовую модель CIELab, необходимую для анализа, позволяющая однозначно определить цвет масла и его пригодность к использованию.

Цветовое пространство CIElab наиболее точно для расчетов цветовых характеристик, в любых частях этой системы координат соотносятся со зрительным восприятием, что позволяет ввести удобную меру для количественного определения цветовых различий. Цветовой охват CIELAB, очень широк и включает в себя RGB и CMYK, и другие цвета, непредставленные в таких моделях как RGB, CMYK, XYZ, HSB. При конвертации в CIELAB все цвета сохраняются. Цветовая модель CIELab удобна для определения контраста, резкости и других тоновых характеристик, и именно поэтому используется при переводе изображений из одной цветовой модели в другую, между устройствами и даже между различными платформами [3,8].

Таким образом, цветометрия особенно с развитием технологий находит все более широкое распространение в пищевой промышленности и в ряде других отраслей, и исследования в этой области являются актуальными как с теоретической, так и с практической точек зрения. К достоинствам цветометрии можно отнести невысокие затраты на единичный анализ, низкая трудоемкость и быстрота, непосредственное сохранение информации о результатах анализа в электронном виде. Таким образом, совокупность всех достоинств цветометрии позволит обеспечить эффективную работу устройства для оценки качества растительных масел при жарке во фритюрницах.

### Список литературы

1. Пилипенко, Т.В. Изучение качественных характеристик растительных масел различными методами / Т.В. Пилипенко, В.В. Астафьева, Н.Ю. Степанова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 39. – С. 90-96.

2. ГОСТ 5477-2015. Масла растительные. Методы определения цветности // Тэхэксперт: [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124419> (дата обращения: 19.01.2021).
3. Перегончая, О.В. Перспективы использования цифровой цветометрии в контроле цветности растительных масел при их рафинации / О.В. Перегончая, Н.В. Королькова, Ш.З. Нуридинов, С.А. Соколова // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2019. – № 4(14). – С. 29-38. DOI 10.24888/2541-7835-2019-14-29-38.
4. Байдичева, О.В. Применение цифровых технологий в цветных тестах биологически активных веществ / О.В. Байдичева, Л.В. Рудакова, О.Б. Рудаков // Бутлеровские сообщения. – 2008. – Т. 13. – № 2. – С. 50-61.
5. Погоцкая, А.А. Применение сканера и компьютерных программ цифровой обработки изображений для количественного определения алкалоидов в листьях маклей сердцевидной / А.А. Погоцкая, Г.Н. Бузук // Вестник фармации. – 2009. – № 4(46). – С. 32-38.
6. Гайсин, И.А. Сравнение влияния жарки и холостого нагрева на показатели цвета картофеля фри и используемого для жарки подсолнечного масла / И.А. Гайсин // Вестник Красноярского аграрного университета. – 2018. – № 3. – С. 261-267.
7. Гайсин, И.А. Патент на полезную модель № 202123 U1 Российская Федерация, МПК G01N 33/03. Устройство для оценки и контроля качества растительных масел: № 2020114124: заявл. 03.04.2020: опубл. 03.02.2021 / И.А. Гайсин; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" (ФГАОУ ВО КФУ).
8. Черноусова, О.В. Цифровые изображения в аналитической химии для количественного и качественного анализа / О.В. Черноусова, О.Б. Рудаков // Химия, физика и механика материалов. – 2019. – № 2(21). – С. 55-125.
9. Colorimetry technical report / International Commission on Illumination; CIE, 2004, ISBN 390190639. URL: <https://cielab.xyz/pdf/cie.15.2004%20colorimetry.pdf> (дата обращения: 19.01.2021).