

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ К ОКИСЛЕНИЮ ФРИТЮРНЫХ ЖИРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ ФАСТФУД ИЗ ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА

I.P. Rogozin, R.L. Perkel, I.V. Kruchina-Bogdanov

INPUT CONTROL OF THE RESISTANCE TO OXIDATION OF FRYING FATS AT THE PRODUCTION OF FAST FOOD FROM YEAST DOUGH

Рогозин И.П. – асп. Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург.

E-mail: ilya199207@mail.ru

Перкель Р.Л. – д-р техн. наук, проф. Высшей школы биотехнологии и пищевых технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург.

E-mail: r.perkel@mail.ru

Кручина-Богданов И.В. – канд. хим. наук, генеральный директор ООО «МИП«АМТ», г. Санкт-Петербург.

E-mail: amt.mip@gmail.com

Rogozin I.P. – Post-Graduate Student, Higher School of Biotechnology and Food Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg.

E-mail: ilya199207@mail.ru

Perkel R.L. – Dr. Techn. Sci., Prof., Higher School of Biotechnology and Food Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg.

E-mail: r.perkel@mail.ru

Kruchina-Bogdanov I.V. – Cand. Chem. Sci., General Director, JSC “MIP ‘AMT”, St. Petersburg.

E-mail: amt.mip@gmail.com

При производстве продукции фастфуд методом жарки во фритюре в жире накапливаются токсичные продукты окисления. Потребление термически окисленного фритюрного жира оказывает отрицательное воздействие на органы пищеварительного тракта, изменяет в худшую сторону результаты анализов крови. По этой причине необходимо по возможности тормозить процесс окисления и ограничивать накопление в жире токсичных продуктов. В настоящем исследовании оценивали устойчивость к окислению фритюрных жиров, используемых при производстве продукции фастфуд из дрожжевого теста методом жарки во фритюре. Устойчивость к окислению фритюрных жиров оценивали методом рансиметрии (ускоренного окисления). Термическую стабильность фритюрных жиров в реальном технологическом процессе исследовали в процессе окисления при жарке полуфабрикатов из дрожжевого теста. Жарку продуктов во фритюре проводили в течение 8 ч с отбором проб фритюрного жира. В исследуемых образцах определяли содержание сопряженных диенов, соединений, нерастворимых в петро-

лейном эфире (СНПЭ), и эпоксидов. Впервые установлена корреляционная зависимость между устойчивостью к окислению фритюрных жиров, определяемой методом рансиметрии, и термической стабильностью фритюрных жиров, которую оценивали по накоплению продуктов окисления фритюрного жира. Обязательный входной контроль термической устойчивости фритюрного жира методом рансиметрии позволяет четко контролировать допустимый срок использования жиров в технологическом процессе производства продукции фастфуд из дрожжевого теста. Для промышленного использования рекомендуются фритюрные жиры с термической устойчивостью не менее 4 часов.

Ключевые слова: входной контроль, безопасность, фритюрный жир, дрожжевое тесто, ускоренное окисление, сопряженные диены, эпоксиды, термическая стабильность, метод рансиметрии.

At the production fast food by a frying method in hot fan toxic products of oxidation are accumulated in fat. The consumption of thermally oxidized deep

fat makes negative impact on bodies of digestive tract, changes for the worse blood tests results. For this reason it is necessary to slow down whenever possible the process of oxidation and to limit the accumulation of toxic products in fat. In the research the resistance to oxidation of deep fats used at the production fast food from yeast dough by a frying method in hot fan was estimated. The resistance to oxidation of deep fats was estimated by ransimetry method (accelerated oxidation). Thermal stability of deep fat in real technological process was investigated in the course of oxidation when frying semi-finished products from yeast dough. Frying products in hot fan was carried out during 8 hours with deep fat sampling. In studied samples the maintenance of interfaced dienes, the content of compounds insoluble in petroleum ether (CIPE), and the content of epoxides were determined. Correlation dependence between the resistance to oxidation of deep fat determined by ransimetry method, and thermal stability of deep fat which was estimated on accumulation of products of oxidation of deep fat has been for the first time established. Obligatory entrance control of thermal stability of deep fat by ransimetry method allows controlling accurately admissible term of using fats in technological process of production fast food from yeast dough. For industrial use deep fat with thermal stability not less than 4 hours are recommended.

Keywords: *input control, safety, deep fat, yeast dough, accelerated oxidation, conjugated dienes, epoxides, thermal stability, ransimetry method.*

Введение. При производстве продукции фастфуд из дрожжевого теста методом жарки во фритюре (пышки, пончики, сырные шарики, фрукты и овощи в кляре) необходимо по возможности тормозить процесс окисления фритюрного жира и, соответственно, ограничивать накопление в этом жире и поглощение готовой продукцией токсичных продуктов окисления. Для этой цели используют комплекс мероприятий:

- подбирают термически стабильные фритюрные жиры [1];
- используют пищевые добавки-антиоксиданты;
- совершенствуют аппаратуру, снижая по возможности контакт фритюрного жира с кислородом воздуха [2];

- уменьшают продолжительность использования жира, заменяя его свежим;
- применяют очистку использованного фритюрного жира специальными адсорбентами [3, 4];
- уменьшают поглощение фритюрного жира и продуктов его термоокислительной деструкции готовыми изделиями за счет использования разрешенных пищевых добавок – гидроколлоидов [5–7].

За рубежом изготовители кулинарных и фритюрных жиров обычно приводят результаты оценки термической стабильности таких жиров методом ускоренного окисления по прибору Рансимат (так называемый метод рансиметрии) [8]. Однако в отечественной научной литературе такие данные практически отсутствуют.

Вместе с тем крайне важно оценивать сроки реальной термической стабильности используемых фритюрных жиров. Исследования, проведенные в Институте питания АМН СССР еще в шестидесятых годах прошлого века [9, 10], показали близкую корреляцию между содержанием продуктов распада жира, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), и воздействием термически окисленных жиров на организм.

Действительно, в клинических экспериментах на животных (белых крысах) показано, что потребление термически окисленного фритюрного жира оказывает отрицательное воздействие на органы пищеварительного тракта, изменяет в худшую сторону результаты биохимического и клинического анализов крови экспериментальных животных [11–13]. Особо токсичными продуктами термического окисления жиров являются также эпоксиды, которые проявляют свойства лейкотоксинов, разрушая лейкоциты и нарушая формулу крови [14–16].

Цель работы. Исследовать термическую стабильность некоторых промышленно выпускаемых фритюрных жиров отечественного и зарубежного производства, используемых при производстве продукции фастфуд из дрожжевого теста методом жарки во фритюре.

Задачи: исследовать методом рансиметрии устойчивость к окислению некоторых промышленно выпускаемых фритюрных жиров; установить соотношение между устойчивостью к окислению фритюрных жиров и предельно допусти-

мым временем использования жира в технологическом процессе.

Объекты и методы исследований. Экспериментальную часть работы выполняли в технологических и научно-исследовательских лабораториях ВШБТиПТ СПбПУ Петра Великого.

Жарку полуфабрикатов из теста проводили в электрической фритюрнице «Moulinex» вместимостью 1 дм³ фритюрного жира при температуре 180 °С в течение 4–6 мин. В перерывах между изготовлением изделий жир выдерживали при температуре не ниже 170 °С.

Фритюрные жиры «Санни Голд» и «Вегафрай 05» производства ООО «Каргилл Россия» (г. Ефремово Тульской обл.) – по ТУ 9142-018-00365617-2006 «Жиры специального назначения».

Жир «Санни Голд» изготовлен из рафинированного дезодорированного подсолнечного масла с высоким содержанием линолевой кислоты и содержит разрешенные пищевые добавки антиоксидантов и стабилизаторов (Е319 – трет-бутилгидрохинон, Е330 – лимонная кислота, Е900 – полидиметилсилоксан).

Жир «Вегафрай 05» изготовлен из смеси дезодорированного подсолнечного масла с рафинированным дезодорированным пальмовым маслом и содержит аналогичные пищевые добавки антиоксидантов и стабилизаторов.

Фритюрный жир «Rainbow» производства Rucola JSC (Литва). Состав: подсолнечное масло – 25 %, рапсовое масло – 75 %. Содержание в жире насыщенных жирных кислот 14 %, мононенасыщенных 48 %, полиненасыщенных 38 % (в том числе линоленовой кислоты 4–5 %). По рекламному описанию производителя, жир идеально подходит для жарки и приготовления блюд во фритюре. Не рекомендуется использовать температуру выше 180 °С и применять жир повторно для жарки более чем 4–6 партий продукта.

Устойчивость к окислению фритюрных жиров оценивали методом рансиметрии (методом ускоренного окисления) в соответствии с ГОСТ Р 51481-99 (ИСО 6886-96) [8]. Окисление жира кислородом воздуха проводили при 110 °С в кинетической области по кислороду. Интенсивность окисления оценивали по накоплению летучих низкомолекулярных жирных кислот, которое контролировали кондуктометрически по

увеличению проводимости раствора в измерительной ячейке. Изменение проводимости раствора в измерительной ячейке записывали автоматически в зависимости от продолжительности окисления в форме кривой проводимости. Продолжительность индукционного периода определяли по максимуму на второй производной кривой проводимости.

Термическую стабильность фритюрных жиров в реальном технологическом процессе исследовали в процессе окисления при жарке полуфабрикатов из теста (пышки, пончики, фрукты и овощи в кляре) при температуре 180 °С. Окисление жира проходило в диффузионной области по кислороду.

Жарку продуктов во фритюре проводили в течение 8 ч с отбором проб фритюрного жира через каждые 1–2 ч. В исследуемых образцах фритюрного жира определяли содержание сопряженных диенов, соединений, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), и эпоксидов приведенными ниже методами.

Определение вторичных продуктов окисления, содержащих сопряженные двойные связи, производили по ГОСТ 54607.3-2014, п. 6.4 [17]. Оптическую плотность раствора жира в гексане «D» определяли при длине волны 232 нм в кювете толщиной 10 мм на спектрофотометре СФ-26.

По результатам измерения рассчитывали удельное поглощение E по формуле: $E = D/P$, где P – навеска исследуемого жира, г.

При удельном поглощении менее 15 фритюрный жир считается пригодным для дальнейшего использования (то есть содержание в нем термостабильных вторичных продуктов окисления не превышает 1 %). Исходя из этого, массовую долю в жире термостабильных вторичных продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), рассчитывали по формуле (%): $СНПЭ = E/15$.

В некоторых образцах жира содержание СНПЭ определяли непосредственно по методике ВНИИЖ [10].

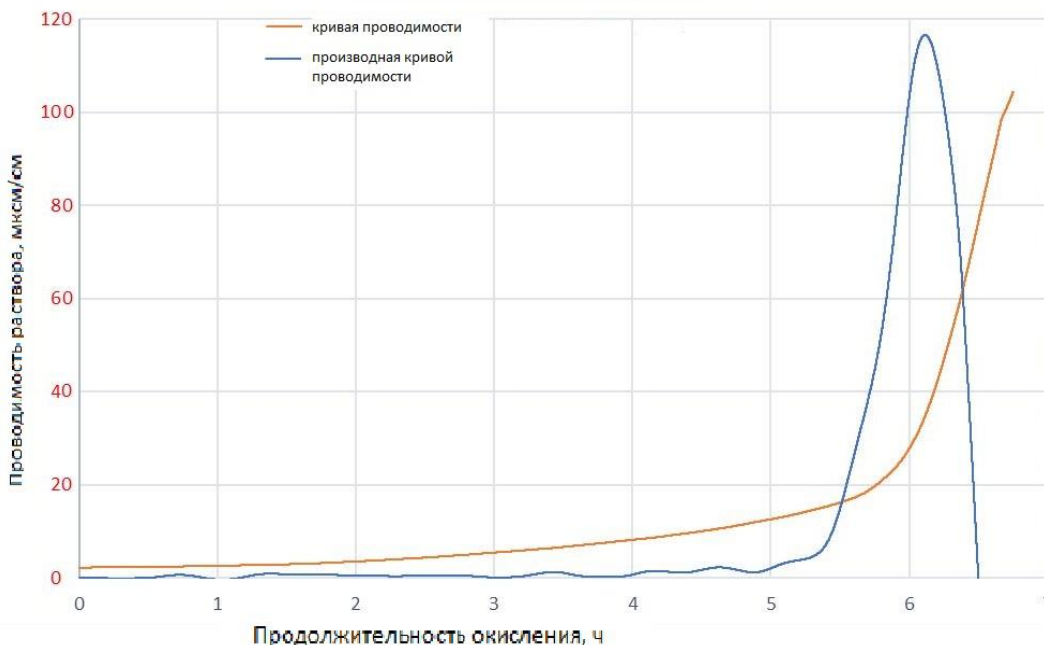
Содержание эпоксидов определяли по авторскому свидетельству [18]. Анализируемый образец жира обрабатывали 82–87%-й фосфорной кислотой с последующим осаждением непрореагировавшей кислоты неполярным углеводородным растворителем (например, гексаном или четыреххлористым углеродом). По-

сле удаления осадка непрореагировавшей кислоты центрифугированием и растворителя в роторном испарителе под вакуумом в анализируемой пробе определяли количество фосфорной кислоты, вступившей в реакцию с эпоксидами, и рассчитывали количество эпоксидов в жире.

В соответствии с действующими СП 2.3.6.1079-01 [19] и результатами наших предварительных исследований [20,21], предельно допустимый срок использования фритюрного

жира заканчивался, когда в жире накапливалось не менее 1,0 % соединений, нерастворимых в петролейном эфире (СНПЭ), и 60–65 ммоль/кг эпоксидов.

Результаты исследований и их обсуждение. Кривая проводимости раствора в измерительной ячейке при ускоренном окислении жира «Rainbow» приведена на рисунке. Устойчивость этого жира к окислению, по данным рансиметрии, составляет 6,12 часа.



Кривая проводимости раствора в измерительной ячейке при ускоренном окислении фритюрного жира «Rainbow» и ее вторая производная. Устойчивость жира к окислению 6,12 ч

В нижеприведенной таблице приведены результаты определения устойчивости жира к окислению для исходных образцов фритюрных жиров «Санни Голд», «Вегафрай 05» и «Rainbow», а также к окислению образцов этих жиров после их продолжительного использования в технологическом процессе.

Параллельно в той же таблице приведены результаты определения термической устойчивости жиров по накоплению продуктов термоокислительной деструкции фритюрного жира. Например, термическая стабильность исследуемого

образца фритюрного жира «Санни Голд» составила около 5,5 ч, жира «Rainbow» – 7 ч, жира «Вегафрай 05» после его использования в течение 8 ч – примерно еще 5 ч, то есть предполагаемая термическая стабильность этого жира составляет около 13 ч.

Устойчивость к окислению фритюрного жира «Сани Голд» после его окисления в течение 16 ч составила всего 0,2 ч, что свидетельствует о накоплении в жире за этот период низкомолекулярных продуктов окисления и практическом отсутствии термической стабильности.

Устойчивость к окислению исследованных фритюрных жиров *

Фритюрный жир	Устойчивость фритюрных жиров к окислению по данным рансиметрии, ч	Реальная термическая стабильность фритюрных жиров при жарке изделий во фритюре			
		Массовая доля диенов в жире, %	Массовая доля СНПЭ в жире по расчету, %	Массовая доля СНПЭ в жире по анализу, %	Массовая доля эпоксидов, ммоль/кг жира
Жир «Санни Голд» исходный	4,4	0,85	0,52	0,17	9,8
Жир «Санни Голд» после использования в течение 6 ч	-	1,66	1,03	1,14	76
Жир «Санни Голд» после использования в течение 16 ч	0,2	-	-	-	-
Жир «Вегафрай 05» исходный	11,1	-	-	-	-
Жир «Вегафрай 05» после использования в течение 8 ч	4,1	-	-	-	-
Жир «Rainbow» исходный	6,1	0,6	0,37	-	6
Жир «Rainbow» после использования в течение 7 ч	-	1,6	1,0	-	62

* по результатам ускоренного окисления и по накоплению продуктов окисления фритюрного жира при жарке во фритюре изделий из дрожжевого теста.

Оценка полученных результатов позволяет сделать вывод, что между устойчивостью фритюрного жира к окислению, определяемой методом рансиметрии, и термической стабильностью жира по накоплению в нем продуктов окисления существует корреляционная зависимость, которая выражена уравнением

$$T = 1,2 T_p,$$

где T – термическая стабильность фритюрного жира, ч; T_p – устойчивость жира к окислению по рансиметрии, ч.

Таким образом, по данным рансиметрии можно приближенно рассчитать термическую стабильность жира T в технологическом процессе.

Результаты рансиметрии позволяют уверенно оценить реальную стабильность фритюрных жиров в технологическом процессе и довольно четко предсказать допустимую продолжительность использования фритюрного жира

без проведения спектральных и химических анализов. На практике рекомендуется использовать в промышленном производстве фритюрные жиры с устойчивостью к окислению не менее 4 ч.

Выводы

1. Впервые установлена корреляционная зависимость между устойчивостью фритюрного жира к окислению по данным рансиметрии и термической стабильностью этих жиров в реальном технологическом процессе.

2. Обязательный входной контроль термической устойчивости каждой партии фритюрных жиров методом ускоренного окисления позволит четко контролировать допустимый срок использования этих жиров в технологическом процессе производства продукции фастфуд из дрожжевого теста.

3. Для использования в промышленном процессе рекомендуются фритюрные жиры с устойчивостью к окислению не менее 4 ч.

Литература

1. ТУ 9142-018-00365617-2006. Жиры специального назначения. – М., 2006.
2. *Primo-Martin C.* Deep-fat fried battered snacks prepared using super heated steam (SHS): Crispness and low oil content/ *C. Primo-Martin, H. van Deventer* // *Food Research International*. – 2011. – V. 44. – P. 442–448.
3. *Yates R.A., Caldwell J.D.* Adsorptive Capacity of Active Filter Aids for Used Cooking Oil // *JAOCS*. – 1992. – № 9. – P. 894–897.
4. *Cooke B.S.* Adsorbent Treatment of Frying Oil: Commercial Frying Case Study // *Abstracts World Conference and Exhibition on Oilseed and Vegetable Oil Utilization, General Session 111: Frying Oils/ Oil Stability*. 14-16.08/2006, Istanbul, Turkey.
5. *Васькина В.А., Львович Н.А., Вайншенкер Т.С.* Использование гидроколлоидов в качестве поверхностных антижировых барьеров // *Кондитерское и хлебопекарное производство*. – 2014. – № 1-2. – С. 18–21.
6. *Львович Н.А., Васькина В.А., Байков В.Г.* [и др.]. Влияние гидроколлоидов на физико-химические свойства мучных кондитерских изделий «Чак-чак» и фритюрных жиров при обжаривании // *Кондитерское производство*. – 2011. – № 6. – С. 23–26.
7. *Varela P., Fiszman S.M.* Hydrocolloids in Fried Foods. A Review // *Food Hydrocolloids*. – 2011. – V. 25. – P. 1801–1812.
8. ГОСТ Р 51481-99 (ИСО 6886-96). Жиры и масла животные и растительные. Метод определения устойчивости к окислению (метод ускоренного окисления). – М., 1999.
9. *Бренц М.Я.* Исследование изменений растительных масел в процессе термической обработки в них продуктов на предприятиях общественного питания: дис. ... канд. техн. наук. – М., 1965. – 152 с.
10. Определение суммарного содержания продуктов окисления, нерастворимых в петролейном эфире: руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под общ. ред. *В.П. Ржехина и А.Г. Сергеева*. – Л.: ВНИИЖ, 1967. – Т. 1, кн. 2. – С. 1007.
11. *Симакова И.В., Перкель Р.Л.* Воздействие фритюрных жиров на состав крови подопытных животных // *Теоретические и прикладные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания: сб. науч. тр. СПбТЭИ*. – СПб., 2009. – С. 42–47.
12. *Макарова А.Н., Симакова И.В., Перкель Р.Л.* Исследование влияния на организм закусочных и сдобных мучных кондитерских изделий при их длительном потреблении по клиническому анализу крови // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2011. – № 3(8). – С. 67–74.
13. *Симакова И.В., Закревский В.В., Перкель Р.Л.* [и др.]. Интенсивность патологических изменений в организме животных в зависимости от степени окисления пальмового масла: тез. докл. Всерос. конгр. нутрициологов // *Вопросы питания*. – 2016. – № 2. – С. 36.
14. *Greene J.F.* [et al.]. Toxicity of epoxy acids and related compounds to cells expressing human soluble epoxide hydrolase // *Chem. Res. Toxicol.* – 2000. – V. 13. – P. 217–226.
15. *Goicoechea E., Guillen, M.D.* Analysis of hydroperoxydes, aldehydes and epoxydes by ¹H nuclear magnetic resonance in sunflower oil oxidized at 70 and 100 °C // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – V. 58. – P. 6234–6245.
16. *Marmesat S., Velasco J., Dobarganes M.C.* Quantitative determination of epoxy acids, keto acids and hydroxyl acids formed in fats and oils at frying temperatures // *Journal of Chromatography A*, 1211. – 2008. – 129–134.
17. ГОСТ Р 54607.3-2014. Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 3. Методы контроля соблюдения процессов изготовления продукции общественного питания. – М.: Стандартинформ, 2015 (п. 6.4. Спектрофотометрический метод определения степени термического окисления жира).
18. Авторское свидетельство СССР №1040914, МПК⁷G 01 N 33/02, G 01N 31/02. Способ ко-

- личественного определения эпоксигрупп в жирах / В.С. Стопский, Н.Л. Меламуд, Г.Е. Куличенко, Ф.Б. Эстрина – Заявитель Научно-производственное объединение «Масложирпром».
19. СП 2.3.6.1079-01. Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья. – М.: ИнтерСЭН, 2001.
 20. *Рогозин И.П., Елисеева Н.С., Перкель Р.Л.* [и др.]. Кинетика изменения показателей безопасности жира при жарке во фритюре фруктов и овощей в кляре // *Технология и продукты здорового питания: мат-лы X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 20-летию кафедры «Технологии продуктов питания», 100-летию факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий»* / под ред. *И.В. Симаковой*. – Саратов, 2018. – С. 73–81.
 21. *Рогозин И.П., Перкель Р.Л., Симакова И.В.* Кинетика изменения показателей безопасности жира при жарке во фритюре полуфабрикатов из теста // *Актуальная биотехнология*. – 2018. – № 3 (26). – С. 466–470.
- Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. – 2014. – № 1-2. – S. 18–21.
6. *L'vovich N.A., Vas'kina V.A., Bajkov V.G.* [i dr.]. Vlijanie gidrokolloidov na fiziko-himicheskie svojstva muchnyh konditerskih izdelij «Chak-chak» i fritjurnyh zhиров pri obzharivanii // *Konditerskoe proizvodstvo*. – 2011. – № 6. – S. 23–26.
 7. *Varela P., Fiszman S.M.* Hydrocolloids in Fried Foods. A Review // *Food Hydrocolloids*. – 2011. – V. 25. – P. 1801–1812.
 8. GOST R 51481-99 (ISO 6886-96). Zhiry i masla zhivotnye i rastitel'nye. Metod opredelenija ustojchivosti k okisleniju (metod uskorenного окисления). – М., 1999.
 9. *Brenc M.Ja.* Issledovanie izmenenij rastitel'nyh masel v processe termicheskoj obrabotki v nih produktov na predpriyatijah obshhestvenного питания: dis. ... kand. tehn. nauk. – М., 1965. – 152 s.
 10. Opredelenie summarnого soderzhaniya produktov okislenija, nerastvorimyh v petrolejnom jefire: rukovodstvo po metodam issledovanija, tehnohimicheskomu kontrolju i uchetu proizvodstva v maslozhировой promyshlennosti / pod obshh. red. *V.P. Rzhehina i A.G. Sergeeva*. – L.: VNIIZh, 1967. – T. 1, kn. 2. – S. 1007.
 11. *Simakova I.V., Perkel' R.L.* Vozdejstvie fritjurnyh zhиров na sostav krovi podopytnyh zhivotnyh // *Teoreticheskie i prikladnye voprosy razvitija tehnologii produktov i organizacii obshhestvenного питания: sb. nauch. tr. SPbTJel.* – SPb., 2009. – S. 42–47.
 12. *Makarova A.N., Simakova I.V., Perkel' R.L.* Issledovanie vlijaniya na organizm zaksочnyh i sдобnyh muchnyh konditerskih izdelij pri ih dlitel'nom potreblenii po klinicheskomu analizu krovi // *Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyyh produktov*. – 2011. – № 3(8). – S. 67–74.
 13. *Simakova I.V., Zakrevskij V.V., Perkel' R.L.* [i dr.]. Intensivnost' patologicheskikh izmenenij v organizme zhivotnyh v zavisimosti ot stepeni okislenija pal'movого masla: tez. dokl. Vseros. kongr. nutriciologov // *Voprosy pitaniya*. – 2016. – № 2. – S. 36.
 14. *Greene J.F.* [et al.]. Toxicity of epoxy acids and related compounds to cells expressing

Literatura

1. TU 9142-018-00365617-2006. Zhiry special'nого naznachenija. – М., 2006.
2. *Primo-Martin C.* Deep-fat fried battered snacks prepared using super heated steam (SHS): Crispness and low oil content / *C. Primo-Martin, H. van Deventer* // *Food Research International*. – 2011. – V. 44. – P. 442–448.
3. *Yates R.A., Caldwell J.D.* Adsorptive Capacity of Active Filter Aids for Used Cooking Oil // *JAOCS*. – 1992. – № 9. – P. 894–897.
4. *Cooke B.S.* Adsorbent Treatment of Frying Oil: Commercial Frying Case Study // *Abstracts World Conference and Exhibition on Oilseed and Vegetable Oil Utilization, General Session 111: Frying Oils / Oil Stability*. 14-16.08/2006, Istanbul, Turkey.
5. *Vas'kina V.A., L'vovich N.A., Vajnsenker T.S.* Ispol'zovanie gidrokolloidov v kachestve poverhnostnyh antizhirovyh bar'erov //

- human soluble epoxide hydrolase // Chem. Res. Toxicol. – 2000. – V. 13. – P. 217–226.
15. *Goicoechea E., Guillen, M.D.* Analysis of hydroperoxydes, aldehydes and epoxydes by ¹H nuclear magnetic resonance in sunflower oil oxidized at 70 and 100 oC // J. Agric. Food Chem. – 2010. – V. 58. – P. 6234–6245.
16. *Marmesat S., Velasco J., Dobarganes M.C.* Quantitative determination of epoxy acids, keto acids and hydroxyl acids formed in fats and oils at frying temperatures // Journal of Chromatography A, 1211. – 2008. – 129–134.
17. GOST R 54607.3-2014. Услуги обshhestvenno-go pitaniya. Metody laboratornogo kon-trolja proizvodcii obshhestvennogo pitaniya. Chast' 3. Metody kontrolja sobljudenija processov izgotovlenija proizvodcii obshhestvennogo pitaniya. – M.: Standartinform, 2015 (p. 6.4. Spektrofotometricheskij metod opredelenija stepeni termicheskogo okislenija zhira).
18. Avtorskoe svidetel'stvo SSSR №1040914, MPK7G 01 N 33/02, G 01N 31/02. Sposob kolichestvennogo opredelenija jepoksigrupp v zhirah / V.S. Stopskij, N.L. Melamud, G.E. *Kulichenko, F.B. Jestrina* – Zajavitel' Nauchno-proizvodstvennoe ob'edinenie «Maslozhir-prom».
19. SP 2.3.6.1079-01. Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k organizacii obshhestvennogo pitaniya, izgotovleniju i oborotospособnosti v nih pishhevyyh produktov i prodovol'stvennogo syr'ja. – M.: InterSJeN, 2001.
20. *Rogozin I.P., Eliseeva N.S., Perkel' R.L.* [i dr.]. Kinetika izmenenija pokazatelej bezopasnosti zhira pri zharke vo fritjуре fruktov i ovoshhej v kljare // Tehnologija i produkty zdorovogo pitaniya: mat-ly X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 20-letiju kafedry «Tehnologii produktov pitaniya», 100-letiju fakul'teta veterinarnoj mediciny, pishhevyyh i biotehnologij» / pod red. I.V. Simakovoj. – Saratov, 2018. – S. 73–81.
21. *Rogozin I.P., Perkel' R.L., Simakova I.V.* Kinetika izmenenija pokazatelej bezopasnosti zhira pri zharke vo fritjуре polufabrikatov iz testa // Aktual'naja biotehnologija. – 2018. – № 3 (26). – S. 466–470.

