

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФРИТЮРНОГО ЖИРА И ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФРИТЮРНОГО ЖИРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Милкова-Томова И.В., д-р, главный ассистент, Иванова Сн.Д., д-р, главный ассистент,
Георгиева П.Ив., д-р, доцент
Университет пищевых технологий, г. Пловдив, Р. Болгария
Бояджиев Д.Т., д-р, доцент
Университет «Пансий Хилендарски», г. Пловдив, Р. Болгария

На предприятиях общественного питания широко практикуется жарение полуфабрикатов (картофеля, рыбы и др.), запанированных двойной панировкой в большом количестве жира-фритюра [1,6,7,8,13]. Многократное использование жира для этой цели сопровождается ухудшением его органолептических свойств и изменением физико-химических показателей: ростом вязкости и коэффициента преломления, накоплением вторичных термостойких продуктов окисления и сополимеризации, которые оказывают неблагоприятное влияние на организм. В связи с этим необходим строгий контроль за степенью окислительной порчи жира [14].

It is well-established that the heating of edible oils and fats results in both thermal and oxidative degradation processes, the end products of which may reduce product quality and may be potential health risks. The goal of the fryer operator is to minimize these degradation processes. This may be accomplished by understanding the mechanisms of thermal-oxidative stability and optimizing storage conditions and process parameters to minimize these effects. It is strongly recommended to avoid the use of oils/fats with trans fatty acids and/or high levels of saturated fatty acids (preferably <15%). In this article we propose a mathematical dispersion analysis of the indicators of chemical and physical analyzes of multiple heat-treated fat from olive oil to control and optimize the process of frying.

Ключевые слова: фритюрный жир, физико-химические показатели, дисперсионный анализ, математико-статистический анализ, критерий Тьюки, критерий Колмогорова-Смирнова.

Формулирование целей статьи. Целью настоящей работы является анализ базы данных физико-химических показателей фритюрных жиров растительного происхождения во время жарки длительно в шесть дней, при помощи дискриминантного анализа.

Чтобы достичь поставленной цели, мы определили следующие задачи:

- Проанализировать фритюрный жир растительного происхождения (подсолнечное масло) в процессе жарки продуктов растительного и животного происхождения (ПФ из цыплят).
- Установить влияние повторяемости жарки на применение фритюра из подсолнечного масла.
- Установить значительную разницу в стойкости исследуемых физико-химических показателей.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов. Исследовали фритюрный жир (подсолнечное масло торговой марки «Калиакра»). Картофель и запанированный двойной панировкой полуфабрикат из цыплят – объем пробы 400г., жарили шесть дней на профессиональной фритюрнице ЕФ-24 М-1. Температура жарки 180 °С. Во время эксперимента объем фритюра поддерживали постоянным, доливая подсолнечное масло. Аналитическими методами [9,10] определяли содержание свободных жирных кислот, стоимость пероксидного числа [11] коэффициент рефракции [12] и количество дикарбонильных соединений [4].

Эксперимент включают результаты 5 параллельных опытов проведенных в лабораториях Университета Пищевых Технологий г. Пловдива. Обработка результатов проведена в Лаборатории биометрии Технического Университета г. Берлина, при помощи программы Статистика (Statistika).

Вид распределения рассмотренных показателей установлен при помощи критерия Колмогорова-Смирнова [3]. С помощью дисперсионного анализа исследовано влияние фактора кратности применения. Чтобы установить статистически значимые различия показателей фритюрного жира в процессе жарки продуктов растительного и животного происхождения использовали критерий множественных сравнений Тьюки [2,5].

Обработанные стоимости физико-химических показателей фритюрного жира (подсолнечное масло) первого, третьего и шестого дня представлены в таблицах 1, 2, 3, 4.

Таблица 1 – Химические показатели фритюрного жира после жарки запанированного полуфабриката

Пероксидное число	Mean	St.Dev	St.Err	Кислотное число	Mean	St.Dev	St.Err
Начало	0.522	0.004	0.002	начало	16.973	1.404	0.702
1 день	0.512	0.001	0.000	1 день	39.140	0.536	0.268
3 день	0.505	0.003	0.001	3 день	40.400	0.792	0.396
6 день	0.502	0.002	0.001	6 день	43.203	0.919	0.459

Таблица 2 – Физические показатели фритюрного жира после жарки запанированного полуфабриката

Коэффициент рефракции	Mean	St.Dev	St.Err	Содержание продуктов окисления, %	Mean	St.Dev	St.Err
начало	1.474	0.000	0.000	начало	0.038	0.002	0.001
1 день	1.475	0.000	0.000	1 день	0.107	0.004	0.002
3 день	1.477	0.000	0.000	3 день	0.137	0.004	0.002
6 день	1.478	0.000	0.000	6 день	0.321	0.008	0.004

Таблица 3 – Химические показатели фритюрного жира после жарки картофеля

Пероксидное число	Mean	St.Dev	St.Err	Кислотное число	Mean	St.Dev	St.Err
Начало	0.522	0.004	0.002	начало	16.973	1.404	0.702
1 день	0.519	0.001	0.000	1 день	55.830	1.072	0.536
3 день	0.514	0.002	0.001	3 день	20.058	3.473	1.736
6 день	0.514	0.001	0.001	6 день	15.010	0.956	0.478

Таблица 4 – Физические показатели фритюрного жира после жарки картофеля

Коэффициент рефракции	Mean	St.Dev	St.Err	Содержание продуктов окисления, %	Mean	St.Dev	St.Err
Начало	1.474	–	–	начало	0.038	0.002	0.001
1 день	1.475	–	–	1 день	0.068	0.009	0.004
3 день	1.476	–	–	3 день	0.127	0.003	0.001
6 день	1.478	–	–	6 день	0.208	0.005	0.003

Таблица 5 – Дисперсионный анализ стоимости показателя пероксидное число

Растительное масло					
картофель	Пероксидное число	Запанированный полуфабрикат			
		начало	1 день	3 день	6 день
	начало		0.001	0.000	0.000
	1 день	0.000		0.016	0.001
	3 день	0.003	0.000		0.260
6 день	0.000	0.000	0.000		

Что бы определить влияние фактора кратности применения фритюрного жира использовали дисперсионный анализ. В табл. 5 и 6 представлены результаты по критерию Тьюки. Вероятность меньше 0,05 показывает статистически значимые различия.

Из данных приведенных в таблицах видно, что после третьего дня жарки, только показатель перекисного числа запанированного полуфабриката статистически значимо и не меняется. Следовательно, с технологической точки зрения, после третьего дня накопление продуктов окисления не отсчитывается.

Все остальные физико-химические показатели статистически значимо меняются.

Таблица 6 – Дисперсионный анализ стоимости показателя кислотное число

Растительное масло					
картофель	Кислотное число	Запанированный полуфабрикат			
		начало	1 день	3 день	6 день
	начало		0.000	0.000	0.000
	1 день	0.000		0.000	0.001
	3 день	0.000	0.000		0.007
6 день	0.000	0.000	0.018		

Применение критерия Тьюки показывает, что коэффициент рефракции и содержание продуктов окисления в жире при жарки являются статистически различными. Это доказывает накопление дикарбонильных соединений во время жарки во фритюрном масле растительного происхождения.

Таблица 7 – Дисперсионный анализ стоимости показателя коэффициент рефракции

Растительное масло					
картофель	Коэффициент рефракции	Запанированный полуфабрикат			
		начало	1 день	3 день	6 день
	Начало		0.001	0.000	0.000
	1 день	0.004		0.000	0.000
	3 день	0.000	0.019		0.000
6 день	0.000	0.000	0.000		

Таблица 8 - Дисперсионный анализ стоимости показателя содержание продуктов окисления

Растительное масло					
картофель	Содержание продуктов окисления, %	Запанированный полуфабрикат			
		начало	1 день	3 день	6 день
	Начало		0.000	0.000	0.000
	1 день	0.000		0.000	0.000
	3 день	0.000	0.000		0.000
6 день	0.000	0.000	0.000		

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.

1. Анализ базы данных физико-химических показателей фритюра из растительного масло в процессе жарки продуктов растительного и белкового происхождения, показывает возможность установить значимые различия полученных стойкостей методом дискриминантного анализа.

2. Установлено, что в процессе жарки в растительном масле влияние фактора кратности применения фритюра для запанированного полуфабриката только после третьего дня не изменяется.

Литература

1. Ангелова М., Златанов М. Изследване стабилността на слънчогледово масло при термична обработка // Научни трудове «Хранителна наука, техника и технологии». – Университет по хранителни технологии, Пловдив. – 2005. – Вып. LI, Т. 2.
2. Бояджиев Д.Т., Дисертационен труд за придобиване на научна степен «доктор», Пловдив, – 2008.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. «Высшая школа», Москва, – 1990.
4. Терзива В. Стокознание на хранително-вкусовите продукт. –К.: УХТ.Пловдив, – 2006.
5. Bojadzhiev D., Statistical Characteristics of Singel Sort of Grape Bulgarian Wines, 34-rd International Conference on Applied Mathematics AMEE'08, Созополюни. – 2008.
6. Bouchon P., Aguilera M.J., Pyle L.D. Structure Oil-Absorption Relationships During Deep-Fat Frying//Journal of Food Science. –2003. – vol.68, 9, – P. 2711–2716.

7. Choe, E., Min B. D., (2007) Chemistry of Deep-Fat Frying of Oils, Journal of Food Science. Vol 72, Issue 4, P. – 231–240.
8. Napolitano A., Morales F., Sacchi R., Fohliano V., Relationship between Virgin Olive Oil Phenolic Compounds and Acrylamide Formation in Fried Crisps // Agric.Food Chem. – 2008. – 56, – P. 2034-2040.
9. Official Method. AOAC 940.28 (1995), Fatty Acids (Free) in Crude and Refined Oils, Titration Method, AOCS-AOAC Method, AOAC Official Methods of Analysis. Oils and Fat, Chapter 41, – P. 10.
10. Official method 920.160, (1995) Saponification Number (Koettstorfer Number) of Oils and Fats, Acetylation Method, AOAC Official Methods of Analysis. Oils and Fat, AOAC Chapter 41, – P.9.
11. Official method 965.33, (1995) Peroxide Value of Oils and Fats, Titration Method, AOCS-AOAC Method, AOAC Official Methods of Analysis. Oils and Fat, Chapter 41, – P. 9.
12. Official Methods of Analysis AOAC, Chapter 41, – 1995. – P. 5,.
13. Smit St.A., King E.R., Min B.D., Oxidative and Thermal Stabilities of Genetically Modified High Oleic Sunflower Oil//Food Chemistry. – 2007. – 102. – P. 1208-1213.
14. International Symposium in Deep-Frying-Errors and Myths of Industrial and Catering Frying: 22-24 May 2011 in Hagen , Germany.

УДК 637.5'62:641.522:006.83

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ВИРОБІВ З М'ЯСА ПІСЛЯ ДВОСТОРОННЬОГО ЖАРЕННЯ В УМОВАХ ЕЛЕКТРООСМОСУ

**Скрипник В.О., к-т техн. наук, доцент, Фарієєв А.Г., асистент
Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»,
м. Полтава**

У роботі наведено результати експериментальних досліджень якості та безпечності готових виробів із м'яса після двостороннього жарення в умовах електроосмосу. Встановлено, що якість виробів за кислотністю, вмістом металу поверхонь жарення, мікробіологічними показниками, структурними та органолептичними властивостями після двостороннього жарення в умовах електроосмосу не нижча, ніж у виробів після жарення основним способом на сковороді.

The article contains the results of experimental researches of quality and safety of finished products, of meat after bilateral frying in electroosmosis. Found that quality products for acidity, content of metal surfaces frying and microbiological parameters, structural and organoleptic properties after bilateral frying in electroosmosis is not lower than the products after the main method of frying in a pan.

Ключові слова: двостороннє жарення, електроосмос, якість готових смажених виробів

Постановка проблеми

Однією з найважливіших проблем, з якими стикаються заклади ресторанного господарства, є якість виробів, які в них реалізуються. Якість готових смажених виробів з м'яса залежить не лише від вихідної сировини та умов реалізації, а й від умов теплового оброблення. Традиційні процеси жарення характеризуються значними витратами енергоносія, є тривалими у часі і, відповідно, мають невисокий тепловий ККД. Крім того, умови теплового оброблення (температура поверхні жарення або жиру 180...200 °С) призводять до утворення і накопичення в спочатку цілком безпечному напівфабрикаті шкідливих для організму людини хімічних речовин ендегенної природи - гетероциклічних ароматичних амінів (ГАА) [1]. Одним із способів удосконалення процесу теплового оброблення виробів з м'яса є двостороннє жарення в умовах електроосмосу [2]. Якість та безпечність готових виробів після двостороннього жарення в умовах електроосмосу не досліджувались.

Аналіз основних досліджень і публікацій

Розроблений у вищому навчальному закладі Укоопспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі" спосіб жарення [3] дозволяє значно скоротити тривалість процесу теплової обробки до 40...60 с, питомі витрати електроенергії до 0,13 кВт·год/кг і отримати якісні смажені вироби з виходом до 90 % без ГАА внаслідок використання температур поверхонь жарення 150°C. Реалізація даного способу стала можливою після розроблення і виготовлення низки апаратів [4], у яких для створення зусилля стиснення використовується пересувний вантаж або система важелів. Основними недоліками першого апарата є велика маса (15,5 кг) і, відповідно велика металоємність (323 кг/м²), а також великі фізичні навантаження