

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ В РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

*Н.В. Макарова, М.С. Воронина*

*Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия*

Различные виды мяса являются на данный момент одними из самых востребованных пищевых продуктов в мире. В процессе хранения в жирах происходят сложные химические изменения, приводящие к ухудшению их качества, называемые порчей. Органолептическая порча обнаруживается по появлению неприятного специфического вкуса и запаха, часто по изменению цвета и консистенции жира. Порче способствуют свободный доступ кислорода, действие света, повышенная температура, катализаторы, ферменты жировой ткани микроорганизмы, наличие воды. С целью изучения скорости окислительных процессов жирнокислотной фазы животных жиров при реальных процессах технологической переработки и приготовления кулинарных блюд исследованы перекисное, кислотное, анизидиновое, Тотох, тиобарбитуровое числа для бараньего, говяжьего, свиного и куриного жира в различных модельных условиях: нагрев в воде (температура 95–100 °С, время обработки 120 мин, модуль мясо: вода 1:2), жарка в металлической посуде (температура 210–220 °С, время обработки 120 мин), тушение в стеклянной посуде (температура 210–220 °С, время обработки 120 мин), нарушение условий хранения (температура 20–22 °С, время обработки 360 мин). Данные виды тепловой обработки были выбраны с учетом рекомендаций, приведенных в Сборнике рецептур блюд и кулинарных изделий. Обнаружена высокая вероятность к увеличению изученных показателей в случае хранения при повышенной температуре и жарке в металлической посуде. Исходя из этих данных, даются рекомендации по необходимости использования натуральных антиоксидантов в процессах переработки мяса, производства пищевых продуктов с использованием мяса и животных жиров, приготовления кулинарных блюд, в рецептуре которых присутствуют различные виды мяса.

**Ключевые слова:** жир, окисление, перекисное число, анизидиновое число, тиобарбитуровое число, термообработка, хранение.

## Введение

Мясо является уникальным продуктом с приятным вкусом, особенной текстурой, специфическим ароматом, что обеспечивает мясу большую популярность среди потребителей [1]. Кроме того, мясо является одним из основных источников белка, минеральных веществ, микроэлементов, витаминов группы В, А и D [2]. Однако за последние годы возрос спрос на натуральные, безопасные, питательные, полезные для здоровья продукты. И это в полной мере относится к мясу [3, 4]. Одним из факторов, ограничивающих срок годности мяса, является окислительная порча липидов [5]. Ненасыщенные жирные кислоты, содержащие одну или несколько двойных связей, подвержены процессу окисления. Присутствие кислорода воздуха, повышенная температура в процессе технологической или кулинарной обработки, воздействие света, наличие веществ, ускоряющих процессы окисления (ионов металлов) приводит к быстрому развитию процесса окисления. Окисление не происходит равномерно, но однажды начавшись, эта реакция протекает с большими скоростя-

ми. Сам процесс свободно-радикального окисления можно разделить на три стадии: зарождение, развитие цепи, обрыв цепи. Во время зарождения цепи образуются частицы – свободные радикалы. Они характеризуются наличием неспаренного электрона, за счет чего и обладают высокой реакционной способностью. Они стремятся присоединить электрон другой молекулы. При этом образуются новые радикалы и наблюдается цепная реакция. В условиях доступа кислорода радикалы его присоединяют. При этом образуются перекисные соединения – нерадикальные промежуточные соединения, способные распадаться с образованием двух свободных радикалов. На фазе обрыва цепи перекисные соединения распадаются на альдегиды, кетоны, углеводороды [1, 5, 13].

Интерес к подробным исследованиям механизма окисления мяса, новых методов изучения этих процессов, условий влияния на процесс окисления разных факторов в литературе огромный. Например, болгарские ученые [6] изучили влияние времени нагревания (0–45–60 мин) при температуре 100 °С на уро-

вень вторичных продуктов окисления, образующихся в баранине. Увеличение времени нагревания приводит к повышению содержания карбонильных соединений практически в 2 раза.

Жирно-кислотный состав, рН, содержание карбонильных соединений исследовано в [7] и для мяса баранины, хранящегося в различных условиях (обычная и вакуумная упаковка) в течение 14 дней. При хранении протекают процессы окисления липидов в мясе баранины, однако, в наименьшей степени без доступа кислорода.

Для разных полуфабрикатов из свинины проведено сравнительное исследование жирно-кислотного состава, результаты которого показывают разную степень окисления жирных кислот в зависимости от технологии переработки [8, 9].

На примере изучения жирно-кислотного состава и степени окисления куриного мяса доказано [10], что большое влияние на уровень этих показателей имеет состав диеты при кормлении и включение в нее витаминно-минеральных комплексов [11]. При этом для куриного мяса и яиц возможно не только снижение окислительных процессов, но и содержание холестерина [12], а снижение окислительных процессов наблюдается не только в исходном мясе, но и на протяжении хранения этого мяса в течение 120 дней [13].

На глубину протекания процессов окисления куриного мяса оказывают влияние как температура нагревания [14], так и обработка давлением [15].

Хотя при хранении мяса говядины содержание вторичных продуктов окисления изменяется незначительно, при этом изменения жирно-кислотного состава более существенны [16]. Сами процессы окисления жировой фазы изучены не только для самого мяса, но и для продуктов переработки – колбасы [17], а окислительные процессы значительно отличаются как по глубине, так и по направлению протекания в зависимости от упаковки (биоразлагаемая или небiorазлагаемая) для хранения мяса [18].

Возможно предотвращение или торможение процессов окисления жировой фазы мяса при использовании антиоксидантов. Так, например, в качестве натуральных антиоксидантов для мяса предлагается использовать имбирь, розмарин, тмин, шалфей [19], для курицы прополис [20], для говядины чеснок [21],

артишок [22], для куриного мяса аскорбиновая кислота [23], для свинины цветки вишни лизи [24], для мяса – порошки сушеных овощей: моркови, брокколи, шпината, лука, красного перца, томата [25], для свинины – перец чили, аннато, соус Моле [26]. Во всех случаях авторы наблюдали снижение уровня первичного и вторичного окисления образцов мяса.

Однако, несмотря на ряд проведенных исследований, анализ научных статей показывает, что изучение окислительной стабильности мяса не носит широко масштаба. Тогда как вопросы влияния технологии переработки мяса, в частности кулинарной обработки, на глубину протекания процессов окисления остаются нераскрытыми.

Целью данной работы является исследование окислительной стабильности животных жиров в ходе тепловой обработки. Основные задачи исследования оценки степени окисления жиров:

1) моделирование реальных технологических процессов переработки мяса и производства пищевых продуктов и кулинарных блюд с использованием мяса: нагрев в воде (температура 95–100 °С, время обработки 120 мин, модуль мясо : вода 1:2), жарка в металлической посуде (температура 210–220 °С, время обработки 120 мин), тушение в стеклянной посуде (температура 210–220 °С, время обработки 120 мин), нарушение условий хранения (температура 20–22 °С, время обработки 360 мин);

2) сравнительный анализ уровня окислительных процессов животных жиров для различных условий;

3) выработка рекомендаций по оптимальным технологическим режимам обработки и хранения животных жиров и пищевых продуктов с включением в их состав различных видов мяса.

#### Методы

*Методика обработки образцов животных жиров.* Модель обработки I. 100 г животного жира выдерживают при температуре 210–220 °С в течение 120 мин в металлической посуде.

Модель обработки II. 100 г животного жира выдерживают при температуре 210–220 °С в течение 120 мин в стеклянной посуде.

Модель обработки III. 100 г животного жира выдерживают при температуре 20–22 °С в течение 360 мин.

Модель обработки IV. 100 г животного жира смешивают с 200 мл дистиллированной воды и выдерживают при температуре 95–100 °С в течение 120 мин.

*Методика определения степени окисления животных жиров по перекисному числу.* За основу взята методика в статье [27] с изменениями для собственных объектов. К 5 г животного жира добавляют 30 мл смеси уксусная кислота – хлороформ (3:2). После растворения исследуемого образца добавляют 0,5 мл насыщенного раствора йодида калия, раствор оставляют на 1 мин, доливают 30 мл дистиллированной воды и титруют 0,01 М раствором тиосульфата натрия до исчезновения светло-желтого цвета, добавляют 0,5 мл 1 % раствора крахмала и титруют раствором тиосульфата натрия до исчезновения голубой окраски. Рассчитывают перекисное число в моль  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub>/кг.

*Методика определения степени окисления животного жира по кислотному числу.* За основу взята методика в статье [27] с изменениями для собственных объектов. К 1,5 г животного жира добавляют 25 мл спиртоэфирной нейтрализованной смеси. Перемешивают. Добавляют 2–3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 М раствором КОН до получения светло-розовой не исчезающей в течение 30 с окраски.

*Методика определения степени окисления животного жира по анизидиновому чис-*

*лу.* За основу взята методика в статье [28] с изменениями для собственных объектов. 1,5 г животного жира растворяют в 25 мл *изо*-октана. Отбирают пробу в 5 мл и добавляют 5 мл 0,25 %-ного раствора анизидина в уксусной кислоте. Выдерживают 10 мин для осуществления реакции. Снимают спектр поглощения при 350 нм.

*Методика определения степени окисления животного жира по ТОТОХ числу.* За основу взята методика в статье [28] с адаптацией для собственных объектов.

*Методика определения степени окисления животного жира по тиобарбитуровому числу.* За основу взята методика в статье [29] с изменениями для собственных объектов. 0,1 г образца животного жира смешивают с 0,9 мл дистиллированной воды и 5 мл ТВА реактива (0,375 % тиобарбитуровой кислоты, 15 % трихлоруксусной кислоты и 0,25 М HCl). Смесь нагревают на водяной бане 10 мин до появления розовой окраски, охлаждают до комнатной температуры, центрифугируют при скорости 5000 об/мин 10 мин. Снимают спектр поглощения при 532 нм и определяют тиобарбитуровое число по калибровочному графику, построенному по стандартному веществу – малондиальдегиду (МДА) в мг МДА/1 кг исходного животного жира.

### Результаты и их обсуждение

В качестве исходного образца был взят

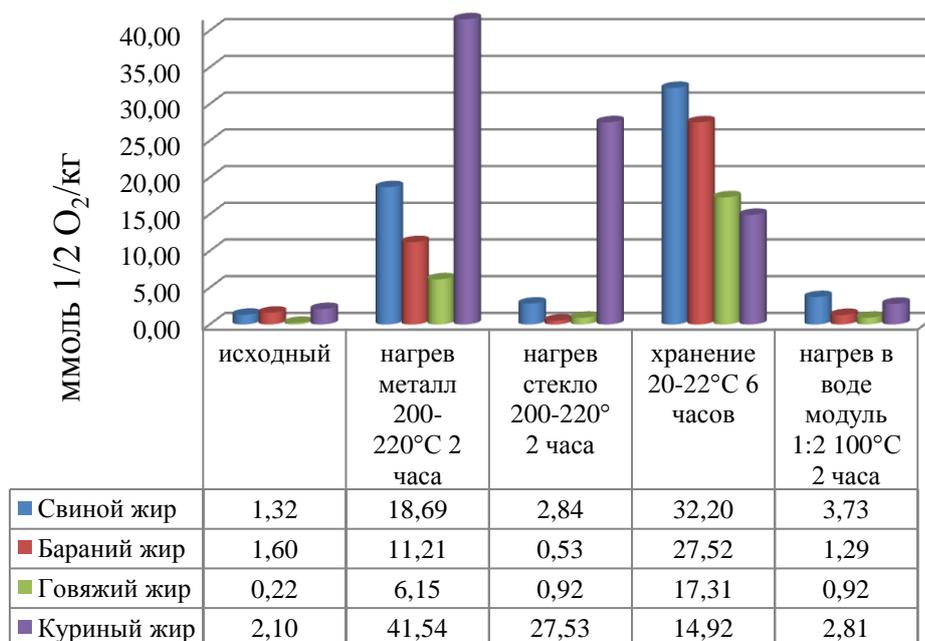


Рис. 1. Результаты определения перекисного числа животных жиров

животный жир без тепловой обработки. Результаты определения перекисного числа животных жиров в различных моделирующих условиях представлены на рис. 1. Из всех изученных животных жиров наибольшим уровнем первичного окисления отличается куриный жир (2,10 ммоль  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub>/кг), наименьшим – говяжий жир (0,22 ммоль  $\frac{1}{2}$  O<sub>2</sub>/кг). Наибольшее накопление перекисных соединений в условиях модельной обработки также наблюдается именно для куриного жира, наименьшее – для говяжьего и свиного жира. Из всех технологий обработки наибольшее ускорение стадии первичного накопления пероксидов способствовали – нагревание при температуре 210–220 °С в металлической посуде и нарушение условий хранения при 20–22 °С. Таким образом, начальные стадии окисления характерны для куриного жира как содержащего большее количество ненасыщенных жирных кислот, чем для всех других изученных видов животных жиров. Наиболее устойчивым жиром в данной стадии окисления является говяжий жир, как содержащий большое количество насыщенных жирных кислот. При окислении играет большую роль выбор посуды, так как ионы металлов катализируют окисление, а обычная варка мяса в воде по сравнению с другими используемыми технологиями является наиболее щадящим режимом.

Порча животных жиров, вызванная реакциями гидролиза, возникает в результате расщепления молекулы триглицерида по сложноэфирной связи с образованием свободных жирных кислот. Кислотное число представляет собой количество гидроксида калия, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот.

Результаты определения кислотного числа животных жиров в различных условиях тепловой обработки представлены на рис. 2. Исходя из данных, представленных на рис. 2, можно отметить, что наименьшее значение кислотного числа характерно для исходного образца куриного жира, наибольшее – для образца свиного жира. В процессе обработки наблюдается увеличение доли свободных жирных кислот. При этом процессами, в наибольшей степени способствующими этой реакции, являются нагрев в металлической посуде и длительное хранение при температуре 20–22 °С.

Однако определение перекисного числа не обеспечивает полную оценку степени окисленности животных жиров, в связи с промежуточной природой перекисных соединений и их разрушением на последующих стадиях до прочих продуктов окисления. Расщепление гидропероксидов является одной из основных реакций иницирования

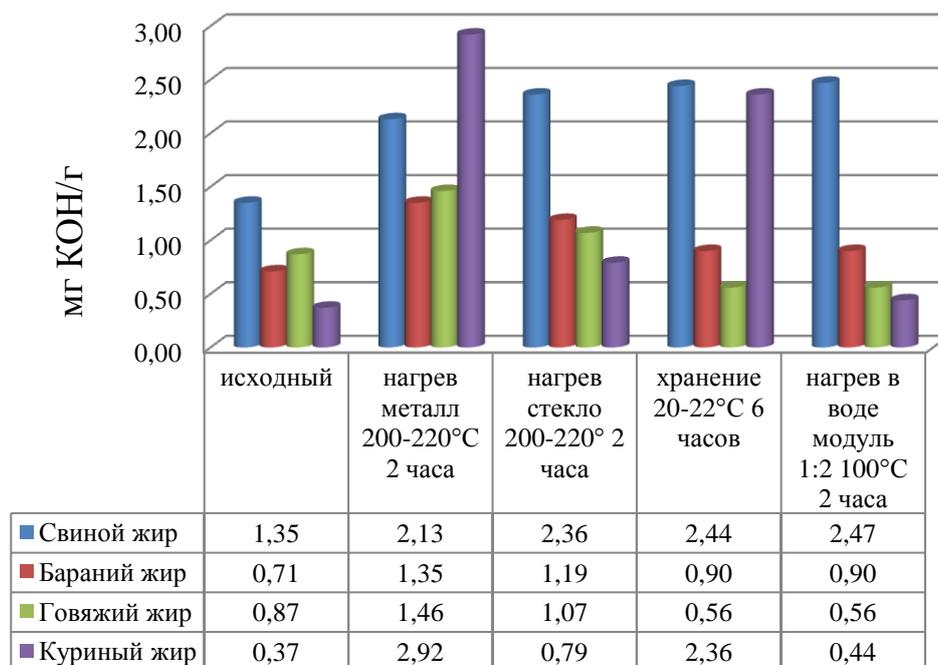


Рис. 2. Результаты определения кислотного числа животных жиров

## Биохимический и пищевой инжиниринг

окисления в животных жирах. На этой стадии образуется множество летучих соединений: кетонов и альдегидов. Именно анизидиновое число характеризует количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -ненасыщенных альдегидов, присутствующих в животных жирах. Метод основан на реакции анизидина с альдегидами в присутствии уксусной кислоты с образованием продуктов реакции, имеющих желтоватую окраску.

Результаты определения анизидинового числа животных жиров в различных условиях тепловой обработки представлены на рис. 3. Анализируя данные, представленные на рис. 3, можно сделать вывод по степени устойчивости к образованию вторичных продуктов окисления для разных типов животных жиров. Наиболее высокой устойчивостью на начальной стадии обладает бараний жир. В процессах нагревания и хранения бараний и свиной жиры накапливают вторичные продукты окисления в меньшей степени, чем куриный и говяжий жиры. А для куриного жира в процессе хранения при 20–22 °С наблюдается существенное протекание вторичного окисления с образованием карбонильных соединений.

Определение анизидинового числа для животных жиров, сопровождается определением и перекисного числа. Рассматривая реакции окисления животных жиров в целом, можно сказать, что на первых стадиях пере-

кисное число возрастает, однако, по мере распада пероксидов до альдегидов и кетонов начинает увеличиваться анизидиновое число. Исходя из этих данных, можно определить общую степень окисленности животных жиров по Totox-числу. Но следует учитывать, что это число всего лишь безразмерный эмпирический параметр, характеризующий устойчивость животных жиров к дальнейшему окислению.

Результаты определения Totox-числа животных жиров в различных условиях тепловой обработки представлены на рис. 4. Именно Totox-число дает наиболее полное представление об уровне окисления животных жиров как с точки зрения накопления первичных, так и вторичных продуктов окисления. Очевидно, что в наибольшей степени первичному и вторичному окислению подвержен куриный жир. Из всех изученных условий в наибольшей степени ускоряют процессы окисления на первой и второй стадии во всех жирах – это нагревание при 210–220 °С в металлической посуде и хранение при 20–22 °С.

Малоновый диальдегид образуется из полиненасыщенных жирных кислот животных жиров, имеющих в составе своей молекулы не менее трех двойных связей. Содержание альдегидов оценивается по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой. В результате этой реакции образуются конденсированные про-

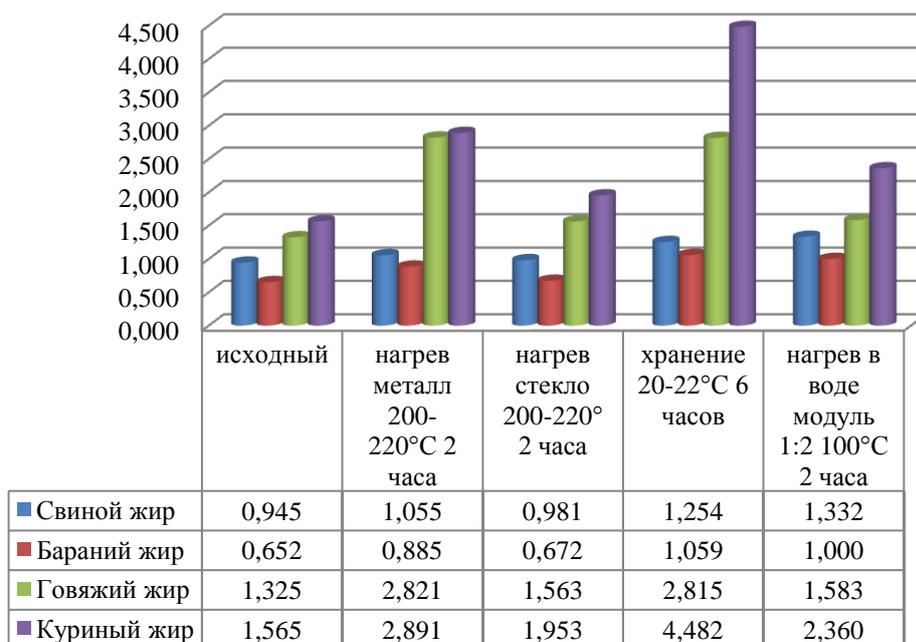


Рис. 3. Результаты определения анизидинового числа животных жиров

дукты, имеющие красный цвет, что можно количественно оценить спектрофотометрическим методом. Именно тиобарбитуровое число считается хорошим индикатором прогорклости животных жиров.

Результаты определения тиобарбитурового числа животных жиров в различных условиях тепловой обработки представлены на рис. 5. Увеличение значения тиобарбитурового числа свидетельствует об усилении процессов окисления и накоплении не только мо-

но-альдегидов и кетонов, но и ди-, три-, поликарбонильных соединений. На основании полученных данных этот процесс наиболее характерен для куриного жира. Из всех исследованных модельных условий накопление доли малонового альдегида наиболее существенное для процессов хранения при 20–22 °С и для нагревания в металлической посуде при 210–220 °С.

**Заключение**

Таким образом, исследование степени

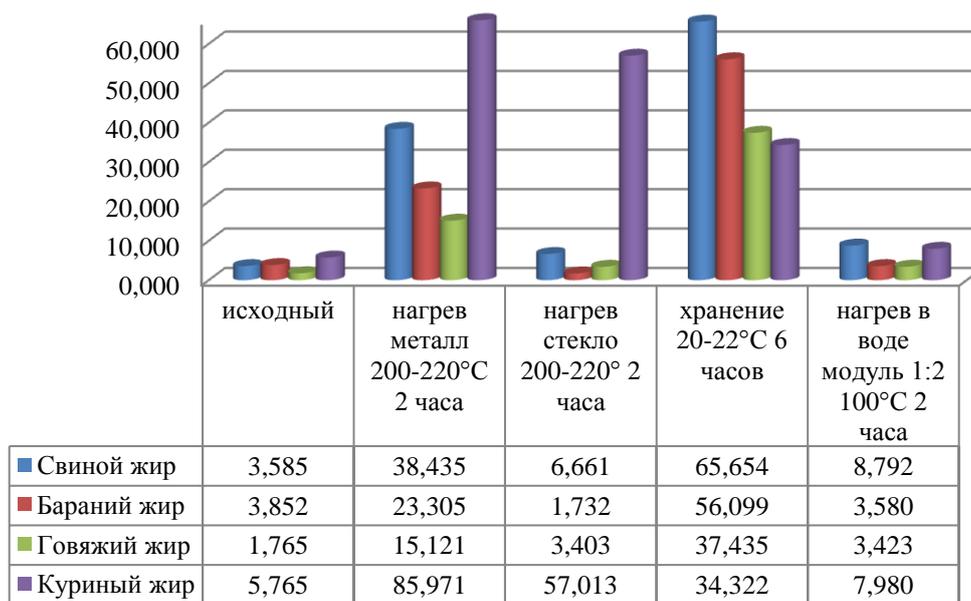


Рис. 4. Результаты определения Totox-числа животных жиров

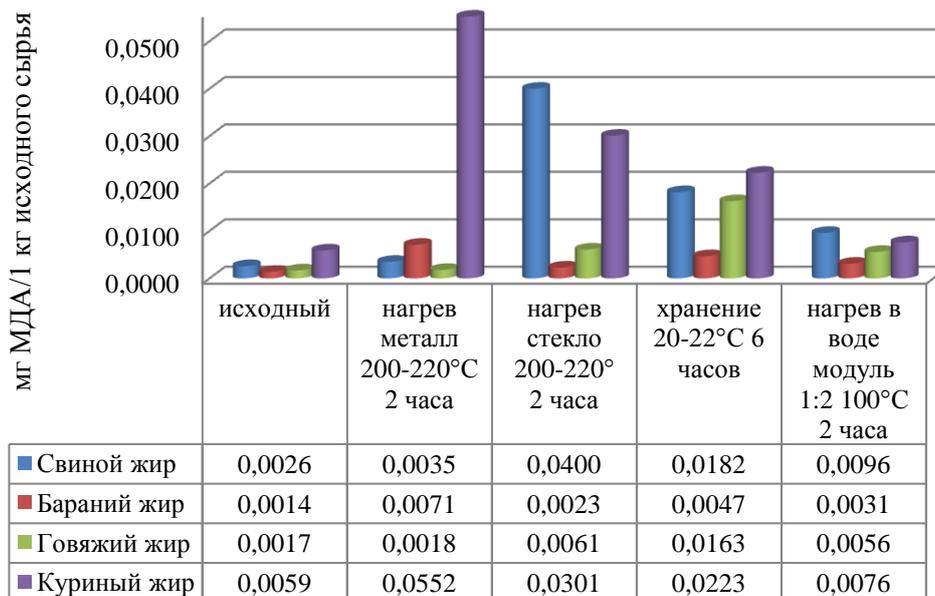


Рис. 5. Результаты определения тиобарбитурового числа животных жиров

окисления животных жиров путем оценки уровня перекисного, кислотного, анизидинового, Тотох-, тиобарбитурового чисел в условиях, имитирующих реальные процессы технологической переработки пищевых продуктов, или кулинарного приготовления продуктов общественного питания показало:

1) куриный жир имеет значительную склонность к окислению, а глубина процессов окисления зависит от конкретных технологических условий обработки;

2) накопление продуктов окисления как первичных, так и вторичных в наибольшей степени наблюдается в случае длительного хранения при температурах 20–22 °С. Исходя из чего необходимо строго соблюдать рекомендуемые температуры и сроки хранения, так как если и не происходит микробиологи-

ческой порчи животных жиров, то имеют место глубокие изменения химического состава животных жиров за счет процессов окисления и гидролиза;

3) приготовление блюд с содержанием животных жиров, с использованием процесса жарки при температурах 210–220 °С в металлической посуде способствует увеличению скорости для протекания окисления жирнокислотной фазы животных жиров, поэтому данную операцию необходимо заменить на более щадящее тушение в стеклянной посуде;

4) в связи с полученными результатами необходимо рекомендовать введение натуральных антиоксидантов в состав готовых продуктов с использованием мяса и главным образом с использованием курицы с высокой жирностью.

### Литература/References

1. Chikwanha O.C., Vahmani P., Muchenje V., Dugan M.E.R., Mapiye C. Nutritional Enhancement of Sheep Meat Fatty Acid Profile for Human Health and Wellbeing. *Food Res. Int.*, 2018, vol. 104, pp. 25–38.
2. Siegrist M., Hartmann Ch. Impact of Sustainability Perception on Consumption of Organic Meat and Meat Substitutes. *Appetite*, 2019, vol. 132, pp. 196–202.
3. Schönbach J.-K., Thiele S., Lhachimi S.K. What are the Potential Preventive Population-health Effects of a Tax on Processed Meat? A Quantitative Health Impact Assessment for Germany. *Preventive Med.*, 2019, vol. 118, pp. 325–331.
4. Haug A., While S.G., Berg J., Hove K., Egelanddal B. Feeding Potentially Health Promoting Nutrients to Finishing Bulls Changes Meat Composition and Allow for Product Health Claims. *Meat Sci.*, 2018, vol. 145, pp. 461–468.
5. Wang Y.Q., Zhong R.Z., Fang Y., Zhou D.W. Influence of Tail Docking on Carcass Characteristics, Meat Quality and Fatty Acid Composition of Fat-tail Lambs. *Small Ruminant Res.*, 2018, vol. 162, pp. 17–21.
6. Popova T., Marinova P. Lipid and Protein Oxidation During Cooking in Meat of Lambs Reared Indoors and on Pasture. *Bulg. J. Agr. Sci.*, 2013, vol. 19, no. 3, pp. 590–594.
7. Mir S.A., Masoodi F.A. Effect of Packing on Lipid Oxidation, Sensory and Color Attributes of the Value Added Mutton Meat Balls During Refrigeration. *J. Nutr. Health Food Eng.*, 2017, vol. 7, no. 3, pp. 301–309.
8. Jasińska K., Kurek M.A. The Effect of Oil Plants Supplementation in Pig Diet on Quality and Nutritive Value of Pork Meat. *Animal Sci. Paper and Reports*, 2017, vol. 35, no. 2, pp. 137–146.
9. Kasprzyk A., Tyra M., Babicz M. Fatty Acid Profile of Pork from a Local and a Commercial Breed. *Arch. Anim. Breed*, 2015, vol. 58, pp. 379–385.
10. Abdulla N.R., Loh T.C., Akit H., Sazili A.Q., Foo H.L., Mohamad R., Rahim R.A., Ebrahimi M., Sabow A.B. Fatty Acid Profile, Cholesterol and Oxidative Status in Broiler Chicken Breast Muscle Fed Different Dietary Oil Sources and Calcium Levels. *South Afr. J. Anim. Sci.*, 2015, vol. 45, no. 2, pp. 153–163.
11. Moravej H., Alahyari-Shahrash M., Kiani A., Begherirad M., Shivazad M. Effects of Different Levels of Vitamin Premix in Finisher Diets on Performance, Immuno-competence and Meat Lipid Oxidation of Chickens Fed on Corn-Soybean Meal. *Vet. Res. Forum*, 2013, vol. 4, no. 1, pp. 13–18.
12. Oğuz M.N., Oğuz F.K., Büyükoğlu T. Effects of Dietary Chicken Grill and Sunflower Seed Oils on Performance, Egg Yolk Cholesterol Level, Biochemical Parameters, and Oxidant/Antioxidant Status of Laying Hens. *Turk. J. Vet. and Animal Sci.*, 2016, vol. 40, pp. 722–729.

13. Da Silva S.L., Marangoni C., Brum D.S., Vendruscolo R.G., Silva M.S., de Moura H.C., Rampelotto C., Wagner R., de Menezes C.R., Barin J.S., Campagnol P.C.B., Cichoski A.J. Effect of Dietary Olive Leaves on the Lipid and Protein Oxidation and Bacterial Safety of Chicken Hamburgers During Frozen Storage. *Int. Food Res. J.*, 2018, vol. 25, no. 1, pp. 383–391.
14. Arguelo N.N., Garcia E.R.M., Ferreira de Lara J.A., Ferraz A.L.J. Physicochemical Characteristics and Lipid Oxidation of Chicken Inner Fillets Subjected to Different Thermal Processing Types. *Braz. J. Poultry Sci.*, 2016, vol. 18, no. 3, pp. 443–450.
15. Reitznerová A., Šuleková M., Nagy J., Marcinčák S., Semjon B., Čertík M., Klempová T. Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectrophotometric Method and Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Molecules*, 2017, vol. 22, pp. 1988.
16. Sosin-Bzducha E., Puchała M. Effect of Bread and Aging Time on Physicochemical and Organoleptic Quality of Beef and its Oxidative Stability. *Arch. Anim. Breed*, 2017, vol. 60, pp. 191–198.
17. Wójciak K.M., Karwowska M., Dolatowski J. Fatty Acid Profile, Color and Lipid Oxidation of Organic Fermented Sausage during Chilling Storage as Influenced by Acid Whey and Probiotic Strains Addition. *Sci. Agric.*, 2015, vol. 72, no. 2, pp. 124–131.
18. Lim S.L., Wan Rolsi W.I. Nutritional Composition and Lipid Oxidation Stability of Beef Patties Packed with Biodegradable and Non-biodegradable Materials. *Sains Malaysiana*, 2014, vol. 43, no. 8, pp. 1197–1203.
19. Pateiro M., Barba F.J., Domínguez R., Sant’Ana A.S., Khaneghah A.M., Gavahian M., Gómez B., Lorenzo J.M. Essential Oils as Natural Additives to Prevent Oxidation Reactions in Meat and Meat Products: A Review. *Food Rs. Int.*, 2018, vol. 113, pp. 156–166.
20. Trembecká L., Haščík P., Čuboň J., Bobko M., Pavelková A. Fatty Acids Profile of Breast and Thigh Muscles of Broiler Chickens Fed Diets with Propolis and Probiotics. *J. Centr. Eur. Agr.*, 2016, vol. 17, no. 4, pp. 1179–1193.
21. Nurwantoro, Bintoro V.P., Legowo A.M., Purnomoadi A., Setiani B.E. Carlic Antioxidant (*Allium Sativum* L.) to Prevent Meat Rancidity. *Procedia Food Sci.*, 2015, vol. 3, pp. 137–141.
22. Ergezer H., Kaya H.I., Şimşek Ö. Antioxidant and Antimicrobial Potential of Artichoke (*Cynara Scolymus* L.) Extract in Beef Patties. *Czech. J. Food Sci.*, 2018, vol. 36, no. 2, pp. 154–162.
23. Bigolin J., Weber C.I., da Trindate Alfaro A. Lipid Oxidation in Mechanically Deboned Chicken Meat: Effect of the Addition of Different Agents. *Food and Nutr. Sci.*, 2013, vol. 4, pp. 219–223.
24. Ding Y., Wang Sh-Y., Yang D.-J., Chang M.-H., Chen Y.-Ch. Alleviative Effects of Litchi (*Litchi Chinensis* Sonn.) Flower on Lipid Peroxidation and Protein Degradation in Emulsified Pork Meatballs. *J. Food and Drug Anal.*, 2015, vol. 23, pp. 501–508.
25. Duthie G., Campbell F., Bestwick Ch., Stephen S., Russell W. Antioxidant Effectiveness of Vegetable Powders on the Lipid and Protein Oxidative Stability of Cooked Turkey Meat Patties: Implications for Health. *Nutrients*, 2013, vol. 5, pp. 1241–1252.
26. Alvarez-Parrilla E., Mercado-Mercado G., De la Rosa L.A., López Díaz J.A., Wall-Medrano A., González-Aguilar G.A. Antioxidant Activity and Prevention of Pork Meat Lipid Oxidation Using Traditional Mexican Condiments (Pasilla Dry Pepper, Achiote, and Mole Sause). *Food Sci. Technol., Campinas*, 2014, vol. 34, no. 2, pp. 371–378.
27. Abbasi E., Sarteshnizi A., Gavlighi H.A., Nikoo M., Azizi M.H., Sadeghinejad N. Effect of Partial Replacement of Fat with Added Water and Tragacanth Gum (*Astragalus Gossypinus* and *Astragalus Compactus*) on the Physicochemical, Texture, Oxidative Stability, and Sensory Property of Reduced Fat Emulsion Type Sausage. *Meat Sci.*, 2019, vol. 147, pp. 135–143.
28. Zotte A.D., Cullere M., Martins C., Alves S.P., Freire J.P.B., Falcão-e-Cunha L., Bessa R.J.B. Incorporation of Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens* L.) Larvae Fat or Extruded Linseed in Diets of Growing Rabbits and Their Effects on Meat Quality Traits Including Detailed Fatty Acid Composition. *Meat Sci.*, 2018, vol. 146, pp. 50–58.
29. Robert P., Zamorano M., González E., Silva-Weiss A., Cofrades S., Giménez B. Double Emulsions with Olive Leaves Extract as Fat Replacers in Meat Systems with High Oxidative Stability. *Food Res. Int.*, 2019, vol. 120, pp. 904–912.

**Макарова Надежда Викторовна**, зав. кафедрой технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет (г. Самара), makarovanv1969@yandex.ru

**Воронина Марианна Сергеевна**, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, Самарский государственный технический университет (г. Самара), marianna419@rambler.ru

*Поступила в редакцию 8 января 2020 г.*

---

DOI: 10.14529/food200207

### STUDY OF OXIDATIVE STABILITY OF ANIMAL FATS IN DIFFERENT TECHNOLOGICAL CONDITIONS

**N.V. Makarova, M.S. Voronina**

*Samara State Technical University, Samara, Russian Federation*

The nutritional value of chicken is not significantly different from beef and pork. During storage, complex fats undergo complex chemical changes leading to a deterioration in their quality, called spoilage. Organoleptic spoilage is detected by the appearance of an unpleasant specific taste and smell, often by a change in color and consistency of fat. Damage is facilitated by the free access of oxygen, the action of light, fever, catalysts, adipose tissue enzymes, microorganisms, and the presence of water. The content of connective tissue in chicken meat is less than in any meat of land animals, and is not more than 8%. There is no shortage of essential amino acids. Chicken meat has high organoleptic characteristics, good digestibility, goes well with other food ingredients, is quickly cooked and is a relatively cheap raw meat. All these positive aspects determine its use in the manufacture of chopped semi-finished products. However, finished chopped products based on chicken meat have a limited shelf life, which creates problems for their production in chilled form. Various types of meat are currently one of the most sought-after foods in the world. In order to study the rate of oxidative processes of the fatty acid phase of animal fats in real processes of technological processing and cooking culinary dishes, peroxide, acid, anisidine, Totox, thiobarbituric numbers for lamb, beef, pork and chicken fat in various model conditions were studied: heating in water (temperature 95–100 °C, processing time 120 min, meat module: water 1: 2), frying in metal utensils (temperature 210–220 °C, processing time 120 min), stewing in glassware (temperature 210–220 °C, processing time 120 min), violation of storage conditions (temperature 20–22 °C, processing time 360 min). A high probability was found to increase the studied parameters in the case of storage at elevated temperatures and frying in metal utensils. Based on these data, recommendations are given on the need to use natural antioxidants in meat processing, food production using meat and animal fats, and cooking, in the recipe of which there are various types of meat.

**Keywords:** fat, oxidation, peroxide number, anisidine number, thiobarbituric number, heat treatment, storage.

**Nadezhda V. Makarova**, Head Department of Technology and Catering, Samara State Technical University, Samara, makarovanv1969@yandex.ru

**Marianna S. Voronina**, Associate Professor, Department of Technology and Catering, Samara State Technical University, Samara, marianna419@rambler.ru

*Received January 8, 2020*

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Макарова, Н.В. Исследование окислительной стабильности животных жиров в разных технологических условиях / Н.В. Макарова, М.С. Воронина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2020. – Т. 8, № 2. – С. 56–64. DOI: 10.14529/food200207

#### FOR CITATION

Makarova N.V., Voronina M.S. Study of Oxidative Stability of Animal Fats in Different Technological Conditions. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2020, vol. 8, no. 2, pp. 56–64. (in Russ.) DOI: 10.14529/food200207