
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ОЗОНИРОВАНИИ

П.А. Попов

ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии
Звенигородское шоссе, 5, Москва, Россия, 123022

В статье приведены результаты изучения качественных показателей мяса цыплят-бройлеров при их озонировании с определением аминокислотного состава, жирно-кислотного состава, биологической ценности, перекисного числа и кислотности жира с учетом сроков хранения.

Ключевые слова: озон, мясо цыплят-бройлеров, аминокислоты, жирно-кислотный состав, биологическая ценность, перекисное число, кислотность жира.

Введение. Мясо птицы и продукты его переработки занимают важнейшее место в рационе питания человека, являются источником высококачественного белка, жирных кислот, витаминов, микро- и макроэлементов [7].

Объем промышленного производства мяса птицы в России постоянно растет; так, в апреле 2011 г. произведено 227,6 тыс. тонн в убойном весе (309,7 тыс. тонн в живом весе, данные Росстата), что на 7,9% больше, чем в апреле 2010 г. Всего за январь—апрель 2011 г. объем производства мяса птицы в сельхозорганизациях России составил более 891 тыс. тонн в убойном весе (1212,5 тыс. тонн в живом весе). По отношению к январю—апрелю 2010 г. производственные показатели возросли на 9,6%.

В настоящее время согласно «Инструкции о мероприятиях по снижению микробной обсемененности тушек птицы, скорлупы яиц, продуктов из мяса птицы и яиц и деконтаминации их от сальмонеллы» для обеззараживания тушек птицы в процессе технологической обработки применяется раствор надуксусной кислоты в концентрации от 0,05 до 0,1% при температуре в ванне охлаждения 0—2 °С и экспозиции 25 минут [7]. Этот метод затратен, требует сложного расчета по формуле и контроля за концентрацией надуксусной кислоты и pH в ванне охлаждения.

Как альтернатива в последние годы стали применять растворы с добавлением озона. Озон в птицеводстве применяется для обеззараживания воздуха, тары, помещений и поверхностей цехов птицефабрик. В настоящее время для озонирования предложены озонаторы ОП-3, ОП-4, ОП-4 Б1 производства НПП «Антарес» (г. Москва) и другие. Озонатор ОП-4 Б1 коронного разряда, производительностью 1750 мг озона в час [1].

В ранее проведенных исследованиях нами изучено бактерицидное действие озона при санировании воздушной среды, обеззараживании различных поверхностей помещений и тары, а также изучены качественные показатели и биологическая ценность яиц при их озонировании.

Материалы и методы. Определение эффективности применения озона для санитарной обработки проводили согласно «Инструкции по ветеринарно-сани-

тарной обработке объектов ветнадзора с применением озона» (М., 2001) с применением озонатора ОП-4Б-1. Обработку яиц озоном проводили в камере объемом 37,5 м³ при концентрации озона 28 мг/м³, экспозиции 90 минут, влажности 68% и температуре 19 °С. Массовую долю влаги определяли согласно ГОСТ Р 51479-99 (ИСО 1442-97) «Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги». Массовую долю жира определяли по ГОСТ 23042-86 «Мясо и мясопродукты. Методы определения жира». Массовую долю белка определяли по ГОСТ 25011-8 «Мясо и мясные продукты». Белок определяли методом Кьельдаля. Содержание общих аминокислот определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием автоматического аминокислотного анализатора LC 3000 с компьютером фирмы «Eprtdorf — Biotronic» (Германия). Количество массовой доли триптофана определяли методом флуоресценции.

Выделение липидов из образцов осуществляли экстракцией хлороформ-метанолом по методу Фолча. Затем определяли состав жирных кислот на газовом хроматографе HP 6890 фирмы «Hewlett Packard» с капиллярной колонкой HP Innwax 30×0,32×0,15 мкм и автоматической программой обработки хроматографических данных «Winpeak» фирмы «Bruker-franzen Analytik SCPA WinPeak» (Германия) [5].

Перекисное число определяли по ГОСТ Р 54346-2011 «Мясо и мясопродукты. Метод определения перекисного числа». Относительную биологическую ценность определяли согласно «Методическим рекомендациям для использования экспресс-метода биологической оценки продуктов и кормов» (утв. ВАСХНИЛ, 1990 г.).

Возможную токсичность определяли согласно «Методических указаний по ускоренному методу определения токсичности продуктов животноводства и кормов» (утверждены Департаментом ветеринарии МСХ РФ 16 октября 2000 г., № 13-7-2/2156) с помощью инфузорий Тетрахимена пириформис (штамм WH14).

Расчет требуемой производительности озонатора проводили по формуле [1]:

$$G = K \cdot C \cdot V_{об} \cdot (1 - K_3),$$

где G — производительность озонатора, г/час; $V_{об}$ — объем, занятый объектом обработки, м³; K_3 — коэффициент заполнения объема; $K = V_{об}/V$; C — концентрация озона, мг/м³; $K = 1 \cdot 10^{-5}$ — коэффициент, выбираемый в зависимости от характера объекта обработки.

Контроль концентрации озона проводили при помощи озонметра марки АФ-2.

Статистическую обработку экспериментальных данных по определению биологической ценности проводили согласно методике [8].

Результаты исследования. *Определение химического состава мяса цыплят-бройлеров.* Результаты исследования общего химического состава мяса цыплят-бройлеров 1-й категории до и после озонирования приведены в табл. 1. Как видно из табл. 1, озонирование не оказывает существенного влияния на химический состав, который практически не отличается от такового до обработки. В этой связи учитывали, что, согласно методам определения химического состава пищевых продуктов, разница (погрешность) измерения не должна превышать по влаге ±10%, белка ±11%, жира ±11%. В данном случае разница между двумя измерениями составляет менее 10% (0,9—1,2%).

Таблица 1

Общий химический состав мяса цыплят-бройлеров при обработке его озоном

| Показатели | Мясо цыплят-бройлеров (n = 10) | | | | Состав по [4] (в 100 г продукта) | |
|----------------------------------|--------------------------------|---------|--|---------|-------------------------------------|---------|
| | до обработки | | после обработки (через 5 дней хранения) | | | |
| Массовая доля влаги, % | 75,0 | | 75,15 | | — | |
| Массовая доля белка, % | 22,5 | | 22,7 | | 19,0 | |
| Массовая доля жира, % | 1,9 | | 1,5 | | 16,0 | |
| Энергетическая ценность на 100 г | 107 ккал | 447 КДж | 104 ккал | 435 КДж | 220 ккал | 920 КДж |

Определение энергетической ценности проводилось из расчета 1 г белка = 4 ккал, 1 г жира = 9 ккал, 1 г углеводов = 4,1 ккал [6]. Так, по показателям энергетической ценности мяса цыплят-бройлеров до и после озонирования оставалось высококалорийным продуктом (табл. 1).

Определение содержания аминокислот мяса цыплят-бройлеров. Результаты определения аминокислотного состава мяса цыплят-бройлеров приведены в табл. 2, из которой можно видеть, что тушки и до, и после озонирования содержат весь перечень как заменимых (аланин, аргинин, аспарагиновая кислота, гистидин, глицин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, цистин), так и незаменимых аминокислот (валин, изолейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин). При этом аминокислотный состав яиц под воздействием озона существенно не изменился. Как известно, согласно методу определения содержания аминокислот в белках способом жидкостной хроматографии точность измерения по отдельным аминокислотам может колебаться от ± 10 до $\pm 20\%$ [2], а в наших опытах она составила по незаменимым аминокислотам 2,33%, а по заменимым 6,48%.

Таблица 2

Содержание общих аминокислот в мясе цыплят-бройлеров до и после озонирования

| Наименование аминокислот | Мясо цыплят бройлеров 1 категории (n = 10) | | Состав по [4] (% к сухому белку) |
|--------------------------|--|-----------------|-------------------------------------|
| | содержание аминокислот, мг/100 г | | |
| | до обработки | после обработки | |
| Незаменимые аминокислоты | | | |
| Валин | 399,058 | 396,981 | 107,0 |
| Изолейцин | 644,677 | 690,671 | 316,0 |
| Лейцин | 1 661,251 | 1 666,764 | 1 086,0 |
| Лизин | 1 526,498 | 1 624,495 | 948,0 |
| Треонин + серин | 2 345,661 | 2 106,948 | — |
| Метионин | 548,824 | 539,791 | — |
| Триптофан | 406,16 | 263,86 | — |
| Фенилаланин | 761,877 | 764,527 | 472,0 |
| Заменимые аминокислоты | | | |
| Глицин | 905,123 | 1002,052 | — |
| Аланин | 964,812 | 932,151 | — |
| Цистин | 176,798 | 131,616 | — |
| Аргинин | 1 291,701 | 1278,997 | — |
| Аспарагиновая кислота | 2 068,203 | 1907,860 | — |

Окончание

| Наименование аминокислот | Мясо цыплят бройлеров 1 категории ($n = 10$) | | Состав по [4] (% к сухому белку) |
|--------------------------|--|-----------------|----------------------------------|
| | содержание аминокислот, мг/100 г | | |
| | до обработки | после обработки | |
| Гистидин | 1 190,640 | 1002,051 | — |
| Глутаминовая кислота | 3 909,611 | 3602,775 | — |
| Тирозин | 707,827 | 725,506 | — |
| Пролин | 719,496 | 624,009 | — |
| Итого: | | | |
| Заменимых | 11 934,211 | 11 207,017 | — |
| Незаменимых | 8 294,006 | 8 054,037 | — |

Определение жирно-кислотного состава мяса цыплят-бройлеров. Результаты изучения жирно-кислотного состава мяса до и после озонирования представлены в табл. 3. Метрологическая характеристика результатов анализа содержания каждой из жирных кислот проведена по формуле:

$$r = 0,197 + 0,036 \cdot X,$$

где r — допустимое расхождение, X — среднее арифметическое значение для каждой жирной кислоты; допустимое расхождение содержания жирных кислот должно быть не более 1% от абсолютного содержания каждой кислоты [5].

Таблица 3

Жирно-кислотный состав мяса цыплят-бройлеров до и после озонирования

| Жирные кислоты | До обработки, % | | После обработки, % | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| | содержание жирн. кислоты (ср. арифм.) | допустимое расхождение (r) | содержание жирн. кислоты (ср. арифм.) | допустимое расхождение (r) |
| Каприловая С 8:0 | 0,07 | 0,199 | 0,15 | 0,202 |
| Каприновая С 10:0 | 0,23 | 0,205 | 0,4 | 0,211 |
| Ундециловая С 11:0 | 0,04 | 0,198 | 0,09 | 0,200 |
| Тридекановая С 13:0 | 0,09 | 0,200 | 0,05 | 0,199 |
| Миристиновая С 14:0 | 0,92 | 0,230 | 0,44 | 0,212 |
| Миристолеиновая С 14:1 | 0,2 | 0,204 | 0,06 | 0,199 |
| цис-10-пентадеценная С 15:1 | 0,05 | 0,180 | 0,09 | 0,199 |
| Пальмитиновая С 16:0 | 17,3 | 0,819 | 22,85 | 1,019 |
| Пальмитолеиновая С 16:1 | 7,45 | 0,465 | 6,0 | 0,413 |
| Маргариновая С 17:0 | 0,58 | 0,217 | 0,39 | 0,191 |
| Гептадеценная С 17:1 | 0,18 | 0,203 | 0,1 | 0,200 |
| Стеариновая С 18:0 | 40,2 | 1,644 | 13,18 | 0,671 |
| Олеиновая С 18:1 | 22,0 | 0,989 | 38,45 | 1,58 |
| Элаидиновая С 18:1 | 0,13 | 0,201 | 0,2 | 0,204 |
| Линолевая С 18:2 w6 | 1,5 | 0,251 | 0,34 | 0,209 |
| γ -Линоленовая С 18:3 w6 | 1,75 | 0,260 | 0,18 | 0,203 |
| Линоленовая С 18:3 w3 | 0,2 | 0,204 | 0,16 | 0,202 |
| Арахидиновая С 20:0 | 1,27 | 0,242 | 0,51 | 0,211 |
| Гадолеиновая С 20:1 w9 | 0,03 | 0,198 | 0,05 | 0,198 |
| цис-11, 14-эйкозадиеновая С 20:2 w6 | 0,05 | 0,198 | 0,09 | 0,200 |
| цис-11,14,17-эйкозатриеновая С 20:3 n3 | 1,1 | 0,236 | 2,2 | 0,276 |

Окончание

| Жирные кислоты | До обработки, % | | После обработки, % | |
|---|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| | содержание жирн. кислоты (ср. арифм.) | допустимое расхождение (r) | содержание жирн. кислоты (ср. арифм.) | допустимое расхождение (r) |
| Бегеновая C22:0 | 0,4 | 0,211 | 0,58 | 0,217 |
| Докозагексаеновая C22:6 w3 | 0,1 | 0,200 | 0,64 | 0,220 |
| Лигноцериновая C24:0 | 0,1 | 0,200 | 0,37 | 0,210 |
| Неидентифициров. к-ты C ₆ —C ₂₀ | 3,21 | 0,312 | 10,6 | 0,578 |
| Итого | 100 | — | 100 | — |

Как видно из табл. 3, уровень содержания жирных кислот после озонирования яиц находится в пределах расчетных единиц согласно указанной формуле. В науке о питании пока нет определенных выводов о количественной взаимосвязи биологической ценности продуктов с измененным составом жирных кислот, в связи с чем нами были поставлены биологические опыты с применением Тетрахимены пириформис, а также проведено определение органолептических показателей мяса цыплят-бройлеров после озонирования.

Определение биологической ценности мяса цыплят-бройлеров. Для постановки опыта использована 5-суточная культура Тетрахимены пириформис (штамм WH14). Была определена относительная биологическая ценность (ОБЦ) и возможная токсичность содержимого мяса цыплят-бройлеров после озонирования в сравнении с неозонированным мясом. Результаты определения относительной биологической ценности (ОБЦ) мяса птицы приведены в табл. 4.

Таблица 4

Относительная биологическая ценность мяса цыплят бройлеров (n = 10) после озонирования

| Вариант | Среднее количество инфузорий в 1 мл среды | ОБЦ, в % к контролю |
|----------|---|---------------------|
| Опыт | $(36,35 \pm 0,9) \cdot 10^4$ | 99,8 |
| Контроль | $(36,42 \pm 0,7) \cdot 10^4$ | 100,0 |

Как видно из таблицы, количество клеток инфузорий, выросших на исследованной озонированной массе мяса птицы, практически равно количеству последних при исследовании неозонированной (контроль) массы мяса птицы. Определено также, что после озонирования мяса цыплят-бройлеров не установлено отрицательного воздействия данного продукта на выживаемость клеток инфузорий, их подвижность и характер движения, поведенческую реакцию, а также морфологические показатели, что свидетельствует об отсутствии токсичных свойств испытуемого образца.

Определение органолептических показателей мяса цыплят-бройлеров. Опыт был проведен с использованием шкалы для определения оценки качества мясных и других продуктов, разработанной ВНИИМП им В.М. Горбатова [7].

Для проведения опыта была создана комиссия из пяти человек, где каждым членом комиссии была выставлена баллы оценки, на основании которых определен средний балл по каждому показателю до и после озонирования. Результаты оценки представлены в табл. 5.

Таблица 5

Органолептические показатели мяса цыплят-бройлеров ($n = 10$) до и после озонирования

| Показатели | Средняя оценка органолептических показателей | |
|-------------|--|--------------------|
| | до озонирования | после озонирования |
| Внешний вид | $8,3 \pm 0,15$ | $8,9 \pm 0,39$ |
| Цвет | $8,8 \pm 0,22$ | $8,7 \pm 0,37$ |
| Аромат | $9,5 \pm 0,14$ | $9,7 \pm 0,44$ |
| Вкус | $9,8 \pm 0,18$ | $9,0 \pm 0,22$ |
| Запах | $8,8 \pm 0,22$ | $8,3 \pm 0,1$ |

Как можно видеть из табл. 5, мясо опытной группы по результатам закрытого комиссионного испытания практически не отличается от контрольной группы и соответствует показателям свежего продукта, в том числе при дегустации не отмечено постороннего запаха и привкуса.

Определение перекисного и кислотного чисел. Метод определения перекисного числа основан на реакции взаимодействия продуктов окисления животных жиров (перекисей и гидроперекисей) с йодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа с последующим количественным определением выделившегося йода раствором тиосульфата натрия тетраметрическим методом. Как известно, величина перекисного числа характеризует степень окислительной порчи жиров.

Метод определения кислотного числа основан на титровании свободных жирных кислот в эфирно-спиртовом растворе жира водным раствором щелочи. Как известно, кислотное число характеризует глубину гидролитического распада жиров, а в условиях хранения является показателем окислительной порчи жира.

Определение перекисного числа и кислотности жира проводили через 24 часа и 5 суток хранения при температуре $0 \text{ — } +2 \text{ }^\circ\text{C}$. Результаты этих исследований представлены в табл. 6.

Таблица 6

Сравнительные данные по внутреннему жиру цыплят-бройлеров ($n = 10$) на разных сроках хранения до и после озонирования

| Вариант | Кислотное число, мг КОН | | Перекисное число, % йода | |
|----------|-------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|
| | 24 часа | 5 суток | 24 часа | 5 суток |
| Опыт | $0,65 \pm 0,01$ | $0,77 \pm 0,02$ | $0,006 \pm 0,0001$ | $0,01 \pm 0,01$ |
| Контроль | $0,44 \pm 0,05$ | $1,9 \pm 0,01$ | $0,005 \pm 0,0002$ | $0,019 \pm 0,01$ |

Как видно из табл. 6, кислотное число озонированного жира после 5 суток хранения составило $0,77$ мг КОН (норма этого показателя — до 1 мг КОН), а в контрольной группе жира на 5-е сутки он составил $1,9$ мг КОН, что соответствует показателям сомнительной свежести ($1\text{—}2,5$ мг) [7]. В результате данного опыта не выявлено существенного влияния озона на показатели свежести жира по перекисному и кислотному числам.

При анализе результатов определения перекисного числа видно, что на 5-е сутки хранения перекисное число опытных проб жира составило $0,1\%$ йода, что

соответствует показателю свежего продукта, а в контрольной пробе этот показатель составил 0,019% йода, что соответствует признакам начала окислительной порчи жиров, так как показатель сомнительной свежести — это процентное соотношение от 0,01 до 0,04% йода [5].

Заключение. На основании проведенных комплексных исследований мяса цыплят-бройлеров с определением химического состава, энергетической ценности, аминокислотного и жирокислотного составов, биологической ценности, органолептических показателей было установлено, что после озонирования тушек цыплят (28,0 мг/м³) они соответствовали показателям свежего продукта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бутко М.П., Фролов В.С. Озон: синтез и его применение. — М.: ГНУ ВНИИВСГЭ, 2010.
- [2] Кривошшин И.П. Озон в промышленном птицеводстве. — М.: Росагропромиздат, 1988.
- [3] Лисицин А.Б., Иванкина А.Н., Неклюдова А.Д. Методы практической биотехнологии. Анализ компонентов и микропримесей в мясных и других пищевых продуктах. — М.: ВНИИМП, 2002.
- [4] Позняковский В.М., Рязанова О.А., Мотовилов К.Я. Экспертиза мяса птицы, яиц и продуктов их переработки. Качество и безопасность. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007.
- [5] Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Скурихин И.М., Тутельян В.А. (ред.). — М.: Брандес, Медицина, 1998.
- [6] Житенко П.В., Боровков М.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животноводства. — М.: Колос, 1998.
- [7] Серегин И.Г., Уша Б.В. Лабораторные методы в ветеринарно-санитарной экспертизе пищевого сырья и готовых продуктов. — СПб.: РАПП, 2008.
- [8] Моцевичюте-Эрингене Е.В. Упрощенные математико-статистические методы в медицинской исследовательской работе // Патфиз. и эксперимент. терапия. — 1964. — Т. 4. — С. 71—78.

QUALITY INDICATORS AND BIOLOGICAL VALUE OF MEAT OF BROILERS AT OZONIZATION

P.A. Popov

All-Russian Scientific and Research Institution
of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology
Zvenigorodsky highway, 5, Moscow, Russia, 123022

Results of studying of quality indicators of meat of broilers are given in article at their ozonization with definition of aminokislotny structure, fat and acid structure, determination of their biological value, perekisny number and acidity of fat taking into account periods of storage.

Key words: ozone, meat of broilers, amino acids, fat and acid structure, biological value, perekisny number, acidity of fat.

REFERENCES

- [1] *Butko M.P., Frolov V.S.* Ozon: sintez i ego primeneniye. — M.: GNU VNIIVSGJe, 2010.
- [2] *Krivopishin I.P.* Ozon v promyshlennom pticevodstve. — M.: Rosagropromizdat, 1988.
- [3] *Lisicin A.B., Ivankina A.N., Nekljudova A.D.* Metody prakticheskoy biotekhnologii. Analiz komponentov i mikroprimesej v mjasnyh i drugih pishhevyyh produktah. — M.: VNIIMP, 2002.
- [4] *Poznjakovskij V.M., Rjzanova O.A., Motovilov K. Ja.* Jekpertiza mjasa pticy, jaic i produktov ih pererabotki. Kachestvo i bezopasnost'. — Novosibirsk: Sib. univ. izd-vo, 2007.
- [5] Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishhevyyh produktov / Skurihin I.M., Tutel'jan V.A. (red.). — M.: Brandes, Medicina, 1998.
- [6] *Zhitenko P.V., Borovkov M.F.* Veterinarno-sanitarnaja jekspertiza produktov zhivotnovodstva. — M.: Kolos, 1998.
- [7] *Seregin I.G., Usha B.V.* Laboratornyye metody v veterinarno-sanitarnoj jekspertize pishhevo go syr'ja i gotovyh produktov. — SPb.: RAPP, 2008.
- [8] *Mocevichjute-Jeringene E.V.* Uproshhennyye matematiko-statisticheskie metody v medicinskoj issledovatel'skoj rabote // Patfiz. i jeksperiment. terapija. — 1964. — T. 4. — S. 71—78.