

ВЛИЯНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА КАЧЕСТВО ОХЛАЖДАЕМОГО МЯСА КРОЛИКА

А.Н. Grinyuk, E.N. Neverov

THE INFLUENCE OF CARBON DIOXIDE ON THE QUALITY OF RABBIT REFRIGERATED MEAT

Гринюк А.Н. – асп. каф. теплохладотехники Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета), г. Кемерово. E-mail: neverov42@mail.ru

Неверов Е.Н. – д-р техн. наук, проф. каф. теплохладотехники Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета), г. Кемерово. E-mail: neverov42@mail.ru

Grinyuk A.N. – Post-Graduate Student, Chair of Heating Ventilation and Air Conditioning, Kemerovo Institute of Technology of Food Industry (University), Kemerovo. E-mail: neverov42@mail.ru

Neverov E.N. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Heating Ventilation and Air Conditioning, Kemerovo Institute of Technology of Food Industry (University). E-mail: neverov42@mail.ru

Мясо кроликов является здоровой питательной пищей и выгодно отличается от других видов мяса вкусовыми и диетическими качествами. Благодаря низкому содержанию жира и холестерина и высокой биологической ценности, мясо кроликов рекомендуется диетологами к применению в рационе питания при различных заболеваниях. Для увеличения срока хранения мяса кролика в охлажденном виде нами предложена холодильная технология, работающая по принципу непосредственного контакта диоксида углерода с мясом. При холодильной обработке с помощью снегообразного диоксида углерода дискретным способом неупакованных и упакованных тушек кроликов изучено изменение их качества в процессе холодильной обработки. Для промышленной реализации данной технологии были проведены экспериментальные исследования по определению сроков хранения мяса кролика с сохранением его показателей качества, как органолептических, так и физико-химических, в среде диоксида углерода. Оценка качества тушек кроликов производилась по комплексу показателей: водосвязывающая способность (ВСС), кислотное и перекисное числа, активная кислотность – и по микробиологическим и органолептическим показателям. Согласно результатам экспериментов, содержание свободных жирных кислот кроличьего жира в тушках, охлажденных диоксидом углерода, имело максимально допустимые значения кислотного и перекисного чисел к 8-м суткам хранения, а при охлаждении воздухом – уже к 3-м суткам хранения. Полученные данные свидетельствуют, что применение диоксида углерода для хо-

лодильной обработки тушек кролика способствует получению лучших микробиологических показателей продукта, чем при традиционном способе хранения. Установлено, что при хранении мяса кролика, обработанного CO_2 , срок его хранения увеличивается с сохранением показателей качества на высоком уровне.

Ключевые слова: мясо кролика, охлаждение, диоксид углерода, температура, сублимация, физико-химические показатели, водосвязывающая способность, кислотное и перекисное числа, активная кислотность, микробиологические и органолептические показатели.

Meat of rabbits is healthy nutritious food and favourably differs from other types of meat in flavoring and dietary qualities. Thanks to the low content of fat and cholesterol, taking into account high biological value, meat of rabbits is recommended by nutritionists for using in the diet at various diseases. For the increasing the period of storage of meat of refrigerated rabbit refrigerating technology working by the principle of direct contact of carbon dioxide with meat was offered. At cooling treatment by means of snow-like carbon dioxide by discrete way of unpacked and packed carcasses of rabbits change their quality in the course of cooling treatment was studied. For industrial implementation of this technology pilot studies for the definition of the periods of storage of meat of rabbit with preservation of its indicators of quality, both organoleptic, and physical and chemical, in the environment of carbon dioxide were conducted. The assessment of the quality of carcasses of rabbits was made on the complex of indicators: water connecting ability (WCA), acid and peroxide numbers, active

acidity and according to microbiological and organoleptic indicators. According to the results of experiments the content of free fatty acids of rabbit fat in the carcasses cooled with carbon dioxide had the most admissible values of acid and peroxide numbers by 8-th day of storage, and when cooling with air – already by 3-rd day of storage. The obtained data testified that the use of carbon dioxide for cooling treatment of carcasses of rabbit promotes receiving the best microbiological indicators of the product than under traditional way of storage. It was established that at storage of meat of the rabbit processed with CO₂ the term of its storage increased with preservation of indicators of quality at high level.

Keywords: meat of rabbit, cooling, carbon dioxide, temperature, sublimation, physical and chemical indicators, water connecting ability, acid and peroxide numbers, active acidity, microbiological and organoleptic indicators.

Введение. Мясо кроликов является здоровой питательной пищей и выгодно отличается от других видов мяса вкусовыми и диетическими качествами. Благодаря низкому содержанию жира и холестерина, высокой биологической ценности, мясо кроликов рекомендуется диетологами к применению в рационе питания при различных заболеваниях желудочно-кишечного тракта, желудка, желчных путей, печени, различных аллергиях, гипертонической болезни и т.д.

Мясо кроликов легко переваривается желудочным соком и в более полном объеме, в отличие от говядины, свинины и баранины, усваивается организмом человека. Очень полезно это мясо людям экстремальных профессий (водолазам, летчикам), спортсменам, работникам вредных производств, жителям загрязненных районов. Оно обладает высоким содержанием полноценного белка, поэтому полезно для людей, нуждающихся в полноценных белковых продуктах питания, детей дошкольного и подросткового возраста, кормящих матерей, престарелых. Нутряной жир кроликов является биоактивным веществом, залечивающим раны. Применяется как смягчительное, противоаллергическое средство. Из него производят косметические и медицинские препараты.

В мясе кролика присутствует такое вещество, как лецитин, который препятствует появлению атеросклероза. Оно содержит большое количество никотиновой кислоты, а также богато минеральными солями калия, кальция и фосфора, несомненным достоинством кроличьего мяса являются хорошие вкусовые качества [1].

Все приведенные достоинства кроличьего мяса максимально сохраняются при хранении и реализации его в охлажденном виде, но, как известно, срок хранения его при этом очень мал [2–4].

Для увеличения срока хранения мяса в охлажденном виде нами предложена холодильная технология, работающая по принципу непосредственного контакта диоксида углерода с мясом кролика [5–9].

Цель работы. Исследование изменения качества неупакованных и упакованных тушек кроликов в процессе холодильной обработки снегообразным диоксидом углерода дискретным способом.

Задачи исследования: разработка методики экспериментальных исследований и их проведение для определения показателей качества мяса кролика, охлажденного в среде CO₂.

Объекты и методы исследования. В ООО «СибКОН» (г. Новосибирск) проводили убой и полное потрошение кроликов. Тушки кроликов массой 1,2 кг отбирали по окончании технологической обработки на линии спустя 45 мин с момента убоя. В качестве контроля использовали неупакованные тушки кроликов, уложенные в полимерные контейнеры, которые охлаждали в холодильной камере при температуре 0 °С воздушным способом. Время охлаждения тушек кролика от 30±0,5 °С до среднеобъемной температуры 0±4±0,5 °С при охлаждении воздухом (контрольные образцы) составило 9 часов.

Опытные образцы охлаждали газообразным диоксидом углерода, полученным в результате сублимации снегообразного CO₂, уложенного в специальные карманы, расположенные во внутренней полости теплоизолированного контейнера, который устанавливали на стеллажах в теплоизолированной камере при температуре 20±2 °С, куда также помещали контейнеры с упакованными тушками кроликов, дополнительное охлаждение которых происходит за счет снегообразного диоксида углерода, подаваемого во внутреннюю полость тушки кролика в объеме 0,1 кг, и контейнеры с охлажденными тушками кроликов (контрольные образцы) [6, 9].

Оценка качества тушек кроликов производилась по комплексу показателей: водосвязывающая способность (ВСС), кислотное и перекисное числа, активная кислотность – и по микробиологическим и органолептическим показателям.

Для определения доли бактерий мезофильной группы посевы культивировали при температуре

30±0,5 °С – 1–2 суток; психрофильной группы – при температуре 4±5±0,5 °С в течение 14 суток. Определение бактерий группы кишечной палочки (сальмонелл, протей, токсигенных стафилококков) производили по общепринятой методике. Полученные из мышц тушек кроликов культуры микроорганизмов идентифицировали, по определителю Берги устанавливали их видовую принадлежность.

Результаты исследования и их обсуждение.

Результаты исследований представлены в табли-

цах 1 и 2. Анализ данных таблицы 1 показывает, что активная кислотность рН изначального сырья равнялась 6,57 ед., это характерно для мяса с нормальным течением послеубойного гликолиза. Минимальный рН наблюдался через сутки хранения. У мяса кролика, охлажденного воздухом, составил 5,58, а у охлажденного диоксидом углерода без упаковки – 5,49. На вторые сутки у мяса, охлажденного диоксидом углерода в упаковке, он составил 5,41.

Таблица 1

Физико-химические показатели мяса кролика

Продолжительность хранения тушек кролика, сут	рН			Водосвязывающая способность, % к навеске		
	Контроль	Опыт (без упаковки)	Опыт (в упаковке)	Контроль	Опыт (без упаковки)	Опыт (в упаковке)
Исходное сырье	6,57±0,03	6,57±0,03	6,57±0,03	79,43±0,31	79,43±0,31	79,43±0,31
1	5,58±0,03	5,49±0,03	5,47±0,03	66,13±0,36	64,69±0,27	65,22±0,36
2	5,62±0,03	5,52±0,03	5,41±0,03	65,82±0,27	65,02±0,36	65,27±0,27
3	5,87±0,03	5,60±0,03	5,44±0,03	66,14±0,22	65,13±0,22	65,44±0,22
5	5,99±0,03	5,67±0,03	5,47±0,03	67,46±0,32	65,86±0,32	65,99±0,32
7	-	5,70±0,03	5,52±0,03	-	66,04±0,35	66,35±0,35
8	-	-	5,59±0,03	-	-	66,54±0,19

Продолжение табл. 1

Продолжительность хранения тушек кролика, сут	Кислотное число, мг КОН/г			Перекисное число, ммольО ₂ /кг		
	Контроль	Опыт (без упаковки)	Опыт (в упаковке)	Контроль	Опыт (без упаковки)	Опыт (в упаковке)
Исходное сырье	0,38±0,1	0,38±0,1	0,38±0,1	0,243±0,02	0,243±0,02	0,243±0,02
1	0,50±0,1	0,41±0,1	0,38±0,1	0,399±0,02	0,298±0,02	0,246±0,02
2	0,67±0,1	0,46±0,1	0,42±0,1	0,679±0,02	0,410±0,02	0,387 ±0,02
3	0,99±0,1	0,69±0,1	0,66±0,1	0,80±0,02	0,498±0,02	0,342±0,02
5	-	0,82±0,1	0,77±0,1	0,598±0,02	-	-
7	-	0,94±0,1	0,91±0,1	-	0,692±0,02	0,646±0,02
8	-	-	0,95±0,1	-	-	0,701±0,02

Уменьшение активной кислотности опытных образцов можно объяснить интенсивным охлаждением тушек и диффузией паров СО₂ в мясо кролика, что приводит к торможению гликолитических превращений.

Далее, при хранении, можно наблюдать тенденцию к увеличению рН тушек вне зависимости от способа, каким происходило охлаждение, но замечено, что снижение активной кислотности у

опытных образцов более выраженное, чем у образцов, взятых за контрольные.

При этом водосвязывающая способность мяса кролика согласуется с динамикой изменения рН как у опытных, так и у контрольных образцов.

Согласно результатам изменения рН и ВСС, можно сказать, что на этих этапах хранения наблюдаются автолитические процессы, которые связаны с разрешением стадии посмертного око-

чения мяса кролика. Но после охлаждения мяса кролика диоксидом углерода скорость протекания замедляется.

Согласно результатам экспериментов, степень влияния рассмотренных способов охлаждения мяса кролика на окислительные и гидролитические изменения жира различна. Например, со-

держание свободных жирных кислот кроличьего жира тушек, охлаждение которых происходило воздухом, к 3-м суткам хранения имело максимально допустимые значения кислотного и перекисного чисел, у тушек кролика, охлажденных CO_2 , это было получено к восьмым суткам хранения.

Таблица 2

Микробиологические показатели мяса кролика

Продолжительность хранения тушек кролика, сут	Мезофильные м/о, КОЕ/г			Психрофильные м/о, КОЕ/г		
	Контроль	Опыт (без упаковки)	Опыт (в упаковке)	Контроль	Опыт (без упаковки)	Опыт (в упаковке)
Исходное сырье	$0,79 \times 10^3$	$0,79 \times 10^3$	$0,79 \times 10^3$	$0,31 \times 10^1$	$0,31 \times 10^1$	$0,31 \times 10^1$
1	$0,61 \times 10^4$	$0,69 \times 10^3$	$0,64 \times 10^3$	$0,18 \times 10^2$	$0,14 \times 10^1$	$0,10 \times 10^1$
2	$0,182 \times 10^4$	$0,78 \times 10^3$	$0,73 \times 10^3$	$0,59 \times 10^4$	$0,44 \times 10^2$	$0,36 \times 10^2$
3	$0,49 \times 10^6$	$0,89 \times 10^3$	$0,82 \times 10^3$	$0,50 \times 10^7$	$0,29 \times 10^4$	$0,24 \times 10^4$
5	-	$0,324 \times 10^4$	$0,219 \times 10^4$	-	$0,85 \times 10^4$	$0,78 \times 10^4$
6	-	$0,58 \times 10^5$	$0,401 \times 10^4$	-	$0,27 \times 10^5$	$0,16 \times 10^5$
7	-	$0,91 \times 10^6$	$0,82 \times 10^6$	-	$0,51 \times 10^5$	$0,31 \times 10^5$
8	-	-	$0,147 \times 10^6$	-	-	$0,43 \times 10^5$

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют, что применение диоксида углерода для холодильной обработки тушек кролика способствует получению лучших микробиологических показателей продукта, чем при традиционном способе хранения.

После суток хранения в мышцах тушек кролика, взятых за контрольный образец, были выделены $0,61 \times 10^4$ КОЕ/г мезофильных микроорганизмов и $0,18 \times 10^2$ КОЕ/г – психрофильных; у опытных образцов, охлаждаемых без упаковки, соответственно $0,69 \times 10^3$ и $0,14 \times 10^1$ КОЕ/г; а в упаковке – $0,64 \times 10^3$ и $0,10 \times 10^1$ КОЕ/г. Можно сделать выводы, что диффузия паров диоксида углерода к наружным слоям мяса кролика производит ингибирующее действие на дальнейшее развитие микроорганизмов.

При дальнейшем хранении можно было заметить, что значительный рост бактерий в мышцах тушек кроликов происходил там, где охлаждение осуществлялось традиционным способом. Через трое суток хранения количество микроорганизмов мезофильной группы у образцов контрольной группы увеличилось до $0,49 \times 10^6$ КОЕ/г, а у опытных – только до $0,89 \times 10^3$ КОЕ/г без упаковки, а в упаковке еще ниже – $0,82 \times 10^3$.

Контрольные образцы тушек кролика через трое суток обладали неприятным запахом, на поверхности тушек появилась слизь. Из-за явной порчи образцов дальнейшее их хранение было прекращено. Полученная из тушек микрофлора представляет собой бактерии *Pseudomonas* рода *Proteus*. Найдена группа бактерий кишечной палочки, представленная гнилостными спорообразующими бактериями группы *Bac. subtilis-mesentericus*, нетоксигенными стафилококками, плесневыми грибами рода *Mucor*, *Aspergillus*.

В тушках без упаковки по истечении пяти суток в одном грамме мышц количество мезофильных бактерий составило $0,324 \times 10^4$ КОЕ/г, психрофильных – $0,85 \times 10^4$ КОЕ/г, а в упакованных тушках соответственно $0,219 \times 10^4$ и $0,78 \times 10^4$ КОЕ/г. Согласно органолептическим характеристикам, рекомендовано дальнейшее хранение образцов. Через неделю неупакованные тушки кроликов стали источать неприятный запах, на поверхности образовалась слизь. В упакованных тушках такое явление зафиксировано на восьмые сутки. Поэтому из-за явной порчи хранение опытных образцов прекращено.

Выводы. Согласно результатам исследований, охлаждение мяса кролика диоксидом углеро-

да приводит к замедлению автолитических процессов, а также снижению размножения микроорганизмов в тушке кролика в процессе хранения, что позволяет увеличить срок хранения упакованных тушек – до пяти суток, а упакованных до шести.

Литература

1. Портал кролиководов. – URL: <http://krolikovod.com.ua>. (дата обращения: 25.09.2017).
2. Головкин Н.А., Маслова Г.В., Скоморовская И.Р. Консервирование продуктов животного происхождения при субкриоскопических температурах: учеб. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
3. ГОСТ 27747-88. Мясо кроликов. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 9 с.
4. ГОСТ 27747-2016. Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части). Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с.
5. Неверов Е.Н., Гринюк А.Н. Исследование процесса охлаждения мяса кролика диоксидом углерода // Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия: сб. мат-лов VI Междунар. науч. конф. – Северный Чарльстон, Южная Каролина, США, 2014. – С. 28–33.
6. Неверов Е.Н., Новиков Е.В., Гринюк А.Н. Номограмма для определения расхода снегообразного диоксида углерода и времени охлаждения мяса кролика // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. мат-лов Междунар. науч. конф. – Кемерово, 2015. – С. 183–184.
7. Неверов Е.Н., Гринюк А.Н., Третьякова Н.Г. Применение диоксида углерода для охлаждения тушек кролика // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/129-22318>.
8. Неверов Е.Н. Разработка и исследование режимов работы аппарата для охлаждения тушек птицы // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 2. – С. 68–73.
9. Способ холодильной обработки продуктов диоксидом углеродом: пат. 2611845 Рос. Федерация: МПК F25D3/12 / Неверов Е.Н., Но-

виков Е.В.; заявитель и патентообладатель Кем. технол. институт пищевой пром-сти. – № 2015150011; заявл.20.11.2015; опубл. 01.03.2017, Бюл. № 7. – 4 с.

Literatura

1. Portal krolikovodov. – URL: <http://krolikovod.com.ua>. (data obrashhenija: 25.09.2017).
2. Golovkin N.A., Maslova G.V., Skomorovskaja I.R. Konservirovanie produktov zhivotnogo proishozhdenija pri subkrioskopicheskikh temperaturah: ucheb. – M.: Agropromizdat, 1987. – 272 s.
3. GOST 27747-88. Mjaso krolikov. Tehnicheskie uslovija. – M.: Izd-vo standartov, 1988. – 9 s.
4. GOST 27747-2016. Mjaso krolikov (tushki krolikov, krolikov-brojlerov i ih chasti). Tehnicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2016. – 11 s.
5. Neverov E.N., Grinjuk A.N. Issledovanie processa ohlazhdenija mjasa krolika dioksidom ugleroda // Prioritety mirovoj nauki: jeksperiment i nauchnaja diskussija: sb. mat-lov VI Mezhdunar. nauch. konf. – Severnyj Charl'ston, Juzhnaja Karolina, SShA, 2014. – S. 28–33.
6. Neverov E.N., Novikov E.V., Grinjuk A.N. Nomogramma dlja opredelenija rashoda snegoobraznogo dioksida ugleroda i vremeni ohlazhdenija mjasa krolika // Pishhevyje innovacii i biotehnologii: sb. mat-lov Mezhdunar. nauch. konf. – Kemerovo, 2015. – S. 183–184.
7. Neverov E.N., Grinjuk A.N., Tret'jakova N.G. Primenenie dioksida ugleroda dlja ohlazhdenija tushek krolika // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2015. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/129-22318>.
8. Neverov E.N. Razrabotka i issledovanie rezhimov raboty apparata dlja ohlazhdenija tushek pticy // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 2. – S. 68–73.
9. Sposob holodil'noj obrabotki produktov dioksidom uglerodom: pat. 2611845 Ros. Federacija: MPK F25D3/12 / Neverov E.N., Novikov E.V.; zajavitel' i patentoobladatel' Kem. tehnol. institut pishhevoj prom-sti. – № 2015150011; zajavl.20.11.2015; opubl. 01.03.2017, Bjul. № 7. – 4 s.