

УДК 637 : 636.39

Профессор Л.В. Антипова, доцент С.А. Титов,
доцент А.В. Гребенщиков, магистр Т.Н. Демина
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения
тел. (473) 255-37-51
E-mail: meatech@yandex.ru

Professor L.V. Antipova, associate Professor S.A. Titov,
associate Professor A.V. Grebenshchikov, master student T.N. Demina
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of animal products.
phone (473) 255-37-51
E-mail: meatech@yandex.ru

Влияние автолитических превращений на электрофизические свойства козьего мяса

Influence of autolytic transformations on electrophysical properties of goat meat

Реферат. Функциональные продукты представляются важным элементом сбалансированного, здорового питания. Они играют большую роль в улучшении структуры питания населения, являются средством предупреждения, ранней коррекции и профилактики переходных предболезненных состояний и разных заболеваний. Мясо и мясопродукты на его основе можно рассматривать как перспективное сырье для создания функциональных продуктов. Козлятина обладает несомненными диетическими свойствами и может быть использована в перерабатывающей промышленности, однако производство полноценных продуктов из козлятины, способных к длительному хранению практически не разработано. Химический состав нового мясного сырья – козьего мяса, на примере длиннейшей мышцы спины отличается высоким содержанием белка, влаги, золы и пониженным содержанием жира по сравнению с остальными видами мясного сырья, что позволяет создать на основе козьего мяса широкий сектор функциональных мясных продуктов. Поэтому изучена возможность использования козьего мяса в технологии производства функциональных продуктов. Показаны перспективы развития козоводства в России. Исследован характер автолиза козьего мяса методами электрофизического и гистологического анализа. В процессе автолиза козьего мяса меняются электрофизические свойства мясного сырья, которые коррелируют с морфологическими характеристиками. Основные автолитические изменения, происходившие с мышечной тканью на ранних сроках созревания, сводились в незначительной к степени литическим процессам, затрагивающим в той или иной степени структуру мышц на ранних этапах. На поздних сроках созревания выявляемые изменения носили массовый характер. Выявлено, что автолиз имеет характерные периоды и развивается в течение 12 часов, дальнейшие изменения имеют необратимый характер. Показана динамика изменения pH, содержания углеводных фракций в длиннейшей мышце спины. Результаты исследования динамики изменения pH, содержания углеводных фракций в длиннейшей мышце спины показывают соответствие классическим закономерностям автолиза, отмеченным в других источниках, но отличаются временным периодом. Определены стадии автолитических превращений в мясе.

Summary. Functional foods represented an important element of a balanced, healthy diet. They play an important role in improving the structure of the diet of the population, are a means of prevention, correction and prevention of early transition premorbid conditions and various diseases. Meat and meat products based on it can be considered as a promising raw material for functional foods. Goat has certain dietary properties and can be used in manufacturing, but the production of high-grade products from goat meat, capable of long-term storage is not well developed. The chemical composition of the new raw meat - goat meat, on the example of the longissimus muscle of back is rich in protein, moisture, ash, and low-fat compared with other types of raw meat, which lets you create based on goat meat sector wide functional meat products. Therefore investigated the possibility of using goat meat in the production technology of functional foods. Showing the prospects for the development of goat in Russia. Investigated character of autolysis goat meat electrophysical methods and histological analysis. In the process of autolysis of goat meat are changing the electrical properties of raw meat, which are correlated with the morphological characteristics. Basic autolytic changes occurring in muscle tissue in the early stages of ripening, were reduced to a small extent the political process involving varying degrees of muscle structure in the early stages. In the later stages of maturation revealed changing widespread. Revealed that autolysis has characteristic periods and develops within 12 hours, further changes are irreversible. Shows the change in pH, carbohydrate fractions in the longissimus muscle of back goat. Results of the study of dynamics of change in pH, carbohydrate fractions in the longissimus muscle of back goat show compliance with the laws of classical autolysis noted in other sources, but differ in the time period. Defined stages of autolysis in the meat.

Ключевые слова: козье мясо, автолиз, электрофизические свойства, микроструктурный анализ, клеточная структура.

Keywords: meat, autolysis, electrophysical properties microstructure analysis, cell structure.

© Антипова Л.В., Титов С.А.,
Гребенщиков А.В., Демина Т.Н., 2014

В 2011 году 2 сентября приказом Минсельхоза России № 294 была принята отраслевая целевая программа «Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 гг. и на плановый период до 2020 года». Одной из основных целей Программы является развитие козоводства, возрождение социальной инфраструктуры путем увеличения объема производства высококачественной продукции козоводства [1]. Мясное козоводство в России имеет хорошие перспективы развития, так как, учитывая технологические аспекты содержания и кормления, мясные козы в наибольшей степени подходят для разведения в личных хозяйствах населения, а также в промышленных масштабах как альтернатива разведению КРС [2]. В связи с отсутствием научно обоснованных норм по переработке козьего мяса, ограниченностью данных в области исследования химии и биохимии автолиза, переработка козьего мяса в промышленных масштабах практически отсутствует.

Козлятина по вкусовым и питательным качествам сходна с бараниной, имеет высокие пищевые достоинства [3]. Однако в ограниченных масштабах мясо коз используют при производстве колбасных изделий, а производство полноценных продуктов из козлятины, способных к длительному хранению, практически не разработано. В связи с этим представляется целесообразным разработку научно обоснованных промышленных ресурсосберегающих технологий производства и переработки туш и мяса коз [4].

Мясо в стадии окоченения, обладающее минимальной влагоудерживающей и влагосвязывающей способностями, имеет существенные ограничения по применению. Ввиду того, что этот период характерен накоплением кислых продуктов небелковой природы, на основе анализа данных продуктов можно судить о стадии автолитических превращений в мясе [5]. Поэтому задачей исследования являлось определение основных этапов автолиза.

Из анализа литературных источников следует, что длиннейшая мышца козьего мяса отличается повышенным содержанием полноценного белка, наименьшим содержанием соединительной ткани и жира по сравнению с другими мышцами. В связи с этим, объектом исследования служила длиннейшая мышца спины, представляющая особый интерес для создания технологии производства мясных функциональных продуктов питания.

При оценке автолиза использовали самый точный электрофизический метод анализа. Для измерения электрофизических свойств козлятины использовали установку, созданную на кафедре физики ВГУИТ, состоящую из мо-

ста переменного тока с частотой 1-100000 Гц, ячейки для продукта, игольчатых электродов.

На рисунке 1 видно, что комплексное сопротивление уменьшается с увеличением времени хранения образца козлятины. Уменьшение сопротивления связано с увеличением концентрации высокоподвижных ионов водорода и их проводимости вследствие накопления молочной кислоты в исследуемом образце. Наиболее резкое падение сопротивления наблюдается на участке графика при частотах от 7 до 100 Гц и соответствует накоплению продуктов небелковой природы, а на участке графика от 100 Гц наблюдается плавное снижение комплексного сопротивления и соответствует изменению структуры клеточной мембраны.

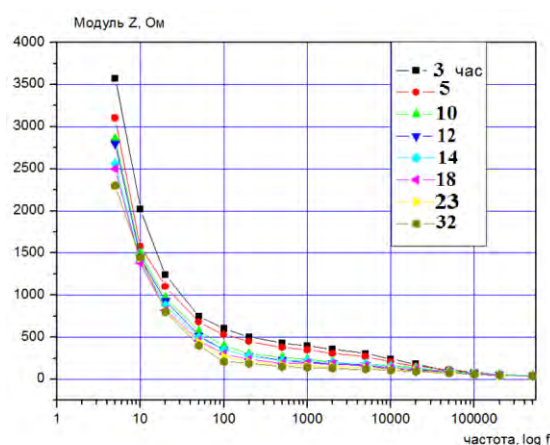


Рисунок 1. Зависимость модуля комплексного сопротивления от частоты

Из рисунка 2 видно, что наибольшее изменение зависимости угла сдвига от частоты наблюдается при 100 и 50000 Гц. Участок графика на частоте до 100 Гц соответствует накоплению продуктов небелковой природы, а участок графика от 50000 Гц соответствует изменению структуры клеточной мембраны клетки мяса.

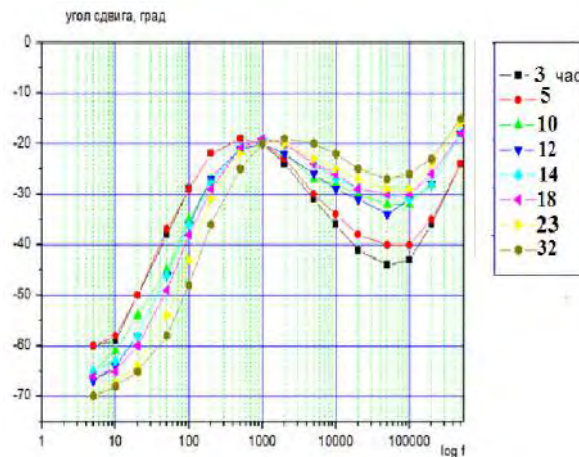


Рисунок 2. Зависимость угла сдвига от частоты

На рисунке 3 показана зависимость угла сдвига фаз между временными зависимостями тока и напряжения от времени хранения образца козьего мяса.

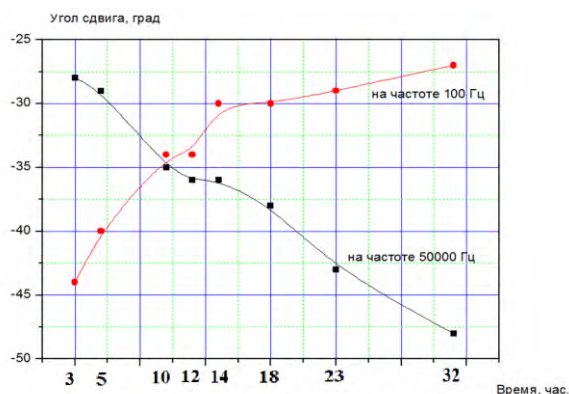


Рисунок 3. Зависимость угла сдвига от времени

График (рисунок 3) на частоте 100 Гц показывает изменение накопления ионов в системе исследуемого образца. Участок графика в промежутке времени от 3 до 8 часов соответствует накоплению молочной кислоты и АТФ в исследуемом образце мяса. Изменение графика в промежутке времени от 10 до 14 часов показывает распад АТФ и образование продуктов ее распада. Изменение графика в промежутке времени после 14 часов характеризует плавное снижение содержания молочной кислоты. График на частоте 50000 Гц показывает изменение структуры мембраны и внутренних компонентов клеток мяса, которое наблюдается в промежутке времени после 12 часов. Участок графика в промежутке времени от 3 до 10 часов показывает накопление свободных ионов в саркоплазме клетки. После 16 часов наблюдается разрушение плазмолеммы мышечного волокна и увеличение ионной проницаемости клеточных мембран. Этот процесс сопровождается разволокнением соединительной ткани. В промежутке времени от 10 до 16 часов наблюдается переходная область, когда первый процесс еще не закончился, а второй не начался.

Изменение рН мяса вызывает изменение активности катепсинов и растворимости мышечных белков. Динамика изменения рН, содержания углеводных фракций в длиннейшей мышце спины козлятины представлена в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что в парном козьем мясе (1-3 часа после убоя) рН имеет высокое значение и далее совершается распад гликогена на глюкозу и молочную кислоту. После 5 часов после убоя в мясе развитие посмертного окоченения приводит к росту глюкозы и молочной кислоты и, как следствие, снижению рН мяса в более кислую сторону и появлению поперечных трещин в мышечной ткани (рисунок 4).

Т а б л и ц а 1

Динамика изменения рН, содержания углеводных фракций в длиннейшей мышце спины козлятины

Продолжительность хранения, час	рН мышечной ткани	Содержание глюкозы, мг %	Содержание молочной кислоты, мг %
1	6,18	$95,2 \pm 1,3$	$333,4 \pm 1,3$
5	5,51	$109,4 \pm 1,5$	$766,5 \pm 1,6$
12	5,54	$141,2 \pm 1,8$	$760,3 \pm 1,6$
24	5,59	$127,4 \pm 1,2$	$752,2 \pm 1,7$
48	5,62	$120,2 \pm 1,8$	$728,9 \pm 2,1$
72	5,88	$126,6 \pm 1,4$	$721,3 \pm 1,5$
120	5,68	$130,5 \pm 1,5$	$715,5 \pm 1,8$
240	5,82	$145,5 \pm 1,3$	$703,5 \pm 1,6$

Максимальное накопление кислых продуктов небелковой природы наблюдается в промежутке от 4 до 8 часов хранения образца мяса и свидетельствует о наступлении посмертного окоченения козьего мяса в данный период.

Результаты электрофизических данных были дополнены микроструктурным анализом тканей и клеток. Для гистологического исследования структурной организации козлятины при различном времени созревания были отобраны образцы длиннейшей мышцы спины через 4, 12, 24 часа после убоя. Было выявлено, что козье мясо отличается более тонкой волокнистой структурой мышечной ткани, чем мясо крупного рогатого скота, поэтому развитие автолиза происходит в 2,5 раза быстрее.

На отдельных участках срезов, где мышечная ткань выдерживалась 4 часа (рисунок 4), наблюдались признаки уплотнения структуры мышечных волокон, их деформация, появление отдельных поперечных, рваных трещин.

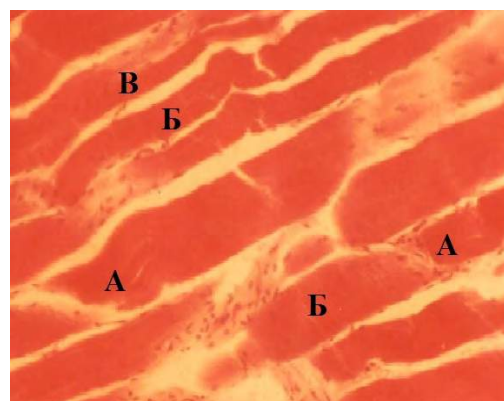


Рисунок 4. Деформация мышечных волокон и появление поперечных трещин в длиннейшей мышце спины при экспозиции 4 часа. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. Ок. 7, об. 40. А – Поперечно-щелевидные нарушения мышечных волокон; Б – Фрагментация мышечных волокон; В – Соединительнотканые прослойки

Усиление фрагментации и увеличение количества поперечных трещин в мышечных волокнах наблюдалось при экспозиции 12 часов (рисунок 5).

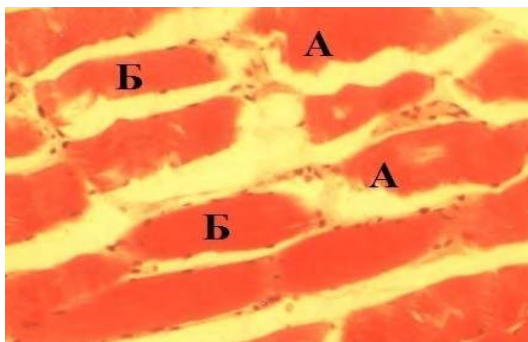


Рисунок 5. Усиление фрагментации и увеличение количества поперечных трещин в мышечных волокнах при экспозиции 12 часов. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. Ок. 7, об. 40. А - Поперечно-щелевидные нарушения мышечных волокон; Б – Фрагментация мышечных волокон

Значительные изменения выявлялись в препаратах, где мышечная ткань созревала 24 часа (рисунок 6). В образцах просматривалось дальнейшее усиление фрагментации и деструкции миофибрилл, разволокнение соединительнотканых волокон элементов, увеличение количества поперечных, рваных трещин. Заметны лизированные участки мышечных волокон.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Приказ Минсельхоза РФ от 2 сентября 2011 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2075425/>.
- 2 Чернышова Е. Козоводство в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/intervyu/kozovodstvo-v-rossii.html> (8 июля 2013г.)
- 3 Чикалёв А.И. Козоводство: учебное пособие. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2010. 237 с.
- 4 Казанцев А.Н., Инербаева А.Т., Наumenко И.В. Ресурсосберегающая технология производства и переработки туш и мяса коз семирского типа горно-алтайской пуховой породы // Ползуновский вестник. 2011. №2/1. С. 219-223.
- 5 Антипова Л.В., Глотова И.А., Жаринов А.И. Прикладная биотехнология: учебное пособие. Воронеж: Изд-во ВГТА, 2000. 332 с.

Отмечалось усиление кариолитических процессов. Наблюдалась повсеместная неравномерность эозинофильной окраски мышечной ткани.

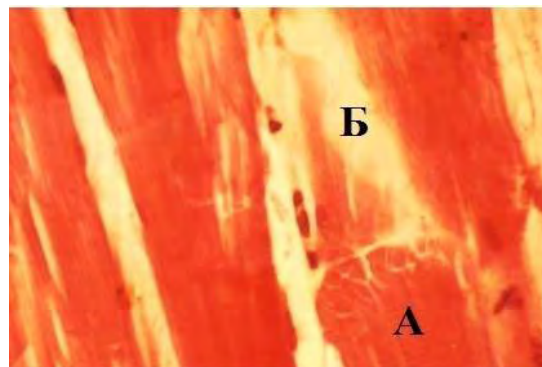


Рисунок 6. Поперечные разрывы и продольные разъединение мышечных волокон длиннейшей мышцы спины при экспозиции 24 часа. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. Ок. 7, об. 90. А – Фрагментация мышечных волокон, Б - Разволокнение соединительнотканых волокон.

На основании экспериментальных данных установлено, что при температуре близкой к нулю, автолиз козьего мяса развивается в 2,5 раза быстрее с характерным изменением химического состава и морфологией мышечной ткани, чем у крупного рогатого скота, что необходимо учитывать при разработке здоровых продуктов питания на основе данного сырья.

REFERENCES

- 1 Prikaz minsel'khoza RF ot 2 sentiabria 2011g [Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on September 2, 2011]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2075425/> (Accessed 27 september 2011). (In Russ.).
- 2 Chernyshova E. Kozovodstvo v Rossii [Goat breeding in Russia]. Available at: <http://www.agroxxi.ru/zhivotnovodstvo/intervyu/kozovodstvo-v-rossii.html> (Accessed 8 July 2013). (In Russ.).
- 3 Chikalev A.I. Kozovodstvo [Goat breeding]. Gorno-Altai: RIO GAGU, 2010. 237 p. (In Russ.).
- 4 Kazantsev A.N., Inerbaeva A.T., Naumenko L.V. An alternative technology for the production and processing of carcasses and meat goats Seminsky type the Gorno-Altai down breed. *Polzunovskii Vestnik*. [Polzunovskii bulletin], 2011, vol. 5, no. 2/1, pp. 219-223. (In Russ.).
- 5 Antipova L.V., Glotova I.A., Zharinov A.I. Prikladnaia biotekhnologiya [Applied biotechnology]. Voronezh, Izd-vo VGTA, 2000. 332 p. (In Russ.).