

УДК 602

Устройство электростимуляции парного мяса для ускорения процесса созревания

Канд. техн. наук С. А. РОМАНЧИКОВ

romanchkovspb@mail.ru

Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева

Созревание парного мяса является актуальной задачей, особенно при организации забоя скота в полевых условиях. Ускорение процесса преобразование анатомических структур и физиологических процессов в тушах убойных животных позволит сократить время его созревания, повысить устойчивость к микробиологической порче. Для реализации данной задачи предложено устройство для ускорения автолиза мясного сырья (УДУАМС-М), предназначенное для обработки парного мяса в течение 5...10 мин электрическим током, после забоя, в целях предотвращения его быстрого окоченения и ускорения процесса автолиза. Эффект смягчения мышечной ткани под действием электрического тока связан с молекулярным уровнем сокращения и расслабления мышечных волокон. Процесс электростимуляции рассматривается в исследовании в тесной связи с прижизненной сократительной функцией мышц. Различные мышцы и волокна обладают разным порогом возбудимости. Под воздействием электрического тока происходит увеличение уровня молочной кислоты в мышцах мяса туши животных. Работа устройства основана на использовании физических принципов изменения тонуса мышечных волокон парного мяса (сжатия — растяжения мышц под воздействием электрического тока) туши убойных животных в целях предотвращения «холодового» сокращения мышц при интенсивной холодильной обработке и достижения нежности мяса в короткие сроки. Модернизация устройства для ускорения автолиза мясного сырья позволяет осуществить электростимуляцию, на любой стадии обработки туши, в области всех конечностей, при любых погодных условиях, что ускоряет процесс созревания мяса и отвечает требованиям электробезопасности.

Ключевые слова: продовольствие, процесс созревания, метод, устройство, достоверность, качество.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 03.05.2018, принята к печати 20.07.2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-3-67-73

Язык статьи — русский

Ссылка для цитирования:

Романчиков С. А. Устройство электростимуляции парного мяса для ускорения процесса созревания // Вестник Международной академии холода. 2018. № 3. С. 67–73.

Electrostimulation of slaughterwarm meat to accelerate its maturing

Ph. D. S. A. ROMANCHIKOV

romanchkovspb@mail.ru

Military academy of material support of the general A. V. Khrulev

Maturing of slaughterwarm meat is an urgent task, especially when organizing slaughtering in the field. Acceleration of the transformation process for anatomical structures and physiological processes in the carcasses of slaughter animals allows reducing the time of its maturation and increasing the resistance to microbiological damage. For the realization of this task a device for accelerating the autolysis of meat raw materials (UDUAMS-M) intended for processing of paired meat for 5...10 min by electric current after slaughter in order to prevent its rapid rigor and accelerate autolysis is proposed. The effect of softening muscle tissue under the influence of electric current is associated with the molecular level of contraction and relaxation of muscle fibers. The process of electrostimulation is examined in close connection with the intravital contractile function of the muscles. Different muscles and fibers have different thresholds of excitability. Under the influence of electric current there is an increase in the level of lactic acid in the muscles of carcasses. Operation of the device is based on the use of physical principles for changing the tone of muscle fibers of slaughterwarm meat (compression — stretching muscles under the influence of electric current) of carcasses in order to prevent «cold» muscle contraction with intensive refrigeration and to attain meat tenderness in a short time. Modernization of the device to accelerate the autolysis of meat raw materials allows performing electrostimulation at any stage of carcass processing for all the limbs, under any weather conditions, which speeds up the process of ripening of meat, meets the requirement of electrical safety, and is important for slaughtering animals in the field.

Keywords: food, ripening process, method, device, reliability, quality.

Article info:

Received 03/05/2018, accepted 20/07/2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-3-67-73

Article in Russian

For citation:

Romanchikov S. A. Electrostimulation of slaughterwarm meat to accelerate its maturing. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2018. No 3. p. 67–73.

Введение

После убоя животных в тканях мяса происходит комплекс изменений (автолиз), которые приводят к созреванию мяса, т. е. мясо приобретает нежность, аромат, сочность, менее подвержено бактериальному обсеменению. Созревание мяса представляет собой асептический (безмикробный) и аутолитический (под действием собственных ферментов) процесс, включающий ряд превращений, развивающихся в мясе под влиянием ферментов гликолиза. Автолиз протекает достаточно медленно, до 5...8 сут при температуре $t=2...4\text{ }^{\circ}\text{C}$, и влажности $W=85\%$ (рис. 1). Это требует специального хранения и значительных затрат электроэнергии для поддержания температурно-влажностного режима.

Быстрое охлаждение парного мяса в тушах животных после убоя до $-3...10\text{ }^{\circ}\text{C}$, вызывает «холодовое» сокращение мышечных волокон, в результате чего консистенция мяса становится жесткой [1].

Этапы, сроки и процессы созревания мяса в разных частях туши протекают не одновременно, и могут иметь временные различия в зависимости от температуры, времени, плотности структуры тканей и др. Процессы, происходящие в мышечной ткани после убоя животного можно условно подразделять на три фазы: послеубойное окоченение (18...20 ч, при температуре $t=0...4\text{ }^{\circ}\text{C}$,

$\text{pH}=5,5...5,6$); собственное созревание (24...72 ч, при $t=4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=6,2...5,8$); глубокий автолиз (25...30 сут, при $t=0...4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=5,5$) [2].

Таким образом, ускорение процесса созревания парного мяса, снижение затрат на хранение и повышение устойчивости его к микробиологической порче, продолжает оставаться актуальной проблемой пищевой промышленности.

Объект и методы исследования

Задачей проводимого исследования является разработка устройства для реализации метода электростимуляции парного мяса, ускорения процесса его созревания и недопущения «холодового» сокращения мышечных волокон. Разработанное устройство для ускорения автолиза мясного сырья рассчитано для обработки парного мяса электрическим током, в целях предотвращения его быстрого окоченения. Оно предназначено для применения в течение 5...10 мин после забоя скота на полевых мясокомбинатах. Это позволит ускорить процесс выдачи мяса на плановое обеспечение военнослужащих, существенно снизить затраты и повысить сроки хранения мясного сырья при температуре до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

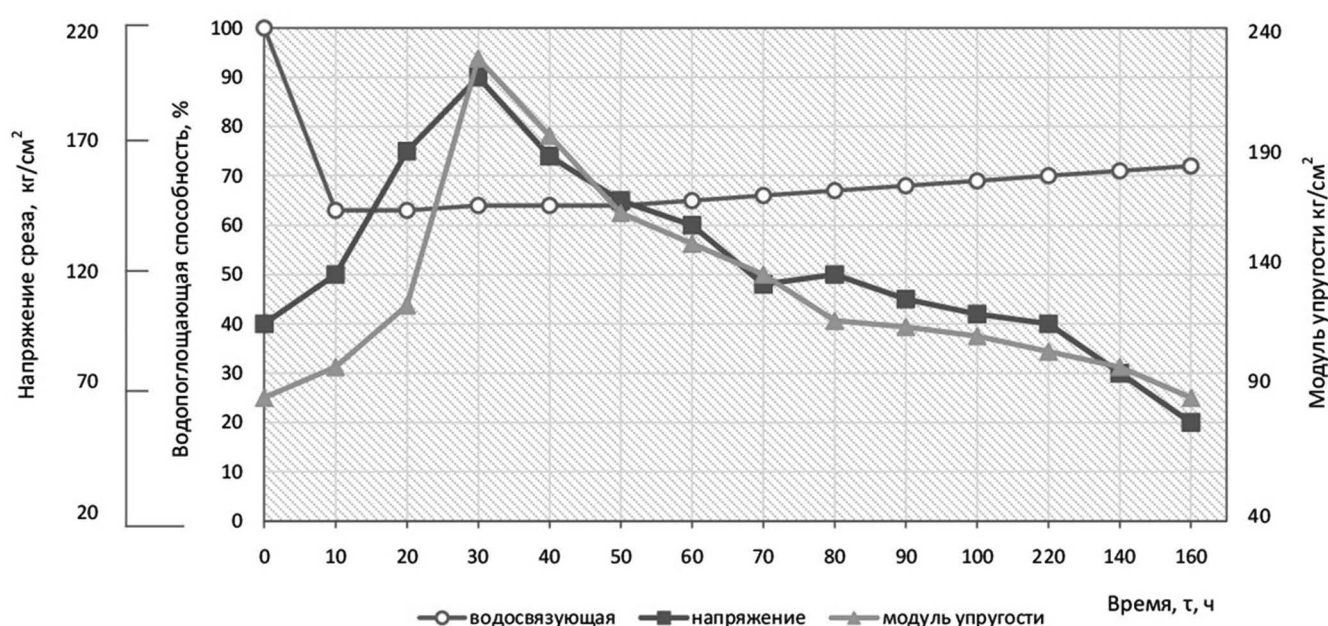


Рис. 1. Изменения физических характеристик мяса говядины при автолизе

Fig. 1. The changes in physical characteristics of beef during autolysis

В основу разработки устройства положен принцип, заключающийся в том, что для повышения нежности мяса необходимо полное расщепление белков и саркомеров мышечных клеток после убоя.

Механизм эффекта смягчения мышечной ткани под действием электрического тока связан с молекулярным уровнем сокращения и расслабления мышечных волокон. Процесс электростимуляции рассматривается в исследовании в тесной связи с прижизненной сократительной функцией мышц. Различные мышцы и волокна обладают разным порогом возбудимости. Однако известно, чем активнее раздражение, тем выше ответная реакция — сокращение при искусственном сокращении мышц. Под воздействием электрического тока происходит увеличение уровня молочной кислоты в мышцах мяса туши животных [3, 4].

На процесс выделения молочной кислоты, изменение химического состава структуры и свойств мясного сырья после убоя животного оказывает существенное влияние частота электрического тока, применяемого для электростимуляции мяса.

Работа устройства основана на использовании физических принципов изменения тонуса мышечных волокон парного мяса (сжатия — растяжение мышц под воздействием электрического тока) туши убойных животных в целях предотвращения «холодового» сокращения мышц при интенсивной холодильной обработке и достижения нежности мяса в короткие сроки.

Под воздействием электрического тока на мясное сырье, в нем более активно происходят химические процессы, приводящие к качественным изменениям как физических, так и химических свойств продуктов питания. Эти изменения заключаются в повышении вкусовых качеств (нежности мяса), водосвязывающей способности, снижении величины усилий среза, усилий разрыва и длины саркомеров.

Под действием электрического тока в мясе быстро уменьшается содержание аденозинтрифосфорного комплекса (АТФ) и процесс окоченения в мышцах наступает до того, как температура охлаждения может вызвать «холодовое» сокращение мышц.

Электростимуляция парного мяса предотвращает «холодовое» сокращение мышц в результате раннего окоченения (резкое падение pH) в то время когда температура туши еще достаточно высокая (выше 18 °C).

В соответствии с ферментативной теорией, быстрое снижение величины pH мышц в результате образования молочной кислоты, при достаточно высокой температуре туши, способствует возникновению благоприятных условий для действия присутствующих лизосомных ферментов на мышечные белки. Быстрое падение pH среды до 5,7 ускоряет процесс разрыва лизосомных мембран, освобождая протеолитические ферменты и усиливая тем самым скорость автолитического протеолиза на 27%.

В качестве одного из обобщающих критериев, характеризующих электростимуляцию, принят расход собственного энергетического материала под действием электрических импульсов, т. е. тетаническое сокращение практически все мышц.

При сокращении мышц используется энергия распада свободного АТФ, находящегося в тканях, с образо-

ванием молочной кислоты. Резкие сокращения мышечных волокон с одновременной ферментацией их молочной кислотой разрушают структуру и целостность нитей белка, приводят к размягчению тканей, что ускоряет в 2–3 раза процесс созревания мяса и увеличивает его водосвязывающую способность на 7–10%.

Для достижения эффекта электростимуляции в конструкцию устройства включена игольчатая гребенка, зафиксированная на держателе и соединенная через гибкий провод с генератором (системой формирования электрических импульсов).

На рис. 2 представлена блок-схема устройства для ускорения автолиза мясного сырья под воздействием электрического тока. На рис. 3 показан внешний вид устройства для ускорения автолиза мясного сырья.

Устройство для ускорения автолиза мясного сырья работает следующим образом: источник электроэнергии 1 приводится в рабочее положение. Обездвиженная туша размещается на подвесных путях или на производственном столе, обескровливается, отделяются голова и ноги. Для дозированной обработки туш, в зависимости от вида убойного животного переключатель 5 переводится в соответствующее положение (К — крупный рогатый скот (КРС); С — свинина; М — мелкий рогатый скот (МРС)). Электростимуляция проводится через 5–10 мин с момен-

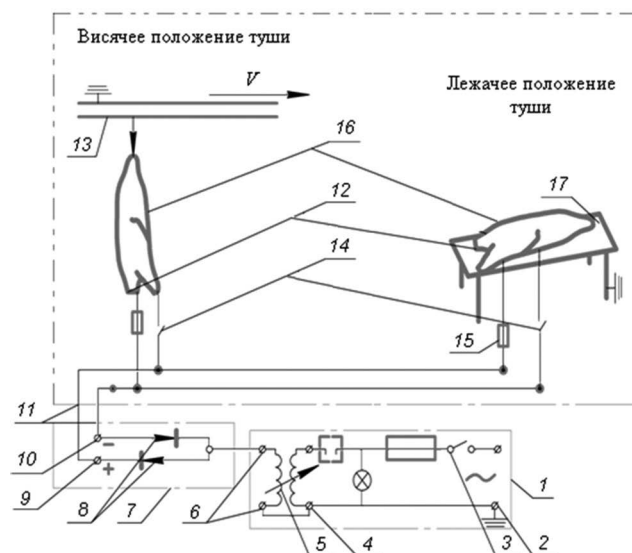


Рис. 2. Блок-схема устройства для ускорения автолиза мясного сырья под воздействием электрического тока:

1 — регулятор импульсов; 2 — клемма; 3 — выключатель; 4 — входная клемма; 5 — регулируемый трансформатор; 6 — выходная клемма; 7 — формирователь импульсов напряжения; 8 — полупроводниковый выпрямитель; 9 — положительный полюс; 10 — отрицательный полюс; 11 — гибкий провод; 12 — туша; 13 — подвесной путь; 14 — выключатель; 15 — регулятор электрических импульсов; 16 — игольчатая гребенка; 17 — производственный стол

Fig. 2. Device to accelerate meat raw materials autolysis by electric current: 1 — impulse regulator; 2 — terminal; 3 — switch; 4 — input terminal; 5 — variable-output transformer; 6 — output terminal; 7 — pulse driver; 8 — semiconductor rectifier; 9 — positive pole; 10 — negative pole; 11 — flexible wire; 12 — carcass; 13 — suspension way; 14 — switch; 15 — electrical impulse regulator; 16 — needle comb; 17 — slab

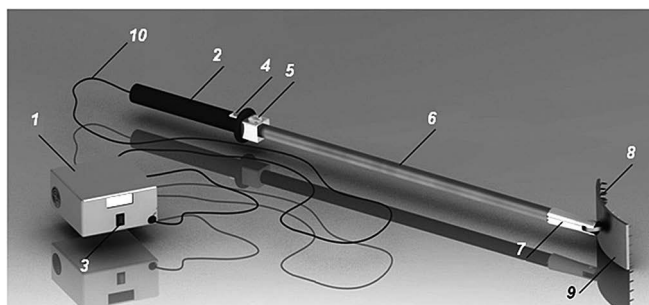


Рис. 3. Внешний вид устройства для ускорения автолиза мясного сырья: 1 — источник электроэнергии; 2 — ручка; 3 — выключатель; 4 — кнопка включения; 5 — переключатель; 6 — держатель; 7 — фиксатор; 8 — игольчатая гребенка; 9 — острое с обратным изгибом на угол 120°; 10 — гибкий провод

Fig. 3. Device for accelerating meat raw materials autolysis: 1 — power supply; 2 — handle; 3 — switch; 4 — push button; 5 — switch key; 6 — mount; 7 — retainer lock pin; 8 — needle comb; 9 — 120 degree backbending needle; 10 — flexible wire

Таблица 1

Обобщенная характеристика воздействия электрического тока на туши животных при электростимуляции

Generalized characteristics of electric current effect on meat carcasses during electrostimulation

№ п/п	Характеристика воздействия электрического тока	Вид мясного сырья		
		КРС	Свинина	МРС
1	Напряжение, В	230	36/110	36
2	Частота, Гц	40	35	30
3	Сила тока, А	5	5	5
4	Электростимуляция, импульс/с	20–40	14,5–20	14,5–20
5	Длительность обработки током, мин	20–25	1,5	1
6	Воздействие в течении, с	3	3	2
7	Перерыв между импульсами, с	0,5–1,8	0,6–2	1,2–2

Таблица 2

Сравнительная характеристика сроков и условий созревания мяса

Таблица 2

Times and conditions of meat maturing

Температура созревания °С	Оптимальная продолжительность созревания, сут
0–4	1–3
3	4–6
Низкая положительная	6–19
Под действием электрического тока	до 1

та забоя, (после обескровливания), при температуре в толще мышц 36–39 °С. Для достижения эффекта от электростимуляции, обработке подвергаются все конечности туши. Генерируется импульсное напряжение 36–230 В, которое передается по гибкому проводу 11 к игольчатой гребенке 8 и через иглу-электрод 10 поступают к нервным волокнам на конечностях туши, а затем к мышечным структурам животного, вызывая их сокращение.

Игольчатая гребенка 8 при контакте с костной тканью имеет возможность отклоняться на угол до 45°, с обеих сторон, обеспечивая оптимальное положение относительно обрабатываемой туши. В результате происходит более полное и равномерное проникновение всех игл-электродов 10 по площади конечности. Обобщенная характеристика воздействия электрического тока на туши животных при электростимуляции представлена в табл. 1.

Экспериментальные исследования показали, что наибольший эффект, при минимизации напряжения, достигается воздействием электрического тока на туши при ее первичной обработке. Сравнительная характеристика сроков и условий созревания мяса представлена в табл. 2.

Широкий диапазон применяемых в мясной промышленности, напряжений при электростимуляции, объясняется тем, что она проводится на разных стадиях убоя и разделении туш животных на полутуши, а также использованием разных частот и форм импульсов, отличающихся электродов и мест накладывания импульсов.

Для ускорения процесса созревания мяса применяют три способа электростимуляции туш животных [5, 6, 7]:

1. Высоковольтный (700–1100 В). При этом способе, используются специальные источники высокого напряжения, частота тока 12–25 Гц, с прямоугольной или синусоидальной формой импульсов. Электростимуляцию осуществляют длительностью 2–30 мин, применяется после разделки туш (2–3 часа после забоя). При стимуляции туш в шкуре для преодоления электрического сопротивления кожного покрова используют ток с напряжением 3600 В. Данный способ электростимуляции не подходит для использования в технологическом процессе прицепного мясопункта (МП-40 М), из-за значительных массо-габаритных характеристик преобразователей высокого напряжения, которые требуют дополнительных технических средств для их транспортировки. Данные преобразователи являются источниками повышенной опасности и требуют повышенных требований электробезопасности, в полевых условиях.

2. Средневольтный (380–550 В). Переменный электрический ток, длительностью 1–20 мин, частотой 50–60 Гц подается импульсами с длительностью 0,5–2,5 с, перерыв между импульсами — 0,5–1,8 с, а общее количество импульсов составляет до 25–50. Электростимуляция данным способом, как правило, осуществляется через 30–90 мин после забоя. Для использования средневольтной электростимуляции при работе МП-40 М необходимо соблюдение повышенных требований электробезопасности и применение специального оборудования для преобразования напряжения, что затрудняет работу в полевых условиях.

3. Низковольтный (36–230 В). Применяется частота импульсов 14–40 Гц, с длительностью обработки 1–10 мин. Используется не позднее 5–8 мин после обез-

движивания туши. Имеющаяся на оснащении электростанция входящая в комплект МП-40 М позволяет без дополнительных устройств выработать электрический ток напряжением 230 В. Способ не требует специального оборудования и дополнительных затрат на обеспечение требований электробезопасности.

Результаты и их обсуждение

В целях сравнения этих способов на рис. 4 представлено изменение pH парного мяса при воздействии на него напряжением разной величины, в различные промежутки времени с момента забоя [5].

Низковольтный переменный электрический ток изменяет уровень АТФ в мясе, течение гликолитических процессов и быстро, в течение 1,5 ч, снижает величину pH до 5,6÷5,7, тем самым повышая концентрацию молочной кислоты, что в 4÷6 раз быстрее, чем при традиционном созревании мяса.

Накопление молочной кислоты вызывает быстрое сокращение (окочение) мускулатуры, сопровождающееся коагуляцией белка. Актомиозин теряет свою растворимость, белки стабилизируются, а кальций выпадает из коллоидов белка и переходит в мясной сок. Резкое повышение концентрации молочной кислоты в мышцах туш убойных животных, провоцирует набухание коллоидоанізотропного вещества (темного диска) мышечных волокон (укорачивается окочение мышц). Последующее увеличение концентрации молочной кислоты и коагуляции белка размягчает мышечные волокна. Белки сворачиваются, теряют свои коллоидные свойства, становятся неспособными связывать (удерживать) воду и лишаются своей дисперсной среды (воды). Вместо первоначального разбухания наступает сморщивание (съе-

живание) коллоидов клеток, и мышцы становятся мягкими (разрешение окочения) [8, 9].

Резкое накопление молочной, фосфорной и других кислот в структуре туш способствует увеличению концентрации водородных ионов, вследствие чего снижается pH до 5,6, АТФ до 6, а концентрация молочной кислоты повышается до 0,5%, а влагосвязывающая способность до 62% (рис. 5).

Воздействие электрического тока резко снижает внутреннюю среду туш животных в кислую сторону, что происходит к распаду АТФ, аденозидифосфату (АДФ) и аденозинмонофосфату (АМФ). Это способствует накоплению неорганического фосфора и приводит к диссоциации актомиозинового комплекса на актин и миозин. Распад этого комплекса снимает явления окочения и жесткости мышечных волокон туш.

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования экспериментально доказано, что наиболее оптимальной является низковольтная электростимуляция мяса, которая в значительной степени:

- активизирует процесс анаэробного гликолиза и гликогенолиза с образованием молочной кислоты и снижением внутреннего pH до 5,7÷5,6;
- способствует росту общей и свободной активности лизосомальных протеинов;
- целесообразна для обработки парного мяса без опасности ухудшения их качественных показателей при использовании интенсивных способов холодильной обработки.

Новизна рассматриваемого в данной работе устройства состоит в том, что в отличие от имеющихся анало-

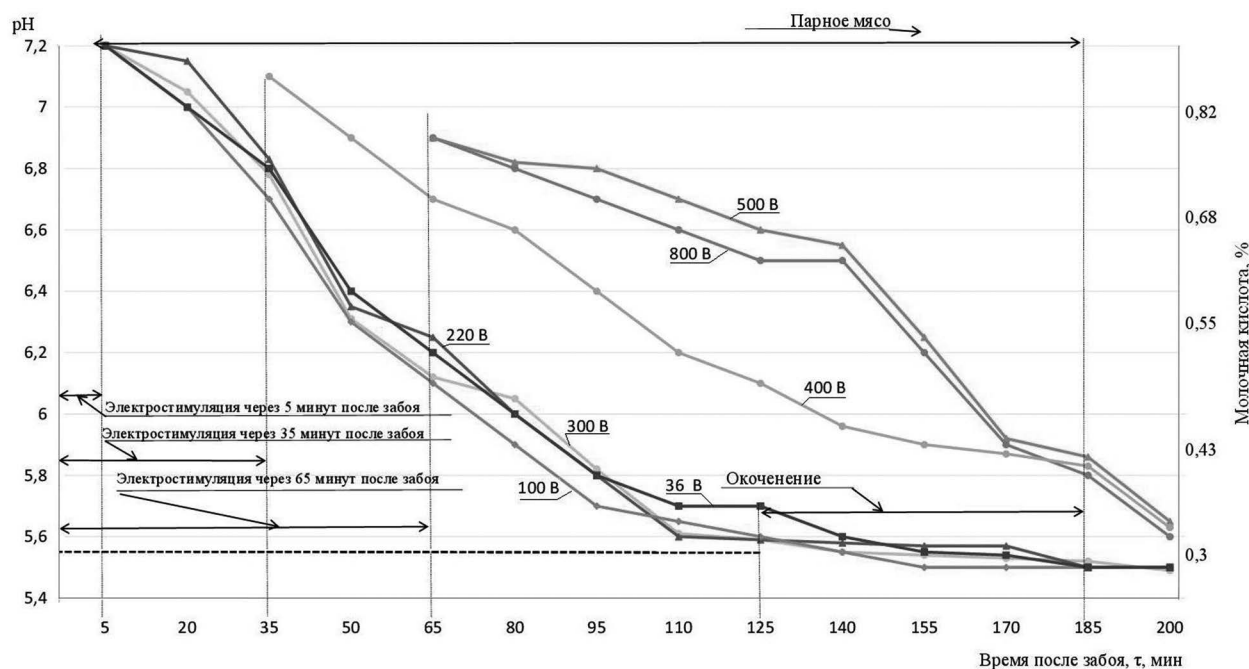


Рис. 4. Изменение pH парного мяса при электростимуляции в зависимости от времени и напряжения электрического тока

Fig. 4. The changes of pH in slaughterwarm meat during electrostimulation depending on the time and the voltage

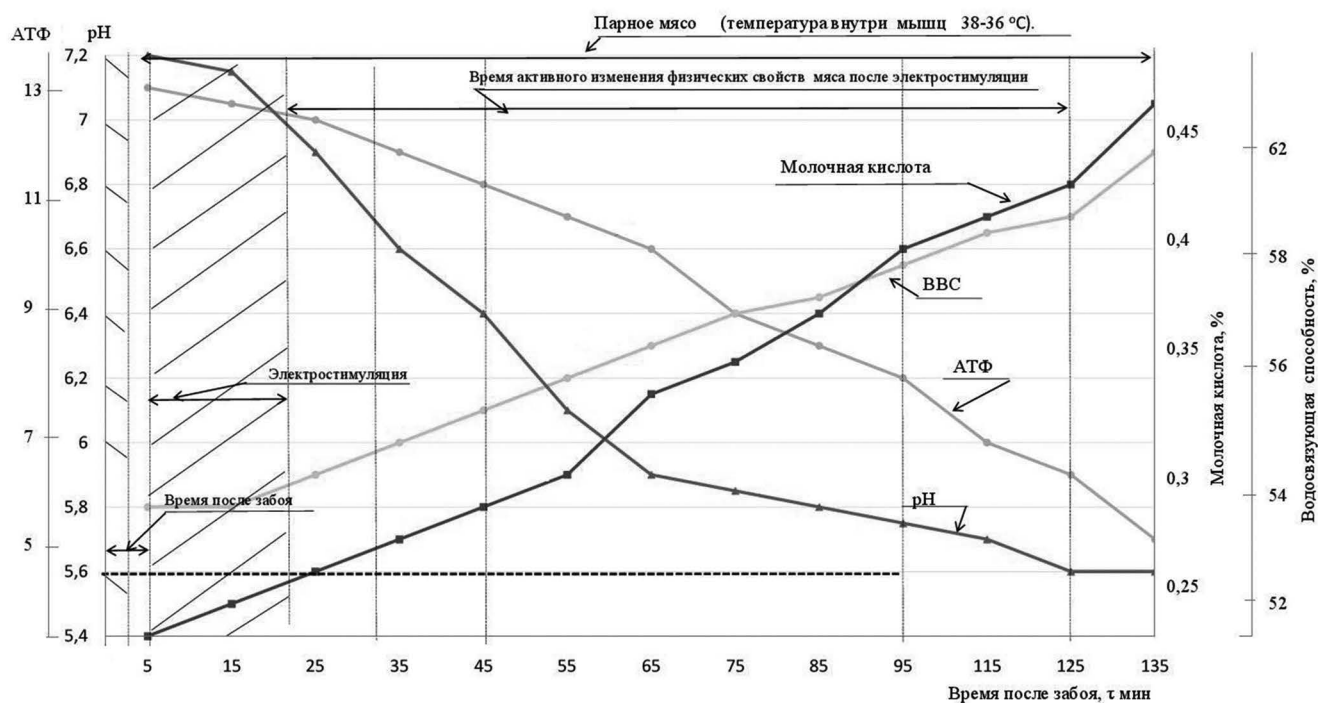


Рис. 5. Воздействие электрического тока на парное мясо КРС на стадии обескровливания

Fig. 5. The effect of electric current on slaughterwarm meat at the stage of bleeding

гов, его применение обеспечивает возможность снижения сроков подготовки мясного сырья к выдаче на снабжение войск в полевых условиях, за счет мобильности и возможности устройства в низковольтном режиме электростимуляции.

Предложенное техническое решение, в сравнении со стандартными устройствами, позволяет осуществить электростимуляцию, на любой стадии обработки туши,

в области всех конечностей, при любых погодных условиях, что ускоряет процесс созревания мяса, отвечает требованиям электробезопасности и актуально для забоя животных в полевых условиях. Для проверки эффективной работы предложенного устройства необходимо практическое применение способа электростимуляции парного мяса в полевых условиях.

Литература

1. Изменение свойств мяса во время автолиза. В кн.: Технология мяса и мясных продуктов. / Под ред. М. М. Клименко. — К.: Высшее образование, 2006. 640 с.
2. Оценка качества мяса при созревании. [Электронный ресурс]: http://biobloc.ru/ocenka_kachestva_myasa_pri_sozrevan
3. Arroyo, C., Lyng, J. G. Electroprocessing of meat and meat products. Book Chapter: Emerging Technologies in Meat Processing: Production, Processing and Technology. 2016, P. 103–130.
4. Куликовская Л. В. Использование электростимуляции при холодильной обработке мяса. // Холодильщик. Ru. 2009. № 5 (53). [Электронный ресурс]: http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_5_2009_Electrostimulyaciya.htm
5. Жаринов А. И., Кудряшов Л. С. Что надо знать о парном мясе // Мясная индустрия. 2005. № 6. С. 19–22.
6. Рогов И. А. Моисеенко Е. Н. Электростимуляция мышечной ткани говядины // Мясная индустрия СССР. 1981. № 2. С. 31–33.
7. Pouliot, E., Gariépy, C., Thériault, M., Simmons, N. J., Castonguay, F. W. Effects of low-voltage electrical stimulation

References

1. Changing the properties of meat during autolysis. In the book: technology of meat and meat products. Under the ed. M. M. Klimenko. Kyiv: Higher education, 2006. 640 p.
2. Assessment of the quality of the meat during maturation. [Electronic resource]: http://biobloc.ru/ocenka_kachestva_myasa_pri_sozrevan (in Russian)
3. Arroyo, C., Lyng, J. G. Electroprocessing of meat and meat products. Book Chapter: Emerging Technologies in Meat Processing: Production, Processing and Technology. 2016, P. 103–130.
4. Kulikovskaya L. V. the Use of electrical stimulation in the refrigeration of meat. // Holodilshchik. Ru. 2009. No 5 (53). [Electronic resource]: http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_5_2009_Electrostimulyaciya.htm (in Russian)
5. Zharinov A. I., Kudryashov L. S. what you need to know about fresh meat. *Meat industry*. 2005. No 6. p. 19–22. (in Russian)
6. Rogov I. A. Moiseenko, E. N. Electrical stimulation of beef muscle. *Meat industry of the USSR*. 1981. No 2. p. 31–33. (in Russian)
7. Pouliot, E., Gariépy, C., Thériault, M., Simmons, N. J., Castonguay, F. W. Effects of low-voltage electrical stimulation

and aging on lamb meat quality. //Canadian Journal of Animal Science 2012. Vol. 92 (1), p. 59–66.

8. *Рогов И. А.* Электрофизические методы обработки пищевых продуктов. — М.: Агропромиздат, 1988. С. 126–137.
9. *Khan, A. A., Randhawa, M. A., Carne, A., Reid, M., Bekhit, A. E.-D. A.* Effect of low and high pulsed electric field processing on macro and micro minerals in beef and chicken. // Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2018. Vol. 45. P. 273–279.

and aging on lamb meat quality. *Canadian Journal of Animal Science*. 2012. Vol. 92 (1), p. 59–66.

8. Rogov I. A. Electrophysical methods of food processing. Moscow: Agropromizdat, 1988. p. 126–137. (in Russian)
9. Khan, A. A., Randhawa, M. A., Carne, A., Reid, M., Bekhit, A. E.-D. A. Effect of low and high pulsed electric field processing on macro and micro minerals in beef and chicken. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2018. Vol. 45. P. 273–279.

Сведения об авторе

Романчиков Сергей Александрович

к. т. н., докторант Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева, 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова 8, romanchkovspb@mail.ru

Information about author

Romanchikov Sergei Aleksandrovich

Ph. D., doctoral candidate of Military academy of material support of the general A. V. Khrulev, 199034, Saint-Petersburg, nab. Makarova, 8, romanchkovspb@mail.ru



АгроЭкспоКрым

VII Международный аграрный форум АгроЭкспоКрым 2019

14.02.2019 – 16.02.2019

Место проведения: ГК «Ялта-Интурист»

Организатор: ГК «ЭКСПОКРЫМ»

Контакты:

+7 (978) 900 90 90

info@expocrimea.com

Координатор деловой программы форума
«АгроЭкспоКрым»

Качуровская Анастасия, тел.: +7978-014-92-05

«АгроЭкспоКрым» – это крупнейшее деловое мероприятие, ориентированное на специалистов и руководителей предприятий агропромышленного комплекса. Тематические семинары, круглые столы, конференции, демонстрации новейшей сельскохозяйственной техники и продукции дают возможность всестороннего ознакомления с тенденциями развития отрасли.

Тематические разделы выставки:

- сельхозтехника, запчасти к сельхозтехнике
- системы полива, оборудование ГЛОНАСС, метеостанции
- с/х инвентарь, садовые инструменты
- семена, посадочный материал
- средства защиты растений, органические удобрения
- животноводство
- ветеринарное и зоотехническое оборудование
- комбикорма, дезинфекция, ветеринария
- строительство и оснащение фрукто-овощехранилищ
- научная деятельность, исследования
- готовая с/х продукция, продукты питания
- сопутствующая продукция

<https://expocrimea.com/events/agro/>