

Tenderization of beef with the help of electrical current

V.N.ZAITSEV, L.V.KULIKOVSKAYA

Scientific Research Institute of Refrigerating Industry of USSR, Moscow, USSR

There is a trend in the meat industries all over the world to the intensification of the process of meat chilling by reducing the air temperature at the first stage down to $-6 + -10^{\circ}\text{C}$. This leads to the reduction of chilling time, decrease in weight losses and increase in the productivity of refrigerating rooms. However, the results of investigations of numerous authors (Marsh, 1966, Cassens, 1967, Taylor et al., 1972) showed that the intensification of chilling rate resulted in a deterioration of meat texture. Sharp, irreversible contraction of muscular fibres under the action of low temperatures received the name "cold shortening" or "cold contracture". VNIKhI conducted a series of experiments at a meat-packing plant (Moscow) to investigate the influence of electrical current on the quality of beef during its intensive chilling with the aim of preventing from muscle contraction of fibres. The object of investigations was Longissimus dorsi from beef of the first category of fatness. One part of the meat sample immediately after slaughter was subjected to the action of electrical current with voltage of 240-250 V and frequency 40-60 c/s during 3-5 min, the other part served as a control. On the basis of a change in pH and shear force it was established that electrical current had an influence on the rate of glycolysis occurring in the muscles of the animal after slaughter. Glycolytic processes in electrically stimulated samples occurred 2-2,5 times faster than in control ones. Intensive chilling of the tested samples at -10°C after electrical stimulation did not involve any deterioration of the texture, while in the control ones the texture was hard.

Tenderisation des Rindfleisches mittels Elektrostrom

W.N.SAIZEW, L.W.KULIKOWSKAJA

Allunionsforschungsinstitut der Kälteindustrie, Moskau, UdSSR

In der ganzen Welt in der Fleischindustrie wird die Tendenz zur Intensivierung des Kühlprozesses vom Fleisch durch die Absenkung der Lufttemperatur in der ersten Stufe bis $-6 + -10^{\circ}\text{C}$ beobachtet. Das führt zur Abkürzung der Dauer des Kühlprozesses, zur Herabsetzung der Gewichtsverlust vom Fleisch und Vergrößerung der Leistung des Kühlraumes. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Autoren (Marsh, 1966, Cassens, 1967, Taylor und andere 1972) zeigten, dass die Vergrößerung der Kühlgeschwindigkeit der Verschlechterung der Fleischkonsistenz beiträgt. Scharfe umkehrbare Abkürzung der Muskelgewebe unter Wirkung der tiefen Temperatur kann "Kälteschock" oder "Kältekontraktur" genannt werden. VNIChI führte im Moskauer Fleischkombinat eine Serie von Experimenten zur Untersuchung des Einflusses des Elektrostromes auf die Qualität vom Rindfleisch bei intensiver Kühlung zum Zwecke der Verhütung der Abkürzung der Muskelgewebe durch. Der Gegenstand der Prüfung war longissimus dorsi vom Rindfleisch der I. Kategorie der Wohlgenährtheit. Ein Teil der Fleischmuster wurde unmittelbar nach dem Schlachten der Behandlung mit dem Elektrostrom der Spannung von 240-250 V und Frequenz 40-60 Hz im Laufe von 3-5 Minuten unterworfen, der andere Teil diente als Kontrolle. Auf Grund der Veränderungen der pH-Werte und Schnittkraft wurde festgestellt, dass der Elektrostrom die Geschwindigkeit der Glykolyse beeinflusste, die in Muskelgeweben vor sich geht. Glykolytische Vorgänge verliefen in elektrostimulierten Mustern um 2-2,5 mal schneller, als in kontrollierten. Die intensive Kühlung von Versuchsmustern des Fleisches bei -10°C verschlechterte nach der Elektrostimulation ihre Konsistenz nicht, die Kontrollmuster aber hatten härtere Konsistenz.

7.25

Tenderisation de la viande de boeuf à l'aide du courant électrique

V.N.ZAJTSEV, L.V.KOULIKOVSKAJA

Institut des recherches scientifiques de l'industrie frigorifique de l'URSS
Moscou, URSS (VNIKhI)

Dans le monde entier l'industrie de viande éprouve une tendance à l'intensification du processus de refroidissement de la viande par l'abaissement de la température de l'air au premier étape jusqu'à $-6 + -10^{\circ}\text{C}$.

Ça mène à la réduction de la durée du processus de refroidissement, diminution des pertes de la masse de viande et augmentation de la productivité des chambres frigorifiques. Pourtant, les résultats des essais d'un nombre des auteurs (Marsh, 1966, Cassens, 1967, Taylor et al. 1972) ont révélé que l'augmentation de la vitesse de refroidissement provoque une altération de la consistance de la viande. Le raccourcissement brusque irréversible des fibres musculaires sous l'influence des basses températures a été nommé "raccourcissement dû au froid" ou "contraction par le froid". VNIKhI à la base de la Boucherie industrielle de Moscou a effectué un nombre d'expériences sur l'influence du courant électrique sur la qualité de la viande de boeuf pendant son refroidissement rapide en but de prévenir le raccourcissement des fibres musculaires. L'objet des recherches devient le grand dorsal du boeuf d'un engraissement de I catégorie. Une partie d'échantillon de la viande immédiatement après l'abattage a été traitée avec le courant électrique à la tension 240-250 V et fréquence 40-60 Hertz au cours de 3-5 minutes, une autre partie - contrôle. En se basant sur les changements des valeurs de Ph et des efforts de la tranche on a noté, que le courant électrique influe sur la vitesse du glycolyse dans les muscles d'animal après l'abattage. Les processus de glycolyse dans les échantillons qui ont subi la stimulation électrique s'effectuaient 2-2.5 fois plus vite, que dans ceux de contrôle. Après la stimulation électrique le refroidissement rapide des échantillons de viande essayés à -10°C n'altère pas leur consistance, en même temps que les échantillons de contrôle avaient une consistance dure.

Тендеризация говяжьего мяса с помощью электрического тока

В.Н.ЗАЙЦЕВ и Л.В.КУЛИКОВСКАЯ

Всесоюзный научно-исследовательский институт холодильной промышленности, г. Москва, СССР

Во всем мире в мясной промышленности наблюдается тенденция к интенсификации процесса охлаждения мяса за счет понижения температуры воздуха на первой стадии до $-6 + -10^{\circ}\text{C}$.

Это ведет к сокращению продолжительности процесса охлаждения, уменьшению потерь массы мяса и увеличению производительности камер охлаждения.

Однако, как показали результаты исследований ряда авторов / Марш, 1966 г., Кассенс, 1967 г., Тейлор и др. 1972 г. /, увеличение скорости охлаждения приводит к ухудшению консистенции мяса. Резкое необратимое сокращение мышечных волокон под воздействием низких температур получило название "холодильного шока" или "холодильного сжатия".

ВНИХИ на Московском мясокомбинате провел серию экспериментов по исследованию влияния электрического тока на качество говяжьего мяса при его интенсивном охлаждении, с целью предотвращения мышечного сокращения волокон. Объектом исследования являлся длиннейший мускул спины от говядины I категории упитанности. Одна часть образца мяса непосредственно после убой скота подвергалась обработке электротоком напряжением 240-250 В и частотой 40-60 Гц в течение 3-5 мин., другая часть - служила контролем. На основании изменения величины pH и усилий среза было установлено, что электроток влияет на скорость гликолиза, происходящего в мышцах животного после убой. Гликолитические процессы в электростимулированных образцах протекали в 2-2,5 раза быстрее, чем в контрольных. После электростимуляции интенсивное охлаждение опытных образцов мяса при -10°C не ухудшало их консистенции, в то время как контрольные образцы имели жесткую консистенцию.

Тендеризация говяжьего мяса с помощью электрического тока

Л.В.КУЛИКОВСКАЯ, В.Н.ЗАЩЕВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт холодильной промышленности, Москва, СССР

Введение

В последние годы в мировой практике мясной промышленности определялась тенденция к интенсификации процесса охлаждения мяса за счет понижения температуры воздуха в первой стадии до $-6 \pm 10^{\circ}\text{C}$. Это ведет к сокращению продолжительности процесса охлаждения, уменьшению потерь массы мяса и увеличению производительности камер охлаждения. Однако, как показали результаты исследований Савелла /1/ и Давей /2/ увеличение скорости охлаждения парного мяса приводит к ухудшению его консистенции — мясо становится жестким. Резкое сокращение мышечных волокон парного мяса под воздействием низких температур получило в литературе название "холодильное сжатие". При производстве мясопродуктов вопросу улучшения консистенции мяса уделяется большое внимание. В настоящее время разработано много способов размягчения (тендеризации) мяса. Условно их можно разделить на три группы: механические, химические и физические. В последние годы на предприятиях США, Австралии и Новой Зеландии все более широкое распространение приобретает один из физических способов размягчения мяса с помощью электрического тока, способ электростимуляции. В Новой Зеландии на предприятиях мясной промышленности обработано электрическим током более 1 млн бараньих туш. Однако приведенные в литературе данные об оптимальных режимах электростимуляции мяса весьма разноречивы. Так Савелл /1/ исследовал изменение качества говяжьего мяса в зависимости от воздействия электрического тока силой 5А и напряжением 100В. Процесс электростимуляции проводили в течение 84–100 сек. Давей /2/ установил, что оптимальными параметрами электрического тока для предотвращения "холодильного сжатия" мышечных волокон мяса крупного рогатого скота следует считать: сила тока 2А, напряжение 1600В, частота 15Гц, продолжительность электростимуляции — от 10 сек до 10 мин в зависимости от категории убитанности животного. В результате экспериментальных исследований Бендоллом /3/ было показано, что обработка говяжьего мяса электрическим током напряжением 700В при частоте 15Гц в течение 2 мин обеспечивает высокое качество говядины в процессе дальнейшего быстрого охлаждения полутуш. Целью наших исследований являлось определение влияния электрического тока различных характеристик на качество говяжьего мяса при холодильной обработке с целью предотвращения "холодильного сжатия" мышечных волокон.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлись мышцы *longissimus dorsi* и *biceps femoris* от крупного рогатого скота I категории убитанности, которые вырезались непосредственно после уоя и разделки животных. Температура в толще составляла $37 \pm 38^{\circ}\text{C}$. Образцы мышцы делили на две части, одна из которых служила контролем, а другую помещали в камеру для электростимуляции. Мышцы обрабатывали электрическим током различных характеристик: постоянным, переменным и импульсным с прямоугольной формой импульса. Напряжение тока составляло от 30 до 600В, час-

тока - от 30 до 800 импульсов в секунду, продолжительность воздействия тока - от 5 сек до 10 мин. Затем контрольные и опытные образцы мяса помещали в камеру охлаждения с температурой воздуха -10°C и скоростью движения $1+2$ м/сек. Часть контрольных образцов охлаждали медленно при температуре воздуха $+4^{\circ}\text{C}$. Все образцы охлаждали до температуры в толще мяса $+4^{\circ}\text{C}$, а затем хранили при этой же температуре. Качество мяса исследовали по следующим показателям: величина pH с помощью pH-метра ЛП-340; усилие среза (у.с.) на приборе Большакова-Фомина, органолептическую оценку мяса в отварном виде проводили по 9-ти бальной системе, разработанной ВНИИМПОм. Все указанные исследования проводили до электростимуляции мяса, непосредственно после нее, затем через каждые 2-3 часа в первые 12 часов и в последующем через 24 часа в процессе хранения.

Результаты исследований

В результате исследований установлено, что постоянный ток практически не оказывает никакого влияния на течение гликолитических процессов в мясе при охлаждении. Так падение величин pH опытных и контрольных образцов мяса было почти одинаковым и протекало в соответствии с традиционной схемой, которая имеет место в процессе медленного охлаждения мяса при температуре $+4^{\circ}\text{C}$. Образцы, подвергнутые интенсивному охлаждению, были по консистенции более жесткими. Уже через 3 часа после убоя величина усилия среза составляла $6,8 \text{ кг/см}^2$ по сравнению с образцами, охлажденными медленным способом при температуре $+4^{\circ}\text{C}$, усилие среза которых составляло $6,2 \text{ кг/см}^2$. Эффект электростимуляции наблюдали лишь при обработке образцов мяса импульсным и переменным токами. Оптимальный режим электрического тока при обработке мяса составлял: напряжение 240-250В, частота 40-60 импульсов в секунду, продолжительность воздействия 3-5 мин. Изменение величины pH и усилия среза мышц в контрольных и опытных образцах представлено в таблице I.

Таблица I.

Table 1

Изменение величины pH (pH) и усилия среза (у.с.) опытных (о) и контрольных (к) образцов мяса в процессе охлаждения и хранения

Change in pH and shear force (s.f.) of the experimental (e) and control (c) meat samples during meat chilling and storage

Образцы мяса (Meat samples)	Температура охлаждения, $^{\circ}\text{C}$ (Temperature of chilling, $^{\circ}\text{C}$)	Продолжительность охлаждения и хранения мяса, часы (time of meat chilling and storage, hours)								Показатели качества мяса (pH и у.с., кг/см^2) (meat quality indices /pH and S.f., kg/cm^2)							
		3	6	9	10	24	48	72	pH	у.с.	pH	у.с.	pH	у.с.	pH	у.с.	
		pH	у.с.	pH	у.с.	pH	у.с.	pH	у.с.	pH	у.с.	pH	у.с.	pH	у.с.		
О	$+10$	6,0	6,0	5,8	6,0	5,65	6,2	5,6	6,5	5,5	6,0	5,6	5,6	5,65	5,0		
к	-10	6,3	6,8	6,2	7,0	6,05	7,1	6,0	7,3	5,8	7,8	5,6	7,5	5,6	7,3		
к	$+4$	6,2	6,2	6,05	6,5	5,9	7,0	5,85	7,1	5,65	7,0	5,6	6,6	5,6	6,5		

Из данных таблицы следует, что величина pH электростимулированных образцов мяса падала от значения 7,0 через 45-50 мин после убоя до значения 5,6 через 10 часов, в то время как у

контрольных образцов величина рН мяса к этому периоду снизилась до значения 6,0 и только через 24 часа после убоя величина рН контрольных образцов достигала значения 5,8. Органолептическая оценка мяса показала, что уже через сутки опытные образцы мяса были более нежными по консистенции, чем контрольные. Ухудшение качества мяса и увеличение потерь сока после электростимуляции не наблюдалось. Следовательно, скорость посмертного изменения говяжьего мяса можно ускорить в 2-2,5 раза с помощью воздействия электрического тока и тем самым предотвратить или значительно уменьшить нежелательное сокращение мышечных волокон мяса при интенсивном охлаждении, улучшая его консистенцию.

Выводы

1. Исследовано влияние электрического тока различных характеристик (постоянный, переменный, импульсный с прямоугольной формой импульса) напряжением от 30 до 600В, частотой от 30 до 800 импульсов в секунду и продолжительностью воздействия от 5 сек до 10 мин.
2. Установлено, что только переменный и импульсный электрические токи оказывают воздействие на течение гликолитических процессов в мясе.
3. Оптимальными режимами электрического тока являются: напряжение 240-250В, частота 40-60 импульсов в секунду, продолжительность воздействия 3-5 мин.
4. Электростимуляция говяжьего мяса в 2-2,5 раза повышает скорость течения гликолитических процессов при холодильной обработке и хранении.
5. Обработка мяса электрическим током приводит к снижению величины усилия среза. Органолептическая оценка качества мяса показала, что электростимуляция позволяет предотвратить сокращение мышечных волокон при быстром охлаждении полутуш, которое приводит к увеличению жесткости мяса. После обработки образцов электрическим током мясо имело нежную консистенцию.

Литература

(References)

1. Savell J.W. J. Food Sci., 1977, No.3. 703-706.
2. Davey C.L. Bull. Inst. Int. Froid, 1976, No.1, 72-80.
3. Beudall J. Journal Sci. Food and Agr., 1976, No.12, 1123-1131.