

А.А. БЕЛГОУСОВ, В.И. РОЩУКИН, В.В. АВИЛОВ, В.В. ПЛОТНИКОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промыш-
ленности, Москва, СССР

А.С. БОЛЬШАКОВ, Ф.А. МАДАГАЕВ, В.Н. ПИСЬМЕНСКАЯ

Московский технологический институт мясной и молочной промыш-
ленности, Москва, СССР

Увеличение объемов мясного производства с одновременным повы-
шением качества выпускаемой продукции немаловажно сейчас без ис-
пользования в технологических процессах физических методов
воздействия. В последние годы за рубежом широко распростране-
ние получил способ обработки парных туш животных электроток-
мом, названный электростимуляцией /1/. Исследованиями, проведенны-
ми во ВНИИМП, было показано, что не всякая обработка мышеч-
ной ткани электротокмом, (все зависит от параметров и времени
воздействия тока), приводит к стимуляции протекающих в ней после
убоя процессов развития гликолиза и снижения величины рН,
нарушению целостности ядра, митохондрий и саркоплазматического
ретикулума, высвобождению из структур литических ферментов,
развитию и разрешению посмертного окоченения с разрыхлением и
локальными деструкциями миофибриллярных структур и др. Доволь-
но часто обработка электротокмом приводит к более глубокому из-
менениям - образованию большого количества сверхсокращенных
участков и множественных разрывов контрактильной субстанции
и оболочек (сарколеммы) мышечных волокон вследствие запрядель-
ного нерегулируемого сокращения их под действием тока. Был
сделан вывод, что не всяком воздействием электротока на парную
мышечную ткань следует рассматривать как стимулирующее, в свя-
зи с чем употребление термина "электростимуляция" не всегда
правомерно. Во многих случаях мы имеем дело не с электростиму-
ляцией, а с электромассированием парной мышечной ткани, в ос-
нове которого преобладает процесс глубокой деструкции струк-
тур мышечной ткани. Последнее не всегда желательна, так как
при тепловой обработке такого мяса, вследствие множественных
разрывов сарколеммы, имеет место большие потери влаги и белко-
вых веществ, снижающие выхода готовой продукции /2/. Было так-
же установлено, что обработка парных полутуш током в стимулиру-
ющих параметрах воздействия дает положительный эффект толь-
ко в случаях убоя животных с использованием способов механи-
ческого оглушения. При убое животных с предварительным электро-
оглушением этот эффект незначителен, так как сам процесс оглу-
шения животных током включает в себя элементы электростиму-
ляции /3/. Подбор оптимальных параметров тока и времени его
воздействия позволил создать в СССР принципиально новую уста-
новку "богатырь", которая наряду с повышением качества оглу-
шения животных позволила одновременно получить на тушах высо-

ступают о проникновении солевого раствора внутрь волокна. В
делом мышечные волокна лежат порозно-свободно по отношению
друг к другу. Поперечная исчерченность ослаблена, ядра округлы
формы. Между мышечными волокнами и в соединительнотканых про-
странствах выявляется большое количество мелкозернистой белко-
вой массы. Через $86,4 \cdot 10^3$ с - $172,8 \cdot 10^3$ с выдержки электро-
обработанного и насприцованного парного мяса в постле деформи-
рованности мышечных волокон оглаживается, пространства между
ними несколько уменьшаются, что свидетельствует о начавшемся
набухании волокон (рис. 2).
В процессе дальнейшей выдержки до $345,6 \cdot 10^3$ с происходит не-
которое увеличение степени набухания мышечных волокон. В ряде
участков исчерченность ослаблена. Между мышечными волокнами и их
пучками обнаруживается мелкозернистая белковая масса. В отли-
чие от изменений, наблюдаемых в мышечной ткани сразу после
электрообработки, в насприцованном и электромассированном пар-
ном мясе мышечные волокна лежат прямолинейно или волнисто. Ко-
личество узлов сокращения незначительно. В некоторых участках
мышечные волокна деформированы - слегка изогнуты или извиты.
В целом степень деформированности выражена значительно меньше,
чем при электрообработке не насприцованного парного мяса.
На поперечных срезах отмечено равномерное распределение мышеч-
ных волокон в составе мышечных пучков, отстоящих друг от друга
на некотором расстоянии. В большинстве мышечных волокон выяв-
ляются набухшие митохондрии и каналы саркоплазматического
ретикулума, свидетельствующие о проникновении солевого раство-
ра внутрь мышечных волокон в процессе электромассирования.
Распределение рассола в пределах мышечного равномерное (рис. 3).
Через $14,4 \cdot 10^3$ с выдержки такого мяса мышечные волокна лежат
свободно относительно друг друга, а в отдельных участках плотно
прилегают друг к другу, где пространства между ними незначи-
тельны. Через $36 \cdot 10^3$ с выдержки мышечные волокна округлы
или полигональной формы в большинстве участков плотно приле-
гают друг к другу. Мышечные пучки обложены, местами обнару-
живается небольшое количество мелкозернистой белковой массы.
Выраженность поперечной исчерченности ослаблена, набухание
волокон по срезу в основном равномерное. Через $86,4 \cdot 10^3$ с -
 $172,8 \cdot 10^3$ с выдержки электромассированного сразу после
сприцевания рассолом парного мяса мышечные волокна плотно при-
легают друг к другу, нередко их границы плохо различимы
(рис. 4). О значительном набухании миофибриллярных структур мы-
шечного волокна в процессе выдержки насприцованного электро-
массированного мяса в указанный период свидетельствует анализ
сканограмм, сделанных со срезов мышечной ткани непосредствен-
но после электромассирования и через $84,4 \cdot 10^3$ с выдержки ее
в постле. После электромассирования миофибриллы мышечных во-
локон раздвинуты, хорошо различима разграниченность их на тар-
гомеры (рис. 5а). После выдержки в течение $84,4 \cdot 10^3$ с такого
мяса в постле миофибриллы мышечных волокон набухшие и сливае-
тся друг с другом; структура саркомеров различима слабо (рис. 5б).
В процессе дальнейшей выдержки такого мяса до $345,6 \cdot 10^3$ с
происходит дальнейшее набухание мышечных волокон и образование
в них множественных поперечно-шелловидных нарушений в

кий электростимулирующий эффект. Представляемая работа являет-
ся продолжением цикла исследований в области использования
электротока для интенсификации технологических процессов мяс-
ного производства, в частности для ускорения сроков посола
мяса при изготовлении соленых ветчинных изделий /4/. Целью
работы было сравнительное изучение микроструктурных изменений
парной мышечной ткани в постле, подвергнутой электромассирова-
нию до и после сприцевания рассолом. Объектом исследования
служила длинная мышца спины от парных туш крупного рогатого
скота в возрасте 1,5 лет, второй категории упитанности. Живот-
ные были убиты с применением электрооглушения током напряже-
нием 110 в и частотой 50 гц. Мышцы выделяли из правой и левой
полутуш 5 животных. Мышцы от правых полутуш с помощью двух
стальных иглочатых электродов подвергали импульсному воздей-
ствию электрического тока напряжением 220 в, частотой 50 гц
в течение 420 с. Длительность импульсов в перерывы между ними
составляла 0,5 с. Затем мышцы из правых и левых полутуш
сприцевали рассолом плотностью 1,18 с содержанием 0,1% нитрита
и 2,5% сахара в количестве 12% к массе сырья. Введение
рассола производили равномерно по длине и ширине мышц через
каждые 2-10-2 м. Мышцы от левых полутуш после сприцевания под-
вергали электромассированию с вышеуказанными параметрами тока
и сроками воздействия. Последующее охлаждение и хранение мышц
осуществляли в подвешенном состоянии при температуре $275-273^{\circ}\text{K}$ -
 170°C - 0°C . Пробы для исследования отбирали от мышц через
 $15; 14,4 \cdot 10^3; 36 \cdot 10^3; 86,4 \cdot 10^3; 172,8 \cdot 10^3$ и
 $345,6 \cdot 10^3$ с /5; 4; 10; 24; 48; 96 час. Собротна и про-
ведение микроструктурных исследований проведено по общеприня-
тым методикам. Непосредственно после обработки парной мышцей
электротокмом в мышечной ткани выявляются многочисленные участ-
ки с сильно деформацией мышечных волокон и большим количест-
вом сверхсокращенных участков-узлов сокращения.
Последние уплотнены, интенсивно окрашены и имеют по краям или
в центре множественные разрывы миофибриллярной субстанции.
Оболочка мышечного волокна в этих участках, как правило, по-
вреждена и имеет разрывы. На поперечных срезах в мышечных пуч-
ках выявляется большое количество так называемых "гигантских"
(имеющих в 1,5 - 2 раза больший диаметр) волокон, представляю-
щих собой срезы в области узлов сокращения. Сразу после сприце-
вания электрообработанного парного мяса рассолом, отлежавшего
после всего картина, описанная для мяса после воздействия
тока (рис. 1) на нее выливается картина распределения вве-
денного рассола. Последний раздвигает мышечные пучки и отдель-
ные группы мышечных волокон. Через $14,4 \cdot 10^3$ с выдержки та-
кого мяса в постле мышечные волокна в большинстве участков
деформированы, имеют узлы сокращения, лежат свободно относи-
тельно друг к другу. Сарколемма мышечных волокон имеет разрывы,
в отдельных участках отслоена от миофибриллярной субстанции.
Между группами волокон и в соединительно-тканых пространствах
обнаруживается мелкозернистая белковая масса. Через
 $36 \cdot 10^3$ с в мышечных волокнах отмечено набухание митохондрий
и каналов саркоплазматического ретикулума, которые свидетель-

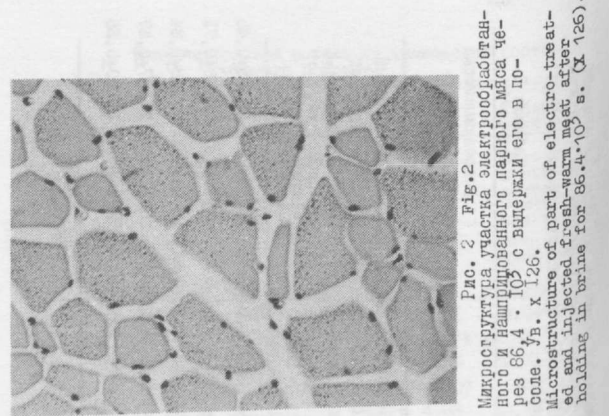


Рис. 2 Fig. 2
Микроструктура участка парного мяса электрообработан-
ного насприцованного парного мяса че-
рез $86,4 \cdot 10^3$ с выдержки его в по-
соле. Уб. х 126.
Microstructure of part of electro-treat-
ed and injected fresh meat after
soilage in brine for $86,4 \cdot 10^3$ s. (X 126).

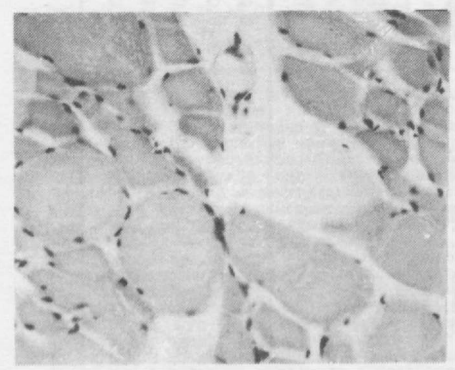


Рис. 1 Fig. 1
Микроструктура участка парной мышечной тка-
ни непосредственно после электрообработки и
сприцевания рассолом. Уб. х 126
Microstructure of part of fresh-warm muscle
just after electric treatment and brine in-
jection. (X 126).

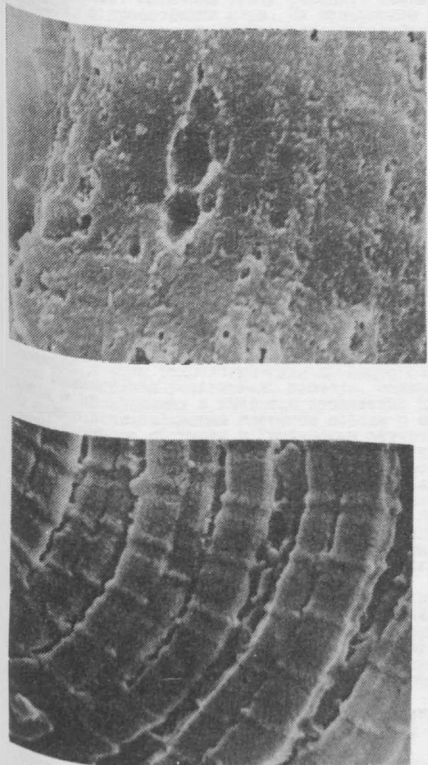


Рис. 5 Fig. 5
 Микрофильм мышечных волокон из участка нащипованного электромассированного мяса. Уб. X 10⁴ 10³
 А/ непосредственно после электромассирования
 B/ после выдержки в посоле в течение 86,4 · 10³ с
 Microrelief of muscle fibers in brine-injected electro-massaged meat (X 10,000).
 A/ immediately after electro-massaging B/ after holding in brine for 86.4·10³ s

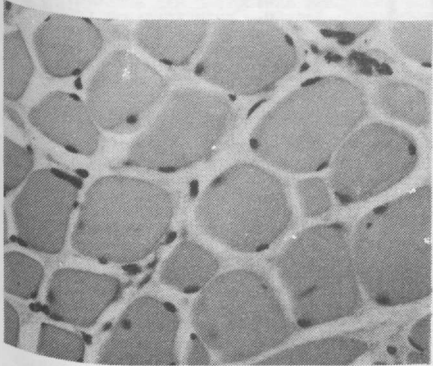


Рис. 3 Fig. 3.
 Макроструктура участка электромассированного парного парного мяса сразу после шприцевания рассолом. Уб. X 126.
 Microstructure of part of electro-massaged fresh meat immediately after injection with brine. (X 126).

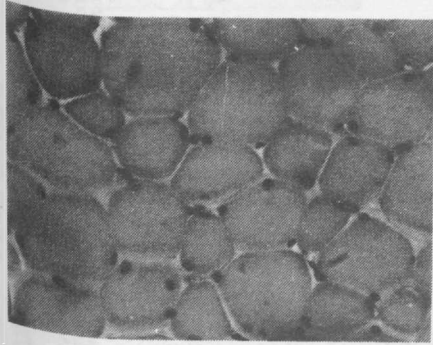


Рис. 4 Fig. 4.
 Микроструктура участка электромассированного нащипованного мяса после 86,4 · 10³ с выдержки его в посоле. Уб. X 126.
 Microstructure of part of electro-massaged meat after holding in brine for 86.4·10³ s (X 126).

в виде микротрещин и распадов отдельных миофибрилл и их групп. Анализ полученных результатов и ранее проведенных исследований по изучению микроструктурных изменений при электромассировании показал значительные преимущества способа электромассирования предварительно шприцованного парного мяса для интенсификации технологического процесса изготовления соленых ветчинных изделий. Введение рассола в парное мясо снижает выраженность развития процессов посмертного окоченения. Однако по сравнению с изученными в данной работе методами посола этот способ требует более длительного времени выдержки в посоле для достижения оптимальных параметров степени набухания и развития деструктивных процессов, лежащих в основе получения готового продукта с высокими качественными показателями. Электрообработка парного мяса вызывает нерегулируемое сокращение мышечных волокон с образованием множественных узлов сокращения, что приводит к разрывам сарколеммы и контрактильной субстанции мышечных волокон. При посоле такого мяса мышечные волокна теряют большое количество растворимых белковых веществ, выходящих между волокнами в соединительнотканые пространства и на поверхность мышц. Метод электромассирования нащипованной рассолом мышечной ткани обеспечивает наиболее быстрое проникновение посолочных ингредиентов внутрь мышечного волокна, незначительное образование сверхсокращенных участков-узлов сокращения и равномерное распределение рассола по всей мышечной ткани. Этим достигается более быстрое просаливание мяса и развитие в нем деструктивных процессов, лежащих в основе получения продукта с высокими качественными показателями. Таким образом наиболее оптимальным и позволяющим в наибольшей степени интенсифицировать процесс посола парного мяса является способ посола парного мяса с использованием электромассирования после введения в него рассола. Анализ полученных результатов показывает, что микроструктура мяса, подвергнутого воздействию электротока, после шприцевания рассолом через 24-48 часов выдержки по степени набухания мышечных волокон соответствует микроструктуре охлажденного мяса на 10 сутки посола.

Литература

1. В.М. Горбатов, А.А. Белоусов, Л.И. Стекольников, Л.Ф. Кармышева, Э.М. Мушинский, Л.В. Алехина, В.И. Родупкин. "Теоретические и практические аспекты использования электрооблучения и электростимуляции в мясной промышленности. ЦНИИЭИ, Москва, 1982 г.
2. А.А. Белоусов, В.И. Плотников, В.И. Родупкин, В.В. Авилов. "Влияние электротока на микроструктуру мышц животных. XXVII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, Австрия, Вена, 1981.
3. В.М. Горбатов, А.А. Белоусов, Н.М. Креков, Ю.В. Татулов, Л.И. Стекольников, Э.Н. Мушинский, В.И. Плотников. "Всегда ли нужна электростимуляция?" XXIX Европейский конгресс научных работников мясной промышленности, Италия, Парма, 1983.
4. А.С. Большаков, Ф.А. Мадагаев, А.А. Белоусов, В.И. Родупкин, Л.В. Рыбина. "Микроструктура мяса при посоле шприцеванием с последующим электромассированием". "Пищевая технология", № 4, 1983.
5. А.А. Белоусов, В.И. Плотников. "Оценка качества мяса при посоле по микроструктурным показателям", ЦНИИЭИ, Москва, 1976.