

Изучение физико-химических и структурно-механических изменений в процессе посола говядины с применением электрических воздействий

А.С. ВОЛШАНОВ, Ф.А. МАДАГАЕВ, В.Г. ВОРЕСКОВ, Ю.А. ИСЛЕВ, М.К. УЖАХОВА

Московский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Для интенсификации технологических процессов производства и повышения качества мяса и мясосодержащих продуктов важное значение имеет применение технологии убоя скота с использованием электростимуляции туш.

Влияние электровоздействия на мышцы парных говяжьих полутуш изучено достаточно полно, однако совершенно не исследовано влияние электровоздействия на процесс посола мяса. Поэтому большой интерес представляет исследование процесса воздействия импульсного электрического тока на предварительно прошипованные рассолом мышцы говяжьих полутуш в парном состоянии.

Объектом исследований была выбрана длиннейшая мышца спины. В убойном отделении после клеймения и взвешивания полутуш (примерно через $2,7 \cdot 10^3$ с после электроогулушения) из отобраных говяжьих полутуш выделяли длиннейшие мышцы спины одновременно из обеих полутуш одной туши без повреждения наружного перимизия. Одна мышца от одной полутуши служила в качестве контрольного образца, а другая мышца от второй полутуши — в качестве опытного образца.

Определяли физико-химические и структурно-механические изменения в мясе при выдержке мышц в посоле, обработанных в парном состоянии тремя способами: 1/ шприцевание без электровоздействия; 2/ шприцевание с предварительным электро-массированием; 3/ шприцевание с последующим электровоздействием. Контрольные и опытные мышцы непосредственно после выделения равномерно по длине и ширине через каждые $2,10 \cdot 10^2$ м шприцевали рассолом плотностью 1180 кг/м^3 . В состав шприцовочного рассола входили 2,5% сахара и 0,1% нитрита к его массе. Рассол вводили в толщу мышц в количестве 12% к их массе. Электровоздействие опытных образцов осуществляли при следующих параметрах: электрический ток (50 Гц) напряжением 220 и 380 В с помощью автоматического прерывателя подавали импульсами длительностью по 0,4 с и перерывами между ними по 0,6 с в течение 600 с/220 В — 420 с, затем 380 В — 180 с. После шприцевания рассола в контрольные мышцы и после электровоздействия опытных мышц, из них выделяли образцы для исследований физико-химических и структурно-механических показателей мяса.

Затем контрольные и опытные мышцы, посоленные в парном состоянии, охлаждали при температуре $273-275 \text{ К}$. В процессе выдержки в посоле параллельно из контрольных и опытных мышц через $14,4 \cdot 10^3$; $36,0 \cdot 10^3$; $172,8 \cdot 10^3$ с выделяли идентичные образцы для исследований физико-химических и структурно-механических изменений мяса. Величину pH мяса опреде-

ленно на 1 % к массе мяса.

Более интенсивное снижение ВСС после электровоздействия на начальной стадии выдержки в посоле происходит не только в результате сдвига величины pH к изоэлектрической точке белка, но и ускорения наступления посмертного окоченения мышц. Это подтверждается исследованиями структурно-механических характеристик мяса.

На рис. 2.3 приведены изменения пластичности мяса и глубины внедрения индентора при пенетрации.

Соленые мясосодержащие продукты в настоящее время ценятся в первую очередь за органолептическое качество. Нежность мяса оценивается потребителем важнее, чем аромат, вкус и окраска готовых изделий, поэтому в производстве соленых мясосодержащих из говядины особое внимание уделяется этому показателю. При их изготовлении рекомендуют применять более интенсивное и длительное массирование сырья.

В процессе выдержки мяса, прошипованного в парном состоянии, происходит уплотнение его консистенции. Пластичность мяса снижается от $5,3 \text{ м}^2/\text{кг}$ сухого вещества в течение 2 суток посола до $4,6 \text{ м}^2/\text{кг}$ сухого вещества (рис. 2.2). Посола мяса в парном состоянии не исключает полностью процесс посмертного окоченения мышц.

Более интенсивное развитие посмертного окоченения и последующего его разрешения наблюдается при посоле мяса электро-массированием. Максимальное снижение пластичности отмечено к $36,0 \cdot 10^3$ с выдержки в посоле. Следует отметить, что пластичность электро-массированного мяса в этот период равна $4,5 \text{ м}^2/\text{кг}$ сухого вещества (немного ниже пластичности мяса без электровоздействия на вторые сутки посола). Дальнейшая выдержка электро-массированного мяса способствует повышению его пластичности на 6-7% превосходит пластичность мяса без электровоздействия.

Такая динамика изменений пластичности соленого мяса без электровоздействия и с электро-массированием подтверждается результатами показаний глубины проникновения иглы пенетromетра в исследуемые образцы.

Мясо в парном состоянии обладает нежной консистенцией, соответственно, внедрение индентора пенетromетра максимально (рис. 2). В процессе выдержки соленого мяса глубина внедрения индентора уменьшается, особенно в электро-массированные образцы, что объясняется интенсивным развитием посмертного окоченения мышц. Разрешение посмертного окоченения электро-массированных мышц также протекает быстрее и на вторые сутки посола внедрение индентора больше примерно на 10 % по сравнению с контрольными образцами.

Исследование структурно-механических свойств свидетельствует о значительном улучшении консистенции мяса, посоленного методом электро-массирования, в процессе его выдержки в посоле.

В экспериментальных исследованиях, опубликованных в печати, по выполнению тендеризирующего эффекта воздействия переменного электрического тока на мышцы парных полутуш зафиксированы деструкция мышечных волокон и активизация протеолитических ферментов. В литературных источниках де-

ляли в водной вытяжке потенциометрическим методом, волос-вязывающую способность мяса определяли методом прессования по Грау и Хамму в модификации ВНИИМПа. Об изменении структурно-механических свойств судили по таким характеристикам, как пластичность, глубина внедрения индентора и липкость. Результаты экспериментальных исследований представлены на графиках 1, 2, 3.

Периодические мышечные сокращения под действием импульсного электрического тока, вследствие распада гликогена, приводят к резкому снижению величины pH мяса.

В течение процесса электро-массирования значение pH падает на величину $0,15-0,20$ (рис. 1). После прекращения электровоздействия снижение величины pH продолжается, что свидетельствует о дальнейшем распаде гликогена в мышце. Своего минимального значения pH достигает примерно к $36,0 \cdot 10^3$ с выдержки в посоле, а к $86,4 \cdot 10^3$ — незначительно возрастает. Существует мнение, что при посоле мяса в парном состоянии величина pH мяса стабилизируется на более высоком уровне по сравнению с несоленым мясом. Это положительно влияет на нежность мяса.

Интенсивный распад гликогена при электро-массировании должен сопровождаться значительным накоплением молочной кислоты. Однако, по сравнению со снижением величины pH в соленых мышцах без электровоздействия конечный уровень его стабилизации почти одинаков и нет статистической достоверности между ними. Это можно объяснить тем, что электро-массирование способствует быстрому перераспределению хлорида натрия в мышечной ткани и, видимо, быстрому проникновению ионов хлорида в мышечные волокна, что приводит к замедлению ферментативных процессов гликолиза с накоплением молочной кислоты в мясе. Величина pH при посоле шприцеванием с последующим электро-массированием мяса в парном состоянии стабилизируется значительно быстрее (примерно в 2,5 раза), по сравнению с идентичным рассолом без электровоздействия. В тесной связи с динамикой изменения величины pH находится влагоудерживающая способность (ВСС) мяса. Снижение ВСС мяса при автолизе связывают с посмертным окоченением мышц, т.е. взаимодействием миофибрилярных белков актина и миозина и снижением способности белков к гидратации. В снижении ВСС мяса определенную роль играет сдвиг pH к изоэлектрической точке белка.

При выдержке соленого мяса в парном состоянии также происходит снижение ВСС и к $86,4 \cdot 10^3$ с она достигает минимального значения. Если мясо прошипованное в парном состоянии, обладает высокой ВСС и равно примерно 75,5% к массе мяса, то при выдержке в посоле с наступлением посмертного окоченения его ВСС снижается до 71% (рис. 1). Выдержка в посоле в течение $172,8 \cdot 10^3$ с не приводит к существенному увеличению ВСС мяса.

ВСС электро-массированного мяса значительно снижается в начальный период выдержки в посоле в течение $36,0 \cdot 10^3$ с, затем постепенно повышается. После суточной выдержки в посоле ВСС электро-массированного мяса выше ВСС мяса без электровоздействия и на вторые сутки выдержки превышает при-

дается вывод, что поэтому электростимулирование мяса в парном состоянии улучшает консистенцию мяса.

Однако исследования структурно-механических характеристик мяса при выдержке в посоле электро-массированных и электростимулированных мышц выявило значительную разницу в этих двух вариантах посола.

Анализ динамики изменения показателей пластичности мяса и глубины внедрения индентора пенетromетра показал более сложный характер протекания посмертного окоченения мышц при посоле их электро-массированием. С другой стороны он свидетельствует о более повышенной нежности мяса при посоле шприцеванием с последующим электровоздействием, чем при посоле после электровоздействия (рис. 3).

Результаты показывают заметное возрастание тендеризирующего эффекта при воздействии импульсного электрического тока на предварительно прошипованные рассолом мышцы в парном состоянии. Видимо, введенный рассол, способствует возбуждению большего числа мышечных волокон за счет возникновения дополнительных токов проводящих "мостиков", что повышает действие электрического тока на мышцы парных туш. Возможно это усиливает мембранный потенциал и проникновение ионов хлорида натрия в мышечные волокна.

Различие структурно-механических изменений мяса при посоле с электростимулированием и электро-массированием, можно объяснить также не только лучшим перераспределением хлорида натрия при электро-массировании, но и видимым ускорением ферментативных процессов посола.

Роскошным показателем более высокой интенсивности действия ионов натрия и хлорида на белковые вещества служит динамика изменения липкости мяса. Ионы электролита, взаимодействуя с белками, повышают их растворимость и, соответственно, адгезию мяса, что способствует получению монолитных соленых изделий. При посоле электростимулированного мяса его липкость возрастает в течение $36,0 \cdot 10^3$ с выдержки и сохраняется примерно на этом уровне в течение $172,8 \cdot 10^3$ с. Липкость электро-массированного мяса постоянно возрастает и к $(86,4-172,8) \cdot 10^3$ с выдержки в посоле примерно на $10-15\%$ превышает липкость электростимулированного мяса.