

**RESEARCH OF MICROWAVE'S INFLUENCE ON QUALITY OF DELICIOUS PRODUCTS FROM BEEF****ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ВОЛН НА КАЧЕСТВО ДЕЛИКАТЕСНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГОВЯДИНЫ****T. Kozlova, Candidate of Technical Sciences**

Т.А. Козлова, кандидат технических наук

**Orel State Agrarian University, Orel City, Russia**

Орловский государственный аграрный университет, г. Орёл, Россия

Phone: +7 (909) 228-17-63, E-mail: [kozlova\\_tatyana@inbox.ru](mailto:kozlova_tatyana@inbox.ru)

Received March 3, 2012

**ABSTRACT**

*Influence of time of microwave fluctuations on organoleptic indicators, chemical composition, exit and periods of storage of a meat product is investigated. It is established that the use of microwave technology in the beef delicacy reduces the salting by 3 times, and baking by 1,2 times. The yield of finished products increased by 2 times.*

**АННОТАЦИЯ**

*Исследовано влияние времени СВЧ-колебаний на органолептические показатели, химический состав, выход и сроки хранения мясного продукта. Установлено, что применение СВЧ-волн в технологии говядины деликатесной уменьшает время посола в 3 раза, а время запекания в 1,2 раза. При этом выход готовой продукции увеличивается в 2 раза.*

**KEY WORDS**

*Meat industry; Microwave; Beef; Quality; Delicatessen products.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

*Мясная промышленность; СВЧ-волны; Говядина; Качество; Деликатесная продукция.*

Для удовлетворения все возрастающих потребностей населения в пищевых продуктах требуется увеличение валового их производства, улучшение качества продукции, создание рациональных условий переработки и хранения, а также снижение себестоимости их переработки. В создании условий, обеспечивающих получение высококачественной продукции, решающую роль играет механизация, автоматизация и интенсификация производственных процессов.

Существующие в настоящее время в пищевой промышленности технологические процессы в ряде случаев достигли естественного предела скорости и по своей природе не могут быть интенсифицированы.

Для дальнейшего развития производства необходимы новые научно-технические ре-

шения, основанные на современных достижениях науки и техники с использованием нетрадиционных методов воздействия на сырье (УЗ, УФ, ИК, СВЧ, ВЧ и др.), а также комплексное использование факторов различной природы. Значительную группу технологических процессов можно интенсифицировать на базе волновых методов с использованием высокочастотных и сверхвысокочастотных колебаний. Примером тому является развитие научных знаний в этой области, направленных на использование СВЧ-волн в практической деятельности человека.

Имеется опыт применения СВЧ для обработки фарша при изготовлении сосисок, сарделек и вареной колбасы с целью улучшения биодоступности питательных веществ. Таким образом, тема исследований является

актуальной и включает следующие задачи: Выявить оптимальное время воздействия СВЧ-волн при посоле на мясное сырье; изучить влияние СВЧ-волн на органолептические и физико-химические показатели готовой продукции; исследовать влияние СВЧ-волн на скорость посола мясного сырья; выявить сроки хранения говядины деликатесной по новой технологии.

Исследования проводились на кафедре Технологии мяса и мясных продуктов и в Инновационном научно-исследовательском испытательном центре (ИНИИЦ) Орловского государственного аграрного университета.

Объектами исследования являлись образцы сырой говядины II категории и говядины запеченной, выработанные по ТУ 92-14-004-10926000-03. Подготовка исследуемых объек-

тов заключалась в предварительном посоле и запекании.

Первые три образца подвергались влиянию СВЧ-волн при посоле в 5% растворе соли, вторые – влиянию СВЧ-волн при сухом посоле, а последующие при таком же посоле, после чего их запекали.

При определении органолептических показателей была выявлена положительная тенденция зависимости консистенции и вкуса от времени воздействия СВЧ-волн (рис. 1). По результатам дегустации максимальную оценку получил образец №1 – образец, обработанный СВЧ-волнами в течении 3 мин и посоленный в 5% растворе соли. Он отличался от других объектов исследования более нежной и сочной консистенцией (рис. 1).

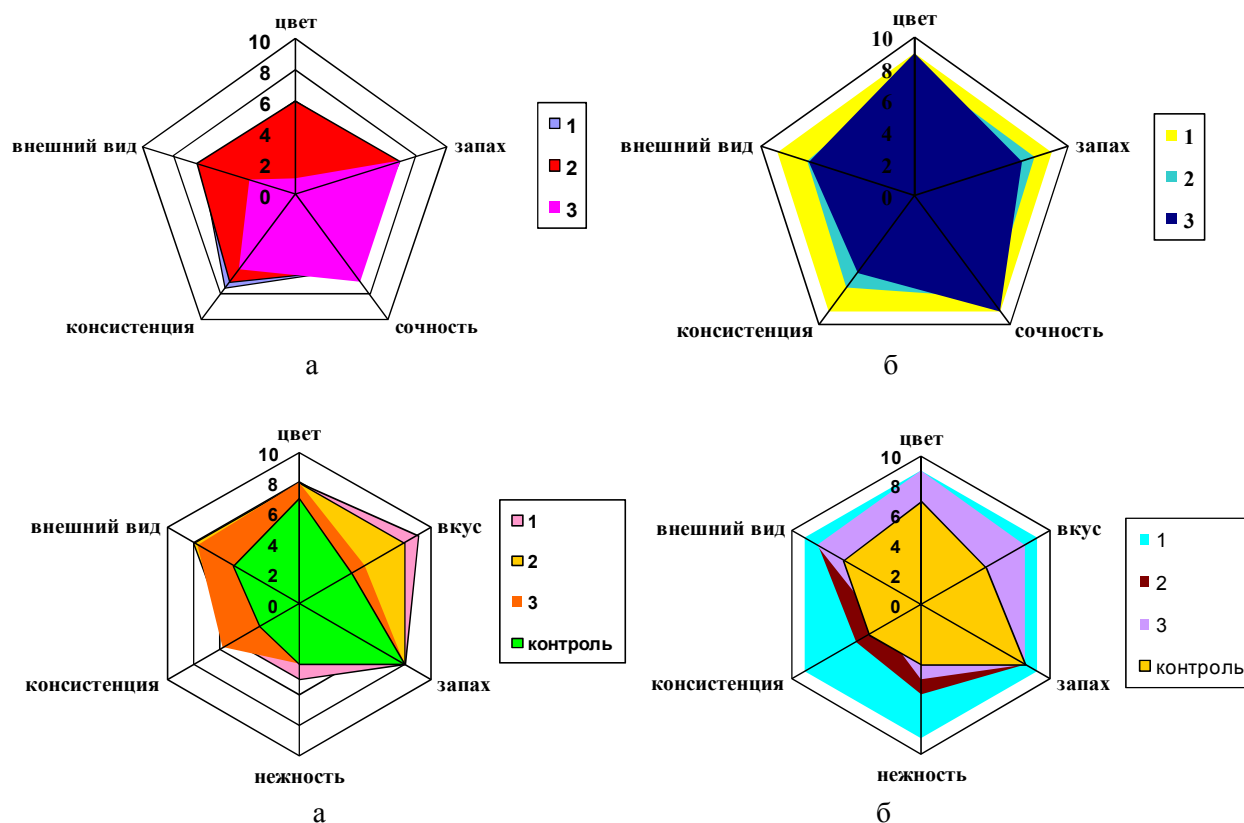


Рисунок 1 – Исследование влияние времени СВЧ-волн на органолептические показатели говядины: а – мокрый посол (5%-ный раствор соли); б – сухой посол; 1 – образец говядины, обработанный СВЧ в течение 3 минут; 2 – образец говядины, обработанный СВЧ в течение 10 минут; 3 – образец говядины, обработанный СВЧ в течение 20 минут.

Анализ изменчивости рН показал (рис. 2), что каждая минута воздействия СВЧ-волн увеличивает рН на 0,033 усл. ед. – это позво-

ляет направленно изменять протекание технологической операции. При сравнении воздействия СВЧ-волн на мясо, посоленное разными

способами, было выявлено, что величина pH варьирует в зависимости от метода посола. Мокрый посол обеспечивает более кислую среду за счет падения аденозинтрифосфатазной активности белка и снижения числа лабильных S-H групп, что позволяет добиться

наилучших вкусовых качеств продукта. Более кислая реакция среды (pH ниже 5,5) способствует слишком быстрому распаду нитритов и потере окислов азота в результате улетучивания, в результате чего окраска мяса имеет более тусклый цвет.

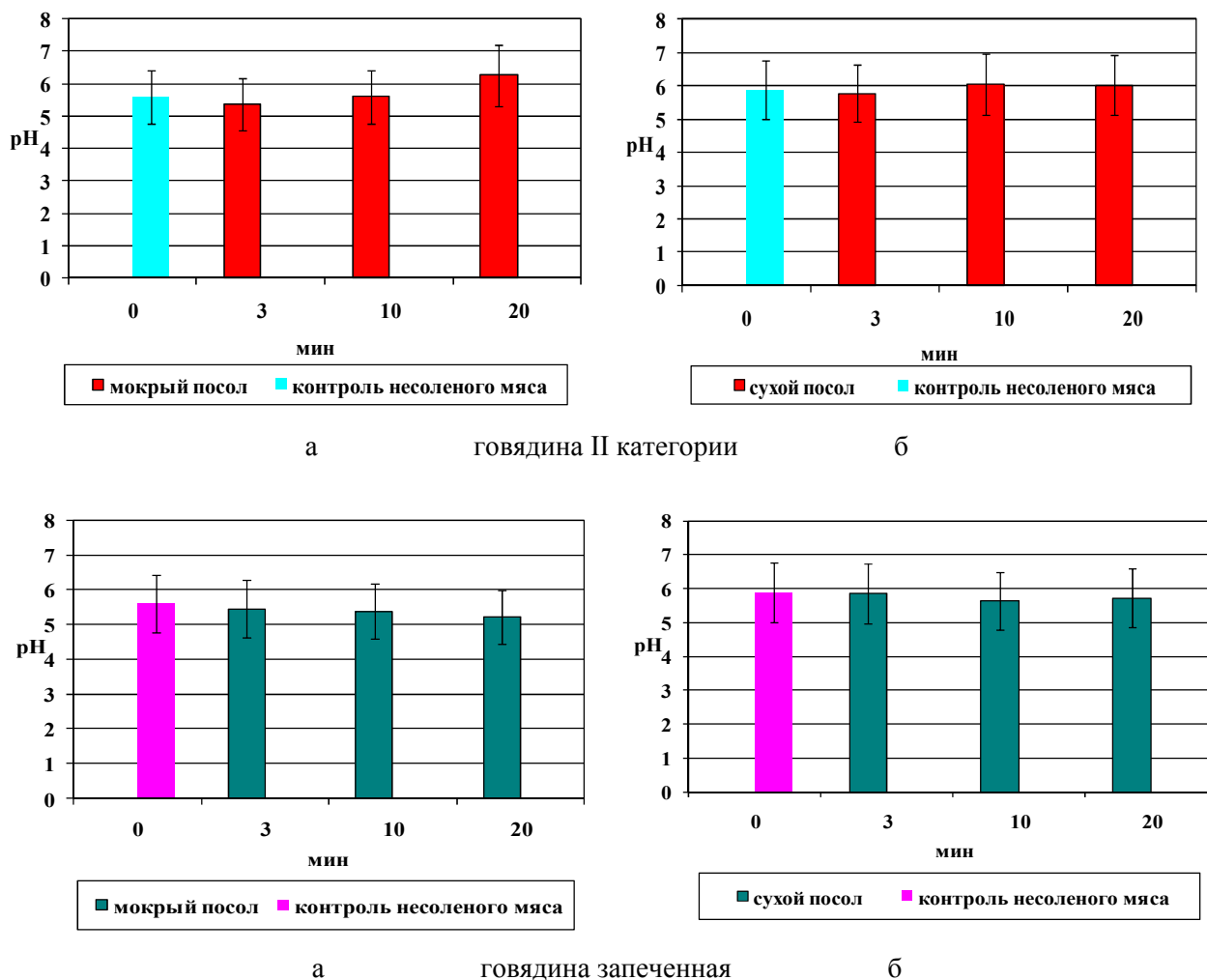


Рисунок 2 – Исследование влияние времени СВЧ-волн на определение pH:  
 а – мокрый посол (5%-ный раствор соли); б – сухой посол; 1 – образец говядины, обработанный СВЧ в течение 3 минут; 2 – образец говядины, обработанный СВЧ в течение 10 минут;  
 3 – образец говядины, обработанный СВЧ в течение 20 минут.

Немаловажную роль в формировании вкуса и аромата играет скорость проникновения посолочных веществ внутрь продукта.

С целью изучения воздействия СВЧ-волн на скорость проникновения и количество посолочных веществ в мясо была проведена серия опытов. Образцы мяса обрабатывали от 3 до 20 мин с последующей выдержкой в рассоле в течение 1 суток.

Под действием СВЧ-волн посол происходит быстрее в рассоле. Динамика изменчивости представлена на рис. 3.

СВЧ также усиливают диффузионно-осмотические процессы посола, что наглядно представлено на рис. 4.

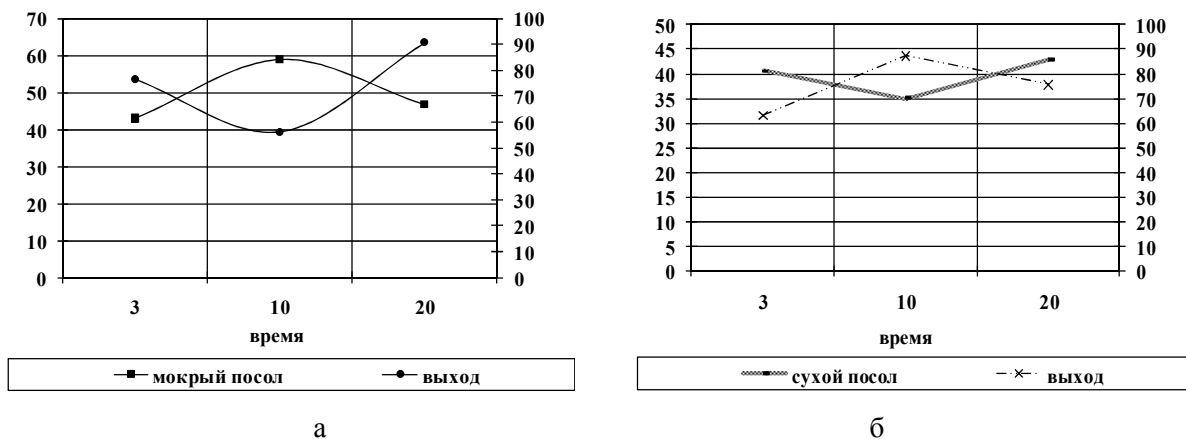


Рисунок 3 – Исследование влияния времени СВЧ на скорость проникновения соли в говядине: а - говядина II категории; б – говядина запеченная.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что диффузионно-осмотические процессы при воздействии СВЧ-волн интенсифицируются в значительной большей степени, чем при обычном механическом перемешивании.

При всех способах посола посолочные вещества в мясе накапливаются в результате обмена в системе рассол-мясопродукт. При сухом посоле рассол образуется за счет влаги продукта на его поверхности в начальной стадии посола.

При обработке в начале процесса посол протекает с большей скоростью, которая в

последствии снижается, и наблюдается выравнивание содержания поваренной соли.

Мышечная ткань опытных образцов мяса была ярко-розового цвета, содержание соли в среднем составляло 15,64%, при последующей выдержке обработанных СВЧ-волнами образцов в течении суток разница в содержании соли в опытных и контрольных образцах оказалась незначительной из-за продолжающейся диффузии в контрольных образцах.

Таким образом, главными факторами, ускоряющими проникновение соли в мясо являются процессы кавитации и сверхвысоко-частотного давления, возникающее в сверхвысокочастотном поле.

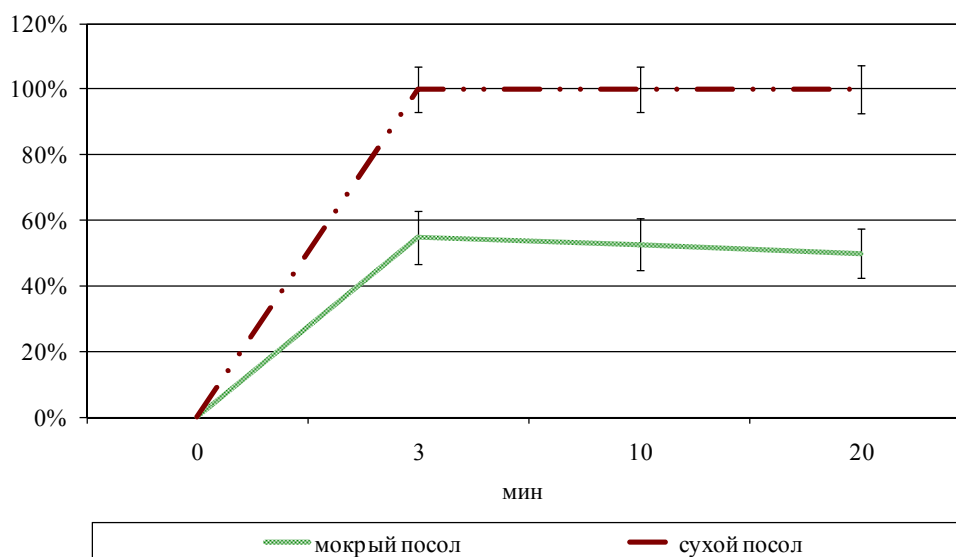


Рисунок 4 – Исследование времени посола на содержание соли в говядине

Сверхвысокочастотная обработка влияет на сохранность влаги в результате тепловой обработки, в связи с этим мы проследили со-

держание влаги в соленом запеченном продукте (рис. 5).

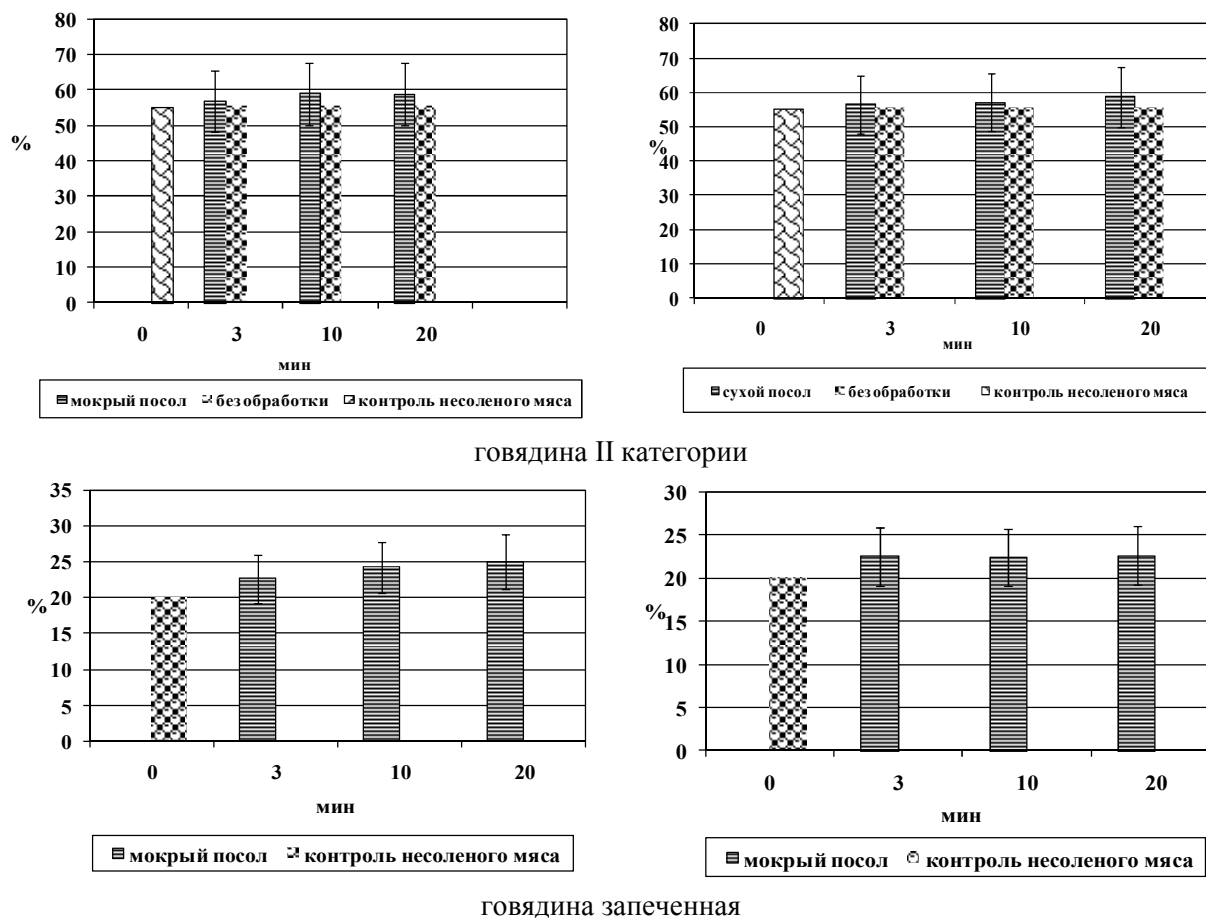


Рисунок 5 – Исследование влияния времени СВЧ на влажность мясного сырья и готового продукта

Данный показатель находится в корреляционной зависимости с влажностью. Направление обмена воды при посоле зависит от вида посола и концентрации рассола. При сухом посоле на поверхности продукта за счет влаги образуется насыщенный раствор соли. Продукт обезвоживается. При мокром посоле рассолом невысокой концентрации увеличивается влагосвязывающая способность мяса, с которой в первую очередь связаны консистенция, сочность и выход колбасных изделий. Как, известно, влагосвязывающая способность мяса в первую очередь зависит от числа гидрофильных групп в белках, которые фиксируют диполи воды. Она тем выше, чем больше интервал между рН среды и изоэлектрической точкой белков мяса.

Соль проникает в мясо не только через систему пор и капилляров, пронизывающих

ткани, но и осмотическим путем через мембраны и оболочки, покрывающие волокна и пучки их. Это приводит к повышению осмотического давления внутри мышечного волокна, что увеличивает приток воды в него, количество осмотически связанной влаги и способствует набуханию мяса.

При длительном посоле хорошо набухают и волокна коллагена в результате внедрения вслед за ионами соли молекул воды между пептидными цепочками белковых молекул и структура их в значительной степени изменяется; набухание достигает максимума примерно на 20-е сутки, а при воздействия СВЧ – уже на вторые сутки посола. Содержание воды и влагосвязывающая способность соединительной ткани меньше, чем мышечной.

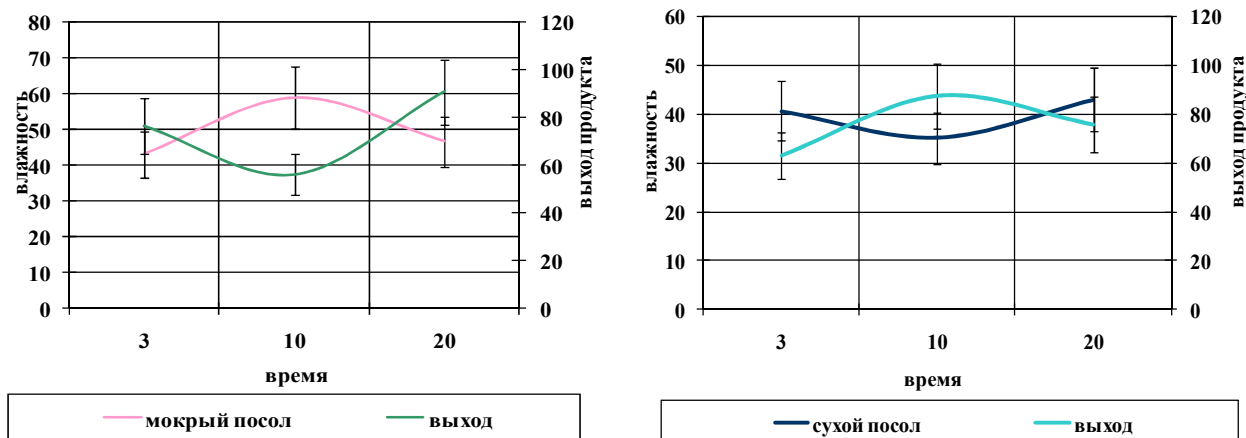


Рисунок 6 – Исследование зависимости выхода продукции от ее влажности: а – мокрый посол (5%-ный раствор соли); б – сухой посол.

Следовательно, продолжительность обработки 3-10 мин достаточна для достижения эффекта мягчения мяса. При дальнейшей обработке в течении 20 мин в исследуемом образце мяса произошел множественный распад миофибрилл и саркоплазмы с сохранением сарколеммы и поперечной исчерченности. Указанные изменения характерны для интенсивного течения процесса созревания мяса.

Любое производство считается эффективным, если выход готовой продукции больше или равняется количеству сырья, из которого оно было получено.

Было выявлено, что на данный показатель влияют как технологические факторы, так и состав сырья. Полученные результаты представлены на рис. 7.

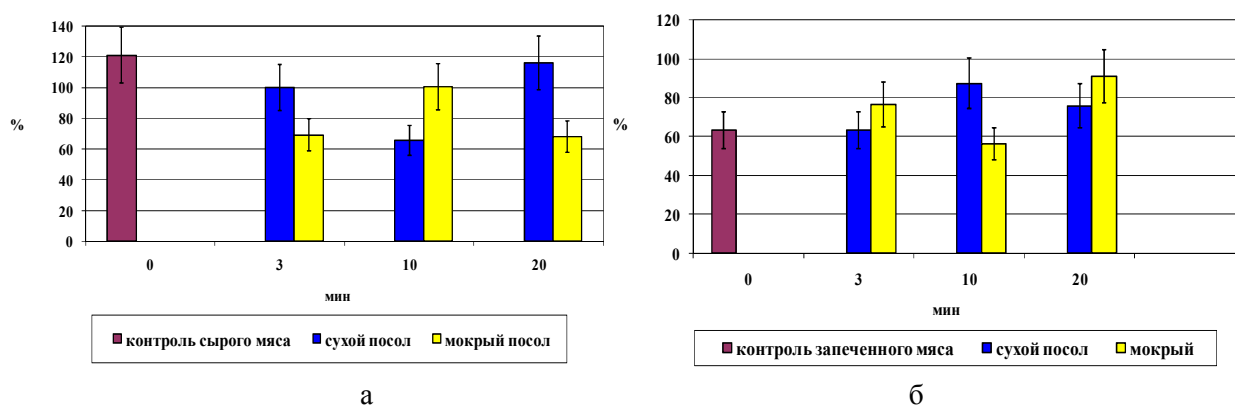


Рисунок 7 – Исследование влияния обработки СВЧ на выход: а – мокрый посол (5%-ный раствор соли); б – сухой посол.

По результатам исследования было выявлено, что обработка СВЧ-волнами говядины запеченной 2 категории в течении 3 мин при посоле в 5% растворе наиболее благоприятна и увеличивает выход готового продукта в 2 раза, при этом время запекания уменьшается в 1,2 раза.

Для расширения прикладных возможностей использования опытных образцов был проведен сравнительный анализ солеводорастворимой фракции белка по методу Лоури.

Было выявлено, что данный показатель варьирует в пределах от 11,76 до 22,53% белка в зависимости от времени воздействия СВЧ-волн. Полученные результаты представлены на рис. 8.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что влияние СВЧ-волн на белок многообразно и зависит от его молекулярного веса, длины полипептидной цепочки, вида белка. Распад нерастворимых белковых молекул объясняется действием механических сил,

связанных с возникновением или захлопыванием кавитационных пузырьков, что и приводит к увеличению солеводорастворимой фракции.

Чем больше продолжительность посола, тем выше потери белка в рассол. При сухом посоле потери белков минимальны.

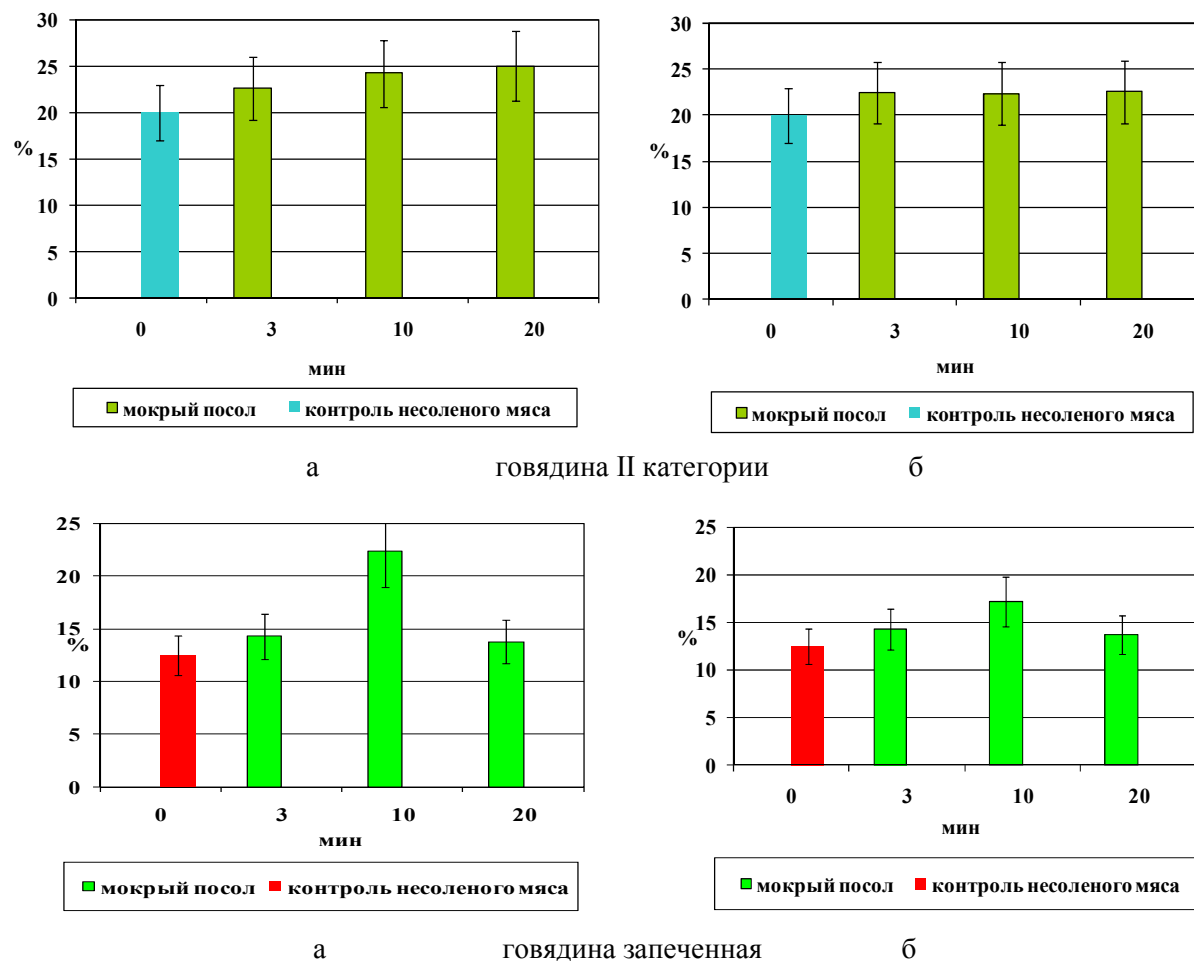


Рисунок 8 – Исследование влияния времени на СВЧ на определение белка:  
 а – мокрый посол (5%-ный раствор соли); б – сухой посол.

Соединительнотканые белки коллаген и эластин в рассол не переходят. Применение слишком мощных сверхвысокочастотных колебаний привело к денатурации белков или разрушению их структуры.

По результатам эксперимента необходимо отметить, что сроки хранения говядины увеличились в 2 раза при обработке СВЧ-волнами. Это подтверждено органолептическими показателями, представленными на рис. 9.

Увеличение сроков хранения объясняется консервирующим действием поваренной соли. В процессе посола мяса приобретает ряд новых, полезных для производства свойств.

Консервирующее действие поваренной соли обеспечивается созданием высокого осмотического давления, которое способствует обезвоживанию клеток микроорганизмов, а также бактерицидному воздействию ионов натрия и хлора на жизнедеятельность бактерий. Процесс посола представляет собой фильтрационно-диффузионный процесс накопления и распределения посолочных веществ; в мясе накапливается соль, а в рассоле – растворимые в воде составные части мяса – белки, фосфаты и другие экстрактивные вещества. Под действием СВЧ-волн посол происходит быстрее, а именно соль в мясо проникает за 30 сек, а без обработки СВЧ-волнами – 3 мин.

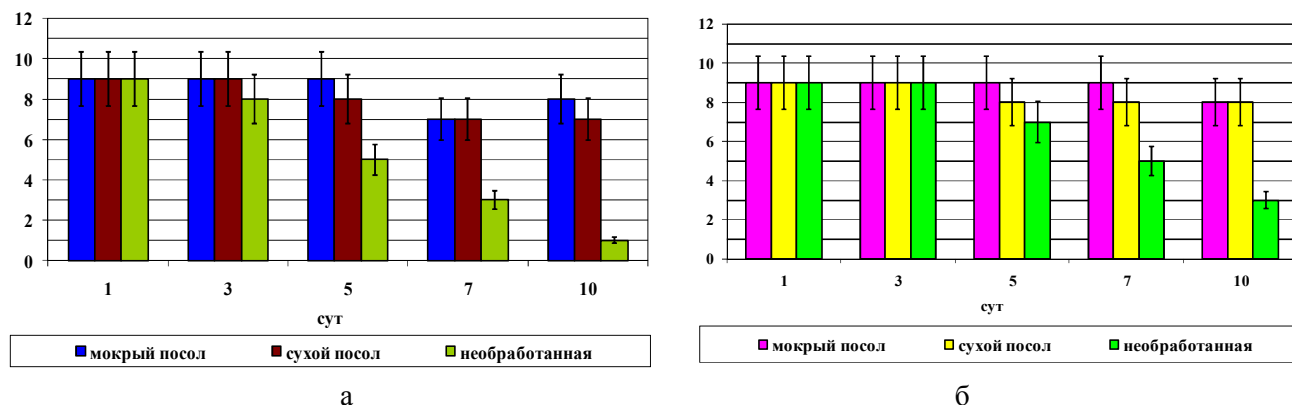


Рисунок 9 – Исследование влияния СВЧ на органолептические показатели в процессе хранения: а – внешний вид; б – запах.

Таким образом, под влиянием СВЧ-волн происходят изменения органолептических и физико-химических показателей, мясо становится более нежным и сочным; меняется соотношение белковых фракций, в частности, увеличивается растворимая фракция белков на 2,6%. В ходе технологической операции посола необходимо при использовании СВЧ-

волн применять 5% раствор соли. Применение СВЧ-волн (в течение 3 мин., 50 Гц, 2А, 220 В) в технологии говядины деликатесной уменьшает время посола в 3 раза, а время запекания в 1,2 раза. Выход готовой продукции увеличивается в 2 раза за счет разрыхления волокон соединительной ткани, способствующих удержанию воды.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- Заяс, Ю.Ф. Сверхвысокие частоты и их применение в технологических процессах в мясной промышленности / Ю.Ф. Заяс. – М. : Пищевая промышленность. – 1970.
- Заяс, Ю.Ф. Применение СВЧ-волн в мясной промышленности / Ю.Ф. Заяс, Т.Н. Орлова. – В сб. : Доклады научно-технического совещания по применению волновых процессов в пищевой промышленности. – Воронеж. – 1964. – М. – 1965. – с. 33.
- Молчанов, Г.И. Сверхвысокие частоты в фармации. – М. – Медицина. – 2006.
- Патент РФ по заявке N 94033452/26, МКИ В01J19/10, В06В1/02, Сверхвысоко-частотный аппарат / Хмелев В.Н., Шутков В.В., Пахомов А.Н., заявл. 14.09.94. Решение о выдаче от 12.02.97.

- Применение СВЧ-волн в промышленности / под ред. А. И. Маркова. – М. – Машиностроение. – 2005.
- Соколов, А.А. Получение с помощью СВЧ-волн эмульсии животных жиров их использование в колбасном производстве / А.А. Соколов, Ю.Ф. Заяс. – Мясная промышленность. – №. 1. – 2002. – с. 46.
- Хмелев, В.Н. Многофункциональные высокочастотные аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: научная монография / Алт. гос. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова. – Барнаул. : изд. АлтГТУ. – 2007. – 160 с.