

6 - 10

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МЯСОПРОДУКТОВ В СРЕДЕ ВЫСОКОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ

С.А.Александров, В.М.Горбатов, С.И.Суханова, Л.А.Царя. Всесоюзный
научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва,
СССР

Крупнокусковые мясопродукты из говядины и свинины, наряду с колбасными изделиями, являются высококалорийными, питательными и биологически ценными продуктами. Основным технологическим процессом, от режима и способа ведения которого в основном зависят качественные показатели готового продукта, является тепловая обработка, осуществляемая в настоящее время при высоких температурах в течение длительного времени, что приводит к большим потерям массы и снижению пищевой ценности мясопродуктов.

Совершенствование существующих и использование перспективных методов тепловой обработки мясопродуктов обеспечат более высокую производительность при сокращении потерь сырья и улучшении качества готовой продукции /1/.

Одним из таких перспективных методов является тепловая обработка мясопродуктов в среде с высокой относительной влажностью. Разработка такого технологического процесса, а также управления им основана на специфических особенностях, имеющих ряд преимуществ перед традиционным и совмещёнными способами нагрева.

На основании аналитического обзора существующих методов измерения влажности при температурах выше 373 К, установлено, что для измерения относительной влажности при тепловой обработке наиболее приемлем псиromетрический метод с применением бесфитильных чувствительных элементов с температурной подготовкой воды на уровне температуры "мокрого" термометра /2/.

Перспективный способ тепловой обработки в среде повышенной относительной влажности представляет собой удаление влаги из продукта с минимальной интенсивно-

стью. Преимущество его заключается в уменьшении плотности теплового потока на поверхности изделия и повышении термодиффузии за счет увлажнения греющей среды и ускорения внутреннего массопереноса. Использование острого пара позволяет ускорить фазовые превращения, происходящие в продукте, так же значительно понизить скорость образования пара в зоне испарения поверхностных слоев, создать тормозящую движущую силу моллярного переноса влаги.

В ходе исследований были выбраны следующие входные параметры, определяющие процесс: температура греющей среды 373–443 К и влажность греющей среды 30–70%. В различных комбинациях этих параметров при тепловой обработке свинины и говядины изучали потери массы изделий, витаминов; относительную биологическую ценность; химический состав; органолептические показатели качества; структурно-механические свойства и длительность обработки.

При математической обработке данных исследовали двухфакторную модель, которую описывали стандартными уравнениями регрессии. При определении коэффициентов уравнения был использован полный факторный эксперимент для двух переменных (T, φ), варьируемых на двух уровнях типа 2². В качестве выходных параметров были приведены: потери массы, относительная биологическая ценность, потери жира, длительность обработки.

Проведенный анализ уравнений регрессии позволил осуществить поиск оптимального соотношения входных параметров и выявить основные этапы тепловой обработки.

На первом этапе температуру греющей среды поддерживали в пределах 393–403 К при относительной влажности 50–60%. В период нагрева на этом этапе происходит аккумуляция тепла в продукте, которая сопровождается повышением давления водяных паров в продукте, что приводит к интенсивному теплообмену между продуктом и греющей средой. Своеобразным "барьером" для уменьшения потерь массы является введение острого пара в рабочее пространство термокамеры. На этом этапе наблюдалась равномерная скорость влагоотдачи и выплавления жира, а повышенная влажность способствовала ускоренной денатурации белковых фракций внутренних слоев продукта и обеспечивала оптимальное соотношение минимальной длительности прогрева продукции и уменьшению общей массы изделий. Первый этап проводился до температуры в центре продукта 333 К, так как при достижении такой температуры заканчиваются все основные физико-биологические процессы, влияющие на качество обрабатываемого продукта.

На втором этапе температуру греющей среды поддерживали в пределах 413–423 К при относительной влажности 20–30%. На этом этапе потери массы в основном зависят от длительности обработки и в меньшей степени от температуры греющей

среды, так как верхние слои стали более уплотненными за счет коагуляции фибрillарных белков и уменьшения микропор между белковыми волокнами.

В табл. I приведены данные результатов исследования разработанного и традиционного способов тепловой обработки мясопродуктов.

Таблица I

Технологические показатели	Филей из говядины		Спинная мышца из свинины		Заднегазовая часть полуутюг свинины	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
Начальная масса изделий, кг	1,5	1,5	1,5	1,5	5	5
Температура греющей среды, К	I этап 393 II этап 423	I35	I этап 393 II этап 423	I35	I этап 393 II этап 423	I35
Относительная влажность, %	I этап 50 II этап 20	I0	I этап 50 II этап 20	I0	I этап 50 II этап 20	I0
Длительность обработки, с	3840	6000	3540	5400	12600	180000
Масса изделий после обработки, кг	1,08	0,975	I,II	I,02	3,45	3,250
Напряжение среза ПА 10 ³	2,9	3,8	2,I	2,9	2,4	2,8
Органолептическая оценка качества	4,8	4,6	4,8	4,5	4,9	4,7

Результаты исследований позволяют сделать вывод об интенсифицирующем воздействии относительной влажности греющей среды на термообработку мясопродуктов, продукты, выработанные по разработанной технологии, имеют более высокую биологическую ценность и органолептическую оценку. Конечной целью исследований явилась проблема устойчивого поддержания и регулирования режимных параметров теплового процесса. Развитие систем автоматического управления дает способы реальной возможности динамической стабилизации качества функционирования технических систем. Для тепловой обработки мясопродуктов сформулировали следующую задачу - имея динамические характеристики изменения параметров мясопродуктов и динамические характеристики теплового оборудования - определить степени стабильности качества выходящей готовой продукции /3/. В свете вышеизложенного для промышленной реализации способа тепловой обработки были исследованы динамические характеристики промышленного оснащения и разработана модель оптимального управления, состоящая из неоднородных дифференциальных уравнений с распределенными параметрами. В результате реализации этих уравнений, с технологическими ограничениями, накладываемыми на процесс, и моделирования многоконтурной системы автоматического регулирования получены оптимальные настройки автоматических регуляторов и разработана система управления разработанным способом тепловой обработки крупнокусковых мясопродуктов.

Литература

1. Хлебников В.И. Термовая обработка мяса и мясопродуктов. ЦНИЭТИ, М., 1984, с. 34-35.
2. Уоррел Р. Психрометрическое определение относительной влажности воздуха при температуре, превышающей 373 К. Влажность т. I. Принципы и методы измерения влажности в газах. Л., Гидрометеорологическое изд-во, 1976, с. 10.
3. Чермақ М.Н. Динамика регулируемых систем в теплоэнергетике и химии. М., Мир, 1972, с. 15.