A study into the effect of physical and technological factors upon moulded sausage processing

V.M.GORBATOV, E.T.SPIRIN and V.V.VAGIN

The All-Union Meat Research Institute, Moscow, USSR

This paper reports the results of studies carried out and individual aspects, related to sausage meat moulding and cooking, aimed at further improvements of the technological processes in moulded sausage production.
Studies into the effect of various physical and technological factors render it possible to establish the basic regularities in heat- and mass-transfer processes, in the changes of the rate of temperature field distribution, in structure formation, as well as to determine a rational complex combination of different parametres. Of great importance in moulded sausage production becomes the choice of moulding parameters, which, combined with the temperature factors, provide increased yields of high-quality products and the pre-set heating time. In this regard the factors were studied which are connected with the filling and geometry of moulds, these factors, ultimately, defining the throughput of heat-moulding devices.
The analysis of the results obtained indicates a possibility of implementing a production process for moulded sausages, based on new types of equipment which allow to mechanize and automate sausage production.

Studium des Einflusses von physikalischen und technologischen Faktoren auf die Herstellung von Würsten in Formen

W.M.GORBATOW, E.T.SPIRIN und W.W.WAGIN

Das Allunions-Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Moskau, UdSSR

In der vorliegenden Arbeit werden die Untersuchungsergebnisse und einzelne Aspekte der Formung und der thermischen Behandlung von Wurstbrät zwecks weiterer Vervollkommnung von technologischen Vorgängen bei der Herstellung von Wurstwaren in Formen diskutiert.

Das Studium des Einflusses von verschiedenen physikalischen und technologischen Faktoren ermöglichte es, die wichtigsten Gesetzmässigkeiten für Wärmemassenübertragung, Geschwindigkeitsänderung bei der Verbreitung von Temperaturfeldern und Strukturbildung zu ermitteln sowie eine rationelle Komplexkombination von verschiedenen Parametern festzulegen. Bei der Herstellung von Würsten in Formen ist die Auswahl von Formungsparametern, die in der Kombination mit Temperaturfaktoren eine hohe Ausbeute von Qualitätsprodukten und die Einhaltung der vorgeplanten Dauer der thermischen Behandlung sichern, von einer grossen Bedeutung. Im Zusammenhang damit wurden die mit der Füllung und der Geometrie der Formen verbundenen Faktoren studiert, die die Leistung von thermischen Formungseinrichtungen in hohem Masse bestimmen. Die Analyse von Untersuchungsresultaten ergab die Möglichkeit der Produktionsorganisation bei der Herstellung von Würsten in Formen auf der Grundlage von neuen Einrichtungsarten, die die Bedingungen zur Mechanisierung und Automatisierung der Wurstproduktion schaffen.

6.4

Etude sur l'effet des facteurs physiques et technologiques sur le processus de la production des saucissons en moule

V.M.GORBATOV, E.T.SPIRIN et V.V.VAGUIN
Institut de recherches pour l'industrie de viande de l'URSS, Moscou, URSS

On cite les résultats des recherches et certains aspects liés au moulage et au traitement thermique de la pâte pour le perfectionnement ultérieur des processus thechnologiques de la production de charcuterie en moule.

L'étude de l'effet de certains facteurs physiques et technologiques permet d'établir les régularités fondamentales des processus de transfert de chaleur et de poids, les variations du débit de la diffusion des champs thermiques, de formation de la structure aussi bien que de déterminer la combinaison rationelle complexe des paramètres divers. Une grande importance pour la production des saucissons en moule est attribuée au choix des paramètres de moulage, qui, en combinaison avec les facteurs thermiques, permettent de créer un produit de qualité à grand rendement des carcasses et assurent le temps donné du traitement thermique. On a étudié les facteurs liés au remplissage des moules et à leur géométrie qui, en somme, déterminent le rendement du dispositif pour moulage thermique.

L'analyse des résultats montre la possibilité d'organisation du processus de production pour fabriquer les saucissons en moule à partir des nouveaux types d'équipement qui créent les conditions pour la mécanisation et l'automatisation de la production des saucissons.

Исследование влияния физических и технологических факторов на процесс получения колбас в формах

В.М.ГОРБАТОВ, Е.Т.СПИРИН и В.В.ВАГИН
Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

Проведены результаты исследований и отдельные аспекты, связанные с формованием и термической обработкой фарша, с целью дальнейшего совершенствования технологических процессов получения колбасных изделий в формах.

Изучение влияния различных физических и технологических факторов позволяет установить основные закономерности процессов тепломассопереноса, изменения скорости распространения температурных полей, образования структуры, а также определить рациональное комплексное сочетание различных параметров. Большое значение при получении колбас в формах приобретает выбор параметров формования, которые в сочетании с температурными позволяют получать качественный продукт с высоким выходом при обеспечении заданного времени термической обработки. В связи с этим были изучены факторы, связанные с наполнением форм и их геометрией, которые в конечном итоге определяют производительность устройств для термоформования.

Анализ результатов показывает возможность организации производственного процесса получения колбас в формах на основе новых видов оборудования, создающих условия для механизации и автоматизации колбасного производства.

Исследование влияния физических и технологических факторов на процесс получения колбас в формах

В.М. ГОРБАТОВ, Е.Т. СПИРИН и В.В. ВАГИН
Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

В последнее время наряду с дальнейшим совершенствованием процесса получения колбас в оболочке значительное развитие получила технология производства колбасных изделий в формах. Имеющийся опыт по выработке колбас и сосисок в формах позволяет оценивать данное производство как более прогрессивное и эффективное по сравнению с традиционным. Преимуществами являются отсутствие оболочки и применение многократно используемой формы, увеличение выхода готового продукта за счет сокращения потерь в процессе термообработки, возможность механизации и автоматизации процесса за счет ликвидации части трудоемких операций.

Основными процессами получения колбас в формах являются формование и термическая обработка, которые в конечном итоге определяют качество и выход готовой продукции. При этом термические процессы осуществляются различными методами, например: конвективным методом нагрева (паровоздушной смесью, горячим воздухом), кондуктивным (жиром, горячей водой), индукционным, радиционного воздействия (инфракрасным облучением), электроконтактным нагревом и СВЧ. Такое количество методов термической обработки позволяет создать большое число установок, которые работают на различных методах, но единства мнений в настоящее время в данном вопросе нет.

Нужно отметить, что три последних метода пока не нашли еще широкого применения из-за недостаточной отработанности, а несовершенство соответствующего оборудования делают их энергоемкими, сложными и пока что неэкономичными.

Наиболее дешевым и надежным методом тепловой обработки, позволяющим получать продукт, не уступающий по своим качественным показателям продукту, полученному по традиционной технологии, является метод кондуктивного нагрева при получении колбас в формах. Особенностью процесса является возможность в одном аппарате осуществлять и охлаждение продукта.

Фаршевые системы, используемые в колбасном производстве, являются телами с коагуляционной структурой, обладающими высокоэластическими и вязкотекущими свойствами, которые обеспечивают возможность их течения и заполнения форм. Такое состояние фарша в процессе обработки сохраняется до определенной температуры, называемой температурой коагуляции, выше которой структура фарша приобретает твердообразные свойства. Термическая обработка колбасных фаршей, в основе которой лежат физико-химические превращения белков и жидкой фазы, состоящей из водного раствора белков, некоторых органических соединений и электролитов, способствует изменению их структуры и получению качественного изделия.

Однако механизм термоформования и влияния на него различных факторов при получении колбас в формах, в том числе наиболее определяющих, таких, как физические и технологические, в достаточной степени еще не исследован. Изучение данных вопросов позволяет установить основные закономерности процессов тепломассопереноса, изменения скорости распространения температурных полей, образования структуры, а также определить рациональное комплексное сочетание различных параметров. Большое значение при получении колбас в формах приобретает выбор параметров формования, которые в сочетании с температурными факторами позволяют получать качественный продукт с высоким выходом и заданным временем термической обработки. В связи с этим были изучены факторы, связанные с наполнением форм и их геометрией, которые в конечном итоге и определяют производительность устройства термообработки.

Для сравнения и выбора оптимального диаметра,формы, были изучены временные характеристики температурных полей в продукте, получаемом в формах раздичного диаметра. Так как фаршевые системы обладают той особенностью, что в процессе термической обработки может произойти перегрев поверхности изделия, а также плотное соединение продукта со стенками формы, то воз-

можна его порча, а при выгрузке не исключена деформация готового изделия. Имеется несколько способов с целью предотвращения указанных явлений.

В качестве покрытия или прокладочного материала между металлом и фаршем можно применять различные животные жиры, пергамент, полимерные материалы. Однако использование животных жиров требует постоянного возобновления покрытия с каждым новым наполнением формы, а также большого расхода дефицитного вещества. При использовании пергамента необходимо изготовлять пакеты под размер форм, в результате чего не всегда обеспечивается гладкая и ровная поверхность готового продукта, кроме того затруднительна механизация процесса вкладывания пакета в формы. Полимерные материалы, в частности фторопласт Ф-4, полностью исключают перегрев поверхности и позволяют получать продукт с ровной недеформированной поверхностью и, что очень важно, многократно использовать форму.

В процессе исследований были использованы формы с внутренними диаметрами 50, 80, 100, 115 и 140 мм, которые обогревались теплоносителем с температурой 98°С. Термообработку проводили при постоянном режиме, т.е. температура и скорость движения теплоносителя были постоянными. Величины подпрессовывающих усилий изменялись в интервале $1,33 \cdot 10^4 - 4,12 \cdot 10^4$ Па. Для установления закономерностей нагрева фарша в формах различного диаметра и определения оптимальных величин были проведены измерения по кинетике нарастания температуры в центре батона, причем величина заполнения форм была одинаковой, что позволило получить продукт с минимальными отклонениями по длине. В качестве объекта исследований использовали фарши как структурных, так и бесструктурных колбас - любительской и докторской. В таблице, на примере докторской колбасы, показано как изменялись время нагрева до температуры в центре батона - 70°С и масса продукта в зависимости от диаметра форм.

Как следует из таблицы, с увеличением диаметра формы возрастает продолжительность нагрева. Анализ полученной зависимости показал, что она имеет две зоны - первую, отражающую сравнительно незначительный рост времени нагрева с ростом диаметра (до 100 мм) и вторую - когда продолжительность резко возрастает (при диаметре свыше 100 мм). Графоаналитическая обработка

Показатель Index	Величина показателя при данном диаметре батона, мм Index value for a given sausage diametre, mm				
	50	80	100	115	140
τ мин min	43	72	100	145	210
G кг kg	0,6	1,7	2,7	3,8	5,1

результатов и сравнительный анализ изменения массы продукта в зависимости от диаметра форм и продолжительности нагрева позволили установить величины оптимальных диаметров - 90-100 мм. Для проведения дальнейших исследований применяли формы с внутренним диаметром 100 мм.

Наряду с выбором оптимального диаметра форм были проведены исследования по установлению их оптимальной длины. Формы наполняли фаршем, причем длина наполнения (набивки) составляла 50, 100, 200, 300 и 400 мм. Ограничение длины наполнения формы до 400 мм объясняется тем, что изделия такой длины "держат" форму и мало деформируются, что очень важно при упаковке целых батонов и их транспортировке. Датчик осуществлял контроль температуры в центре батона и его конец располагался строго посередине между торцовыми поверхностями.

В процессе этих исследований была выявлена зависимость, в которой можно выделить 3 зоны: первая - время тепловой обработки возрастает сравнительно резко с увеличением длины набивки, которая достигает значения 180-190 мм, вторая - зона в интервале от 180-190 до 260-270 мм, которая характеризуется замедлением роста времени нагрева, и третья зона - свыше 270 мм, в которой время тепловой обработки стабилизируется и не зависит от длины наполнения формы.

В первой зоне, для которой характерен сравнительно быстрый нагрев фарша до заданной температуры, наблюдается распространение теплового потока не только через боковую поверхность, но и с торцовых поверхностей.

Так как длина набивки мала, то тепловые потоки с торцовых поверхностей накладываются, в результате чего происходит быстрый нагрев фарша. Для первой зоны сокращение времени тепловой обработки составляет 20-35% по сравнению с третьей зоной.

Во второй зоне наложение тепловых потоков с торцовых поверхностей незначительно, поэтому рост времени нагрева не велик.

Для третьей зоны, начиная с длины набивки фарша - 270 мм характерно стабильное время термической обработки, что объясняется отсутствием наложения тепловых потоков с торцовых поверхностей. Таким образом можно сделать вывод, что после некоторого значения время тепловой обработки постоянно и не зависит от длины заполнения.

В процессе исследований был также дан сравнительный анализ величин относительных весовых потерь в зависимости от длины заполнения форм.

Было установлено, что с увеличением величины длины набивки происходит уменьшение относительных весовых потерь, причем эта разница между минимальной и максимальной длиной батона составляла 2,5-4,0%. Таким образом, как показали исследования, с увеличением длины продукта стабилизируется время термической обработки и значительно сокращаются относительные весовые потери, что позволяет создать термический режим с заданным временем нагрева продукта. Процесс тепломассообмена в продукте, находящемся в закрытой форме, и его влияние на структуру исследовали по распределению температурных полей по сечению батона. Измерения проводили на поверхности батона, в центре и на расстоянии, равном половине радиуса изделия. Проведенный анализ показал идентичный характер изменения температурных полей по сечению, при условии различных градиентов скоростей нагрева. Однако температурное поле центра батона, по которому в конечном итоге определяется степень готовности продукта имело несколько выраженных и изменяющихся во времени этапов. Температура внутри фарша, имеющего одинаковую температуру во всех точках, в первый период нагрева не повышается до тех пор, пока приток тепла не достигнет центра. Этот этап характеризуется режимом неупорядоченного процесса и продолжительность его составляла 18-20 мин. На втором этапе, при котором влияние начального теплового состояния ослабевает, наступает регулярный тепловой режим, составляющий 75-80 мин. И третий этап, на котором производилось термостатирование продукта, равняется 20-25 мин.

Особенностью процесса тепломассообмена является изменение влагосодержания по сечению и его влияние на качество продукта. Если перед термической обработкой влага распределена равномерно, то по окончании процесса в продукте происходит ее перераспределение. При этом установили, что в слое, прилегающем к поверхности, оно минимально, в серединных слоях - максимально и в центральных слоях - выше, чем у поверхности, но ниже, чем в срединных слоях.

Наиболее быстрому прогреву подвергаются поверхностные слои, температура которых через 10 мин с начала процесса достигает 70°С, при этом происходит интенсивный нагрев жидкой фазы поверхностных слоев фарша. Дальнейшее нагревание вызывает все возрастающее перемещение влаги, которая выделяется в виде бульона и пара, причем выделяется бульон через 10-15 мин с начала термообработки. Миграция жидкой фазы поверхностных слоев вызывает диффузию влаги из центральных слоев продукта. В результате взаимодействия тепловых потоков и диффузионных процессов происходит уменьшение количества жидкой фазы в центральной части батона. При охлаждении наблюдается несколько отличные процессы тепломассообмена. Хладоноситель с температурой 1-3°С интенсивно охлаждает поверхность батона, температура которого в первые 10 мин с момента охлаждения составляет 30-35°С, однако в центре батона продолжает нарастать до 72°С. Влагосодержание охлажденных поверхностных слоев изменяется незначительно, но диффузия влаги из срединных слоев в центральные продолжается в результате процесса перераспределения влаги. Перепад влаги в готовом продукте по сечению для докторской и любительской колбас составляет около 4-5%.

Изучение реологических свойств продукта по сечению по продольному напряжению среза подтвердило установленное распределение влаги в батоне.

Предельное напряжение среза для докторской колбасы у поверхности имеет максимальное значение - $2,4 \cdot 10^4$Па, в то же время в срединных слоях предельное напряжение среза наименьшее - $2,0 \cdot 10^4$Па и в центре батона - $2,2 \cdot 10^4$Па.

На основании проведенных экспериментальных исследований установлены основные закономерности процессов тепломассопереноса, образования структуры, изменения распределения температурных полей в зависимости от физических и технологических факторов, определяющих оптимальный технологический процесс получения колбас в формах. Изучены факторы, связанные с наполнением форм и их геометрией, что позволило установить рациональные размеры формующих элементов, необходимых для разработки термоагрегатов. Продукт, получаемый в таком термоагрегате обладает строго заданными геометрическими параметрами с минимальными отклонениями как по форме, так и по массе, при этом режим термической обработки характеризуется заданным временем нагрева продукта. Результаты исследований показали возможность построения процесса на основе разработки оборудования производства колбас в формах и использования его в линиях по выработке колбас.