

IR-heating under gauge pressures as a method of intensifying the cooking process of ready-to-cook meats

I.A.ROGOV*, N.F.NOMEROTSKAYA** and S.Yu.GELFAND***

*The Moscow Technological Institute of Meat & Dairy Industries, Moscow, USSR

**The All-Union Meat Research Institute, Moscow, USSR

***The All-Union Research Institute of the Canning Industry and _____ of the Special Food Technology, Moscow, USSR

The results of a study into the meat cooking process with IR-radiation under gauge pressures are presented.

Meat was cooked in an apparatus with reflectors made of polished aluminium, air-tightly covered with a detachable flange and equipped with reference instruments to register temperature and pressure readings.

A radiation generator was chosen with regard for the spectral optical characteristics of the product to be processed, the spectral pattern of the generator radiations and of the environment during ready-to-cook meats processing in a closed apparatus.

Frying weight losses of beef meats, changes in different nitrogen forms and the amino acid profile of proteins were determined. Thin-layer chromatography indicated eight fractions in the lipids of the finished products. Gas liquid chromatography was used to assay the profile of high-molecular fatty acids of meat lipids.

The results on the process time, as well as on weight, quality and finished product food value losses allow to conclude on the expediency of the tested method to intensify meat thermal treatment.

Infraroterwärmung unter Überdruck als ein Verfahren zur Intensivierung der Wärmebehandlung von Halbfabrikaten aus Fleisch

I.A.ROGOW

Das Moskauer technologische Institut für Fleisch- und Milchindustrie, Moskau, UdSSR

N.F.NOMEROZKAJA

Das Allunions-Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Moskau, UdSSR

S.Ju.GELFAND

Das Allunions-Forschungsinstitut für Konservenindustrie und spezielle Lebensmitteltechnologie, Moskau, UdSSR

Es werden die Untersuchungsergebnisse über die Wärmebehandlung von Fleisch mit IR-Strahlung unter Überdruck angeführt.

Die Wärmebehandlung von Fleisch wurde in einem mit dem abnehmbaren Flansch hermetisch abgeschlossenen Apparat mit Reflektoren aus poliertem Aluminium und Messkontrollgeräten zum Aufschreiben von Temperatur und Druck durchgeführt.

Die Strahlungsgenerator wurde mit Rücksicht auf die spektralen und optischen Charakteristika des zu behandelnden Produktes sowie die spektrale Strahlungszusammensetzung des Generators und Mediums, das bei der Erwärmung von Halbfabrikaten im geschlossenen Apparatenum entsteht, ausgewählt.

Es wurden die Massenverluste beim Braten von Halbfabrikaten aus Rindfleisch und die Veränderungen der unterschiedlichen Stickstoffformen sowie der Aminosäurezusammensetzung von Eiwissen bestimmt. Mit der Dünnschichtchromatographie wurden acht Fraktionen in Lipiden des fertigen Produktes nachgewiesen. Die Zusammensetzung von hochmolekularen Fettsäuren der Fleischlipide wurde mit der Gasflüssigkeitschromatographie untersucht.

Die erhaltenen Ergebnisse über die Vorgangsdauer, die Höhe der Massenveränderung, die Qualität und den Nährwert des Endproduktes zeugen von der Zweckmässigkeit der Anwendung des untersuchten Verfahrens zur Intensivierung der Wärmebehandlung von Fleisch.

7.28

Chauffage infrarouge à surpression - une méthode d'intensification du traitement thermique des demi-produits carnés

I.A.ROGOV

Institut technologique de Moscou pour l'industrie de viande et de lait, Moscou, URSS

N.F.NOMEROTSKAYA

Institut de recherches pour l'industrie de viande de l'URSS, Moscou, URSS

S.Ju.GUELFAND

Institut de recherches pour l'industrie de conserve et pour la technologie spéciale alimentaire de l'URSS, Moscou, URSS

On cite les résultats de l'étude sur le processus du traitement de la viande au chauffage infrarouge à surpression.

Le traitement thermique de la viande était réalisé dans un appareil avec des réflecteurs en aluminium polis, une bride étanche démontable, muni d'un appareillage de contrôle et de mesurage pour enregistrer la température et la pression.

Le générateur a été choisi compte tenu des caractéristiques spectraux et optiques du produit traité, du composé spectral de rayonnement du générateur et du milieu formé au chauffage des demi-produits dans le volume fermé de l'appareil.

On a déterminé les pertes de poids au rôtissage des demi-produits de boeuf, les variations de différentes formes d'azote et du composé en acides aminés des protéines. On a établi la présence de huit fractions par chromatographie sur couches minces en lipides du produit fini. Le composé des acides gras macromoléculaires des lipides de viande était étudié par chromatographie en phase gazeuse-liquide.

Les résultats sur la durée du processus, la valeur des variations de poids, la qualité et la valeur alimentaire du produit fini permettent de conclure que l'application de la méthode étudiée pour le traitement thermique est rationnelle.

Инфракрасный нагрев при избыточном давлении - способ интенсификации тепловой обработки мясных полуфабрикатов

И.А.РОГОВ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Н.Ф.НОМЕРОЦКАЯ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

С.Ю.ГЕЛЬФАНД

Всесоюзный научно-исследовательский институт консервной промышленности и специальной пищевой технологии, Москва, СССР

Приведены результаты исследования процесса тепловой обработки мяса ИК-излучением при избыточном давлении.

Тепловую обработку мяса проводили в аппарате с отражателями из полированного алюминия, герметически закрытом съемным фланцем, снабженном контрольно-измерительной аппаратурой для регистрации температуры и давления.

Генератор излучения выбирали с учетом спектральных оптических характеристик обрабатываемого продукта, спектрального состава излучения генератора и среды, образующейся при нагреве полуфабрикатов в замкнутом объеме аппарата.

Определены потери массы при жарении полуфабрикатов из говядины, изменения различных форм азота, аминокислотного состава белков. Методом ТСХ в липидах готового продукта установлено наличие восьми фракций. Методом ГЖХ исследован состав высокомолекулярных жирных кислот липидов мяса.

Полученные результаты продолжительности процесса, величины изменения массы, качества и пищевой ценности готового продукта позволяют сделать вывод о целесообразности описанного метода.

Инфракрасный нагрев при избыточном давлении — способ интенсификации тепловой обработки мяса и мясопродуктов

И.А. РОГОВ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Н.Ф. НОМЕРОЦКАЯ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

С.Ю. ГЕЛЬФАНД

Всесоюзный научно-исследовательский институт консервной промышленности и специальной пищевой технологии, Москва, СССР

При производстве готовых блюд и кулинарных изделий из мяса широко применяют тепловую обработку сырья. В настоящее время проблеме интенсификации этого процесса уделяют большое внимание. Решение указанной проблемы возможно как путем совершенствования традиционных методов, так и внедрением новых физических способов обработки пищевых продуктов. Одним из таких направлений является использование энергии инфракрасного излучения. Кроме того, в ряде стран для интенсификации тепловой обработки продуктов находят применение специальные аппараты, в которых обжаривание мясопродуктов производится при избыточном давлении в нагретом жире.

В настоящей работе использовали преимущества инфракрасной обжарки и обработки мясопродуктов при избыточном давлении, объединив их в одном процессе, отказавшись одновременно от применения промежуточного теплоносителя в виде жира или масла. С этой целью был разработан горизонтальный цилиндрический аппарат с отражателями из полированного алюминия, герметически закрытый съёмным фланцем. Источники инфракрасного излучения лампы КИ 220-1000, собранные в панели (верхнюю и нижнюю), размещались с шагом 50 мм внутри герметически закрытого аппарата.

Для изучения равномерности теплового потока определяли характеристики распределения плотности лучистого потока. Плотность теплового потока измеряли прибором ИТП-4, датчик которого располагался на различном расстоянии от излучателей по вертикали и от оси симметрии излучателей по горизонтали. Эпюры распределения теплового потока исследовали при трех расстояниях обрабатываемого продукта от источника излучения. Полученные результаты измерений свидетельствуют о том, что при расположении излучателей на расстоянии 40, 90 и 120 мм с шагом между излучателями 50 мм, достигается равномерность поля с разбросом порядка 3%. Для дальнейших работ, исходя из технологических факторов, было выбрано расстояние 90 мм.

Жарку полуфабрикатов из говяжьего и свиного мяса проводили без добавления жира на зачерненном противне. Обжарка продуктов происходила за счет лучистой энергии от верхней панели излучателей и путем теплопередачи от противня, нагретого нижними излучателями. При нагреве продуктов часть выделившегося из продукта сока испарялась и в замкнутом объеме создавалась атмосфера паро-воздушной среды. При повышении температуры увеличивалось и избыточное давление, что приводило к подъему точки кипения влаги, содержащейся в продукте.

Использование инфракрасного излучения в сочетании с избыточным давлением при тепловой обработке продукта обеспечивало более интенсивный его прогрев, что позволило значительно сократить время доведения до кулинарной готовности (2-6 мин). Определенные при этом потери массы при жарке полуфабрикатов из говядины (бифштекс, антрекот) до различных температур внутри куска (75, 85 и 95°C) составили соответственно 24,6±1,7; 26,4±1,3 и 34,3±1,1%. Наиболее характерными признаками жареного продукта (наличие корочки, аромат и вкус жареного мяса) обладали образцы, обжаренные до температуры внутри куска 85°C. В образцах, жаренных до 75°C, на поверхности не образовывалась характерная корочка; при жарке до 95°C готовый продукт был менее сочным. Оптимальный режим жарения — до 85°C внутри куска.

Качество и пищевую ценность готовых изделий оценивали в зависимости от тех изменений липидов и белков мяса, которые происходят при тепловой обработке инфракрасным излучением при избыточном давлении и традиционном способе жарки в жарочном шкафу.

Исследования проводили на мышцах *Longissimus dorsi*. Мясо нарезают кусочками массой 125 г, толщиной 20 мм и жарят в инфракрасном аппарате при избыточном давлении 1 атм до разных температур в центре куска и традиционным способом. Температуру контролировали с помощью хромель-копелевой термопары и прибора КСП-4. Об изменении белков судили по содержанию различных форм азота и аминокислотному составу. В липидах мяса изучали фракционный состав и состав высокомолекулярных жирных кислот.

Общий азот определяли по классическому методу Кьельдаля в макромоодификации по стандартной методике; белковый азот – по Бурштейну и Штуцеру в гомогенате, полученном из навески мяса с определенным количеством воды. Белки осаждали горячей 10%-ной трихлоруксусной кислотой, все тщательно перемешивали и фильтровали через обеззоленный фильтр. Осадок на фильтре промывали горячей дистиллированной водой и переносили в колбу Кьельдаля для сжигания. Дальнейшее определение – как и в случае общего азота.

Общий аминокислотный состав белков определяли после соответствующей подготовки и кислотного гидролиза в запаянных ампулах при 110°C в течение 24 часов, отгонки соляной кислоты на роторном испарителе при температуре около 30°C и последующего растворения в рассчитанном объеме цитратного буфера с pH 2,2 – на автоматическом анализаторе аминокислот фирмы "Вектап".

Липиды из мяса экстрагировали по методу Фолча смесью хлороформ-метанола. Растворитель удаляли на роторном испарителе и досушивали до постоянной массы под вакуумом. Для разделения липидов на фракции использовали метод хроматографии в тонком слое силикагеля G в системе растворителей: петролейный эфир, диэтиловый эфир, уксусная кислота в соотношении 80:20:1. Соотношение отдельных фракций липидов определяли взвешиванием. Метилловые эфиры жирных кислот разделяли на газо-жидкостном хроматографе Fractovar GV с пламенно-ионизационным детектором при программированном температурном режиме 160-220°C с градиентом температуры 5 град/мин. В работе использовали стеклянную колонку длиной 2 м и диаметром 4 мм, заполненную неподвижной фазой – 10%-ным диэтиленгликольсукцинатом на хромосорбе W 80-100 меш. Скорость газоносителя (азота) – 70 мл/мин, температура инжектора 300°C. В качестве внутреннего стандарта использовали дибутилфталат (ДБФ).

Перед анализом ДБФ калибровали по следующим жирным кислотам: пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой. ДБФ выходит на хроматограммах после жирных кислот, имеющихся в мясе, и не мешает расчету пиков.

Данные изменения различных форм азота при испытанных способах обработки представлены в табл. 1, аминокислотного состава белков – в табл. 2 (средние данные трех опытов).

Содержание различных форм азота в мясе, жаренном различными способами (% на сухое вещество)
The level of different forms of nitrogen in the meat fried with several methods (% of dry solids)

Таблица 1
Table 1

Формы азота Nitrogen	Мясо сырое Raw meat	Жарка традиционным способом Fried conventionally	Жарка в ИК-аппарате при избыточном давлении до температуры в центре куска, °C IR-frying under the gauge pressure up to the internal temperature, °C		
			75	85	95
Общий Total	16,15	13,87	14,84	14,15	14,03
Белковый Protein	13,47	11,47	11,91	11,59	11,29
Небелковый Non-protein	2,68	2,40	2,93	2,56	2,74

Содержание аминокислот в мясе, жаренном различными способами (г/100г белка) Table 2
 The level of amino acids in the meat fried with different methods (g/100 g protein)

Аминокислоты Amino acids	Мясо сырое Raw meat	Мясо жаренное, Meat fried	
		в ИК-аппарате при избыточном давлении in an IR-oven under the gauge pressure	традиционным способом conventionally
I	2	3	4
Лизин Lysine	8,42	8,08	7,29
Гистидин Histidine	3,22	2,85	2,49
Аргинин Arginine	6,05	5,46	5,57
Аспарагиновая кислота Aspartic acid	8,17	8,36	8,30
Треонин Threonine	3,47	3,85	3,90
Серин Serine	3,10	3,21	3,37
Глутаминовая кислота Glutamic acid	13,04	12,63	12,58
Пролин Proline	3,51	3,58	3,63
Глицин Glycine	3,88	4,08	3,71
Аланин Alanine	5,09	5,25	5,05
Валин Valine	4,22	4,32	4,65
Метионин Methionine	2,12	2,64	2,76
Изолейцин Iso-leucine	4,18	4,28	4,28
Лейцин Leucine	6,98	6,94	6,83
Тирозин Tyrosine	2,98	2,90	2,93
Фенилаланин Phenyl alanine	3,42	3,50	3,51
Сумма незаменимых аминокислот Total amino acids	32,81	33,61	33,22
Всего Grand total	81,85	81,93	80,85

Результатами исследования не установлено значительных различий в содержании разных форм азота и аминокислотного состава белков при исследованных способах тепловой обработки.

Изучение липидов методом тонкослойной (хроматографии) позволило обнаружить в их составе 8 фракций: фосфолипиды, моноглицериды, стерины, диглицериды, свободные жирные кислоты и оксикислоты, триглицериды, стериновые эфиры, углеводороды. Основными фракциями в составе липидов мяса говядины являются фосфолипиды и триглицериды. Количественный состав отдельных фракций липидов дан в табл. 3. Жирнокислотный состав определяли в общих липидах мяса (табл. 4)

Полученные данные показали, что изученные способы тепловой обработки не влияют на качественный состав отдельных липидных фракций говядины и на состав высокомолекулярных жирных кислот общих липидов мяса.

В липидах мяса после традиционного способа нагрева уменьшается содержание ненасыщенных жирных кислот в основном за счет олеиновой кислоты, что может быть связано с длительным воздействием температуры (в течение 15-20 мин). Липиды мяса после нагрева в ИК-аппарате при избыточном давлении характеризуются более высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот, среди которых преобладает олеиновая (35,7-35,8 г на 100 г жира). Из насыщенных жирных кислот преобладают пальмитиновая (23,4-23,5) и стеариновая (17,4 г на 100 г жира).

В липидах мяса, жаренного в ИК-аппарате при избыточном давлении, наблюдается некоторое увеличение суммы ненасыщенных жирных кислот за счет увеличения содержания пальмитолеиновой и линолевой кислот. Процесс тепловой обработки в ИК-аппарате при избыточном давлении длится всего 2-6 мин и поэтому не вызывает глубоких изменений в липидах мяса. Об отсутствии нежелательных изменений в липидах мяса, обработанного в ИК-аппарате при избыточном давлении, сви-

Содержание липидных фракций (%)
The level of lipid fractions (%)

Таблица 3
Table 3

Фракции Fraction	Исходные образцы (сырые) Initial samples (raw)	Образцы после нагрева традиционным способом After conventional heating	Образцы после тепловой обработки в ИК-аппарате при избыточном давлении с температурой в центре куска, °C After IR-heating under the gauge pressure up to the internal temperature, °C	
			До 85	До 95
Фосфолипиды Phospholipids	22,30	16,71	17,52	19,37
Моноглицериды Monoglycerides	3,08	3,85	2,92	3,41
Стерины и диглицериды Stearines and diglycerides	9,89	5,07	4,65	3,52
Свободные жирные кислоты и оксикислоты Free fatty acids and oxyacids	8,84	8,04	8,70	11,14
Триглицериды Triglycerides	47,60	48,73	55,76	55,29
Стеариновые эфиры Stearic esters	5,27	7,79	6,38	4,18
Углеводороды Hydrocarbons	3,02	9,78	4,05	3,08

детельствуют также проведенные нами исследования гемолитической активности липидов.

Таким образом, тепловая обработка мясных полуфабрикатов инфракрасным излучением при избыточном давлении интенсифицирует процесс: значительно сокращает время приготовления кулинарных изделий при уменьшении потерь их массы и позволяет получать готовый продукт хорошего качества без введения дополнительного жира. Все это позволит получить значительный экономический эффект при широком внедрении способа на предприятиях пищевой и мясной промышленности.

Содержание жирных кислот (г на 100 г жира)
The level of fatty acids (g/100 g fat)

Таблица 4
Table 4

Жирные кислоты Fatty acids	Исходные образцы (сырые) Initial samples (raw)	Образцы после нагрева традиционным способом After conventional heating	Образцы после тепловой обработки в ИК-аппарате при избыточном давлении с температурой в центре куска, °C After IR-heating under the gauge pressure up to the internal temperature, °C	
			До 85	До 95
Миристиновая C ₁₄ Myristic	1,5 ± 0,2	1,6 ± 0,3	2,1 ± 0,3	2,1 ± 0,2
Пальмитиновая C ₁₆ Palmitic	28,0 ± 0,2	24,3 ± 0,6	23,5 ± 0,5	23,4 ± 0,6
Пальмитолеиновая C ₁₆₋₁ Palmitoleic	1,8 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,6 ± 0,2	2,4 ± 0,2
Стеариновая C ₁₈ Stearic	18,1 ± 0,2	12,4 ± 0,4	17,4 ± 0,5	17,4 ± 0,4
Олеиновая C ₁₈₋₁ Oleic	36,5 ± 0,6	27,0 ± 0,5	35,8 ± 0,4	35,7 ± 0,6
Линолевая C ₁₈₋₂ Linolic	2,5 ± 0,1	2,9 ± 0,5	6,6 ± 0,4	6,4 ± 0,4
Линоленовая C ₁₈₋₃ Linolenic	1,7 ± 0,3	2,2 ± 0,3	1,8 ± 0,2	1,7 ± 0,2
Сумма кислот Total				
насыщенных saturated	47,5	38,3	43,9	42,9
ненасыщенных non-saturated	42,5	33,8	46,8	46,2