

Untersuchung der Wärmeübertragung bei der Wursttrocknung mit dem Zweck der Intensivierung und Automatisierung der Fertigungstechnik

LIKOWA A.V., ROGOW I.A., SLEPICH G.M., WINIZKAJA A.A.

Moskauer Technologische Institut für Fleisch- und Milchindustrie, Moskau, UdSSR

Die Beschaffenheit der Wurstwaren und die Aufwandzeit für deren Herstellung hängen von dem Wasserbindvermögen, thermophysikalischen und strukturell-mechanischen Eigenschaften ab, die sich bei Kechen, Braten und Räucherung verändern. Im Ergebnis von experimentellen Untersuchungen wurden grundlegende Gesetzmäßigkeiten der Wärme-Feuchtigkeit-Übertragung, thermophysikalische und strukturell-mechanische Eigenschaften der Würste während der Trocknung ermittelt. Die gewonnenen Daten wurden bei der Errechnung der Trockenzeit und zur Entwicklung und Automatisierung der Trockenanlagen eingesetzt. Mit Vakuumkapillarmeter wurde die Porosität von Würsten und Kunst- und Naturdärmen bestimmt. Hystologische Untersuchungen wurden an diesen Proben durchgeführt. Die Entstehung von Kanzerogenstoffen wird bei der Veränderung des Wasserbindvermögens vom Wurstbrätgefüge während Braten und Räucherung analysiert.

The Investigation of the Thermomasstransference during the Sausage Drying with the Aim of the Intensification, optimisation and automation of the process

LIKOWA A.V., ROGOV B.A., SLEPIH G.M., VINITSKAY A.A.

Moscow Technological Institute for Meat and Dairy Industry, Moscow, the USSR

Technological characteristics of sausage wares and duration of their manufacture depend on the type of the moisture connection, thermo-physical properties and structure-mechanical ones which change during cooking, frying and smoking. Experimental investigations have resulted in the main objective laws of the thermemoisturetransference, thermophysical and structure-mechanical properties during drying process. The data are used for the duration calculation of the sausage drying, for the drying plants calculation and automation. The porosity of sausages, natural and artificial coating was also investigated with the help of the vacuumcapillarymeter. At the same time the histology discription of the objects was held. The attempt to connect the cancer substance penetration with the change of the moisture connection form and the meat mince skeleton during the process of the sausage frying and smoking is given in this work.

Les recherches sur le transport de chaleur pendant le séchage des saucissons pour intensifier, optimiser et automatiser le processus

A.V.LYKOVA, I.U.ROGOV, G.M.SLEPYKH, A.A.VINITSKAJA

Institut technologique de l'Industrie de la viande et du lait de Moscou, Moscou, URSS

Les qualités technologiques des produits de saucisson et la durée de leur fabrication dépendent en général de la forme de rétention de l'eau, des propriétés thermophysiques, structurelles et mécaniques qui changent au cours de la cuisson, du grillage et du fumage. Les études expérimentales ont révélé les lois essentielles du transfert de chaleur et d'eau, des propriétés thermophysiques, structurelles et mécaniques au cours de la dessiccation. Les données sont utilisées pour la calculation du temps de dessiccation des saucissons, la calculation des sécheurs et l'automatisation. On a étudié aussi la porosité des saucissons, des enveloppes naturelles et artificielles à l'aide du capillaromètre de vide. En même temps on a fait les descriptions histologiques de ces objets. Dans ce travail on essaie de lier la pénétration des cancérogènes au changement de la relation entre l'eau et le hachis au cours du grillage et du fumage.

Исследование тепломассопереноса в процессе сушки колбас с целью интенсификации, оптимизации и автоматизации процесса.

ЛЫКОВА А.В., РОГОВ И.А., СЛЕПЫХ Г.М., ВИНИЦКАЯ А.А.

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, г.Москва, СССР

Технологические качества колбасных изделий и продолжительность их изготовления в основном зависят от формы связи влаги, теплофизических и структурно-механических свойств, изменяющихся в процессе варки, обжарки и копчения. В результате экспериментальных исследований выявлены основные закономерности тепло- и влагопереноса, теплофизических и структурно-механических свойств колбас в процессе сушки.

Данные использованы для расчета продолжительности сушки колбас, расчета сушильных установок и автоматизации. Также исследовалась пористость колбас, искусственных и естественных оболочек при помощи вакуумкапилляриметра. Одновременно проводили гистологические описания этих объектов.

В работе дается попытка увязать проникновение канцерогенных веществ с изменением форм связи влаги с мясным фаршем в процессе обжарки и копчения.

Исследование тепломассопереноса в процессе сушки колбас с целью интенсификации, оптимизации и автоматизации процесса.

ЛЫКОВА А.В., РОГОВ И.А., СЛЕПЫХ Г.М., ВИНИЦКАЯ А.А.

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, г. Москва, СССР

Обжарка, копчение и сушка считаются основными процессами в производстве колбасных изделий. Рентабельнее их проводить в термических камерах с программным и автоматическим регулированием параметров технологического процесса. Развитие сушильной техники неразрывно связано с разработкой научно-обоснованных методов расчета термической обработки колбасных изделий

Большое значение для выбора режимов сушки, обжарки, копчения колбас и конструкции аппарата является правильное использование законов тепловлагодпереноса и законов теплообмена с окружающей средой. Процесс сушки колбас состоит из перемещения влаги внутри батона, парообразования, перемещения влаги с поверхности в окружающую среду через пограничный слой, т.е. через оболочку и описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = K_{1,1} \nabla^2 u + K_{1,2} \nabla^2 T + K_{1,3} \nabla^2 p$$

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = K_{2,1} \nabla^2 u + K_{2,2} \nabla^2 T + K_{2,3} \nabla^2 p$$

$$\frac{\partial p}{\partial \tau} = K_{3,1} \nabla^2 u + K_{3,2} \nabla^2 T + K_{3,3} \nabla^2 p$$

$$\text{где } K_{1,1} = a_m \quad K_{1,2} = a_m \cdot \delta \quad K_{1,3} = \frac{K_p}{\rho_0}$$

$$K_{2,1} = \frac{r \cdot \varepsilon}{c} \cdot a_m \quad K_{2,2} = a + \frac{\varepsilon \cdot r}{c} \cdot a_m \cdot \delta \quad K_{2,3} = \varepsilon \cdot r \cdot \frac{a_m \cdot \delta}{c}$$

$$K_{3,1} = - \frac{\varepsilon \cdot a_m}{c_p} \quad K_{3,2} = \frac{\varepsilon \cdot a_m \cdot \delta}{c_p} \quad K_{3,3} = \left(a_p - \frac{\varepsilon \cdot a_m \cdot \delta}{c_p} \right)$$

- K_p - коэффициент фильтрационного переноса влаги;
- δp - относительный коэффициент фильтрационного потока влаги;
- a_p - коэффициент конвективно-фильтрационной диффузии;
- c_p - коэффициент влагоемкости влажного воздуха в колбасном батоне;
- a - коэффициент температуропроводности;
- a_m - коэффициент диффузии;
- ε - коэффициент фазового перехода;
- c - удельная теплоемкость;
- δ - относительный коэффициент термодиффузии;
- ρ_0 - плотность абсолютно сухого колбасного фарша.

Теплофизические характеристики колбас: теплопроводность λ , температуропроводность a и теплоемкость c зависят от температуры " t ", влагосодержания " u " и пористости [4,5,6]. При исследовании зависимости $\lambda = f(t)$ и $a = \psi(t)$ при постоянном влагосодержании колбасного батона было установлено, что при отрицательных температурах λ и a резко убывают. В диапазоне температур от 0°C до 25°C λ мало изменяется, затем с повышением температуры увеличивается. Такая зависимость $\lambda = f(t)$ объясняется влиянием на теплопроводность физико-химических и фазовых превращений. Кривая изменения " a " от температуры имеет максимум и точку перегиба в области температур от 0°C до 55°C . При небольших значениях влагосодержания колбасного батона ($t = \text{const}$) λ и a с увеличением влагосодержания возрастают почти по линейному закону. В этом случае теплопроводность является формой теплообмена в виде конвекции и способствует теплопроводности и влагопроводности. Для колбасных изделий с наличием осмотически связанной влаги в зависимости $\lambda = \varphi(u)$ $a = \xi(u)$ наблюдается максимум, который характеризует влияние массопереноса на теплопроводность. После достижения максимального сорбционного влагосодержания колбасным батонном λ и a уменьшаются, что связано с переходом влаги в 2-х компонентную систему (жидкость-пар) при доминирующем объеме жидкости. Если осмотическая влага связана со скелетом мясного фарша, то капиллярная влага обволакивает каждую "твердую" частицу и перемещается под влиянием "защемленного" воздуха в порах или капиллярах. Чем мельче частицы шпига или мясного фарша, тем менее резко падают значения λ и a . При влагосодержании колбасного батона от 60% и более λ и a изменяются незначительно. Точка перегиба в кривых $\lambda = \varphi(u)$, $a = \xi(u)$ объясняется различным характером связи влаги с частицами.

Для исследования пористости естественных и искусственных оболочек применяли "весовой метод" и вакуумкапилляриметр конструкции О.В. Шаповаловой.

Активную пористость рассчитывали по формуле:

$$m_A = \frac{V_n}{V_0} \cdot 100\%$$

где V_0 - объем образца;
 V_n - активный поровый объем.

Общую пористость определяли из соотношения:

$$m = 1 - \frac{\rho_T}{\rho_0}$$

где ρ_0 - плотность образца;
 ρ_T - плотность вещества образца.

Исследуемые естественные оболочки имеют, в основном, размеры пор от 4 до 100 микрон. Наибольший поровый объем оболочек занимает капилляры и поры, радиусы которых находятся в пределах от 4 до 30 микрон. Следовательно, естественные оболочки обладают хорошо развитой мелкопористой структурой. Для уточнения структуры оболочек проводили

гистологические исследования, которые подтвердили данные, полученные при помощи капилляриметра. Таким образом, естественные оболочки можно рассматривать как коллоидно-капиллярнопористое тело. Эксперименты показали, что искусственная оболочка (белкозин) имеет слоистую структуру, общая толщина которой 186 микрон, а отдельных слоев - 16 микрон. Многочисленные вакуоли имеют веретенообразную форму, средний диаметр которых по длинной оси 90 мкм. Кутизиновая оболочка является также слоистой, общая толщина ее около 208 мкм, а отдельных слоев - 8 мкм. Вакуоли носят овальную форму. Длина их по длинной оси - 24 мкм, а по короткой - 10 мкм. Искусственные оболочки по сравнению с естественными являются менее пористыми.

По данным Т.М. Бершовой и В.Ф. Федонина при исследовании переноса полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) через материал колбасных оболочек в процессе копчения колбас было установлено, что искусственные оболочки обладают значительными защитными свойствами по сравнению с натуральными оболочками от проникновения бенз(а)перена в продукты. Для полукопченной и сырокопченной колбасы в натуральной оболочке концентрация бенз(а)перена в продукте в 5 раз больше, чем в фарше колбасы с искусственной белковой оболочкой и в 9 + 10 раз больше для образцов с оболочкой из целлюлозного сырья. При этом коэффициент диффузии D пирена, бенз(а)перена в исследуемых оболочках пропорционален в логарифмической сетке молекулярному весу $\lg D = f(\lg M)$. Анализ экспериментальных данных дает возможность сделать вывод, что механизм переноса ПАУ через оболочку в колбасный фарш подчиняется законам тепловлагодиффузии и зависит от формы связи влаги с материалом оболочки и его структурно-механических свойств. Некоторые экспериментальные данные приводятся в таблице.

Наименование оболочек Names of Casings	Общая пористость General Porosity, %	Активная пористость Active Porosity, %
1. Свиные черева (без соли) Pork small intestine (without salt)	71	25
2. Синюга говяжья (без соли) Beef large intestine (without salt)	50	50
3. Черева говяжьей (12,55% NaCl) Beef small intestine (12,55% NaCl)	35	18
4. Синюга говяжья (1,64% NaCl) Beef large intestine (1,64% NaCl)	40	40

Л и т е р а т у р а

1. Лыков А.В., "Теория сушки", М, Энергия, 1968.
2. Лыков А.В., "Явление переноса в капиллярно-пористых телах", М, Гостехиздат, 1954.
3. Гинзбург А.С., "Основы теории и техники сушки пищевых продуктов", М, Пищевая промышленность, 1973.
4. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И., Уколов В.С., "Теплофизические характеристики пищевых продуктов и материалов", М., Пищевая промышленность, 1975.
5. Лыкова А.В., Панин А.С., Медведев А.М., "Исследование теплофизических свойств колбасных изделий", М., ЦНИИТЭИмясомолпром, 1976.
6. Рогов И.А., Горбатов А.В., "Новые физические методы обработки пищевых продуктов", М., Пищевая промышленность, 1966.