

6 - 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОРОВОЙ СТРУКТУРЫ КОЛБАСНОЙ ОБОЛОЧКИ НА МЕХАНИЗМ ПЕРЕНОСА ВЛАГИ И ИНТЕНСИВНОСТЬ СУШКИ КОЛБАС

А.В.Лыкова, В.К.Мамыкин, Г.М.Слепых, И.И.Ивлев Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

С целью обоснования оптимального режима сушки сыровяленых колбас, выявления количественных закономерностей, определяющих технологию сушки и роли колбасных оболочек на влагоперенос были проведены исследования в 2-х направлениях: исследование механизма тепломассопереноса при конвективной и вакуумной сушке с СВЧ энергоподводом для колбасы в натуральной и искусственных оболочках и пористости колбасных оболочек. В качестве определяющих параметров процесса сушки были приняты: скорость сушки du/dt ; коэффициент диффузии A_m и массообменный критерий Кирпичева K_{im} . Массообменный критерий Кирпичева характеризует интенсивность внешнего массообмена по сравнению с условной интенсивностью внутреннего массообмена. Чем меньше K_{im} , тем меньше сопротивление внутреннему переносу влаги. Из кривых скорости сушки сыровяленой колбасы du/dt равна: $0,22\% \cdot \text{ч}^{-1}$; $0,59\% \cdot \text{ч}^{-1}$; $0,62\% \cdot \text{ч}^{-1}$ для вакуумной сушки с СВЧ энергоподводом соответственно в кутизиной, натуральной и *Nalo-Faser-S* оболочках. Коэффициент диффузии определяли по формуле:

$$A_m = \frac{d\bar{u}}{dt} \left[\frac{R^2 - R_x^2}{6(u_x(t) - \bar{u}_t)} \right], \quad (1)$$

где: $\frac{d\bar{u}}{dt}$ - среднеинтегральная скорость сушки; R - радиус колбасного батона; R_x - текущая координата вдоль радиуса; $u_x(t)$ - локальное значение влагосодержания в данный момент времени на

расстоянии R_x ;

U_t - среднеинтегральное влагосодержание в данный момент времени.

Коэффициент диффузии фарша сыровяленой колбасы при конвективной сушке (в кутизиновой и натуральной оболочках) изменялся в пределах $2 \cdot 10^{-8}$ - $4 \cdot 10^{-8}$ м²/ч в процессе сушки. При вакуумной сушке с СВЧ энергоподводом он имел значения $6 \cdot 10^{-8}$ м²/ч (кутизин); $6 \cdot 10^{-8}$ - $3 \cdot 10^{-8}$ м²/ч (натуральная оболочка) и $8 \cdot 10^{-8}$ м²/ч (*Nalo-Faser-S*-оболочка) при начальном влагосодержании колбасного фарша зависимость a_m по радиусу батона через 5, 10, 15, 20 и 25 суток сушки показала, что в течение первых 10 суток коэффициент диффузии не изменяется, начиная от центра батона до расстояния $R = 10$ мм. На остальных участках по радиусу батона наблюдается возрастание его. Следовательно во всех случаях перенос влаги происходил в центральных слоях батона в виде жидкой фазы (капиллярная и осмотически связанная) и в виде пара в результате диффузии и эффузии (в оболочке). Количество капиллярной влаги всего меньше в кутизиновой оболочке. По своим свойствам она относится ближе к коллоидным телам. Данные исследования показали, что при сушке колбас в вакууме с СВЧ-энергоподводом для уменьшения пористости фарша колбасного батона необходимо строго регламентировать интенсивность энергоподвода и одновременно увеличить коэффициент влагопроводности и интенсивности влагообмена с окружающей средой. Если после 30-ти часовой вакуумной сушки с СВЧ энергоподводом снять оболочку с колбасного батона, то коэффициент диффузии резко возрастает. Массообменный критерий Кирпичева определяли по формуле Лыкова А.В. Во всех рассмотренных способах сушки сыровяленой колбасы K_{im} уменьшается по радиусу колбасного батона в течение всего периода сушки. В поверхностном слое как в начале процесса, так и в конце его, был наименьшим для колбас в натуральной и *Nalo-Faser-S* оболочках, по сравнению с кутизиновой. Из кривой зависимости $K_{im} = f(t)$ видно, что с уменьшением влагосодержания K_{im} увеличивается, т.к. коэффициент влагопроводности убывает больше, чем интенсивность внешнего влагообмена. Разрыв между подводом влаги к оболочке и влагоотдачей способствует испарению ее внутри колбасного батона. Массообменный критерий Кирпичева изменяется по радиусу батона через 3,5 суток сушки в *Nalo-Faser-S* оболочке в пределах $0,2 \pm 0,1$, в натуральной - $0,3 \pm 0,15$, в кутизиновой - $0,8 \pm 0,4$. При конвективной сушке сыровяленой колбасы в кутизиновой оболочке K_{im} имел значения $0,85 \pm 0,4$. Пористость фарша сыровяленой колбасы и оболочек (за исключением оболочки *Nalo-Faser-S*) определяли при помощи вакуумного капилляриметра. При максимальном гигроскопическом влагосодержании наибольший поровый объем фарша сыровяленой колбасы сос-

тавляет 5-8% от общего объема и состоит из капилляров, имеющих эффективный радиус 30-100 мкм и 3,5-4 мкм. Эффективный радиус капилляров естественной оболочки колеблется в среднем от 30 до 4 мкм (общая пористость достигает 20-30%), для кутизина он равняется 10-20 мкм (общая пористость составляет около 10%). Из анализа экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. Перспективным способом сушки сыровяленых колбас является сушка в вакууме с СВЧ-энергоподводом.
2. Несмотря на малую толщину колбасная оболочка влияет как на внешний так и на внутренний тепломассообмен, независимо от способа сушки.
3. Продолжительность и интенсивность сушки в значительной мере зависит от структурных и физико-химических свойств оболочек.