

Е.Г. ШУМКОВ, Н.С. МИТРОФАНОВ, В.В. ХОЛОДОВ

Научно-производственное объединение птицеперерабатывающей и клеежелатиновой промышленности "Комплекс", Москва, СССР

А.С. БОЛЫШАКОВ, А.М. БРАДНИКОВ, Л.Л. НИЖИКОРОВ, Б.П. ФИЛИПЕНКО

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Технология производства ряда мясopодyктов, структура которых отличается мажущей консистенцией (консервы, ливерные колбасы, паштеты), предусматривает предварительную варку или бланширование сырья, для осуществления которых служат варочные котлы различных модификаций, куттеры и эмульсаторы. Для варки мяса механической обвалки они, как правило, малоприменимы, в связи с чем была исследована возможность применения для этой цели пароконтактного коагулятора с распределенным вводом пара. Предполагалось, что простая конструкция аппарата и минимальный расход пара на нагрев мяса должны обеспечивать эффективность его использования.

Изучено изменение теплофизических характеристик продукта, химический состав и структурно-механические свойства куриного и утиного мяса механической обвалки, полученного на установке фирмы "Бихайв" (США). Теплофизические характеристики мяса механической обвалки определяли в режиме непрерывного разогрева исследуемого образца на приборе ДК-ас -400, сконструированном в Ленинградском институте точной механики и оптики. Основной химический состав мяса (содержание белка, жира, воды) определяли стандартными методами, структурно-механические свойства - на капиллярном вискозиметре постоянного давления и ротационном вискозиметре 9В-8.

Удельная теплоемкость c , теплопроводность λ и температуропроводность a сырого куриного и утиного мяса механической обвалки существенно различаются вследствие различия их химического состава. Утиное мясо, содержащее больше жира (до 30%) и меньше воды (до 57%), обладает более высокой удельной теплоемкостью (порядка $5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$), меньшей теплопроводностью (порядка $0,44 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$) и температуропроводностью (порядка $8,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) по сравнению с куриным мясом механической обвалки (соответственно $3,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, $0,51 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$ и $13,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), в котором содержится меньше жира (до 16%) и больше воды (до 70%).

При повышении температуры величину c и λ куриного и утиного мяса заметно увеличиваются (рис. 1 и 2), что следует учитывать

при инженерных расчетах аппаратов.

Теоретический расход пара на нагрев куриного и утиного мяса механической обвалки в термокоагуляторе определяли по формуле

$$G_{\text{пр}} = K \cdot \frac{C_{\text{пр}} (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}{t - c_{\text{к}} \cdot t_{\text{к}}},$$

где $G_{\text{пр}}$ - количество пара, необходимого для нагрева мяса механической обвалки от начальной температуры $t_{\text{н}}$ до конечной температуры $t_{\text{к}}$, кг; $C_{\text{пр}}$ - удельная теплоемкость мяса, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

c - удельная теплоемкость конденсата; $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ - удельная энтальпия пара на входе в аппарат, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; K - коэффициент, учи-

тывающий потери тепла в окружающую среду ($K = 1,03 - 1,05$). Найденное по формуле количество пара, необходимого на нагрев мяса до заданной температуры, близко согласуется с фактическими данными (рис. 3).

В процессе нагрева пароконтактным способом в мясе увеличивается содержание воды за счет конденсации пара (это необходимо учитывать при составлении рецептур) и соответственно уменьшается относительное содержание жира. Эти изменения зависят от разности температур до и после нагрева мяса и его химического состава, в основном от содержания жира.

Данные об изменении мяса могут быть получены расчетным путем на основе приведенной выше формулы, причем расчетные значения находятся в допустимых для промышленной практики отклонениях от фактического значения.

Качество мяса существенно изменяется его структура: сырое мясо обладает упругостью и характеризуется истинным пределом текучести, что в случае применения ротационного вискозиметра регистрируется в виде типичных реологических -образных кривых (зависимость скорости сдвига от напряжения сдвига), характерных для твердообразных систем. Высокие числовые значения предельного напряжения сдвига (порядка 300-500 Па) отражают высокую степень организации структуры сырого мяса. При нагреве в пароконтактном коагуляторе до температуры 70°C структура мяса качественно изменяется, что определяется визуально и инструментальными методами. Сырое мясо имеет вид гомогенной вязкой массы, сходной с фаршем вареной колбасы. После нагрева до температуры 70°C образуется неомогенная бесструктурная суспензия, в жидкой фазе которой находятся во взвешенном состоянии частицы коагулировавшейся твердой массы и частицы жира. В суспензии вареного мяса не определяется предел текучести или предельное напряжение сдвига, т.к. вращение цилиндра ротационного вискозиметра начинается при минимальной нагрузке, т.е. структура в обычном смысле этого слова отсутствует. При тонком измельчении бесструктурной суспензии в коллоидной мельнице образуются фарш с явно выраженными твер-

дообразными свойствами, который, так же как и сырое мясо, дает типичные реологические -образные кривые. Числовые значения предельного напряжения сдвига вареного куриного и утиного мяса механической обвалки после тонкого измельчения несколько выше, чем сырого. Визуально фарш тонкого измельчения определяется как гомогенная масса с выраженной мажущей консистенцией. Консервированные паштеты и ливерная колбаса, приготовленные из такого фарша, отличались высокими органолептическими свойствами.

При исследовании реологических свойств сырого и вареного (после тонкого измельчения) мяса наблюдается наличие пристенного скольжения на границе продукт-твердая стенка. Обнаруженная аномалия требует определенной осторожности при интерпретации числовых значений реологических характеристик. Тем не менее установленные качественные изменения реологических свойств мяса механической обвалки могут быть использованы при прогнозировании процесса тепловой обработки.

Установленные теплофизические и структурно-механические характеристики позволяют с достаточной для промышленной практики точностью характеризовать процесс нагрева, в том числе определить требуемую длину аппарата для пароконтактной варки, определить количество конденсируемого пара в продукте и, следовательно, изменение его основного химического состава, предсказать структурные свойства продуктов из вареного мяса и направления его дальнейшего использования.

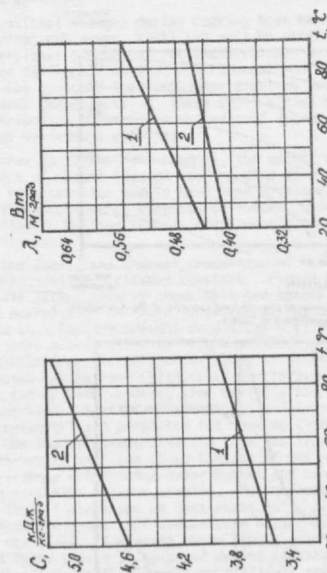


Рис. 1. Зависимость удельной теплоемкости мяса механической обвалки от температуры:
1 - мясо кур; 2 - мясо уток.
Fig. 1. Dependence of specific heat capacity of mechanically separated meat on temperature;
1 - chicken meat; 2 - duck meat

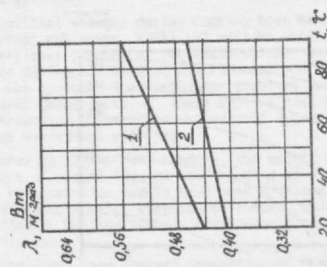


Рис. 2. Зависимость теплопроводности мяса механической обвалки от температуры:
1 - мясо кур; 2 - мясо уток.
Fig. 2. Dependence of heat conductivity of mechanically separated meat on temperature;
1 - chicken meat; 2 - duck meat

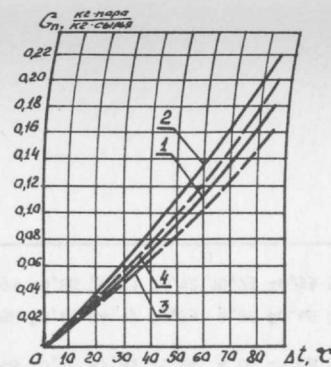


Рис. 3. Зависимость расхода пара от разности конечной и начальной температур мяса механической обвалки:

1, 2 - фактический расход для нагрева мяса кур и уток;

3, 4 - расчетный расход для нагрева мяса кур и уток.

Fig. 3. Dependence of heat expenditure on the difference between finish and start temperatures of mechanically separated meat;

1, 2 - actual expenditure of heat for heating of chicken and duck meat;

3, 4 - calculated expenditure of heat for heating of chicken and duck meat