

Применение снегообразного диоксида углерода для охлаждения мяса птицы

Д-р техн. наук О.Н. БУЯНОВ, Е.Н. НЕВЕРОВ
Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

The studies of the pattern of change of the temperature field and the process of heat removal during chilling of poultry with solid CO₂ have been carried out. The average values of the heat flux density and the coefficient of heat removal with different methods of solid CO₂ application have been determined. It has been found that for more efficient use of carbon dioxide it is useful to supply it both to the interior part of the poultry carcass and to its outside surface.

В настоящее время в пищевой промышленности наблюдается тенденция к снижению объемов производства замороженного и увеличению – охлажденного мяса курицы, так как в нем наилучшим образом сохраняются вкусовые, питательные и биологические свойства. К достоинствам охлажденного мяса птицы можно отнести также более низкую цену по сравнению с говядиной и свининой и высокую скорость кулинарной обработки (15...20 мин) [2].

Традиционные методы холодильной обработки мяса птицы, использующие в качестве охлаждающих сред воздух, ледяную воду или растворы солей, имеют широкое распространение в промышленности, несмотря на ряд недостатков, таких, как ухудшение товарного вида, высокая продолжительность охлаждения, поглощение тушками птицы значительного количества влаги, что создает опасность перекрестного заражения продукта микроорганизмами.

В нашей стране и за рубежом уделяется большое внимание совершенствованию методов холодильной обработки птицы и различных способов ее хранения. При этом акцент делается на поиске новых безопасных рабочих тел для применения в холодильной технике и технологии. На наш взгляд, одним из таких рабочих тел является диоксид углерода (CO₂).

Наиболее целесообразно применение дискретного принципа организации процесса охлаждения, основанного на подаче определенной порции снегообразного диоксида углерода как во внутреннюю полость, так и на наружную поверхность битой птицы с помощью разработанного генератора-дозатора [1].

Были проведены исследования, основной задачей которых являлось определение характера изменения температурного поля и плотности теплового потока q при охлаждении тушек птицы данным способом.

Опыты проводили с неупакованными бройлерами 2-й категории упитанности массой 1,2...1,3 кг и толщиной грудной мышцы 29 ± 2 мм.

В первой серии экспериментов снегообразный CO₂ вводили внутрь тушки, затем тушку взве-

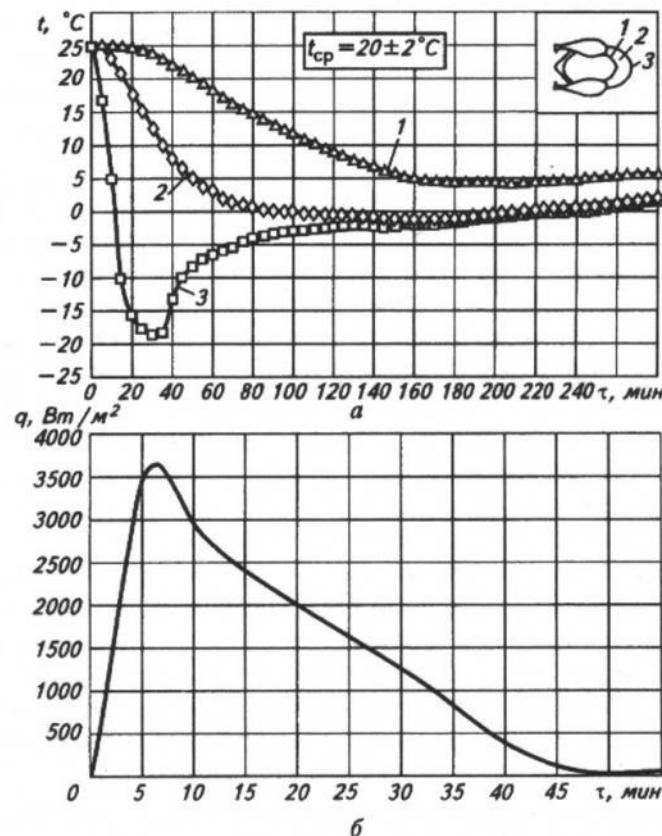


Рис. 1. Изменение температуры (а) и плотности теплового потока (б) при охлаждении птицы с подачей CO₂ во внутреннюю полость тушки: б – датчик-тепломер – во внутренней полости птицы

шивали на электронных весах и помещали в теплоизолированную камеру с температурой 20 °С. Температуру тушки измеряли с помощью хромель-копелевых термопар, подключенных к потенциометру КСП-4, а плотность теплового потока — с помощью датчика-тепломера, расположенного на наружной поверхности тушки птицы. Схема расположения термопар и термограмма процесса охлаждения тушки птицы показаны на рис. 1.

Анализ результатов опыта показал, что внутрь тушки можно поместить до 0,13 кг снегообразного CO₂. Сублимация всего снега CO₂ происходит в течение 75 мин, а среднеобъемная температура при этом устанавливается в пределах 4 °С. Процесс охлаждения внутреннего слоя мяса происходит довольно интенсивно, о чем свидетельствует кинетика теплоотвода, представленная на рис. 1. Среднеинтегральное значение q в этом случае составляет 9,5 Вт/м², тогда как среднеинтегральное значение коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности равно 0,14 Вт/(м² · К).

При обследовании внутренней полости тушки после полной сублимации CO₂ не зафиксировано

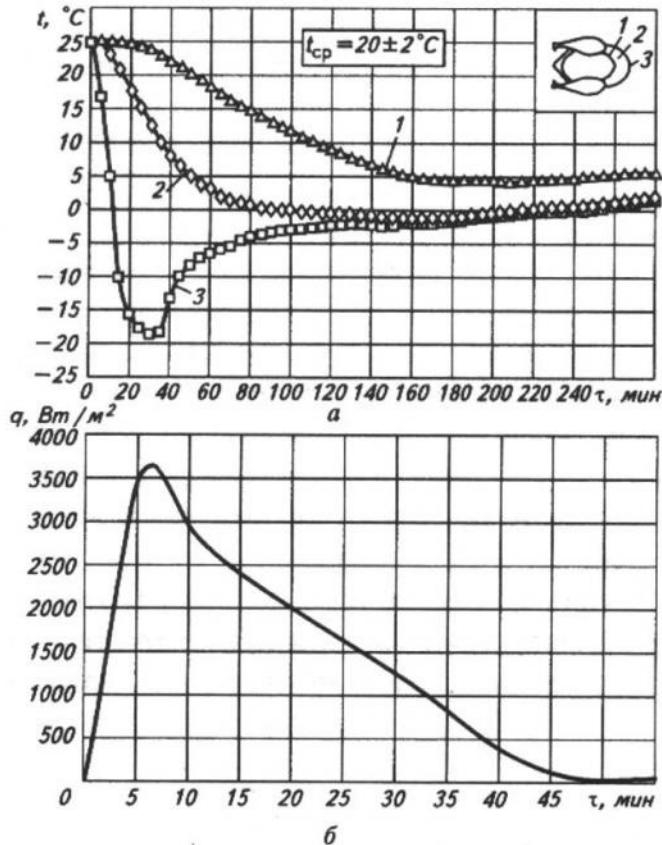


Рис. 2. Изменение температуры (а) и плотности теплового потока (б) при охлаждении птицы с подачей CO₂ на поверхность:
б — датчик-тепломер — на наружной поверхности птицы

явления подмораживания мяса. Это объясняется тем, что снегообразный диоксид углерода занимал внутреннюю полость птицы, защищенную костным скелетом, а потому не имел непосредственного контакта с мясом.

Следующие серии экспериментов проводили аналогично первым, при этом сnegoобразный CO₂ подавали на наружную поверхность тушки птицы, на которой также измеряли плотность теплового потока. Результаты исследований представлены на рис. 2.

Анализ закономерности изменения температурного поля позволяет сделать вывод, что процесс охлаждения наружного слоя мяса происходит довольно интенсивно за счет непосредственного контакта CO₂ с мясом птицы. Это приводит к подмораживанию поверхностных слоев тушки. В то же время внутренний слой недостаточно эффективно охлаждается, следствием чего может стать активное развитие микроорганизмов во внутренней полости птицы.

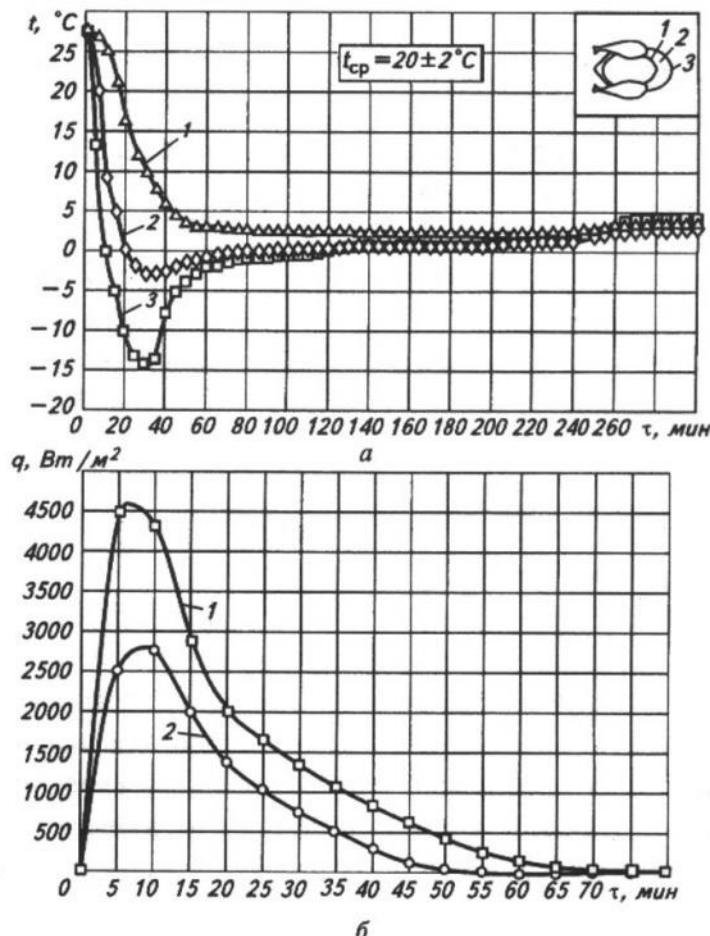


Рис. 3. Изменение температуры (а) и плотности теплового потока (б) при охлаждении птицы с подачей CO₂ внутрь и на поверхность тушки:
б — датчик-тепломер 1 на поверхности птицы;
2 — внутри птицы

Кинетика теплоотвода такого способа охлаждения свидетельствует о том, что среднеинтегральное значение q составляет $1100 \text{ Вт}/\text{м}^2$, а среднеинтегральное значение коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности – $12,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Результаты опытов, в которых снегообразный CO_2 , подавали как во внутреннюю полость, так и на наружную поверхность тушки птицы, представлены на рис. 3.

Экспериментально было установлено, что при отношении массы охлаждаемой птицы к массе снегообразного CO_2 , равном $1,2 : 0,62$, причем во внутреннюю полость тушки подается $0,13 \text{ кг } \text{CO}_2$, сублимация всего снега происходит в течение 120 мин, а среднеобъемная температура при этом устанавливается в пределах $-3\dots -4^\circ\text{C}$.

Полученная закономерность изменения температурного поля продукта подтверждает, что введение сnegoобразного диоксида углерода внутрь тушки оправдано. Часть снега CO_2 , размещенная во внутренней полости птицы, сублимирует только за счет теплоты, отводимой от мяса, тогда как снегообразный CO_2 , находящийся на поверхности тушки, отводит теплоту также и от окружающей среды, что приводит к значительному сокращению длительности сублимации.

Так, среднеинтегральное значение q от наружной поверхности составляет $1042 \text{ Вт}/\text{м}^2$, в то время как от внутренней поверхности – $690 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Среднеинтегральное значение коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности составляет $15,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а от внутренней – $7,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Разность в интенсивности теплообмена можно объяснить и тем, что внутри тушки птицы, между поверхностью продукта и слоем сублимируемого CO_2 , возникает газовая прослойка, которая создает дополнительное термическое сопротивление теплоотдаче.

Таким образом, в целях более эффективного использования снегообразного диоксида углерода для охлаждения мяса птицы необходимо CO_2 вводить во внутреннюю полость и размещать на наружной поверхности тушки.

Список литературы

1. Буянов О.Н., Горохов А.А., Неверов Е.Н. Исследование работы генератора – дозатора сnegoобразного диоксида углерода // Вестник Международной академии холода. 2005. № 4.
2. Рынок мяса птицы: теплое отношение к охлажденной курятине // Продукты и прибыль. 2005. № 4.