

УДК 637.5.037:621.584.1

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ БИТОЙ ПТИЦЫ

Титлов А.С., д-р техн. наук, доцент, Васылив О.Б., канд. техн. наук, доцент,
Горыкин С.Ф., канд. техн. наук, доцент, Савинок О.Н., канд. техн. наук, доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Выполнен анализ литературных источников по свойствам и практическому использованию принципиально нового хладоносителя — бинарного льда (binary ice). Рассмотрены различные аспекты целесообразности его применения для охлаждения битой птицы.

The analysis of the literature on the properties and practical application of principles, a fundamentally new coolant — binary ice (binary ice). Various aspects of its use for cooling of dead birds.

Ключевые слова: охлаждение, птица, бинарный лед, айс-сларри.

Качество мяса птицы в значительной степени зависит от технологии его охлаждения на всех этапах переработки.

Согласно существующей технологии переработки цыплят-бройлеров тушку необходимо охладить от температур плюс 38 °С до температуры не выше 4 °С за 1...2 часа. Для этого на отечественных птицекомбинатах используют мощные холодильные установки с одной из перечисленных ниже систем [1, 2]:

- воздушное охлаждение тушек на рамах;
- воздушно-капельное охлаждение на ленте конвейера;
- иммерсионное охлаждение в ледяной воде.

Наиболее широкое распространение в настоящее время получило охлаждение в ледяной воде, при котором тушки погружают в ледяную воду, обычно охлажденную в испарителях проточного типа. Способ весьма эффективен, однако имеет ряд недостатков, наиболее существенным из которых является адсорбция воды в ткани тушки. Это связано с тем, что в начале процесса охлаждения соединительнотканые белки находятся в гидратированном состоянии, в которые легко проникает вода в количестве до 2,1...2,2 % от массы птицы. А это в значительной степени снижает срок хранения продукции из-за наличия свободной воды на поверхности тушки. Кроме того, при реальной температуре охлаждающей воды 1...3 °С достаточно долго устанавливается конечная температура тушки.

Перечисленные недостатки могут быть существенно уменьшены при использовании технологий охлаждения на основе жидкого льда (binary ice — дальнейшем ВІ). Запатентованный ещё в 1967 году аспирантом Ленинградского технологического института холодильной промышленности В.А. Чижиковым, этот принципиально новый двухфазный хладоноситель привлек внимание производителей и ученых ряда стран, в том числе и на Украине [3-5].

Первые опыты промышленного внедрения ВІ-технологии уже реализованы в Канаде, США и некоторых европейских странах для охлаждения рыбы, птицы, фруктов и овощей, а также на предприятиях торговли. Предпринимаются попытки её внедрения и на постсоветском пространстве. Так, российская компания «Фабрика холода» уже внедрила её на предприятиях рыбной промышленности и в настоящее время разрабатывает такую технологию для птицекомбинатов на основе параметрического ряда льдогенераторов жидкого льда DWT, производительностью по ВІ от 6,5 до 67,5 т/сутки. Такие агрегаты представляют собой полностью готовое к использованию оборудование, смонтированное на единой раме.

Основой для получения ВІ в этих льдогенераторах служит морская, либо обычная подсоленная вода, предварительно прошедшая специальную электрообработку. Попадая в зону низких температур ВІ-льдогенератора, такой раствор синтезирует микроскопические кристаллы льда размером менее 0,01 мм, которые образуют гелеобразную консистенцию, используемую в целях охлаждения как жидкий лёд. Некоторое количество жидкой фазы разделяет кристаллы льда, что препятствует образованию снежных комков. При этом одновременно сохраняются преимущества ледяного и жидкостного охлаждения пищевых продуктов: высокая аккумулятивная способность хладоносителя (до 300 кДж/кг) при практически постоянной низкой температуре фазового перехода лёд-вода, с одной стороны, и принципиальная возможность его транспортировки с помощью насоса по трубопроводам, с другой [6]. Кроме того, появляется идеальный изотермический контакт хладоносителя с охлаждаемым продуктом любой геометрической формы и размеров.

Важными технологическими преимуществами ВІ-технологии при охлаждении тушек птицы является быстрое охлаждение поверхности тушки вплоть до криоскопической температуры на уже существующих

на підприємствах системах іммерсійного охолодження в ледяній воді, що дозволяє суттєво знизити кількість адсорбованої в тушку води і швидкість протікання біохімічних процесів в м'язовій і жировій тканинах, а також більш ефективно використовувати аноліти для боротьби з мікрообсемененням тушок.

В рекламних матеріалах згаданої вище фірми «Фабрика холода» (http://www.fbh.ru/chlazdenie_tusek_ptici) приведені експериментальні дані по динаміці охолодження тушок бройлерів від температури плюс 38 °С до плюс 1 °С при використанні рідкого льда (рис.1).

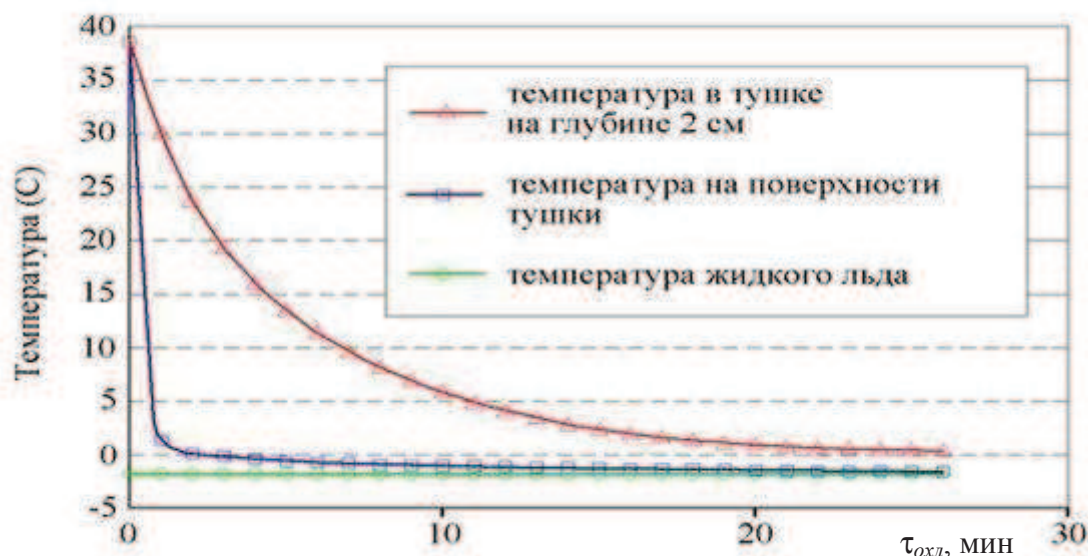


Рис. 1 – Результати експериментальних досліджень процесу охолодження тушок бройлерів, проведені фірмою «Фабрика холода»

Из приведенных графиков видно, что при таком способе охлаждения удается охладить мышечную ткань бройлера на глубине 2 см за 20...25 минут, а температура поверхности тушки понижается до +1 °С буквально за 1...2 минуты. Не вызывает сомнений, что при подобной динамике процесса полное охлаждение тушки можно завершить за 40...45 мин при существенном сокращении поступления компонентов хладоносителя в тушку.

Определённым недостатком VI-технологии можно считать повышенную энергоёмкость, связанную с необходимостью использования большого количества жидкого льда. Расчет теплового баланса установки на стационарном режиме работы показывает, что для наиболее примитивных технологических схем расход жидкого льда может составлять 30...35 % от массы охлаждаемой птицы, что существенно удорожает технологию.

Для оценки необходимого расхода льда необходимо выполнить тепловой баланс ванны охлаждения птицы. Если не учитывать потери холода в окружающую среду, то его можно записать в виде:

$$G_{пт} c_{пт} (t_{нач} - t_{кон}) = G_{л} q_{л},$$

где $G_{пт}$, $G_{л}$ — массовый расход птицы и льда, соответственно, кг/с;
 $c_{пт}$ — удельная теплоемкость птицы, кДж/(кг·К);
 $t_{нач}$, $t_{кон}$ — начальная и конечная температуры птицы, °С;
 $q_{л}$ — удельная холодопроизводительность жидкого льда, кДж/кг.

$$q_{л} = g_1 \cdot r + c \cdot (t_1 - t_2),$$

где g_1 — массовая доля твердой фазы в VI;
 r — удельная теплота льдообразования воды, кДж/кг;
 c — удельная теплоемкость жидкой фазы, кДж/(кг·К);
 t_1 , t_2 — конечная и начальная температуры жидкой фазы, °С

Отсюда расход жидкого льда, отнесенный к 1 кг охлаждаемой птицы $g_{л}$ можно выразить как:

$$g_{л} = \frac{G_{л}}{G_{пт}} = \frac{c_{пт} \cdot (t_{нач} - t_{кон})}{g_1 r_{л} + c \cdot (t_1 - t_2)}.$$

Принимая значения $c = 3,22$ кДж/(кг·К), $t_{нач} = 38$ °С, $t_{кон} =$ плюс 3 °С, $g_1 = 0,95$, $r_l = 335$ кДж/кг, $c = 4,18$ кДж/(кг·К), $t_1 = 2$ °С и $t_2 =$ минус 2 °С, получим $g_l = 0,33$, т. е. для охлаждения 1 кг птицы на основе VI-технологии от температуры плюс 38 °С до плюс 4 °С необходимо затратить 0,33 кг жидкого льда.

В связи с этим в работе были рассмотрены ряд принципиальных схем, направленных на резкое снижение расхода жидкого льда.

Наиболее перспективными в энергетическом плане оказались комбинированные схемы охлаждения, совмещающие VI-технологии с существующей системой водяного охлаждения тушек. При этом рассматривались принципиальные схемы охлаждения тушек в одной ванне охлаждения (только жидким льдом), в двух последовательно расположенных ваннах (VI-технология в первой и существующая схема охлаждения ледяной водой во второй) и в трех последовательно расположенных ваннах охлаждения (VI-технология в первой и третьей ваннах и водяное охлаждение во второй). При этом, несмотря на очевидную энергетическую выгоду использования водяного охлаждения в начальной стадии охлаждения, во всех рассматриваемых схемах для сокращения количества адсорбированной в тушки воды и соли, на первой стадии процесса использовалась только VI-технология. Для некоторых из подобных схем удалось в 2-3 раза сократить расчетный удельный расход жидкого льда.

Внимание авторов также привлек параметрический ряд генераторов жидкого льда Bubble Slurry фирмы Crytek, которые, наряду с жидким льдом, способны вырабатывать также смесь, состоящую из 25 % жидкого льда и 75 % ледяной воды. Использование такой смеси может оказаться весьма перспективным, как в плане сокращения энергопотребления, так и как один из эффективных способов борьбы с просаливанием тушек птицы.

Ниже в таблице 1 приведены характеристики льдогенераторов фирмы Crytek

Таблица 1 – Характеристики льдогенераторов фирмы Crytek

Модель льдогенератора	Мощность Q_o , кВт	Производительность, т/сут		Габаритные размеры, см
		жидкий лед	25 % лед + 75 % вода	
CR-004	13,5	3,5	14	175×120×135
CR-010	40	8,5	34	
CR-020	70	15,5	62	

Выводы

Проведенные расчёты в рамках выполнения дипломного проекта студентки Одесской национальной академии пищевых технологий Солоденко Т.В. на тему: «Реконструкция птицекомбината «Дружба народов Нова» показали перспективность работ по внедрению VI-технологии – за счёт интенсификации процесса охлаждения появилась возможность вместо существующих на предприятии трех ванн охлаждения тушек птицы предусмотреть две и существенно улучшить санитарно-гигиенические показатели мясного сырья и технико-экономические показатели предприятия.

Литература

1. Переработка птицы [Текст] : монография / Н.С. Митрофанов [и др.] – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.
2. Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов [Текст] : монография / Л.Г. Винникова. – Киев: ИНКОС, 2006.
3. Цветков О.Б. Айс-сларри и однофазные теплоносители [Текст] / О.Б. Цветков, Ю.А. Лаптев // Холодильная техника. – 2004. – № 3. – С. 2–4.
4. Зимин А.В. К вопросу использования жидкого льда как хладоносителя [Текст] / А.В. Зимин, С.Ю. Ларьяновский // Холодильная техника и технология. – 2008. – № 3. – С. 11–15.
5. Bellas Tassou. Present and future applications of ice slurries [Текст] / Tassou Bellas // International Journal of Refrigeration. – 2005. – January. – P. 115-121.
6. Freia V. Characteristics of different pump types operating with ice slurry [Текст] / V. Freia., H. Huber // International Journal of Refrigerating. – 2005. – January. – P. 92.