

ВЕНГЕР К.П., ФАТХИ ИСМАИЛ АБДЕЛЬ ААЛ, МАЗУРЕНКО Н.П., НОВИКОВ В.И.

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Качественные исследования мяса птицы, замороженного в интервале скоростей процесса /1,4-18,5/ 10 м/с, с использованием обобщенного численного показателя, позволили определить рациональную скорость, которая оказалась на уровне 8,0 10 м/с. Дальнейшее повышение скорости замораживания не вызывает увеличение показателя обратимости. Рациональную скорость замораживания можно обеспечить использованием кипящих /хладон-12/ или некипящих /раствор хлористого кальция/ охлаждающих сред. Проведены исследования процесса теплообмена при замораживании тушек кур, предварительно упакованных в полимерную пленку и без упаковки, в кипящей и некипящей жидкостях, а также для сравнения в газообразной среде /азот/ при постоянной температуре охлаждаемой среды, равной температуре кипения хладона-12, минус 29,8 С. Замораживание упакованных тушек кур в кипящей или некипящей жидкостях, по сравнению с газообразной средой, позволяет примерно в два раза увеличить скорость процесса, при этом интегральный коэффициент теплопередачи повышается в 4-5 раз. Однако, в настоящее время энергетически выгоднее обеспечить рациональную скорость процесса использования погружного метода замораживания тушек птиц в некипящей жидкости, в частности, в растворе хлористого кальция.

The optimum rate and means of poultry meat freezing

The qualitative studies of poultry meat frozen in the range of (1,4 - 18,5) 10 m/sec, using general numerical value allowed to determine the optimal rate, which appeared to be 8,0 10 m/sec. Further increase of freezing rate does not result in the increase of reversibility value. The optimal freezing rate can be achieved using boiling (Freon-12) and non-boiling (Calcium Chloride solution) cooling media. Heat exchange of prepacked in polymer film chicken carcasses and unwrapped chicken carcasses was studied at freezing in boiling and non-boiling liquids. Heat exchange process at freezing of chicken carcasses in gaseous media (nitrogen) at constant temperature of cooling media, equaled to the temperature of boiling Freon-12, minus 29,8 C, - as studied for comparison. Freezing of packed chicken carcasses in boiling and non-boiling liquids, in comparison with gaseous media, makes it possible to increase twice the process rate, the integral heat transfer coefficient increasing 4-5 times. However, at present from economical point of view, it is more profitable to provide optimal rate by immersion poultry carcasses into non-boiling liquids, particularly, into Calcium Chloride solution.

Современные способы замораживания мяса птицы, применяемые в мировой практике, позволяют вести процесс с высокой скоростью. Однако, чрезмерное увеличение скорости замораживания не всегда повышает степень обратимости продукта, но при этом требует значительных энергетических затрат. Вот почему определение рациональной скорости замораживания мяса птицы представляет практический интерес.

Были проведены качественные исследования мяса птицы с использованием квалиметрического метода оценки обратимости продукта, замороженного в интервале скоростей процесса $1,4 \div 18,5 / 10$ м/с /1/.

При разработке метода обратимости в качестве эталонных значений принимали показатели качества продукта до замораживания.

Исследования показали, что для мяса птицы рациональная скорость замораживания находится на уровне $8,0 / 10$ м/с. Скорость замораживания определяли в соответствии с рекомендациями Нового международного словаря по холодильной науке и технике, как отношение минимального расстояния между поверхностью и термическим центром продукта ко времени, прошедшему от достижения поверхностью продукта температуры 0°C до охлаждения термического центра до -10°C . В проведенной работе за термический центр принималась середина грудной мышцы птицы. Дополнительными исследованиями установлено, что термический центр птицы находится на глубине всей ее грудной мышцы. С уточнением местоположения термического центра рациональная скорость замораживания птицы будет находиться на уровне $5,0 / 10$ м/с /2/. Дальнейшее повышение скорости замораживания не приводит к увеличению показателя обратимости.

Для обеспечения рациональной скорости необходимо использование новых методов замораживания взамен воздушного, единственно используемого в отечественной практике. В этой связи представляет интерес погружной способ замораживания тушек птицы, предварительно упакованных в полимерную пленку, в охлаждающей жидкости.

В таблице № 1 приведены значения скорости процесса замораживания тушек кур с использованием различных методов и режимов их работы. Замораживали тушки кур второй категории упитанности средней массой $0,9 \div 1,0$ кг с начальной температурой 30°C . Температуру образцов измеряли с помощью хромель-копелевых термопар и потенциометра. Термопары располагали в грудной мышце во всей ее толщине, которая для кур массой $0,9 \div 1,0$ кг составляла $0,02$ м.

После установки датчиков образцы упаковывали в пакеты из повиденовой пленки толщиной 30 мм, которые затем вакуумировали и термоусаживали. На базе полученных термограмм процесса определяли скорость замораживания.

Таблица № 1
Table 1

Метод замораживания Method of freezing	Режим работы Mode of operation		Скорость замораживания, 10^6 м/с Freezing rate, 10^6 m/s
	Температура охлаждающей среды, °C Temperature of chilling medium, °C	Скорость циркуляции, м/с Circulation rate, m/s	
1. Погружной в кипящем хладоне-12 Immersed in the boiling freon-12	-29,8	-	5,23
2. Погружной в некипящем растворе хлористого кальция /26%/ Immersed in non-boiling solution CaCl /26%/	-30	0,1	4,8
	-25	0,1	4,4
	-20	0,1	4,1
	-15	0,1	2,4
3. Воздушный Air blast freezing	-30	3,0	2,53
	-40	3,0	4,1
	-50	3,0	5,5

Специальными исследованиями обоснована возможность замораживания упакованной птицы в кипящем хладоне-12 /2,3/, на основе которых получено разрешение Минздрава СССР на использование в промышленности данного способа замораживания. Результаты исследований, представленные в таблице 1, позволяют сделать следующие выводы: использование для замораживания упакованных тушек кур кипящей охлаждающей среды /хладон-12/ по сравнению с некипящей /раствор хлористого кальция/ при одинаковой температуре ее равной в среднем -30 °C, незначительно, всего

лишь на 8%, увеличивает скорость процесса; замораживание в жидкостях, по сравнению с воздухом, при одинаковой температуре охлаждающих сред, примерно в два раза увеличивает скорость процесса; в случае обеспечения рациональной скорости процесса замораживания тушек птицы воздушным методом, температура воздуха должна быть на уровне -50°C при скорости его циркуляции 3,0 м/с.

Проведенный анализ показал, что в настоящее время энергетически выгоднее обеспечить рациональную скорость процесса применением погружного метода замораживания в некипящей жидкости, в частности в растворе хлористого кальция.

Необходимо отметить, что понижение температуры хлористого кальция ниже -25°C не вызывает заметной интерсификации процесса теплообмена /таблица 1/, однако получение такой температуры и ниже требует, как правило, применения холодильных машин двухступенчатого сжатия, что связано со значительными энергозатратами. Поэтому наиболее рационально вести процесс замораживания при температуре раствора хлористого кальция в пределах $-20 \div -25^{\circ}\text{C}$. Дополнительными исследованиями определена также рациональная скорость циркуляции раствора, которая оказалась на уровне 0,1 м/с.

Предлагаемые режимы замораживания мяса птицы в охлаждающей жидкости позволяют получить скорость процесса на уровне $4,1 \div 4,4 \cdot 10^{-6}$ м/с /таблица 1/. Такая скорость обеспечивает получение продукта значительно более высокого качества по сравнению со скоростью замораживания, обеспечиваемой воздушной средой /1/, практически исключает потери массы продукта за счет усушки, сглаживает дефекты первичной обработки тушек птицы, и тушки приобретают равномерную светлую окраску /4/, а также позволяет включить замораживание завершающим этапом в общую технологическую линию переработки птицы.

Дальнейшие исследования были связаны с определением степени влияния на скорость замораживания таких технологических параметров как вид птицы, ее категория упитанности, масса и, следовательно, толщина грудной мышцы. При этом упакованные тушки птицы замораживались в растворе хлористого кальция при рациональных режимах его работы: температура $-20 \div -22^{\circ}\text{C}$, скорость циркуляции 0,1 м/с /таблица 2/.

Скорость замораживания практически не изменяется с увеличением толщины грудной мышцы и, следовательно, массы тушки птицы. Примерно на 20% уменьшается скорость процесса при замораживании тушек кур первой по сравнению с курами второй категории упитанности, при одинаковой массе продукта. Не обнаружено заметной разницы в значениях скорости замораживания у тушек кур и индеек одной категории упитанности, в то время как у тушек уток скорость процесса уменьшается более чем на 30%, что можно объяснить большим содержанием жира в грудной мышце утки по сравнению с курами и индейками.

Полученные результаты исследований использованы при расчете и разработке конструкции скороморозильного аппарата погружного замораживания упакованных тушек птицы в некипящей жидкости. Экспериментальный образец такого аппарата успешно прошел промышленные испытания.

Таблица № 2
Table 2

№№	Вид птицы Kind of poultry	Категория упитанности Category	Масса тушки, кг Mass of packed poultry, kg	Толщина грудной мышцы, 10^{-3} м Thickness of breast muscle, 10^{-3} m	Скорость заморажи- вания, 10^6 м/с Freezing rate, 10^6 m/s
1.	Куры Poultry	2	0,7	15	4,16
2.	Куры Poultry	2	1,10	20	4,10
3.	Куры Poultry	2	1,64	25	4,07
4.	Куры Poultry	1	1,10	20	3,56
5.	Куры Poultry	1	2,3	30	3,52
6.	Индейка Turkey	1	4,2	50	3,50
7.	Утка Duck	1	2,0	20	2,19
8.	Утка Duck	1	1,5	15	2,15

Разработан аппарат универсального типа, который можно использовать как для замораживания, так и охлаждения тушек птицы, а также других штучных продуктов, предварительно упакованных в полимерную пленку. Производительность аппарата при замораживании тушек кур 1500кг/ч.

Аппарат оборудован регулируемым электроприводом мощностью 1,5 кВт, который позволяет изменять продолжительность пребывания продукта в растворе хлористого кальция от 0,25 до 1,5 часа /3/.

Литература

1. Бражников А.М., Венгер К.П., Мазуренко Н.П. Определение рациональной скорости замораживания мяса птицы. -Мясная индустрия СССР, М., 1981, №11, с.30-31.
2. Венгер К.П., Фатхи Исмаил Абдель Аал, Новиков В.И., Юрьева А.Ф. Замораживание птицы в жидкостях. -Холодильная техника, М., 1982, №11, с.44-47.
3. Венгер К.П., Фатхи Исмаил Абдель Аал, Мазуренко Н.П., Новиков В.И., Малкин М.Я. Совершенствование процесса замораживания мяса птицы. -Мясная индустрия СССР, М., 1982, №6, с.19-21.
4. Венгер К.П. Иммерсионный способ замораживания тушек птицы в охлаждающей жидкости. ЦНИИТЭИмясомолпром, М., 1974, с13.