

МРНТИ 65.59.19

<https://doi.org/10.58805/kazutb.v.1.22-258>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИОСКОПИЧЕСКОЙ И ПРЕДЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЯ МЯСА ПТИЦЫ И ПТИЦЕПРОДУКТОВ

Умиралиева Л.Б.\*, Дибирасулаев М.А., Дибирасулаев Д.М., Стоянова Л.Г., Искаков М.Х.,  
Филатов И.Д.

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности»,  
Алматы, Казахстан,

e-mail: umiraliyeva@rpf.kz

В представленной статье приведены данные экспериментальных исследований по определению значений криоскопической и предельной температуры переохлаждения мяса птицы и температуры охлаждающей среды, необходимой для обоснования технологических режимов хранения, обеспечивающих устойчивое переохлажденное состояние птицы различного термического состояния. Анализ полученных данных при одностадийном режиме охлаждения показал, что для всех образцов филе куриной грудки предельная температура переохлаждения ниже криоскопической независимо от термического состояния филе. Полученные данные свидетельствуют о значительной разнице между криоскопической температурой и предельной температурой переохлаждения мяса птицы и птицепродуктов и необходимости дифференцирования режимов хранения в зависимости от состава и термического состояния продукта. Опираясь на полученные данные вычислены рекомендуемые температуры хранения мяса птицы и птицепродуктов.

**Ключевые слова:** мясо птицы, охлаждение, переохлаждение, криоскопическая температура, куриное филе, бройлер.

## DETERMINATION OF CRYOSCOPIC AND LIMITING TEMPERATURE OF SUPERCOOLING OF POULTRY MEAT AND POULTRY PRODUCTS

Umiraliyeva L.B.\*, Dibirasulaev M.A., Dibirasulaev D.M., Stoyanova L.G., Iskakov M.H., Filatov I.D.

Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: umiraliyeva@rpf.kz

The presented article presents data from experimental studies to determine the values of the cryoscopic and limiting temperature of supercooling poultry meat and the temperature of the cooling medium necessary to justify technological storage modes that ensure a stable supercooled state of poultry of various thermal conditions. The analysis of the data obtained in the single-stage cooling mode showed that for all samples of chicken breast fillets, the maximum supercooling temperature is lower than the cryoscopic one, regardless of the thermal state of the fillet. The data obtained indicate a significant difference between the cryoscopic temperature and the maximum temperature of supercooling of poultry meat and poultry products and the need to differentiate storage modes depending on the composition and thermal condition of the product. Based on the data obtained, the recommended storage temperatures for poultry meat and poultry products are calculated.

**Keywords:** poultry meat, cooling, hypothermia, cryoscopic temperature, chicken fillet, broiler.

## ҚҰС ЕТІ МЕН ҚҰС ӨНІМДЕРІНІҢ КРИОСКОПИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ШЕКТІ ТЕМПЕРАТУРАСЫН ГИПОТЕРМИЯНЫ АНЫҚТАУ

Умиралиева Л.Б.\*, Дибирасулаев М.А., Дибирасулаев Д.М., Стоянова Л.Г., Искаков М.Х.,  
Филатов И.Д.

“Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты” ЖШС, Алматы қ., Қазақстан,

e-mail: umiraliyeva@rpf.kz

---

Ұсынылған мақалада құс етінің криоскопиялық және шекті гипотермиялық температурасының мәндерін және әртүрлі термиялық күйдегі құстың тұрақты гипотермиялық күйін қамтамасыз ететін сақтаудың технологиялық режимдерін негіздеу үшін қажетті салқындату ортасының температурасын анықтау бойынша эксперименттік зерттеулердің деректері келтірілген. Бір сатылы салқындату режимінде алынған деректерді талдау тауықтың төс етінің барлық үлгілері үшін гипотермияның шекті температурасы филиең термиялық күйіне қарамастан криоскопиялық температурадан төмен екенін көрсетті. Нәтижелер криоскопиялық температура мен құс еті мен құс өнімдерінің гипотермиясының шекті температурасы арасындағы айтарлықтай айырмашылықты және өнімнің құрамы мен термиялық жағдайына байланысты сақтау режимдерін саралау қажеттілігін көрсетеді. Алынған мәліметтерге сүйене отырып, құс еті мен құс өнімдерін сақтаудың ұсынылған температурасы есептелді.

**Түйін сөздер:** құс еті, салқындату, гипотермия, криоскопиялық температура, тауық еті, бройлер.

**Введение.** Охлажденное мясо имеет ряд преимуществ по пищевой и биологической ценности по сравнению с замороженным и замороженным мясом. Однако одной из серьезных проблем расширения производства охлажденного мяса является ограниченный срок его годности (хранения).

Одним из направлений сохранения качества и увеличение срока годности охлажденного мяса является понижение температуры хранения. В 1920 г. Le Danon описал процесс переохлаждения впервые, хотя сам термин «переохлаждение» или «глубокое охлаждение» им не использовался [1].

По данным Международного института холода (МИХ) понижение температуры от 1 °С до минус 1 °С увеличивает срок хранения мяса в два раза [2], а согласно исследованиям Федерального центра мяса (Кульмбах, Германия) в области понижения температур от 0 °С до минус 1.5 °С соответственно на 30% [3], что указывает на доминирующее влияние температуры охлаждающей среды на увеличение срока хранения охлажденного мяса.

Анализ современного состояния и развития технологии хранения охлажденных продуктов животного происхождения показывает, что одним из путей обеспечения безопасности, сохранения качества и увеличения срока годности мяса при минимальной технологической переработке сырья является применение технологий суперохлаждения и хранения при субкриоскопических температурах.

Суперохлаждение представляет собой процесс холодильной обработки, обеспечивающий понижение температуры мяса (на 1-2°С) ниже криоскопической температуры без фазового превращения воды в лед (переохлаждение - “supercooling”).

Фазовое превращение воды в лед при подмораживании и замораживании пищевых продуктов вызывает необратимые изменения в них в результате кристаллообразования в мышечных волокнах, деком-

партментализации клеточных органелл и денатурации саркоплазматических и миофибриллярных белков.

Исследованию проблемы хранения мяса в охлажденном виде при близ- и субкриоскопических температурах посвящены работы как российских, так и зарубежных авторов. В исследованиях Н.А. Головкина и др. показано [4], что для переохлажденного мяса по сравнению с охлажденным характерен более значительный протеолиз саркоплазматических и миофибриллярных белков, что вероятно связано с разрушением лизосом и вследствие этого ускорением протеолиза белков. С другой стороны, механохимические процессы (посмертное окончание) в переохлажденной мышечной ткани происходит позднее, а именно на 5-7 сутки хранения, чем в охлажденном мясе. Замедление биохимических процессов возможно связано с понижением молекулярной подвижности воды [5]. По мере охлаждения пищевого продукта подвижность молекул снижается, диффузия в пищевом продукте ограничивается и все процессы, зависящие от подвижности молекул, замедляются.

Согласно данным [4] переохлажденное мясо по качественным показателям не уступает, а по некоторым превосходит охлажденное и обеспечивает увеличение продолжительности хранения. Сложностью реализации технологии хранения переохлажденного мяса является то, что состояние переохлаждения легко нарушается при колебании температурных режимов и если мясо подвергается какому-либо механическому воздействию.

В работе Justas D., and Bill B. [6] указано об исследованиях минимальной температуры хранения охлажденной говядины. Хранению подвергали отрубы мяса, упакованные под вакуумом. Упаковки хранили в закрытых коробах при температуре воздуха в камере в диапазоне от минус 2,2 °С до минус 2,6 °С. Большая часть отрубов в вакуумной упаковке

не замерзла в течение 4 недель. Авторы делают вывод о целесообразности длительного хранения мяса в переохлажденном виде, с поддержанием условий, исключающих возможность зарождения кристаллов льда.

Степень достигаемого переохлаждения (начальная точки замерзания) при применении этой технологии зависит от вида продукта, и связана с его строением и составом [7]. По данным Sanz et al., мясо замерзает при температуре от  $-0.6^{\circ}\text{C}$  до  $-1.6^{\circ}\text{C}$  [8], а James et al. и Small et al. приводят точку замерзания в  $-1.5^{\circ}\text{C}$  [9,10], а Lowry и Gill – минус  $2^{\circ}\text{C}$  [11]. По данным Farouk et al. [12] точка замерзания говяжьих мышц зависит от уровня рН мышц (от  $-0.9^{\circ}\text{C}$  до  $-1,5^{\circ}\text{C}$ ).

Исследования, проведенные Fukuma et al. [13] по переохлаждению, показали увеличение степени переохлаждения и снижение температуры зародышеобразования, когда различные образцы рыбы медленно охлаждались на  $0,5^{\circ}\text{C}$  за сутки и обнаружили, что смягчение мяса рыбы было остановлено этой обработкой.

Применение близкриоскопических температур и переохлаждения обеспечивает сохранение качества и увеличение срока годности большинства пищевых продуктов (мяса, птицы, рыбы) [14-19]. Для обеспечения устойчивого переохлажденного состояния продуктов при субкриоскопической температуре большое значение имеет точное определение уровня температуры мяса и стабильное поддержание температуры охлаждающей среды с допустимым

уровнем колебаний температур для воздуха и для продукта.

Для поддержания условий, требуемых для переохлаждения (низкая температура и контроль над стабильностью) на протяжении всей холодильной цепи необходимо создание специального и модернизация существующего оборудования, которое позволит реализовать преимущества переохлажденного продукта.

Выигрышным аспектом хранения пищевых продуктов в переохлажденном виде являются более низкие энергозатраты для имплементации этой технологии в промышленность, по сравнению с хранением в замороженном или частично замороженном виде. Так как при переохлаждении не нужно удалять скрытую теплоту фазового перехода, таким образом, требуется меньше энергии, чтобы охладить продукт до окончательной температуры хранения.

Более короткий срок хранения охлажденного куриного мяса снижает его совместимость для транспортировки или длительного хранения. Таким образом, в птицеводстве необходимы методы хранения, которые могут сохранить качество и продлить срок хранения свежего куриного мяса по сравнению с традиционными методами холодильной обработки и хранения.

Целью работы является определение значений криоскопической и предельной температуры переохлаждения мяса птицы и птицепродуктов для разработки научно обоснованных режимов их хранения при субкриоскопических температурах.

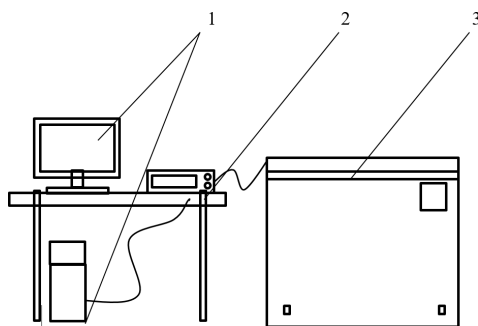


Рис.1 - Схема экспериментального стенда

(1 - Персональный компьютер, 2 - Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, 3 - Термостат суховоздушный ТСВ - 02)

**Материалы и методы.** Эксперименты по определению криоскопической и предельной температуры переохлаждения, продолжительности процесса переохлаждения мяса птицы и птицепродуктов проводили в лабораторных условиях холодильной обработки и хранения пищевой продукции различными способами понижения температуры, в том числе и ступенчатым снижением температуры среды в сухо-воздушном термостате ТСВ-02 (рис.1).

Криоскопическую температуру и предельную температуру переохлаждения определяли термографическим анализом по температуре стабилизации на кривой замораживания или по скачкообразному изменению, характерной для фазового превращения воды в лед. Температуру воздуха, мяса птицы и птицепродуктов определяли с применением прецизионного измерителя температуры МИТ-8.10М.

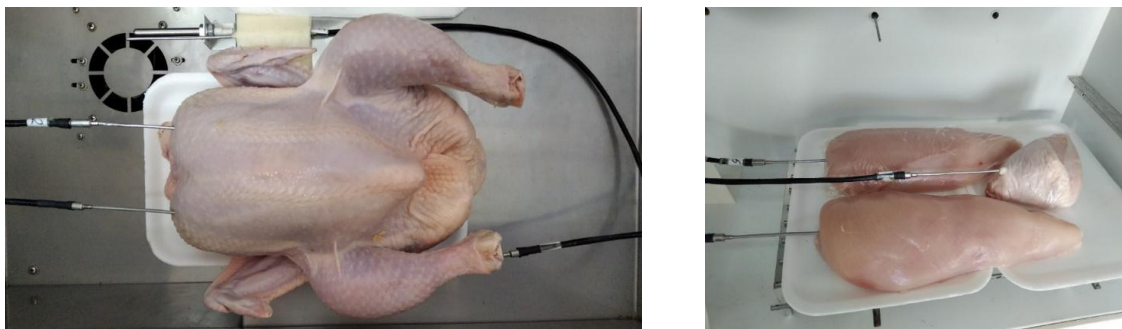


Рис. 2 - Используемая в экспериментах продукция и размещение датчиков приборов

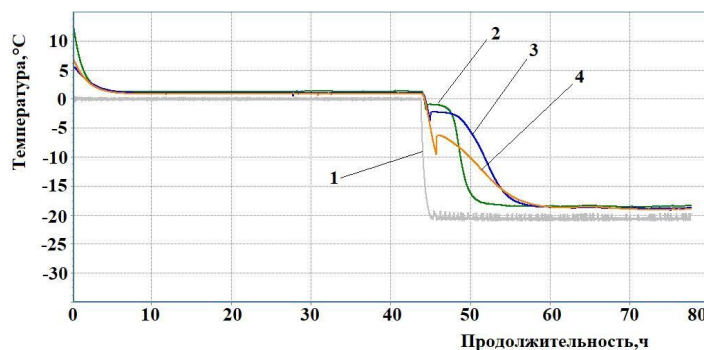


Рис. 3 - Определение предельной температуры переохлаждения птицы и птицепродуктов при одностадийном режиме

(1–воздух; 2–филе грудки куриное охлажденное упакованное в пищевую пленку (п/п); 3–филе грудки куриное копчено-вареное упакованное в п/п; 4–филе грудки куриное сырокопченое упакованное в п/п.)

Контроль температуры охлаждающей среды и продукции осуществляли с применением современных прецизионных контрольно-измерительных приборов с регистрацией и записью данных с последующей передачей их на компьютер и выводом в виде графиков. Объектом исследования являлись мясо птицы и птицепродукты, приобретенные в торговой сети: 1 – филе грудки курицы охлажденное, 2 – фи-

ле грудки курицы копчено-вареное, 3 – филе грудки курицы сырокопченое, 4 – нога бройлера охлажденная; 5 – филе грудки бройлера охлажденное.

Фото использованной продукции в экспериментах и размещение датчиков приборов показаны на рисунке 2.

Экспериментальные исследования по определе-

нию значений криоскопической и предельной температуры переохлаждения и температуры охлаждающей среды, необходимой для обоснования технологических режимов хранения, обеспечивающих устойчивое переохлажденное состояние птицы различного термического состояния при субкриоскопических температурах проводились при различных режимах охлаждения (одностадийном, двух-

стадийном) и по ранее разработанному алгоритму, предусматривающее медленное ступенчатое понижение температуры воздуха до достижения предельной температуры переохлаждения продукта [20-21].

Результаты экспериментальных исследований приведены на термограммах (рис.3-7) и таблицах (1-3).

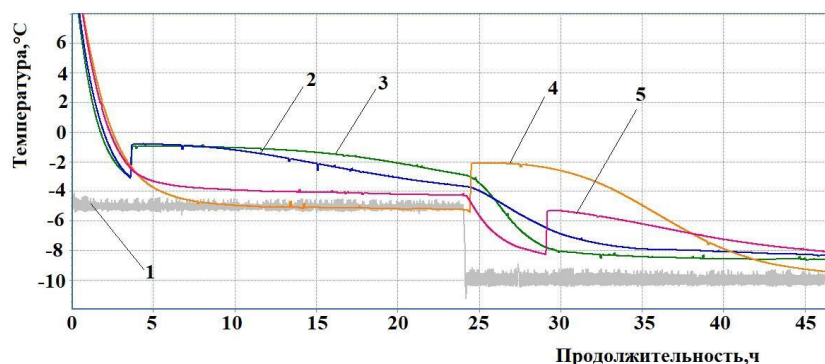


Рис. 4 - Определение предельной температуры переохлаждения птицы и птицепродуктов при двухстадийном режиме

(1–воздух; 2– филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п; 3–филе грудки куриное упакованное в п/п; 4–филе грудки куриное копчено-вареное упакованное в п/п; 5–филе грудки куриное сырокопченое упакованное в п)

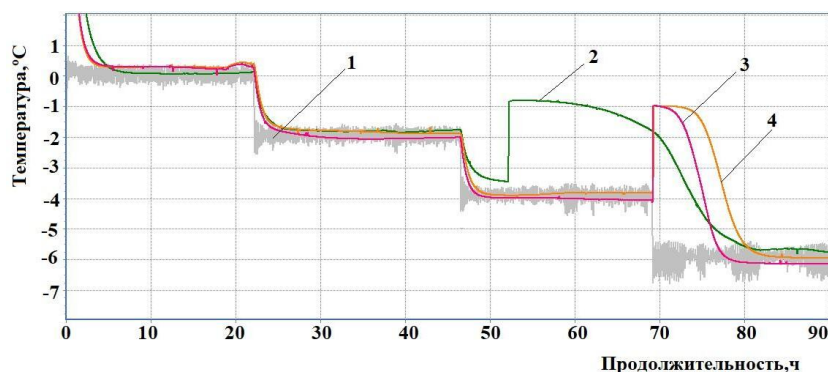


Рис. 5 - Определение предельной температуры переохлаждения птицы и птицепродуктов при ступенчатом режиме с шагом 2°C

(1–воздух; 2– нога бройлера охлажденная упакованная в п/п.; 3– филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п.; 4– нога бройлера охлажденная упакованная в п/п.)

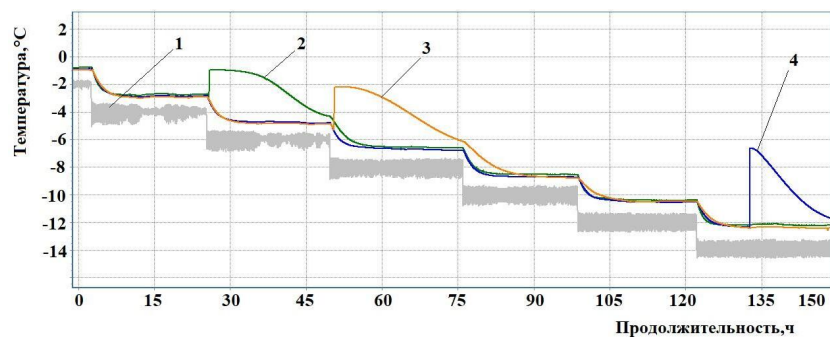


Рис.6 - Определение предельной температуры переохлаждения птицы и птицепродуктов при ступенчатом режиме с шагом 2°С

(1–воздух; 2– филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п; 3– филе грудки куриное копчено-вареное упакованное в п/п; 4– филе грудки куриное сырокопчёное упакованное в п/п.)

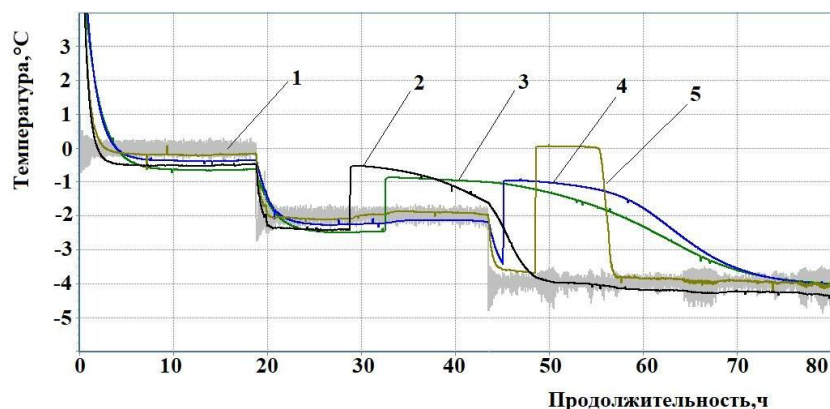


Рис. 7 - Определение предельной температуры переохлаждения тилозы, птицы и дистиллированной воды при ступенчатом режиме с шагом 2°С

(1–воздух; 2– водный раствор тилозы 10% (аналог мяса птицы по теплофизическим свойствам); 3– филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п; 4–филе грудки курицы охлажденное упакованное в п/п; 5– вода дистиллированная)

**Результаты исследований.** Анализ данных криоскопической температуры и предельной температуры переохлаждения при одностадийном режиме охлаждения показывает (рис.3), что для всех образцов филе грудки куриного предельная температура переохлаждения ниже криоскопической независимо от термического состояния филе. Однако фазовый переход воды в лед во всех образцах наблюдается в узком временном интервале 2,13ч. Продолжительность фазового перехода между образцами различного термического состояния менее 1,23 ч.

В случае использования двухстадийного режима (рис.4) выявляется значительная разница по време-

ни выхода характерных пиков фазового перехода в зависимости от термического состояния мяса. Для охлажденного куриного филе фазовый переход наблюдается через 4,18 ч. после начала эксперимента, копчено-вареного 24,32 ч. и для сырокопченого 27,15 ч. Следует отметить, что для двухстадийного охлаждения характерно более четкое разделение фазовых переходов по времени. Аналогичная картина наблюдается и при ступенчатом понижении температуры воздуха шагом 2,0°С для птицы и птицепродуктов различного термического состояния, для водного раствора тилозы 10% (аналога мяса птицы по теплофизическим свойствам) и дистиллирован-

ной воды (рис.5-7).

Сравнительный анализ экспериментальных значений криоскопической и предельной температуры переохлаждения, представленных в таблице 2 показывает, что независимо от вида продукта и его термического состояния (охлажденный, копчено-вареный,

сырокопченный) среднее значение криоскопической температуры минус 2,01°C существенно выше среднего значения предельной температуры переохлаждения минус 4,77 °C в связи с этим нижний предел температурного диапазона хранения мяса птицы и птицепродуктов может быть существенно ниже криоскопической температуры

Таблица 1 - Экспериментальные значения криоскопической и предельной температуры переохлаждения охлажденной, варено-копченой и сырокопченой птицы и птицепродуктов.

№	Наименование продукции	Ткр, °C	Тпп, °C
1	Филе грудки куриное охлажденное упакованное в пищевую пленку (п/п)	-1,13	-3,67
	Филе грудки куриное копчено-вареное упакованное в п/п	-2,33	-3,71
	Филе грудки куриное сырокопченое упакованное в п/п	-6,34	-9,55
2	Филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п	-0,83	-3,12
	Филе грудки куриное охлажденное упакованное в п/п	-0,97	-3,04
	Филе грудки куриное копчено-вареное упакованное в п/п	-2,13	-5,43
	Филе грудки куриное сырокопченое упакованное в п/п	-5,31	-8,25
3	Нога бройлера охлажденная упакованная в п/п.	-0,82	-3,47
	Филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п	-0,99	-4,14
	Нога бройлера охлажденная упакованная в п/п.	-1,01	-3,90
4	Филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п	-0,95	-3,15
	Филе грудки куриное копчено-вареное упакованное в п/п	-2,20	-5,31
	Филе грудки куриное сырокопченое упакованное в п/п	-6,65	-12,36
5	Водный раствор тилозы 10% (аналог мяса птицы по теплофизическим свойствам)	-0,53	-2,41
	Филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п	-0,88	-2,46
	Филе грудки курицы охлажденное упакованное в п/п	-0,96	-3,43
	Вода дистиллированная	-0,03	-3,69
	X±S	-2,01± 2,06	-4,77± 2,70

Таблица 2 - Рекомендуемые температуры хранения филе куриного охлажденного, копчено-вареного и сырокопченного, упакованного в пищевую пленку

№	Наименование продукции	Ткр, °C	Тпп, °C	Тртх, °C
1	Филе грудки куриное охлажденное упакованное в п/п	-1,13	-3,67	-2,40
		-0,97	-3,04	-2,01
		-0,96	-3,43	-2,20
	X±S	-1,02±0,10	-3,38±0,32	-2,20±0,20
2	Филе грудки куриное копчено-вареное упакованное в п/п	-2,33	-3,71	-3,02
		-2,13	-5,43	-3,78
		-2,20	-5,31	-5,98
	X±S	-2,22±0,10	-4,82±0,96	-4,26±1,54
3	Филе грудки куриное сырокопченое упакованное в п/п	-6,34	-9,55	-7,95
		-5,31	-8,25	-6,78
		-6,65	-12,36	-9,51
	X±S	-6,10±0,70	-10,05±2,10	-8,08±1,37

Таблица 3 -Рекомендуемые температуры хранения филе грудки и ноги охлажденного бройлера, упакованных в пищевую пленку

№	Наименование продукции	Ткр, °С	Тптп, °С	Тртх, °С
1	Филе грудки бройлера охлажденное упакованное в п/п	-0,83	-3,12	-1,98
		-0,99	-4,14	-2,57
		-0,95	-3,15	-2,05
	X±S	-0,92±0,08	-3,47±0,58	-2,20±0,32
2	Нога бройлера охлажденная упакованная в п/п.	-0,82	-3,47	-2,15
		-1,01	-3,90	-2,46
		-0,97	-3,85	-2,41
	X±S	-0,93±0,10	-3,74±0,24	-2,34±0,17

Рекомендуемые температуры хранения филе куриного охлажденного, копчено-вареного и сырокопченного, упакованного в пищевую пленку и филе грудки и ноги (различных анатомических частей) охлажденного бройлера приведены в таблицах 3-4.

Анализ полученных данных показывает, что рекомендуемая температура хранения для охлажденного филе составляет минус 2,20 °С +/-, копчено-вареного минус 4,26 +/- и сырокопченного – минус 8,08 +/-.

Сопоставительный анализ охлажденной продукции показывает отсутствие существенной разницы в рекомендуемом температурном режиме хранения между различными видами продукции (курица, бройлер) и между отдельными анатомическими частями (филе, нога бройлера).

**Выводы.** Обобщение информационного материала по применению инновационного процесса переохлаждения птицы и птицепродуктов показывает, что суперохлаждение продлевает срок хранения куриного мяса и обеспечивает его качество и безопасность при хранении и транспортировке по сравнению с традиционной технологией. Экспериментально определены значения криоскопических и предельных температур мяса птицы и птицепродуктов различных видов и термического состояния при разных температурных режимах охлаждения. Показано, что при определении значений криоскопической и предельной температуры переохлаждения целесообразно использовать ступенчатый режим охлаждения.

Установлено, что предельная температура переохлаждения является фиксированным индивидуальным показателем начала нуклеации для мяса птицы и птицепродуктов и может быть использована в сочетании с криоскопической температурой как критерий для обоснования температуры охлаждающей среды, обеспечивающей стабильность продуктов в переохлажденном состоянии.

Полученные данные свидетельствуют о значительной разнице между криоскопической температурой и предельной температурой переохлаждения мяса птицы и птицепродуктов и необходимости дифференцирования режимов хранения в зависимости от состава и термического состояния продукта. Экспериментально установлено, что хранение копчено-вареных и сырокопченных продуктов можно проводить в диапазоне температур от минус 5,0 °С до минус 8,0 °С в переохлажденном состоянии.

**Финансирование.** Исследование выполнено при поддержке финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований», специфике 154 «Оплата услуг по исследованиям» в рамках выполнения проекта AP19678940 «Разработка новой технологии хранения охлажденного мяса птицы и птицепродуктов с применением биологических методов консервирования в сочетании с холодом» на 2023-2025 гг.

### Литература

- 1.Zhou, G. H., X. L. Xu, and Y. Liu. Preservation technologies for fresh meat – A review. // Meat Sci. - 2010. - № 86. - pp. 119–128. doi:10.1016/j.meatsci.2010.04.033.
- 2.Recommendations for Chilled Storage of Perishable Produce, IIF-IIR France.- 2000. ISBN-10: 291314909X
- 3.Cooling, cutting, cold storage, ripening. Influence on meat quality // Proceedings of scientists of the Federal Centre for Meat Research. Kulmbach.1998.- № 15 - 217 p.



4. Головкин Н.А., Маслова Г.В., Скоморовская И.Р. Консервирование продуктов животного происхождения при субкриоскопических температурах // М.: Агропромиздат.-1987.- 272 с.
5. Damodaran S., Pakin K.L., Fennema O.R., Fennema's. Food Chemistry 4th ed // CRC Press Taylor Francis Group. London. -2008. -1122 p.
6. Justas D. I., Bill B. A. Studies on the minimum temperature for storing chilled beef International Congress on Meat Science and Technology //Australia Brizbane. -1989.
7. Gabas A. L., Telis-Romero J., Telis V. R. N. Influence of fluid concentration on freezing point depression and thermal conductivity of frozen orange juice // International Journal of Food Properties. – 2003. – Vol.6.(3). - С. 543-556.
8. Sanz P. D. et al. Freezing rate simulation as an aid to reducing crystallization damage in foods // Meat Science. -1999. -Vol.52.(3)- С. 275-278.
9. James S. J., Giegel A. J., Hudson W. R. The ultra rapid chilling of pork // Meat Science.-1983.- Vol.9. (1) - С. 63-78.
10. Small A., Sikes A., O'Callaghan D. Development of a Deep Chilling Process for Beef and Sheepmeat //Published by Meat & Livestock Australia Limited, Sydney, Australia.-2011.
11. Lowry P. D., Gill C. O. Mould growth on meat at freezing temperatures // International journal of refrigeration.- 1984.-Vol.7.(2) - С. 133-136.
12. Farouk M. M. et al. The initial freezing point temperature of beef rises with the rise in pH: A short communication // Meat science. -2013.-Vol. 94.(1) - С. 121-124.
13. Fukuma Y. et al. Application of supercooling to long-term storage of fish meat //Fisheries science.-2012.- Vol.78.- С. 451-461.
14. Banerjee R., Maheswarappa N. B. Superchilling of muscle foods: Potential alternative for chilling and freezing // Critical reviews in food science and nutrition.- 2019. - Vol.59 (8) - С. 1256-1263. DOI:10.1080/10408398.2017.1401975.
15. Duun A. S., Rustad T. Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets // Food chemistry. - 2007. –Vol.105.(3) - С. 1067-1075.
16. Kaale L. D. et al. Superchilling of food: A review //Journal of food engineering.-2011.-Vol. 107.(2) - С. 141-146.
17. Гуштин В. В. и др. Влияние близкриоскопической температуры хранения на увеличение сроков годности охлажденного мяса индейки //Птица и птицепродукты.-2017. - № 1. - С. 15-17.
18. Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Дибирасулаев Д.М., Донецких А.Г. К обоснованию температуры охлаждающей среды, обеспечивающей стабильное переохлажденное состояние мяса и мясопродуктов //Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ВНИИПП. - 2019. - С. 100-105.
19. Stonehouse G.G., Evans J.A. The use of supercooling for fresh foods: A review // Journal of Food Engineering – 2015.-Vol.148.- p.74-79.
20. Патент на изобретение 2733118 С1: заявка № 2019127769 от 03.09.2019. Способ хранения продуктов животного происхождения в переохлажденном состоянии / Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Дибирасулаев Д.М., Донецких А.Г., Рыжова С.Г., Алигаджиева У.А., Ибадов Ш.Н., Уманский В.Л.
21. Дибирасулаев М. А. и др. К разработке научно обоснованных режимов хранения мяса и мясных продуктов в переохлажденном состоянии //Все о мясе. -2020.-№ 5.- С. 40-45.

#### References

1. Zhou, G. H., X. L. Xu, and Y. Liu. Preservation technologies for fresh meat – A review. // Meat Sci. - 2010. - № 86. - pp. 119–128. doi:10.1016/j.meatsci.2010.04.033.
2. Recommendations for Chilled Storage of Perishable Produce, IIF-IIR France.- 2000. ISBN-10: 291314909X
3. Cooling, cutting, cold storage, ripening. Influence on meat quality // Proceedings of scientists of the Federal Centre for Meat Research. Kulmbach.1998.- № 15 - 217 p.

- 
4. Головкин Н.А., Маслова Г.В., Скоморовская И.П. Консервирование продуктов животного происхождения при субкриоскопических температурах // М.: Агропромиздат.-1987.- 272 с.
  5. Damodaran S., Pakin K.L., Fennema O.R., Fennema's. Food Chemistry 4th ed // CRC Press Taylor Francis Group. London. -2008. -1122 p.
  6. Justas D. I., Bill B. A. Studies on the minimum temperature for storing chilled beef International Congress on Meat Science and Technology //Australia Brizbane. -1989.
  7. Gabas A. L., Telis-Romero J., Telis V. R. N. Influence of fluid concentration on freezing point depression and thermal conductivity of frozen orange juice // International Journal of Food Properties. – 2003. – Vol.6.(3). - C. 543-556.
  8. Sanz P. D. et al. Freezing rate simulation as an aid to reducing crystallization damage in foods // Meat Science. -1999. -Vol.52.(3)- C. 275-278.
  9. James S. J., Giegel A. J., Hudson W. R. The ultra rapid chilling of pork // Meat Science.-1983.- Vol.9. (1) - C. 63-78.
  10. Small A., Sikes A., O'Callaghan D. Development of a Deep Chilling Process for Beef and Sheepmeat //Published by Meat & Livestock Australia Limited, Sydney, Australia.-2011.
  11. Lowry P. D., Gill C. O. Mould growth on meat at freezing temperatures // International journal of refrigeration.- 1984.-Vol.7.(2) - C. 133-136.
  12. Farouk M. M. et al. The initial freezing point temperature of beef rises with the rise in pH: A short communication // Meat science. -2013.-Vol. 94.(1) - C. 121-124.
  13. Fukuma Y. et al. Application of supercooling to long-term storage of fish meat // Fisheries science.-2012.- Vol.78.- C. 451-461.
  14. Banerjee R., Maheswarappa N. B. Superchilling of muscle foods: Potential alternative for chilling and freezing // Critical reviews in food science and nutrition.- 2019. - Vol.59 (8) - C. 1256-1263. DOI:10.1080/10408398.2017.1401975.
  15. Duun A. S., Rustad T. Quality changes during superchilled storage of cod (*Gadus morhua*) fillets // Food chemistry. - 2007. –Vol.105.(3) - C. 1067-1075.
  16. Kaale L. D. et al. Superchilling of food: A review //Journal of food engineering.-2011.-Vol. 107.(2) - C. 141-146.
  17. Gushhin V. V. i dr. Vliyanie blizkrioskopicheskoy temperatury hraneniya na uvelichenie srokov godnosti ohlazhdennogo mjasa indejki //Ptica i pticeprodukty.-2017. - № 1. - S. 15-17. [in Russian].
  18. Dibirasulaev M.A., Belozarov G.A., Dibirasulaev D.M., Doneckih A.G. K obosnovaniyu temperatury ohlazhdajushhej sredy, obespechivajushhej stabil'noe pereohlazhdennoe sostojanie mjasa i mjasoproduktov //Sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 90-letiju VNIIPP. - 2019. - S. 100-105. [in Russian].
  19. Stonehouse G.G., Evans J.A. The use of supercooling for fresh foods: A review // Journal of Food Engineering – 2015.-Vol.148.- p.74-79.
  20. Patent na izobrenenie 2733118 C1: zayavka № 2019127769 ot 03.09.2019. Sposob hraneniya produktov zhivotnogo proishozhdeniya v pereohlazhdjonnom sostojanii / Dibirasulaev M.A., Belozarov G.A., Dibirasulaev D.M., Doneckih A.G., Ryzhova S.G., Aligadzheva U.A., Ibadov Sh.N., Umanskiy V.L. [in Russian].
  21. Dibirasulaev M. A. i dr. K razrabotke nauchno obosnovannyh rezhimov hraneniya mjasa i mjasnyh produktov v pereohlazhdjonnom sostojanii //Vse o mjase. -2020.-№ 5.- S. 40-45. [in Russian].

#### *Сведения об авторах*

Умиралиева Л. Б. – кандидат технических наук, г. Алматы, Казахстан, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», e-mail: l.umiraliyeva@rpf.kz;

Дибирасулаев М. А. - доктор технических наук, г. Алматы, Казахстан, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», e-mail: dmama42@mail.ru;

Дибирасулаев Д. М. - кандидат технических наук, г. Алматы, Казахстан, ТОО «Казахский научно-исследовательский

институт перерабатывающей и пищевой промышленности», e-mail: dibdm@mail.ru;

Стоянова Д. Г. - доктор биологических наук, профессор, г. Алматы, Казахстан, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» e-mail: stoyanovamsu@mail.ru;

Искаков М. Х. - кандидат технических наук, г. Алматы, Казахстан, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», e-mail: iskakov-mx@mail.ru

Филатов И. Д. – магистрант, г. Алматы, Казахстан, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» e-mail: filatov-vanya@inbox.ru

***Information about the authors***

Umiraliyeva L. B. – Candidate of Technical Sciences, Almaty, Kazakhstan, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, e-mail: umiraliyeva@rpf.kz;

Dibirasulaev M. A. - Doctor of Technical Sciences, Almaty, Kazakhstan, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, e-mail: dmama42@mail.ru;

Dibirasulaev D. M. - Candidate of Technical Sciences, Almaty, Kazakhstan, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, e-mail: dibdm@mail.ru;

Stoyanova L. G. - Doctor of Biological Sciences, Professor, Almaty, Kazakhstan, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP e-mail: stoyanovamsu@mail.ru;

Iskakov M. Kh. - Candidate of Technical Sciences, Almaty, Kazakhstan, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP, e-mail: iskakov-mx@mail.ru;

Filatov I. D. – Master's student, Almaty, Kazakhstan, Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry LLP e-mail: filatov-vanya@inbox.ru