

М.В. Ермоленко*, Ж.Қ. Саналбай, Т.Н. Умыржан
Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А,
*e-mail: tehfiz@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ МЯСА ПТИЦЫ

Аннотация: В настоящее время все больше внимания уделяют качеству продуктов питания и особенно продуктам, которые реализуются в охлажденном состоянии. Это связано с тем что данные продукты имеют ограниченный срок хранения и в большей степени должны сохранять все качественные характеристики. При этом процессы холодильной обработки несут основную нагрузку в плане потребления энергии, а следовательно напрямую влияют на стоимость и качество продукта. В связи с этим обоснованные режимы холодильной обработки являются неотъемлемой составляющей производства. В данной работе представлено исследование различных способов охлаждения мяса курицы, с моделированием различных параметров процесса отвода теплоты в холодильной камере. Исследования проводились на действующей экспериментальной установке при различной температуре и скорости движения воздуха, при этом осуществлялось как простое воздушное охлаждение, так и воздушно-капельное. В ходе проведенного исследования были установлены продолжительность и зависимости температуры охлаждаемого образца и усушки продукта от режима холодильной обработки. В результате математической обработки для наиболее оптимального режима были получены аналитические зависимости величины усушки исследуемого образца.

В результате проведенных исследований был рекомендован наиболее целесообразный режим холодильной обработки мяса курицы, позволяющий сократить потери массы продукты в процессе охлаждения.

Ключевые слова: охлаждение, температура, скорость движения воздуха, усушка, мясо курицы, воздушно-капельное охлаждение, способ охлаждения, режим холодильной обработки.

Введение

В последние годы все больше внимания уделяется сохранению качества продуктов питания, как на стадии производства, так и на стадии их транспортировки до начала потребления. Все это возможно только с широким применением искусственного холода и совершенствованием режимом и способов охлаждения.

В настоящее время процессы охлаждения пищевых продуктов характеризуются большим разнообразием применяемых режимных параметров и методов, требующих значительных энергозатрат [1].

Охлаждение продуктов животного происхождения происходит путем понижения их температуры посредством теплообмена с охлаждающей средой, но без образования льда. Современные направления холодильной обработки в основном нацелены на достижении температуры продукта, неблагоприятной для развития патогенной микрофлоры и обеспечивающей сохранность и уменьшение усушки. Одним из таких способов может служить гидро-аэрозольное охлаждение как для продуктов растительного происхождения, так и для животного [2, 3, 4, 5]. При этом рабочие температуры и скорости охлаждения применяемых

методов охлаждения должны быть соответствующими для обеспечения безопасности пищевых продуктов [6, 7].

Поэтому исследование различных способов охлаждения, применительно к различным видам продуктов питания, и определение основных характеристик холодильных процессов с целью сохранения их качества является актуальной задачей.

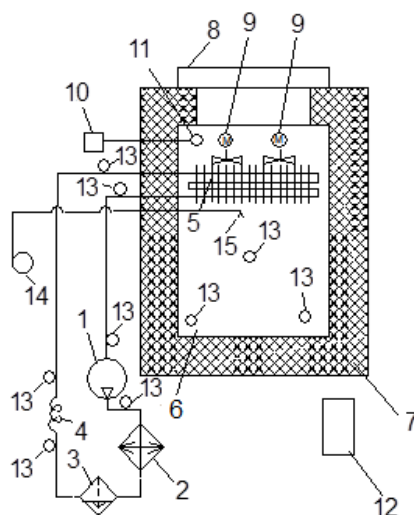
Целью проведенного исследования было установление основных показателей различных способов охлаждения для исследуемых продуктов питания.

Объектом исследования являлась грудная часть мяса курицы, выращенной на территории Семейского региона.

Методы исследования

Исследования режимов холодильной обработки продуктов проводились на экспериментальной холодильной установке, в соответствии с рисунком 1.

Образцы брались массой $(0,2 \div 0,3)$ кг и толщиной 40 мм, помещались в камеру воздушного охлаждения, где обдувались холодным воздухом с температурами 0 °С, минус 2 °С, минус 4 °С и скоростями движения воздуха 0,15 м/с, 2 м/с и 4 м/с. Влажность воздуха в камере составляла $(90 \div 95) \%$. Процесс охлаждения образцов проводился до температуры в толще 4°С. После эксперимента с воздушным охлаждением проводился опыт по воздушно-капельному охлаждению с аналогичными параметрами охлаждающего воздуха. Расход воды при этом способе охлаждения для орошения исследуемых образцов составил $3,6 \times 10^{-3}$ м³/с. Результаты экспериментов были обработаны на ПЭВМ с помощью программы Excel.



- 1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – фильтр-осушитель; 4 – дроссельное устройство; 5 – испаритель;
6 – холодильная камера; 7 – изоляция; 8 – крышка; 9 – вентиляторы; 10 – прибор управления;
11 – датчики; 12 – измерительный прибор; 13 – датчики температуры; 14 – насос; 15 – форсунка

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Величина усушки зависит от очень многих факторов, но решающее влияние на нее оказывают температура и влажность воздуха, продолжительность холодильной обработки и метод охлаждения.

Определение предельно допустимой величины естественной убыли мяса при предварительном охлаждении определяется по формуле [8]:

$$E_0 = \frac{M_0 \times H_E}{100} 100\%, \quad (1)$$

где M_0 – масса продукта, поступившего на охлаждение, г;

H_E – норма естественной убыли.

Нормы естественной убыли мяса птицы в полупотрошеном и потрошеном видах при охлаждении до температуры $(0 \div 4)^\circ\text{C}$ ниже нуля в камерах с принудительной циркуляцией воздуха составляет 0,4 %, а в камерах с естественной циркуляцией – 0,5 %.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований были получены термограммы процессов охлаждения исследуемых образцов в зависимости от скорости движения воздуха и температуры охлаждения (рис. 2, 3, 4).

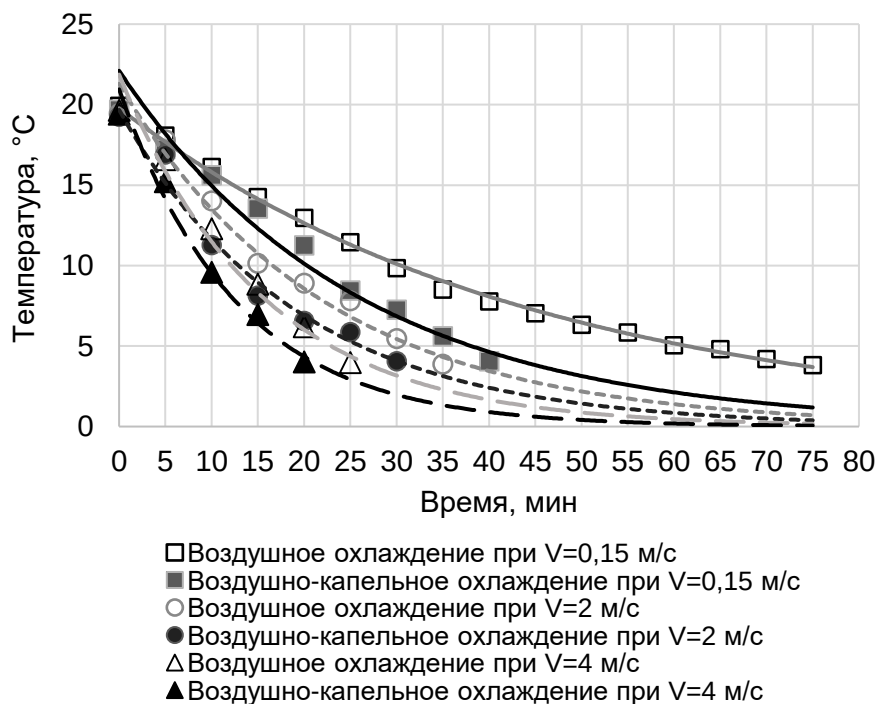


Рисунок 2 – Термограмма охлаждения образцов при температуре в камере 0 °С.

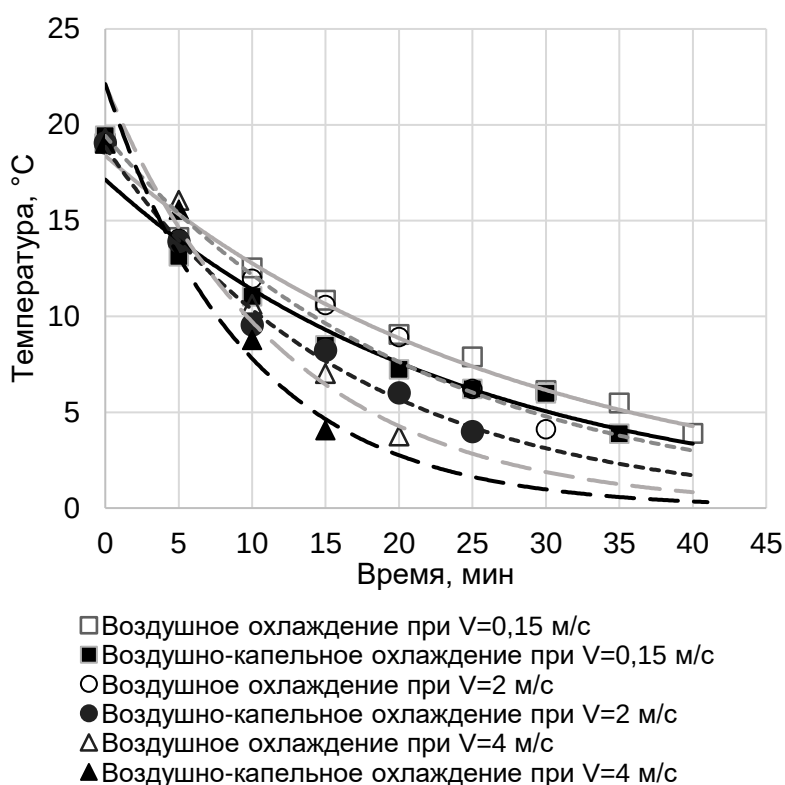


Рисунок 3 – Термограмма охлаждения образцов при температуре в камере минус 2 °С.

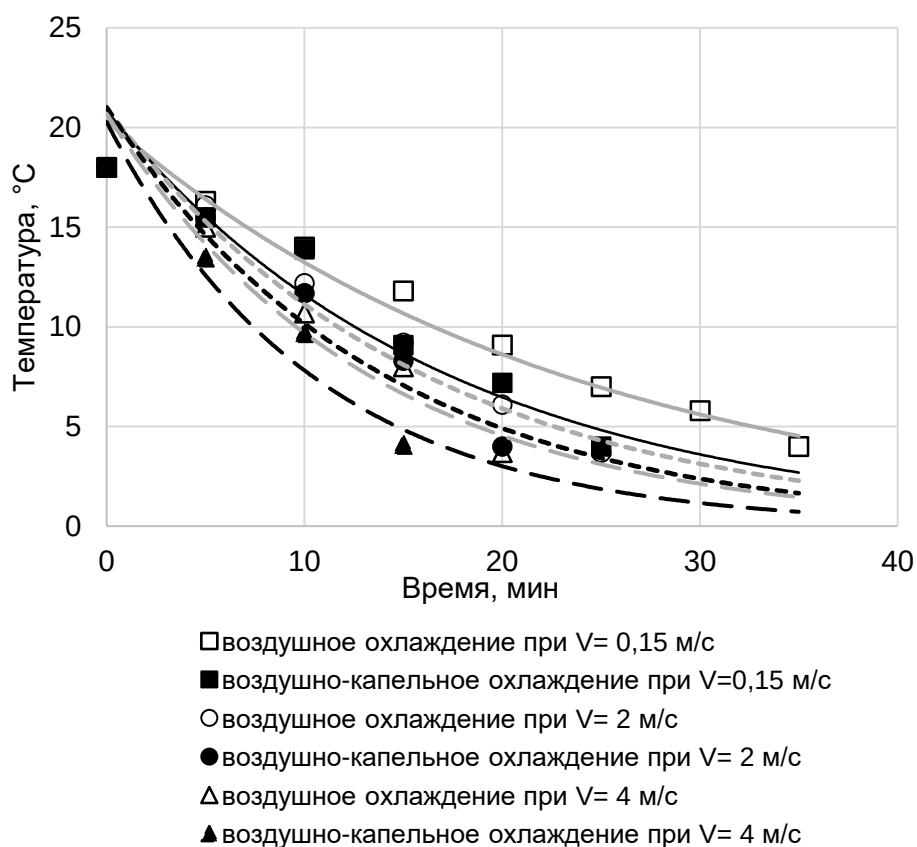


Рисунок 4 – Термограмма охлаждения образцов при температуре в камере минус 4 °C

На рисунках 5 и 6 представлены результаты изменения величины нормы усушки в зависимости от режимов и способов холодильной обработки.

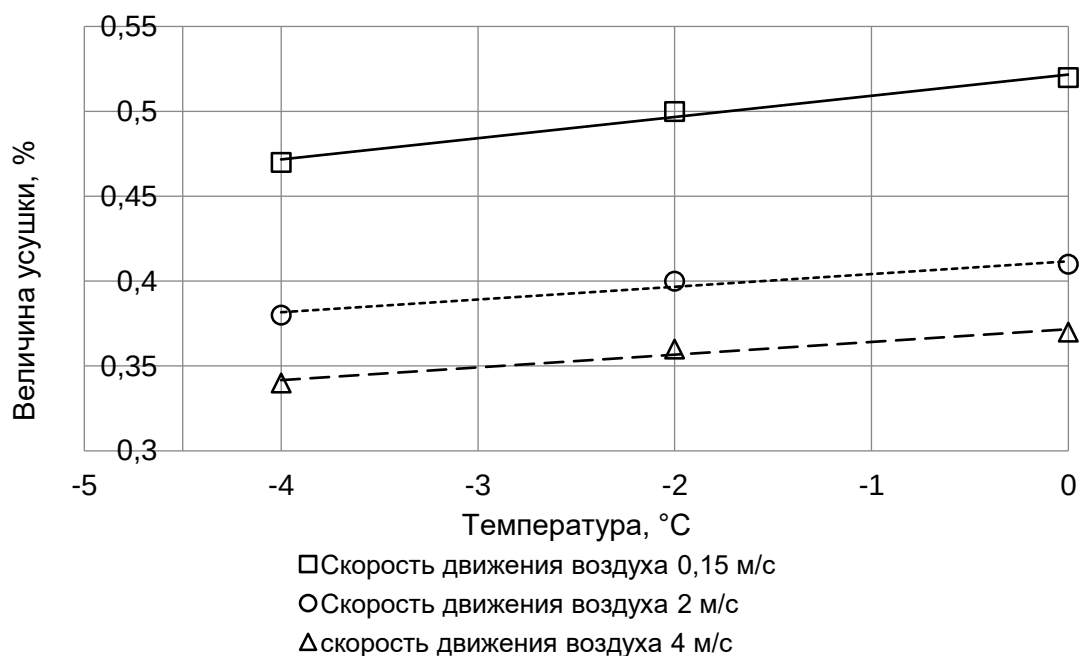


Рисунок 5 – Усушка мяса птицы при воздушном охлаждении

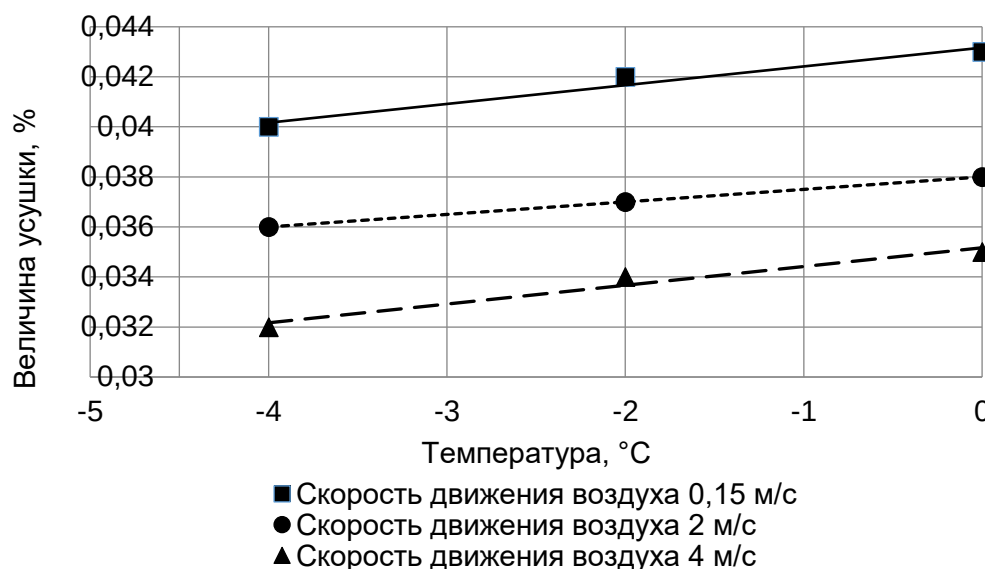


Рисунок 6 – Усушка мяса птицы при воздушно-капельном охлаждении

Обсуждение научных результатов

Анализ полученных данных (рис. 2, 3, 4) показал, что для уменьшения времени охлаждения образцов необходимо понизить температуру воздуха в камере либо увеличить скорость его движения. На представленных графиках видно, что при одинаковых температурах и скоростях движения охлаждающего воздуха, понижение температуры в толще мышцы происходит быстрее при воздушно-капельном способе охлаждения, чем при воздушном охлаждении. Это объясняется тем, что при воздушно-капельном охлаждении дополнительно присутствует орошение продукта водой и добавляется скрытый отвод теплоты за счет испарения воды. Наименьшая продолжительность процесса составляет 15 минут при скорости движения воздуха 4 м/с, температуре минус 4°C и воздушно-капельном способе охлаждения. При этом для данного режима охлаждения на поверхности исследуемых образцов не наблюдалось появления ледяной корочки. Хотя согласно рекомендациям [9] температура в камере при гидро-аэрозольном охлаждении должна быть порядка минус 1 минус 2°C.

Анализ полученных данных представленных на рисунках 5 и 6 показал, что при аналогичных параметрах холодильной обработки, метод воздушного охлаждения значительно уступает по величине усушки воздушно-капельному охлаждению. Так как данный способ охлаждения характеризуется не только высокой скоростью охлаждающего воздуха, но и распылением влаги на поверхность образца, что в итоге практически исключает усушку, в отличие от воздушного охлаждения. Исходя из вышесказанного, применение воздушно-капельного способа предварительного охлаждения мяса птицы при температуре минус 4°C и скорости движения воздуха 4 м/с является более предпочтительным и допустимым.

В результате математической обработки были получены уравнения зависимости величины усушки от способов холодильной обработки при температуре минус 4°C и скорости движения воздуха 4 м/с:

воздушное охлаждение

$$G = 0,0075 \cdot t + 0,4117, \quad (2)$$

воздушно-капельное охлаждение

$$G = 0,8 \cdot 10^{-3} t + 0,0352, \quad (3)$$

где t – температура воздуха в камере, °C.

Заключение

Установлены зависимости температуры образцов и величины усушки от способа и режимов охлаждения. Полученные зависимости показывают, что для интенсификации процесса предварительного охлаждения мяса птицы рекомендуется применение воздушно-капельного способа охлаждения со скоростью движения воздуха 4 м/с и температурой минус

4°C. Эти результаты могут служить для расчетов режимов холодильной обработки пищевых продуктов.

Список литературы

1. Киреев В.В. Применение естественного холода для охлаждения пищевых продуктов // Вестник МАХ. – № 3. – 2003. – С. 34-37.
2. Охлаждение продуктов животного происхождения // URL: <https://www.xiron.ru/content/view/30160/28/>.
3. Куцакова В.Е., Фролов С.В., Трубников А.Н., Хохлов Е.В. Охлаждение колбасных изделий гидроаэрозольным способом // Вестник МАХ. – № 2. – 2004. – С. 36-38.
4. Akekseeva Y.A., Komlatsky V.I., Khoroshailo T.A. and Vulykh N.V. Modern methods for cooling raw meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 677, IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies 18-20 November 2020. – Krasnoyarsk, Russian Federation. – P. 1-5.
5. Alvarez G., Flick D. Analysis of heterogeneous cooling of agricultural products inside bins Part I: aerodynamic study // Journal of Food Engineering. – Volume 39. – Issue 3. – February 1999. – P. 227-237.
6. Ranil Coorey, Denise Sze Hu Ng, Vijith S. Jayamanne, Elna M. Buys, Steve Munyard, Carl J. Mousley, Patrick M. K. Njage, Gary A. Dykes. The Impact of Cooling Rate on the Safety of Food Products as Affected by Food Containers // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – Volume 17. – Issue 4. – July 2018. – P. 827-840.
7. Минаева Т.В., Минаева Л.В., Кравцова Е.В. Исследование особенностей методов охлаждения пищевых продуктов // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), Технические науки. – № 4(25). – 2016. – С. 82-83.
8. Царегородцева Е.В. Технология хранения, переработки и стандартизация мяса и мясопродуктов: учебное пособие для вузов / Е.В. Царегородцева. – Москва: Издательство Юрайт. – 2023. – 290 с.
9. Маковеев И.И. Совершенствование технологии переработки птицы и внедрение ее на предприятиях отрасли // Птица и птице продукты. – № 5. – 2014. – С. 25-27.

References

1. Kireev V.V. Primenenie estestvennogo holoda dlya ohlazhdeniya pishevyh produktov // Vestnik MAH. – № 3. – 2003. – s. 34-37. (In Russian).
2. Ohlazhdenie produktov zhyvotnogo proishozhdeniya. // URL: <https://www.xiron.ru/content/view/30160/28/>. (In Russian).
3. Kucakova V.E., Frolov S.V., Trubnikov A.N., Hohlov E.V. Ohlazhdenie kolbasnyh izdeliy gidroaerozolnym sposobom // Vestnik MAH. – № 2. – 2004. – S. 36-38.
4. Akekseeva Y.A., Komlatsky V.I., Khoroshailo T.A. and Vulykh N.V. Modern methods for cooling raw meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 677, IV International Scientific Conference: AGRITECH-IV-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies 18-20 November 2020, Krasnoyarsk, Russian Federation. – P. 1-5. (In English).
5. Alvarez G., Flick D. Analysis of heterogeneous cooling of agricultural products inside bins Part I: aerodynamic study // Journal of Food Engineering. Volume 39, Issue 3. – February 1999. – P. 227-237. (In English).
6. Ranil Coorey, Denise Sze Hu Ng, Vijith S. Jayamanne, Elna M. Buys, Steve Munyard, Carl J. Mousley, Patrick M. K. Njage, Gary A. Dykes. The Impact of Cooling Rate on the Safety of Food Products as Affected by Food Containers // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – Volume 17. – Issue 4. – July 2018. – P. 827-840. (In English).
7. Minaeva T.V., Minaeva L.V., Kravcova Ye.V. Issledovanie osobennostey metodov ohlazhdeniya pishevyh produktov // Eurasian Union of Scientists (EUU), Technical Sciences. – № 4(25), 2016. – S. 82-83. (In Russian).
8. Caregorodceva Ye.V. Tehnologiya hraneniya, pererabotki i standartizatsiya myasa i myasaproduktov: uchebnoe posobie dlya vuzov / Ye.V. Caregorodceva. – Moskva: Izdatelstvo Yurayt. – 2023. – 290 s. (In Russian).
9. Makoveev I.I. Sovershenstvovanie tehnologii pererabotki pticy i vnedrenie eyo na predpriyatiyah otrasli // Ptica i ptice produkty. – № 5. – 2014. – S. 25-27. (In Russian).

М.В. Ермоленко*, Ж.Қ. Саналбай, Т.Н. Умыржан
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А,
*e-mail: tehfiz@mail.ru

ТОҢАЗЫТҚЫШ ӨНДЕУ РЕЖИМДЕРІНІҢ ТАУЫҚ ЕТІН САЛҚЫНДАТУ ПРОЦЕСІНІҢ ҰЗАҚТЫҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Қазіргі уақытта азық-түлік сапасына, әсіресе салқындатылған күйде сатылатын өнімдерге көбірек көңіл бөлінуде. Себебі бұл өнімдердің сақтау мерзімі шектеулі және барлық сапалық сипаттамаларды сақтауы керек. Бұл жағдайда тоңазытқыш өңдеу процестері энергияны тұтыну тұрғысынан негізгі жүктемені көтереді, сондықтан өнімнің құны мен сапасына тікелей әсер етеді. Осыған байланысты тоңазытқыш өңдеудің негізделген режимдері өндірістің ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл жұмыста тауық етін салқындатудың әртүрлі тәсілдерін зерттеу, тоңазытқышта жылуды кетіру процесінің әртүрлі параметрлерін модельдеу ұсынылған. Зерттеулер әртүрлі температурада және ауа қозғалысының жылдамдығында жұмыс істейтін эксперименттік қондырғыда жүргізілді, қарапайым ауаны салқындату да, ауа тамшылары да жүзеге асырылды. Зерттеу барысында салқындатылған үлгінің температурасының ұзақтығы мен тәуелділігі және өнімнің кептірілуі тоңазытқыш өңдеу режиміне байланысты анықталды. Математикалық өңдеу нәтижесінде ең оңтайлы режим үшін зерттелетін үлгінің кептіру шамасына аналитикалық тәуелділіктер алынды.

Зерттеулер нәтижесінде тауық етін тоңазытқышта өңдеудің ең қолайлы режимі ұсынылды, бұл салқындату процесінде өнімдердің массасын жоғалтуды азайтуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: салқындату, температура, ауа жылдамдығы, кептіру, тауық еті, тамшылатып салқындату, салқындату әдісі, салқындату режимі.

M. Yermolenko*, Zh. Sanalbay, T. Umyrzhhan
Semey University named after Shakarim,
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street
*e-mail: tehfiz@mail.ru

STUDY OF THE EFFECT OF REFRIGERATION TREATMENT MODES ON THE DURATION OF THE POULTRY MEAT COOLING PROCESS

Currently, more and more attention is paid to the quality of food products and especially products that are sold in a chilled state. This is due to the fact that these products have a limited shelf life and to a greater extent must retain all quality characteristics. At the same time, refrigeration processes bear the main burden in terms of energy consumption, and therefore directly affect the cost and quality of the product. In this regard, reasonable refrigeration regimes are an integral part of production. This paper presents a study of various ways of cooling chicken meat, with the simulation of various parameters of the process of heat removal in the refrigerator. The studies were carried out on an operating experimental facility at various temperatures and air speeds, both simple air cooling and air-drop cooling were carried out. In the course of the study, the duration and dependences of the temperature of the cooled sample and the drying of the product on the mode of refrigeration were established. As a result of mathematical processing for the most optimal mode, analytical dependences of the shrinkage value of the test sample were obtained.

As a result of the research, the most appropriate mode of refrigeration treatment of chicken meat was recommended, which allows to reduce the weight loss of products during the cooling process.

Key words: cooling, temperature, air velocity, shrinkage, chicken meat, air-drop cooling, cooling method, refrigeration processing mode.

Сведения об авторах

Михаил Вячеславович Ермоленко* – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени

Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Жанар Қайратқызы Саналбай – магистрант специальности «Техническая физика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: kairatovnazhanar@mail.ru.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан – старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Михаил Вячеславович Ермоленко* – техника ғылымдарының кандидаты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Жанар Қайратқызы Саналбай – "Техникалық физика" мамандығының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: kairatovnazhanar@mail.ru.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан – Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Information about the authors

Mikhail Vyacheslavovich Ermolenko* – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1677-8023>.

Zhanar Sanalbay – undergraduate specialty "Technical physics"; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: kairatovnazhanar@mail.ru.

Temirlan Umyrzhhan – senior lecturer of the department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Материал поступил в редакцию 02.05.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-21

FTAXP: 29.19.21

И.В. Хромушин¹, Т.И. Аксенова¹, Т. Тусеев², К.К. Мунасбаева¹, Ә. Болатбекұлы^{2*}

¹Ядролық физика институты,

050032, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Ибрагимов көшесі, 1

²Әль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,

050040, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Әль-Фараби даңғылы, 71

*e-mail: alikhanbolatbekuly2001@gmail.com

КЕРАМИКАЛЫҚ БАРИЙ ЦЕРАТЫНДА РАДИАЦИЯЛЫҚ ДЕФЕКТТЕРДІҢ ПАЙДА БОЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа: Рентгенді фазалық талдау, растрлік электронды және атомдық күш микроскопиясы, термодесорбциялық спектроскопия әдістерімен допандалған неодимге қосылған барий цератының құрылымы мен қасиеттеріне электрондардың, инертті газ иондарымен (Ne, Ar, Kr) сәулеленуінің және оттегінің әсерін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Төмен энергиялы инертті газ иондарымен сәулеленуі дене бетіндегі блистерлеу процестерін, яғни металл үлгілерінің (құбырлардың) бетінде металлдың ішкі көлемдерінің қабаттасуы нәтижесінде пайда болған көпіршіктер түріндегі ісінулер тудыратыны көрсетілген, ал жоғары энергиялы инертті газ иондары сәулеленген бетте сферолиттердің өсуінің әртүрлі кезеңдеріне ұқсайтын құрылымдардың пайда болуына