

Краткие сообщения

УДК 664.8(045)

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ЗАМОРОЗКИ И РАЗМОРОЗКИ БЕЛКОВОЙ ПРОДУКЦИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

П.Н. Баранов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Статья содержит материал, поясняющий обоснованный выбор сочетания определенных этапов процессов заморозки и разморозки белковой (мясной) продукции. Проведено аналитическое сопоставление процессов по заморозке и разморозке белковой продукции, представлены основные виды данных процессов. Выявлены основополагающие факторы, влияющие на качество продукции при проведении данных процедур. Особое внимание уделяется параметрам жидкости, содержащейся в мясной продукции и этапам формирования в замораживаемом или размораживаемом продукте кристаллам льда. Отмечается в материалах статьи, что особое влияние на характер формирования кристаллов льда из жидкости оказывают непосредственно величина температуры охлаждения и выделяется критериальная температура для оценки граничного состояния жидкости между жидким и твердым состоянием. В тексте приводятся материалы практических результатов работы по замораживанию мясных продуктов и особенности поведения параметров жидкостей при данных процессах. Приводится информация, подчеркивающая особенность процесса размораживания мясной продукции при использовании СВЧ-нагрева. В статье отмечается характерное сочетание процессов заморозки и разморозки относительно параметров протекания данных процессов для достижения более качественного мясного продукта. В статье предлагается определенное последовательное применение процессов заморозки и разморозки мясной продукции, позволяющее обеспечить наилучшие параметры мясного продукта. Кроме того, данная процедура позволяет исключить значительные потери жидкости из мясного продукта, тем самым обеспечив его необходимыми органолептическими показателями для потребителя такого продукта.

Ключевые слова: заморозка, разморозка, процесс, жидкость, белок, мясной продукт, параметр, значение, температура.

Один из известных способов хранения продукции заключается в процедуре замораживания, то есть способа консервирования продуктов, состоящий в понижении температуры обрабатываемого продукта ниже точки замерзания его жидкостных составляющих. Качество замороженной продукции определяется степенью качества процесса понижения температуры продукта, однако на его качество независимо от способа понижения температуры влияет и уровень качества процедуры размораживания замороженного продукта. Особое значение имеют продукты на белковой основе (например, мясо животных и мясо птицы), внутренняя структура которых напрямую зависит качества процессов как заморозки, так и разморозки, по причине того, что в данных продуктах содержится, согласно [7], 60–75 % жидкости (воды) от всей массы про-

дукта. Следовательно, основное влияние на процессы замораживания и размораживания мясной продукции будет оказывать характер протекания этих процессов в жидкостных составляющих продукта.

Способы осуществления заморозки мясной продукции условно можно разделить на три основных группы: при прямом контакте пищевого продукта с хладагентом; при использовании хладоносителя, который охлаждается хладагентом в специальных теплообменниках; при контакте продукта с хладагентом через металлическую поверхность. При этом способы замораживания: криогенное, воздушное, погружением в некипящую жидкость, комбинированное [6, 7, 10].

Разморозка включает в себя следующие три основных метода: во-первых, в воздушной или в паровоздушной среде, во-вторых, в

жидкой среде, в-третьих, в вакууме и при использовании СВЧ-нагрева.

Кроме того, каждый из процессов (заморозка или разморозка) может проводиться как в один, так и несколько (двух и более) этапов [10].

Наиболее перспективным на сегодняшний день способом заморозки мясных продуктов является многоэтапная заморозка с использованием технологии шоковой заморозки [3, 8], а перспективным способом размораживания продукта – использование разморозки в среде насыщенного пара при пониженном давлении [1, 9]. Размораживание в условиях вакуума существенно сокращает продолжительность процесса и обеспечивает хорошие санитарно-гигиенические условия.

Качество сырья и его вид оказывают влияние на характер и глубину изменений в мясе при охлаждении и заморозке. В зависимости от различных параметров мясных продуктов, а также параметров среды, в которой происходит заморозка (температуры, относительной влажности, циркуляции воздуха), и времени процесса охлаждения, потери массы мяса составляют от 0,7 до 2,6 %. Экспериментально установлено, что примерно три четверти воды, содержащейся в мясе вымораживается при температуре до минус 4 °С. Считается, что полное вымораживание свободной воды мясных продуктов происходит при снижении их температуры до минус 30 °С [7, 11, 12].

Следовательно, при сопоставлении процессов заморозки и разморозки самое важное влияние на качество будет оказывать характер изменения параметров жидкости (воды), содержащейся в мясных продуктах. А параметры жидкости непосредственно зависят от температуры и скорости замерзания жидкости или оттаивания льда, полученного из этой жидкости. Как правило, замерзание любой жидкости сопровождается образованием кристаллов льда, на их размер оказывает влияние именно скорость и величина температуры охлаждения [6]. Поэтому для обеспечения более высокого качества мясного продукта необходим подбор процессов таким образом, чтобы формирование кристаллов жидкости оказывало наименьшее разрушающее воздействие на замораживаемый или размораживаемый продукт.

Согласно экспериментальным исследованиям, проведенным украинскими коллегами, было установлено, что переохлаждение воды при замораживании образца достигает значений около 10 °С ниже нуля, после чего это со-

стояние подвижной фазы воды разрушается, и при дальнейшем снижении температуры устанавливается равновесие между льдом и жидкой фазой воды. Обратное размораживание (после хранения в замороженном состоянии) не сопровождается перегревом льда, прежнее состояние воды восстанавливается, явного гистерезиса не наблюдается, по крайней мере, в рамках погрешности измерений [4].

Согласно данному выводу, можно утверждать, что в процессах заморозки и разморозки необходимо учитывать данную фазу и уделять особое внимание, так как кристаллизация (декристаллизация) воды, особенно в мясных продуктах, приводит к формированию внутренней мясной структуры таких продуктов, и тем самым оказывает влияние на качество самого продукта. Однако вследствие необратимых изменений некоторых качественных показателей в период замораживания и последующего хранения исходные свойства продукта полностью не восстанавливаются даже при оптимальных условиях размораживания. Но если обеспечивать условие, при котором скорость размораживания продукта соответствует скорости замораживания, то потери мясной жидкости можно снизить, такой же эффект достигается при использовании дополнительно воды в качестве добавочного вещества в циркулирующий воздух при размораживании мясного продукта.

Заморозка мясного образца стандартной формы при различных температурах, согласно данным [2], позволяет сделать вывод, что использование так называемой шоковой заморозки (при относительно низких температурах), позволяет существенно сократить время стадии домораживания, в то время как достижение критической температурной точки (–10 °С) разница в температурах охлаждения не сильно сказывается на времени заморозки. Следовательно, шоковая заморозка обеспечивает как сокращение времени, так и гарантирует качественные показатели мясной продукции в замороженном состоянии, так как образование кристаллов льда из жидкости прямо пропорционально определяется скоростью (температурой) замораживания продукта.

В свою очередь оценка качественных показателей мясной продукции по результатам разморозки при СВЧ-нагреве в сравнении с традиционными типами размораживания мясной продукции показывает, что возможно исключение нежелательных изменений в продукте, например, разрушение мышечных тка-

ней. Преимущества данного метода обеспечиваются, если использовать двухстадийный процесс разморозки, т. е. использование СВЧ-нагрева до температур, обеспечивающих оптимальные условия его последующей обработки. Таким температурным оптимумом может служить критическая температура для жидкости в мясе, соответствующая температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, а последующая стадия разморозки может осуществляться уже традиционным способом. Для исключения значительного перегрева поверхности продукта может быть использована процедура незначительного охлаждения поверхности, например, посредством циркуляции холодного воздуха ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Вышеизложенное позволяет сформировать последовательность процессов низкотемпературной обработки мясной продукции:

1) осуществлять процесс заморозки посредством шоковой заморозки (для достижения криогидратной температуры), соблюдая требуемую высокую скорость понижения температуры, воздействующую на жидкость мясного продукта;

2) замороженный продукт должен храниться или транспортироваться при соответствующих низких температурах, исключающих его размораживание [5];

3) в процессе разморозки использовать двухстадийную разморозку посредством СВЧ-нагрева до критериальной температуры (первая стадия), затем можно использовать традиционные способы для завершения размораживания (вторая стадия).

В результате названных процедур возможно обеспечить благоприятные условия как при формировании кристаллов льда мясной жидкости в процессах замораживания, так и их разрушение в процессах размораживания, что позволяет достичь достаточно высокие качественные параметры мясного продукта, так как данная последовательность процессов заморозки и разморозки позволит исключить главную проблему, а именно разрушение структуры мясной ткани, возникающее при замораживании и размораживании мясной продукции.

Литература

1. Семенов, Г.В. Аналитическая оценка длительности предварительного замораживания в технологии вакуумной сублимационной сушки термолабильных материалов / Г.В. Семенов, К.П. Венгер, Хуссейн Мохамед

Маграбие Слама // Вестник Международной академии холода. – 2011. – № 1. – С. 8–14.

2. Воскобойников, В.А. Разработка параметров процесса замораживания пищевых продуктов заданной формы / В.А. Воскобойников // Вестник Международной академии холода. – 2012. – № 1. – С. 28–30.

3. Буянов, О.Н. Применение диоксида углерода для замораживания тушек птицы / О.Н. Буянов, Е.Н. Неверов // Вестник Международной академии холода. – 2011. – № 4. – С. 39–42.

4. Онищенко, В.П. Состояние воды в мясе говядины при его замораживании и размораживании / В.П. Онищенко, Ю.А. Желиба, В.Д. Зинченко // Вестник Международной академии холода. – 2011. – № 2. – С. 39–42.

5. Эрлихман, В.Н. Оценка качества замороженных продуктов при хранении / В.Н. Эрлихман // Вестник Международной академии холода. – 2010. – № 3. – С. 36–38.

6. Баранов, П.Н. К вопросу о факторах, влияющих на низкотемпературную обработку пищевых продуктов / П.Н. Баранов // Наука ЮУрГУ: материалы 66-й научной конференции. Секции экономики, управления и права – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – С. 307–310. – http://lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_KONF&key=000526924&dtype=F&etype=.pdf.

7. Цуранов, О.А. Холодильная техника и технология / О.А. Цуранов, А.Г. Крысин. – СПб: Лидер, 2004. – 448 с.

8. Холодильные установки. Проектирование: учеб. пособие / И.Г. Чумак, Л.Ю. Лагутин, В.П. Чепурненко и др.; под ред. д-ра техн. наук, проф. И.Г. Чумака. – 3-е изд., перераб. и доп. – Одесса: Друк, 2007. – 280 с.

9. Ribotta Pablo D. Effect of freezing and frozen storage of doughs on bread quality / Ribotta Pablo D. (Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina and Centra de Investigacion y Desarrollo en Criotecnologfa de Alimentos) // J. Agr. and Food Chem. – 2001. V. 49, № 2. – P. 193–198.

10. ГОСТ 24393-80. Техника холодильная. Термины и определения. – <http://vsegost.com/Catalog/28/2898.shtml>.

11. ГОСТ 25005-94. Оборудование холодильное. Общие требования к назначению давлений. – <http://vsegost.com/Catalog/95/9586.shtml>.

12. ГОСТ 23833-95. Оборудование холодильное торговое. Общие технические условия. – <http://vsegost.com/Catalog/94/9435.shtml>.

Баранов Павел Николаевич. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), alion9999@mail.ru.

Поступила в редакцию 2 декабря 2014 г.

*Bulletin of the South Ural State University
Series "Food and Biotechnology"
2015, vol. 3, no. 1, pp. 90–94*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PROCESSES OF FREEZING AND THAWING OF THE PROTEIN PRODUCTS IN TERMS OF QUALITY ASSURANCE

P.N. Baranov

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

This article contains information explaining choice of combinations of certain stages of the processes of freezing and thawing of the protein (meat) products. An analytical comparison of processes for freezing and unfreezing of protein products, presents the main types of data processes. Identified the fundamental factors affecting the quality of products during these procedures. Particular attention is paid to the parameters of the liquid contained in the meat products and stages of formation in frozen or defrosted ice crystals. The materials of the article that particular influence on the nature of the formation of ice crystals liquids are directly the value of the cooling temperature and the temperature of the criterion stands out to assess the state of the fluid boundary between the liquid and solid states. The text refers to the results of practical materials for freezing meat products and behavior parameters of liquids at these processes. Provides information that highlights feature defrost meat products using microwave heating. The article notes the characteristic combination of freezing and thawing processes regarding the parameters of the flow of these processes to achieve better quality meat product. The article suggests a certain consistent application of processes of freezing and thawing of meat products to ensure the best parameters of the meat product. In addition, this procedure eliminates the significant loss of liquid from the meat product, thus providing it with the necessary organoleptic characteristics for the consumer of this product.

Keywords: freezing, defrosting process, the liquid protein meat product, the setting temperature.

References

1. Semenov G.V., Venger K.P., Khusseyin Mokhamed Magrabie Slama [Analytical Estimation of the Duration of Pre-Freezing Technology of Vacuum Freeze-Drying Heat-Sensitive Materials]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of Refrigeration]. 2011, no. 1, pp. 8–14. (in Russ.)
2. Voskoboynikov V.A. [Development of Process Parameters for Freezing Foods Given Shape]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of Refrigeration]. 2012, no. 1, pp. 28–30. (in Russ.)
3. Buyanov O.N., Neverov E.N. [The Use of Carbon Dioxide to Freeze Poultry Carcasses]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of Refrigeration]. 2011, no. 4, pp. 39–42. (in Russ.)
4. Onishchenko V.P., Zheliba Yu.A., Zinchenko V.D. [The Condition of the Water in the Meat of Beef when it is Freezing and Thawing]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of Refrigeration]. 2011, no. 2, pp. 39–42. (in Russ.)
5. Erlikhman V.N. [Evaluation of the Quality of Frozen Foods During Storage]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of Refrigeration]. 2010, no. 3, pp. 36–38. (in Russ.)

6. Baranov P.N. [On the Question of the Factors Affecting the Low-Temperature Food Processing]. *Nauka YuUrGU, materialy 66 nauchnoy konferentsii seksii Ekonomiki, upravleniya i prava* [Science SUSU, materials of the 66th conference of the section Economics, Management and Law]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2014, pp. 307–310. Available at: http://lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_KONF&key=000526924&dtype=F&etype=.pdf. (in Russ.)
7. Tsuranov O.A., Krysin A.G. *Kholodil'naya tekhnika i tekhnologiya* [Refrigeration and Technology]. St. Petersburg, Lider Publ., 2004. 448 p.
8. Chumak I.G., Lagutin L.Yu., Chepurnenko V.P., Lar'yanovskiy S.K., Chumak N.I., Kochetov V.P., Onishenko V.P. *Kholodil'nye ustanovki. Proektirovanie* [Refrigeration Plants. Design]. 3rd ed. Odessa, Druk Publ., 2007. 280 p.
9. Ribotta Pablo D. Effect of freezing and frozen storage of doughs on bread quality. *J. Agr. and Food Chem.*, 2001, vol. 49, no. 2, pp. 193–198.
10. *GOST 24393-80 Tekhnika kholodil'naya. Terminy i opredeleniya* [State Standard 24393-80 Technology Refrigeration. Terms and Definitions]. Available at: <http://vsegost.com/Catalog/28/2898.shtml>.
11. *GOST 25005-94 Oborudovanie kholodil'noe. Obshchie trebovaniya k naznacheniyu davleniy* [State Standard 25005-94 Refrigerating Equipment. General Requirements for the Purpose of Pressure]. Available at: <http://vsegost.com/Catalog/95/9586.shtml>
12. *GOST 23833-95 Oborudovanie kholodil'noe trgovoe. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [State Standard 23833-95 Commercial Refrigeration Equipment. General Specifications]. Available at: <http://vsegost.com/Catalog/94/9435.shtml>

Baranov Pavel Nikolaevich, Candidate of Science (Engineering), associate professor, Expertise and quality control of food production, South Ural State University, Chelyabinsk, alion9999@mail.ru

Received 2 December 2014