

УДК 664.944

## Совершенствование процессов замораживания мясных полуфабрикатов

Д-р техн. наук Е. В. КОРОТКАЯ, Г. Ф. САХАБУТДИНОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>89235202979@yandex.ru

Кемеровский государственный университет

*Предложен комбинированный способ замораживания для мясных полуфабрикатов в вакуумированной упаковке, что позволит снизить загрязнение продукта микроорганизмами и увеличит срок хранения зразов. Определены теплофизические характеристики компонентов зразы — говяжьего фарша и овощной начинки «Зимний гарнир». При определении средних показателей теплофизических свойств учитывали скачки на кривых замораживания овощной начинки. Скачки на кривых замораживания говорят о выбросе скрытой теплоты кристаллизации при эвтектических температурах замораживания сахаров, которые в больших количествах содержатся в овощах. С учетом найденных теплофизических свойств проведен графоаналитический анализ процесса замораживания. Расчетная продолжительность низкотемпературной обработки составила 84 мин. При этом погрешности определения продолжительности расчетным способом по сравнению с экспериментальными данными составило не более 8%. Нижний слой фарша и средний слой овощной начинки замораживаются вследствие отдачи тепла металлической охлаждаемой плите, большая часть верхнего слоя фарша замораживается за счет отдачи тепла потоку холодного воздуха, обдувающего плиту и продукт. Описана технология производства и замораживания зразов, имеющая следующие особенности: процесс замораживания проводится после упаковывания и вакуумирования пакета с продуктом, замораживание проходит в два этапа: предварительное подмораживание на сетке-подложке и окончательное домораживание на охлаждаемой плите. Предложенная технология, а также графоаналитический метод расчета продолжительности замораживания комбинированных мясных полуфабрикатов могут быть использованы в мясной промышленности.*

**Ключевые слова:** мясные полуфабрикаты, продолжительность замораживания, теплофизические характеристики, тепловой расчет, зразы.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 30.08.2019, принята к печати 10.01.2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-67-74

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Короткая Е. В., Сахабутдинова Г. Ф. Совершенствование процессов замораживания мясных полуфабрикатов // Вестник Международной академии холода. 2020. № 1. С. 67–74.

## Improvement of freezing processes for meat semi-finished products

D. Sc. E. V. KOROTKAYA, G. F. SAHABUTDINOVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>89235202979@yandex.ru

Kemerovo State University

*The combined method of freezing for meat semi-finished products in the vacuumized packing is offered that will allow to reduce pollution of product microorganisms and will increase a period of storage of zrazy (meatballs stuffed with vegetables). Thermophysical characteristics of zrazy components — ground beef and a vegetable stuffing called «A winter garnish» — are defined. When determining average values of thermophysical properties, jumps on freezing curves of the vegetable stuffing are taken into account. Jumps on freezing curves indicates emission of the hidden crystallization warmth at eutectic freezing temperatures of sugars which are abundant in vegetables. Taking into account the thermophysical properties a graphic-analytical analysis of freezing process is carried out. The estimated duration of low-temperature processing was 84 min. At the same time errors in estimating duration time in comparison with experimental data does not exceed 8%. The lower layer of minced meat and the center of the vegetable stuffing freeze owing to return of heat to the metal cooled plate, the most part of the top layer of minced meat freezes due to return of heat to a stream of the cold air blowing off the plate and product. The production and freezing technology for zrazy is described. Their properties are as follows: process of freezing is carried out after packing and pumping out a package of the product, and freezing undergoes in two stages: preliminary freezing on a grid substrate and final freezing on a cooled plate. The offered technology as well as graphic-analytical calculation method of freezing duration for combined meat semi-finished products can be used in meat industry.*

**Keywords:** meat semi-finished products, the freezing duration, thermal calculation, meatballs stuffed with vegetables.

**Article info:**

Received 30/08/2019, accepted 10/01/2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-67-74

Article in Russian

**For citation:**

Korotkaya E. V., Sahabudinova G. F. Improvement of freezing processes for meat semi-finished products. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2020. No 1. p. 67–74.

**Введение**

Мясные полуфабрикаты достаточно популярны среди потребителей, их любят за быстроту приготовления и насыщенный вкус. Ассортимент мясных полуфабрикатов на рынке огромен, особый интерес представляют комбинированные продукты, способные заменить полноценный обед, за счет правильного сочетания компонентов и высокой калорийности [1]. Один из подобных полуфабрикатов — это зразы, котлета или мясной рулет с начинкой. Зразы изготавливают с овощами, кашами, вареными яйцами, грибами. Традиционно в качестве мяса используют отбитую говядину или говяжий фарш [2].

Для замораживания зразов используется комбинированный способ замораживания с предварительным подмораживанием на металлической сетке-подложке с последующим перемещением на металлическую плиту для окончательного контактного замораживания [3]. Предварительно зразы упаковываются в пакеты под вакуумом. Так как мясные полуфабрикаты имеют небольшую высоту (порядка 2–3 см), контактный способ замораживания для них является достаточно эффективным и имеет высокую скорость [4]. Вакуумная упаковка позволяет сохранить качество изделий, т. к. минимизируется развитие аэробных патогенов и микроорганизмов [5]–[7]. Для потребителя вакуумированный пакет дает преимущество в приготовлении зразов, благодаря возможности использования технологии «sous-vide» (сувид), набравшей популярность в настоящее время. Упомянутая технология представляет собой варку продукта в вакуумированном пакете при низкой и точно контролируемой

температуре в водяной бане. Преимущества технологии заключаются в том, что продукт сохраняет все естественные соки, получается мягким и сочным.

**Цели и задачи исследования**

Целью данной работы является совершенствование процесса низкотемпературной обработки мясных полуфабрикатов.

С учетом поставленной цели решались следующие задачи:

- определение теплофизических характеристик компонентов, из которых состоит зразы;
- определение продолжительности процесса замораживания графоаналитическим методом;
- разработка технологии производства зразов, с применением комбинированного способа замораживания и вакуумированием упаковки.

**Объекты и методы исследования**

Зразу рассматривали как объект, состоящий из двух частей — мясная оболочка из фарша «Говяжий» и овощная начинка, в качестве которой использовалась смесь «Зимний гарнир» [8, 9]. Рецепт зразов приведен в табл. 1.

При анализе содержания сухих веществ и влажности в мясном фарше и овощной начинке использовался ускоренный метод с помощью прибора Чижовой, путем высушивания навески продукта по ГОСТ 33319–2015 и по ГОСТ 28561–90. Количественное определение сахаров, в том числе моносахаров и сахарозы, в овощной начинке определяли феррицианидным методом и по ГОСТ 8756.13–87.

Теплофизические свойства свежих и замороженных мясных полуфабрикатов экспериментально определяли первым буферным методом двух температурно-временных интервалов [10].

**Рецептура зразов**

Таблица 1

Table 1

**Zrazy formula**

Компоненты	Расчетная норма закладки, кг на т
<i>Фарш «Говяжий»</i>	
Говядина	761
Маргарин столовый	42
Лук репчатый	59
Мука пшеничная	5,6
Перец	0,35
Соль	7
<i>Начинка «Зимний гарнир»</i>	
Морковь	138
Сельдерей (корень)	90
Лук репчатый	54
Петрушка (корень)	15
Зелень (укроп)	2
Чеснок	1

**Результаты и их обсуждение**

При определении теплофизических характеристик фарша учитывалось содержание в нем следующих компонентов: влаги, говяжьего жира, белка, поваренной соли. Содержание жира в фарше оказывает на его теплоемкость значительно меньшее влияние, чем содержание влаги. С ростом температуры фарша из говядины удельная теплоемкость изменяется по сложному закону, что вызвано тепловыми эффектами фазовых и химических превращений в фарше. Экспериментальные данные свидетельствуют, что чем больше в фарше содержится влаги и меньше жира, тем выше его теплопроводность.

Определение теплофизических свойств овощной начинки проводили, опираясь на математическую модель физического процесса кристаллизации растворов сахаров, которые содержатся в компонентах овощной смеси [10].

Данные для определения теплофизических характеристик мясных зразов

Таблица 2

Table 2

Data for estimating thermophysical characteristics of zrazy

Компонент	Фарш	Морковь	Сельдерей (корень)	Лук	Петрушка (корень)	Укроп	Чеснок
Плотность, кг/м³	1025	1040	1020	970	1020	660	850
Массовая доля влаги	0,65	0,88	0,88	0,86	0,83	0,86	0,77
Массовая доля сахаров	0,0027	0,081	0,09	0,096	0,093	0,07	0,15
Массовая доля фруктозы	0	0,013	0,0005	0,012	0,004	0,0075	0,00031
Массовая доля сахарозы	0	0,026	0,0001	0,065	0,012	0,004	0,02
Массовая доля глюкозы	0	0,016	0,0006	0,013	0,002	0,016	0,007
Массовая доля жира	0,12	0	0	0	0	0	0
Массовая доля белка	0,18	0	0	0	0	0	0
Массовая доля соли	0,012	0	0	0	0	0	0
Массовая доля крахмала	0	0,014	0,001	0,001	0,04	0,001	0,096
Криоскопическая температура, °C	−1	−1,2	−1,4	−1,6	−1,5	−0,7	−2,6

Учитывали массовую долю влаги, сахарозы, глюкозы, фруктозы, крахмала. Данные для расчета приведены в табл. 2.

Количество льда  $m_{\text{л}}$ , образовавшегося в результате замораживания, в зависимости от температуры определялось по формуле:

$$m_{\text{л}} = m_{\text{вл}} - m_{\text{с}} - \left( \frac{1}{\eta(t)} - 1 \right), \tag{1}$$

где  $m_{\text{л}}$  — массовая доля образовавшегося льда при определенной температуре;  $m_{\text{вл}}$  — массовая доля влаги в компоненте смеси;  $m_{\text{с}}$  — массовая доля сахаров.

В формулу (1), в диапазоне от криоскопической до −5,3 °C, подставляли массовую долю всех сахаров вместо  $m_{\text{с}}$ , от −5,3 до −8,5 °C — массовую долю сахарозы и фруктозы, от −8,5 до −21 °C — массовую долю фруктозы.

Уравнение регрессии зависимости массовой доли фруктозы в растворе  $\eta, \%$ , от криоскопической температуры  $t_{\text{кр}}, ^\circ\text{C}$  выглядит следующим образом:

$$\eta = -0,2 - 7,78 t_{\text{кр}} - 0,36 t_{\text{кр}}^2 - 7,46 \cdot 10^{-3} t_{\text{кр}}^3 \tag{2}$$

Изменения плотности, энтальпии, теплоемкости, теплопроводности, температуропроводности находили, согласно правилу аддитивности.

Полученные зависимости представлены на рис. 1–6.

Проанализировав полученные кривые замерзания овощей, входящих в состав начинки, можно сказать, что их плавный характер нарушается скачками при эвтектических температурах кристаллизации растворов сахаров со значительным выделением скрытой теплоты кристаллизации. Кривая замерзания фарша не имеет такой особенности, что объясняется малым содержанием в нем сахаров.

Методика позволяет определить изменение ТФХ в ходе замораживания продукта в широком температурном диапазоне. В виду неоднородности состава пищевых продуктов, связанной с их биологической природой происхождения, в пределах продукта одного наименования различие ТФХ в натуральном и замороженном состоянии может достигать 10–40 %. Знание теплофизических свойств необходимо для возможности проектирования

и моделирования процесса низкотемпературной обработки продукта, подбора скороморозильного оборудования [11].

Следующий этап исследования процесса замораживания зразов в вакуумной упаковке — это расчет продолжительности замораживания графоаналитическим методом [12, 13]. Условно разделим зразу на три части: слой фарша 6 мм, средний слой из овощей 8 мм и верхний слой из фарша 6 мм. Необходимо установить, какая часть зразы замерзает, отдавая тепло металлической плите, а какая — за счет обдува потоком холодного воздуха [14]. Примем, что зрза в вакуумированной упаковке представляет собой пластину. Тогда дифференциальное уравнение для определения толщины замерзшего слоя примет вид:

$$\Delta l = \frac{\Delta \tau}{\frac{q\rho}{t_{\text{кр}} - t_{\text{хл}}} \left( \frac{l}{2\lambda} + \frac{1}{\alpha} \right)}. \tag{3}$$

Данные для теплового расчета представлены в табл. 3.

Таблица 3  
Данные для графоаналитического метода расчета продолжительности замораживания зразов

Table 3

Data for graphic-analytical calculation method of zrazy freezing duration

Данные	Фарш	Овощная начинка
Теплота $q$ , кДж/кг	264,2	374,2
Плотность $\rho$ , кг/м³	1025	896,9
Теплопроводность $\lambda$ , Вт/м·K	1,54	1,97
Криоскопическая температура $t_{\text{кр}}, ^\circ\text{C}$	−1	−1,17
Температура хладоносителя $t_{\text{хл}}, ^\circ\text{C}$	−40	
Коэффициент теплоотдачи для конвективного замораживания $\alpha_{\text{конв}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	8	
Коэффициент теплоотдачи для контактного замораживания $\alpha_{\text{конт}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	27	
Толщина замораживаемого продукта $l$ , см	2	
Скорость движения воздуха в камере $\omega$ , м/с	1,5	

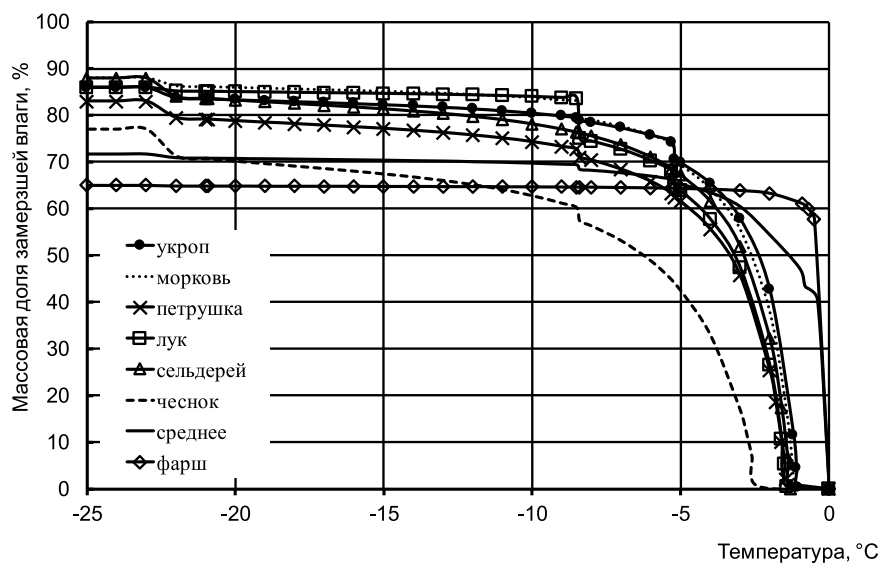


Рис. 1. Массовая доля вымороженной воды в зразе

Fig. 1. Weight fraction of frozen-out water in zrazy

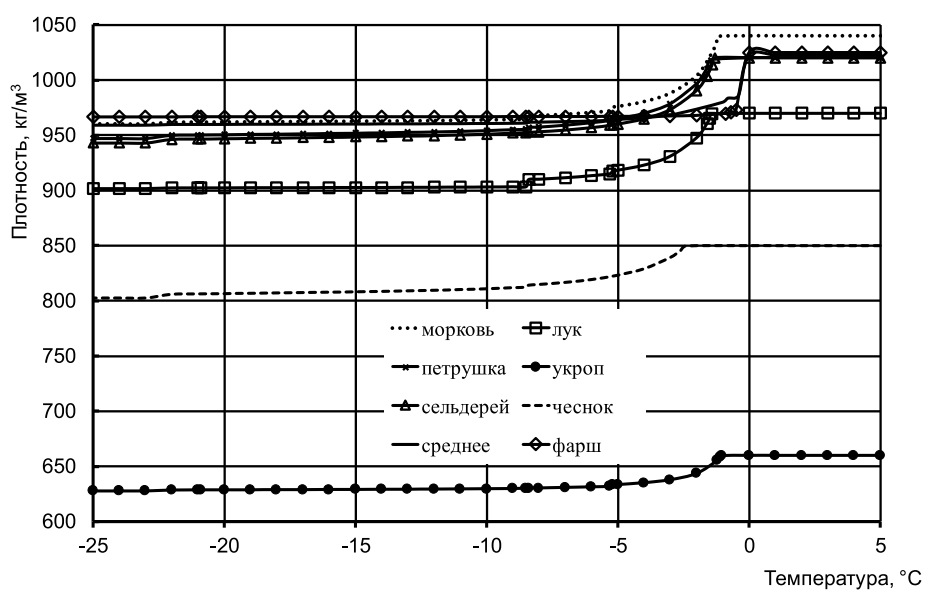


Рис. 2. Плотность зразы

Fig. 2. Density of zrazy

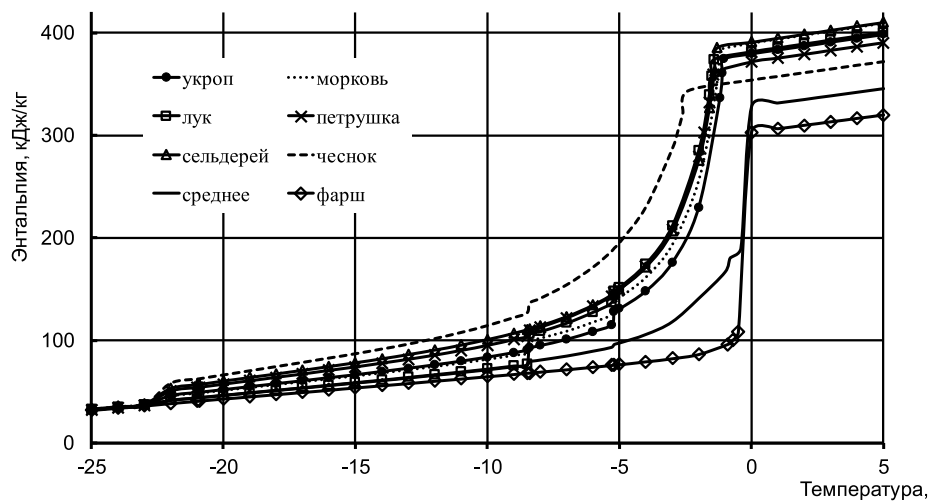


Рис. 3. Энтальпия зразы

Fig. 3. Enthalpy of zrazy

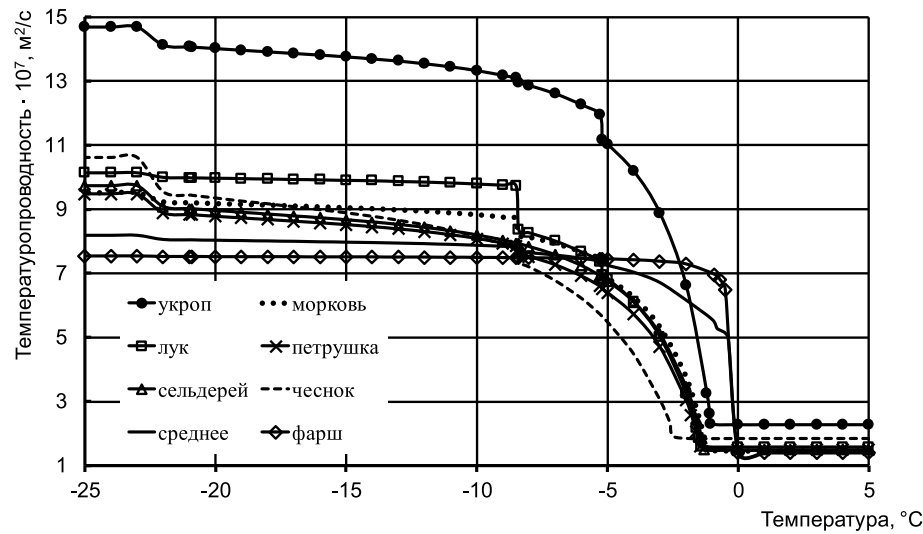


Рис. 4. Температуропроводность зrazy  
Fig. 4. Temperature conductivity of zrazy

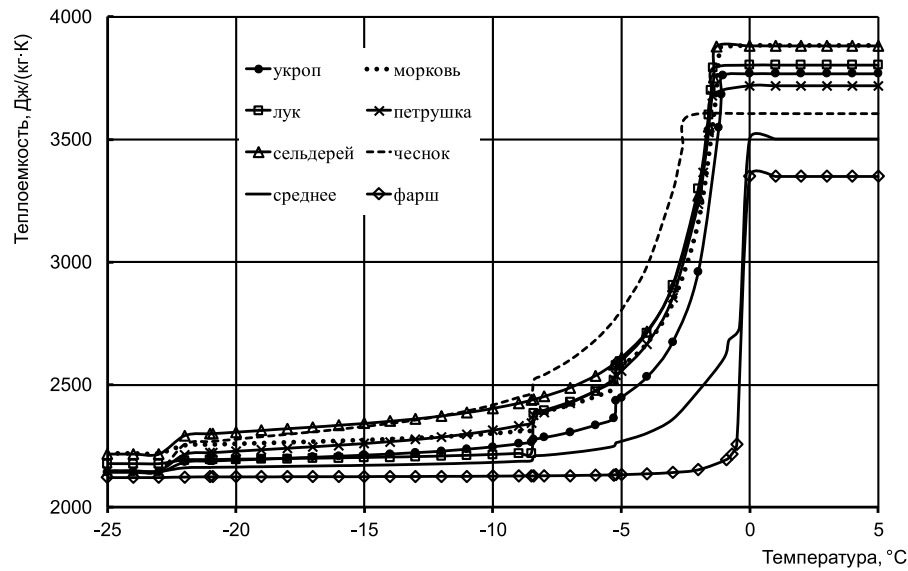


Рис. 5. Теплоемкость зrazy  
Fig. 5. Thermal capacity of zrazy

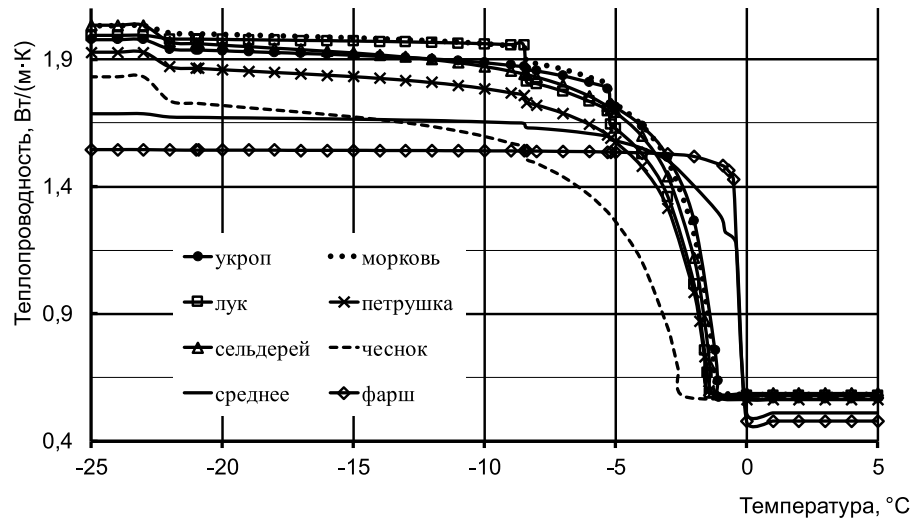


Рис. 6. Теплопроводность зrazy  
Fig. 6. Thermal conductivity of zrazy

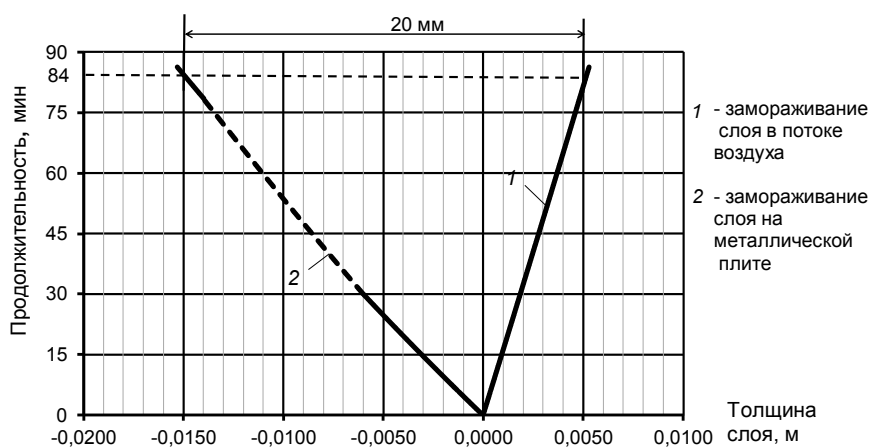


Рис. 7. График определения продолжительности замораживания зразы комбинированным способом

Рис. 7. Estimating the time of zrazy freezing by combined technique

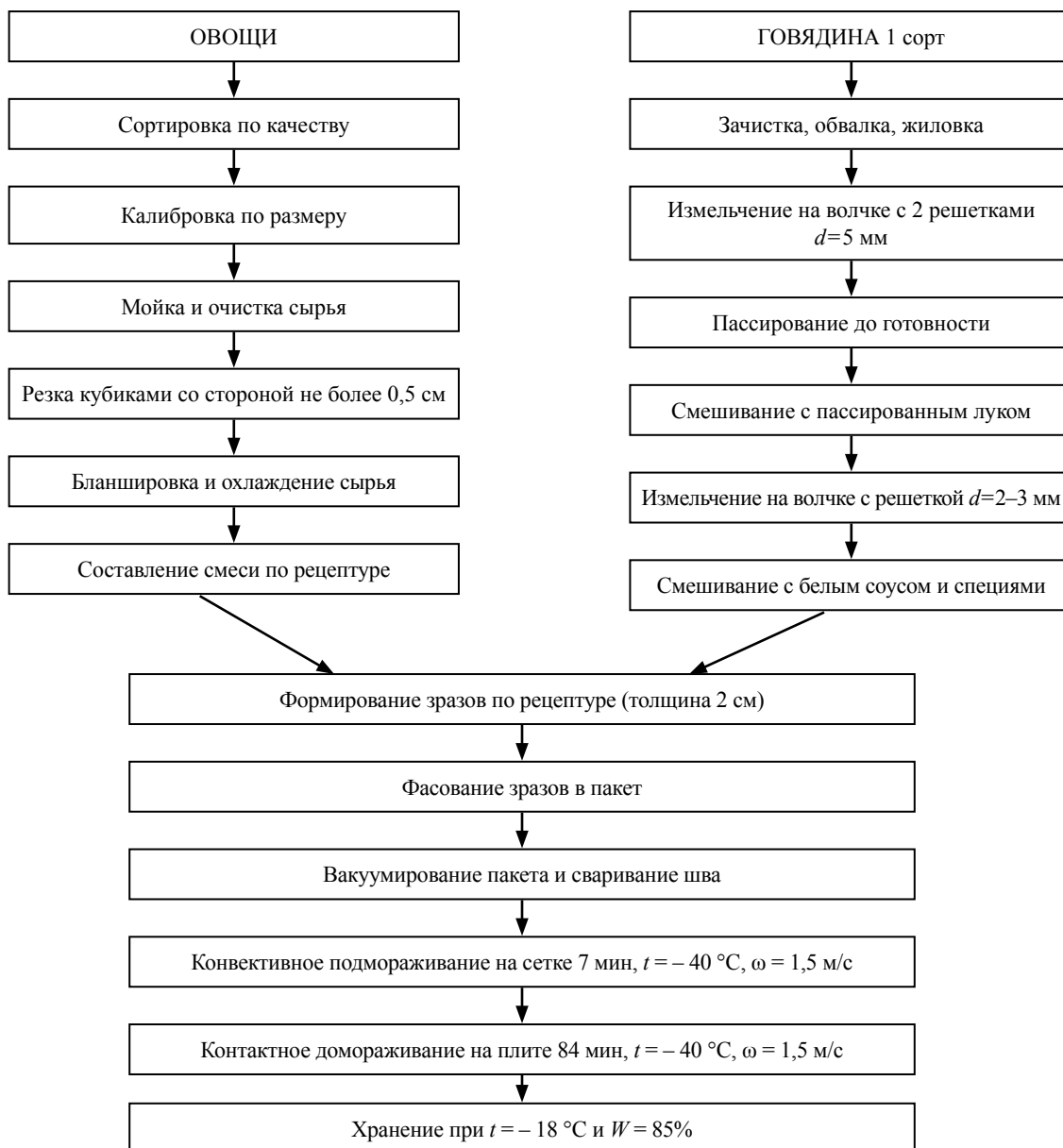


Рис. 8. Технология изготовления зраз

Fig. 8. Production of zrazy

В результате расчета получен график, представленный на рис. 7.

Замерзание мясного фарша на графике представлено сплошными линиями, овощной начинки — пунктирной линией. Продолжительность заморозки нижнего слоя фарша, непосредственно расположенного на металлической охлаждаемой плите, составило 30 мин, овощной начинки — 48 мин. Большая часть верхнего слоя фарша (5 мм) замерзла за счет отдачи своего тепла потоку холодного воздуха. Общее время замораживания зразы с овощами 84 мин. Факторами, влияющими на продолжительность процесса низкотемпературной обработки, являются толщина полуфабриката, температура в камере и скорость движения потока охлаждаемого воздуха [13, 15].

Нами предложена технология изготовления и замораживания зраз в вакуумной упаковке, включающий два продуктовых потока — овощей и фарша (рис. 8). Бланшировке подвергают сельдерей и морковь. Для приготовления овощной начинки очищенные компоненты нарезают кубиками со стороной 0,5 см. Для приготовления фарша сырое говяжье мясо пропускают через волчки, полученный фарш помешают в глубокий противень и пассируют в жарочном шкафу. Из выделившегося в результате обжарки сока готовят белый соус, смешивая его с пшеничной мукой. Пассированное мясо перемешивают с луком, снова пропускают через мелкую решетку волчка. Заправляют специями и белым соусом. Далее формируют зразы.

Упаковочный процесс происходит сразу после изготовления зраз, что уменьшает вероятность осеменение продукта бактериями и микроорганизмами. За счет вакуумной упаковки процесс низкотемпературной обработки имеет высокую скорость [16], т. к. пакет плотно прилегает к зразам, и воздушная прослойка сведена к минимуму. Подобран режим замораживания со следующими критериями: температура в камере  $-40^{\circ}\text{C}$ , продолжительность нахождения мясного полуфабриката на сетке-подложке 7 мин, на охлаждаемой плите — 84 мин. Полученный упакованный мясной полуфабрикат

удобно и безопасно складировать, транспортировать и хранить.

### Выводы

Зразы являются двухкомпонентным мясным полуфабрикатом, что учитывалось при нахождении теплофизических свойств. Графики изменения свойств овощной начинки в процессе замораживания показали выделения скрытой теплоты при температурах  $-5,3^{\circ}\text{C}$ ,  $-8,5^{\circ}\text{C}$  и  $-21^{\circ}\text{C}$ , что соответствует эвтектическим температурам кристаллизации водных растворов глюкозы, фруктозы и сахарозы. Данные скачки на кривых замораживания следует учитывать при определении средних показателей теплофизических свойств.

Зная изменения теплофизических свойств компонентов зразов, был проведен графоаналитический тепловой расчет продолжительности замораживания мясного полуфабриката, которая составила 84 мин. Установлена толщина зразы, замерзающая в результате отдачи теплоты металлической охлаждаемой плите, она составила 15 мм. Верхний слой мясного фарша замерзает в результате обдува потоком холодного воздуха.

Предложена технология производства и замораживания мясных полуфабрикатов, где низкотемпературная обработка производится с упакованным и вакуумированным продуктом в два этапа. Начальный этап — замораживание на металлической сетке-подложке в вертикальном потоке холодного воздуха в течение 7 мин, далее пакет с продуктом перемещается на металлическую охлаждаемую плиту для окончательного домораживания в течение 84 мин.

На следующем этапе предполагается осуществить подбор машинно-аппаратурной схемы производства с учетом энергетической эффективности процесса низкотемпературной обработки зразов. Предложенная технология и рецептура мясных комбинированных полуфабрикатов может быть рекомендована мясоперерабатывающими предприятиями для производства продукта с длительным сроком хранения и высокими качественными характеристиками.

### Литература

1. Петий И. А., Притыкина Н. А. Мясные полуфабрикаты высокой степени готовности для здорового питания // Инновации в технологии продуктов здорового питания: материалы Международной научной конференции, 2015. С. 130–138.
2. Хвыля С. И., Пчёлкина В. А. Мясные полуфабрикаты — структура и состав. // Мясные технологии. 2014. № 3 (135). С. 38–40.
3. Патент РФ № 2608727, МКП А23В7/04. Способ быстрого замораживания пищевых продуктов из растительного сырья в упаковке/ И. А. Короткий, Г. Ф. Сахабутдинова, В. Г. Лоншаков; заявитель и патентообладатель КемТИПП. № 2015116997; заявлено 05.05.15; опубликовано 23.01.17. 8 с.
4. Каухчешвили Н. Э. Может ли замороженный продукт быть лучше, чем охлажденный? // Мясная индустрия. 2017. № 8. С. 18–21.
5. Бокарева В. Современная упаковка для мясных полуфабрикатов // Мясные технологии. 2019. № 5 (197). С. 22–28.

### References

1. Petiy I. A., Pritykina N. A. Meat products of high readiness for a healthy diet. *Innovations in the technology of healthy food: materials of the International Scientific Conference*, 2015. pp. 130–138. (in Russian)
2. Khvylya S. I., Pchelkina V. A. Meat semi-finished products — structure and composition. *Meat technologies*. 2014. no. 3 (135). pp. 38–40. (in Russian)
3. Patent RF 2608727 MPK A23B 7/04. The method of fast freezing of food products from vegetable raw materials in the package. Korotkij I. A., Sakhabutdinova G. F., Lonshakov V. G.; applicant and patent holder KemTIPP. No 2015116997; declared 05.05.15; published 23.01.17. 8 p. (in Russian)
4. Kaukhcheshvili N. E. Can a frozen product be better than a chilled product? *Meat Industry*. 2017. no. 8. pp. 18–21. (in Russian)
5. Bokareva V. Modern packaging for semi-finished meat. *Meat technologies*. 2019. no. 5 (197). pp. 22–28. (in Russian)

6. Кудряшов Л. С. Разработка биоразлагаемой пленки для увеличения срока годности охлажденных мясных полуфабрикатов / Л. С. Кудряшов, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова, А. А. Ногина // Все о мясе. 2019. № 1. С. 18–21.
7. Галсанова Д. Г., Распутина О. В. Оценка качества и микробиологическая безопасность мясных полуфабрикатов. // Теория и практика современной аграрной науки: материалы II Национальной (всероссийской) конференции, 2019. С. 364–367.
8. Чижикова О. Г., Нижельская К. В. Мясные рубленые полуфабрикаты с добавлением перца сладкого. Качество продукции, технологий и образования: материалы XIII Международной научно-практической конференции, 2018. С. 104–110.
9. Попов В. П. Оптимизация рецептуры и скорости охлаждения мясных полуфабрикатов для общественного питания / В. П. Попов, Г. А. Сидоренко, С. Ю. Соловых // Актуальные задачи фундаментальных и прикладных исследований: материалы Международной научно-практической конференции, 2018. С. 78–83.
10. Короткий И. А., Сахабутдинова Г. Ф. Определение теплофизических свойств компонентов плодовоовощной смеси в процессе замораживания. // Техника и технология пищевых производств, 2016. № 1 (40). С. 81–87.
11. Ерсин А. С., Пойманов В. В. Конструирование оборудования для замораживания мясных полуфабрикатов. // Материалы студенческой научной конференции, 2018. С. 310.
12. Сахабутдинова Г. Ф. Экспериментальное и аналитическое исследование процессов низкотемпературной обработки овощей. // Вестник КрасГАУ, 2017. № 8. С. 69–75.
13. Короткий И. А. Анализ параметров, влияющих на продолжительность замораживания овощных полуфабрикатов комбинированным способом / И. А. Короткий, Г. Ф. Сахабутдинова, А. В. Шафрай // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 3 (46). С. 108–113.
14. Coombs C. Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review / Cassius E. O. Coombs, Benjamin W. B. Holman, Michael A. Friend, David L. Hopkins // Meat Science. 2017. V. 125. pp. 84–94.
15. Яблоненко Л. А. Выбор условий замораживания обогащенных мясных полуфабрикатов. // Все о мясе. 2017. № 1. С. 40–42.
16. Zouaghi Ferdaous, Maria J. Cantalejo. Study of modified atmosphere packaging on the quality of ozonated freeze-dried chicken meat. // Meat Science. 2016. V. 119. pp. 123–131.
6. Kudryashov L. S. Development of a biodegradable film to increase the shelf life of chilled meat semi-finished products / L. S. Kudryashov, S. L. Tikhonov, N. V. Tikhonova, A. A. Nogina. *All about meat*. 2019. no. 1. pp. 18–21. (in Russian)
7. Galsanova D. G., Rasputina O. V. Quality assessment and microbiological safety of meat products. Theory and Practice of Modern Agrarian Science: Proceedings of the II National (All-Russian) Conference, 2019. pp. 364–367. (in Russian)
8. Chizhikova O. G., Nizhelskaya K. V. Chopped meat semi-finished products with the addition of sweet pepper. Quality of products, technologies and education: materials of the XIII International Scientific and Practical Conference, 2018. pp. 104–110. (in Russian)
9. Popov V. P. Optimization of the formulation and cooling rate of meat semi-finished products for catering / V. P. Popov, G. A. Sidorenko, S. Yu. Solovykh. Actual problems of fundamental and applied research: materials of the International Scientific and Practical Conference, 2018. pp. 78–83. (in Russian)
10. Korotkij I. A., Sakhabutdinova G. F.. Determination of heatphysical properties of components of fruit and vegetable mix in the course of freezing. *Equipment and technology of food productions*. 2016. no. 1 (40). pp. 81–86. (in Russian)
11. Ersin A. S., Poymanov V. V. Designing equipment for freezing meat semi-finished products. Materials of the student's scientific conference. 2018. 310 p. (in Russian)
12. Sakhabutdinova G. F. Experimental and analytical study of the processes of low-temperature processing of vegetables. *The Bulletin of KrasSAU*. 2017. no. 8. pp. 69–75. (in Russian)
13. Korotkij I. A., Sakhabutdinova G. F., Shafray A. V. The analysis of the parameters influencing duration of freezing of vegetable semi-finished products a combined method. *Equipment and technology of food productions*. 2017. no. 3 (46). pp. 108–113. (in Russian)
14. Coombs C. Long-term red meat preservation using chilled and frozen storage combinations: A review / Cassius E. O. Coombs, Benjamin W. B. Holman, Michael A. Friend, David L. Hopkins. *Meat Science*. 2017. V. 125. pp. 84–94
15. Yablonsenko L. A. Selection of freezing conditions for fortified meat semi-finished products. *All about meat*. 2017. no. 1. pp. 40–42. (in Russian)
16. Zouaghi Ferdaous, Maria J. Cantalejo. Study of modified atmosphere packaging on the quality of ozonated freeze-dried chicken meat. *Meat Science*. 2016. V. 119. pp. 123–131.

### Сведения об авторах

#### Короткая Елена Валерьевна

Д. т. н., профессор кафедры аналитической химии и экологии института инженерных технологий Кемеровского государственного университета, Кемерово, б-р Строителей, 47, krot69@mail.ru

#### Сахабутдинова Гульнар Фигатовна

Старший преподаватель кафедры технологического проектирования пищевых производств института инженерных технологий Кемеровского государственного университета, 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 89235202979@yandex.ru

### Information about authors

#### Korotkaya Elena V.

D. Sc., Professor of Department of Analytical Chemistry and Ecology of Institute of Engineering Technologies of Kemerovo State University; 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, krot69@mail.ru

#### Sahabutdinova Gul'nar F.

Senior teacher of department of technological design of food productions of the Intitut of engineering technologies of the Kemerovo state university; 47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia, 89235202979@yandex.ru