

УДК 637.561-029:33 (470.319)

Е.В. Литвинова, А.С. Большакова, С.Ю. Кобзева, М.В. Киселева

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИНИРОВАННЫХ ФАРШЕЙ С ЛАМИНАРИЕЙ

В работе представлено экспериментальное обоснование технологических рекомендаций по подготовке сырьевых компонентов для производства рыбо-морковных фаршей с порошком ламинарии. Приведены сведения о зависимости физико-химических и структурно-механических свойств фарша от продолжительности варки и количества моркови, а также замены части сырой рыбы на отварную. Предложен способ подготовки порошка ламинарии, позволяющий получить фарши с высокими функционально-технологическими показателями.

Комбинированный фарш, порошок ламинарии, технологические параметры, физико-химические и структурно-механические свойства.

### Введение

Одним из перспективных направлений повышения качества продуктов питания является производство рыбо-растительных фаршевых кулинарных изделий, обогащенных йодом. Научный подход к разработке ингредиентного состава таких комбинированных продуктов и совершенствование технологии предварительной подготовки сырья не только позволяют регулировать физико-химические и структурно-механические свойства, повысить биологическую ценность, но и могут обеспечить экономическую доступность для всех категорий населения.

### Объекты и методы исследований

Целью исследования являлось экспериментальное обоснование технологических рекомендаций по подготовке сырьевых компонентов для производства рыбо-морковных фаршей с порошком ламинарии. Объектами исследования являлись морковь столовая свежая и отварная, треска потрошенная обезглавленная, порошок ламинарии производства Архангельского опытного водорослевого комбината (ТУ 9284-039-00462769-02 «Водоросли беломорские сушеные пищевые»), модельные фарши. В работе использовали традиционные методы определения технологических свойств, структурно-механические характеристики определяли с помощью прибора «Структурометр СТ-1».

### Результаты и их обсуждение

Первым этапом работы являлось экспериментальное обоснование влияния времени варки на структурно-механические свойства моркови. В известных технологиях рыбо-растительных фаршевых изделий осуществляют предварительную тепловую обработку овощей с целью частичной деструкции клеточных стенок и, соответственно, размягчения и уменьшения прочности паренхимной ткани [1, 2].

Для характеристики механической прочности были изучены структурно-механические свойства сырой и отварной моркови. Для исследования морковь отваривали в кожуре в течение 10–25 мин, затем очищали и измельчали на мясорубке. В измельченной массе определяли предельное напряжение сдвига (ПНС) и адгезионную способность (АС).

Полученные экспериментальные данные указывают, что в результате тепловой деструкции клеточных стенок происходит значительное снижение величины ПНС моркови. Так, в моркови вареной в течение 25 мин величина ПНС на 55,9 % меньше, чем в сырой моркови. Соответственно отмечается увеличение ПДС отварной моркови на 144,4 %.

При тепловой обработке происходит деструкция протопектина, приводящая к образованию растворимых и нерастворимых продуктов. Имеются сведения о том, что при варке моркови разрушается и переходит в водорастворимое состояние до 40 % протопектина, о чем свидетельствует накопление в отварах галактуроновой кислоты и сахаров. При этом часть протопектина переходит в пектин, обладающий способностью к студнеобразованию и формированию связанной структуры фаршевых изделий. Накоплением пектина в процессе тепловой обработки можно частично объяснить увеличение величины АС в отварной моркови [2, 3].

Следующим этапом исследований являлось установление зависимости физико-химических и структурно-механических свойств рыбо-моркового фарша от продолжительности варки моркови. В качестве контроля использовали рецептуру № 324 «Котлеты рыбные» из сборника технологических нормативов по 1 колонке, в которой соотношение треска : хлеб пшеничный, замоченный в воде, составляет 58,8:41,2 % [1]. В модельных фаршах замоченный в воде хлеб заменяли на сырую и отварную в течение 10–25 мин морковь. Результаты изучения влагоудерживающей (ВУС), влагосвязывающей (ВСС) способности, предельного напряжения сдвига (ПНС) и адгезионной способности (АС) фаршей приведены на рис. 1.

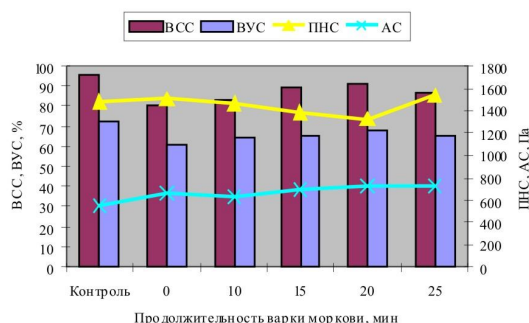


Рис. 1. Физико-химические и структурно-механические свойства рыбо-морковного фарша в зависимости от продолжительности варки моркови

В результате исследований установлено, что замена замоченного в воде пшеничного хлеба измельченной сырой морковью приводит к снижению показателей ВСС и ВУС соответственно на 10,1 и 6,1 %. Использование отварной моркови приводит к повышению этих показателей, однако при удлинении срока варки моркови до 25 мин величина ВУС и ВСС начинает снижаться. Наиболее высокие показатели ВСС и ВУС отмечены в фарше с продолжительностью варки моркови 20 мин.

Полученные данные указывают на то, что по влагоудерживающим и влагосвязывающим свойствам рыбный фарш с отварной морковью несколько уступает традиционно используемому в качестве наполнителя замоченному в воде пшеничному хлебу: показатели ВСС и ВУС в фарше с морковью соответственно на 4,0 и 6,2 % меньше, чем в фарше с хлебом.

Изучение структурно-механических свойств показало, что увеличение времени варки моркови с 10 до 25 мин приводит к повышению пластичности исследуемых фаршей, что подтверждается снижением ПНС на 26–34 % и указывает на образование пластично-вязкой структуры с достаточно высокими прочностными свойствами.

Установлено, что показатель АС фаршей увеличивается в зависимости от варьируемых факторов. Минимальное усилие отрыва (623 Па) отмечено в фарше при варке моркови 10 мин. Удлинение сроков варки моркови приводит к увеличению поверхности контакта фарша и пластины «Структурометра» и свидетельствует об усилении межмолекулярного взаимодействия (сил сцепления) на поверхности раздела. Показатель АС рыбо-морковного фарша выше, чем фарша с пшеничным хлебом, на 11–29 % (в зависимости от продолжительности варки моркови). Это указывает на хорошую устойчивость фаршей при формовании и транспортировании полуфабрикатов, а также сохранность формы при тепловой обработке.

Имеются сведения, что для улучшения реологических свойств готовых изделий в котлетной массе из нежирной рыбы рекомендуется проводить замену 25–30 % массы сырого фарша на отварную рыбу [1]. В связи с этим были установлены зависимости физико-химических и структурно-механических показателей рыбо-морковного фарша от замены 10–25 % сырой рыбы на отварную. Результаты исследований приведены на рис. 2.

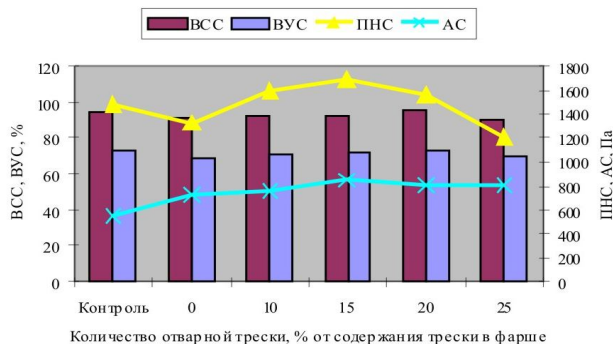


Рис. 2. Физико-химические и структурно-механические свойства рыбо-морковных фаршей в зависимости от замены части сырой трески на отварную

В результате исследований установлено, что наиболее высокими физико-химическими показателями отличался фарш, в котором заменяли 20 % сырой трески на отварную. При дальнейшем увеличении в фарше отварной трески отмечено снижение показателей ВСС и ВУС.

Определено, что увеличение количества отварной рыбы в фарше до 15 % приводит к повышению показателя ПНС до 1696 Па, а при содержании 20 % и выше начинает снижаться до 1213 Па, что указывает на повышение пластичности рыбо-морковного фарша. При этом отмечен рост показателя АС на 10–11 %, указывающий на увеличение липкости фарша.

Для проведения дальнейших исследований готовили модельные фарши, в которых 5 % рыбо-растительной основы заменяли на порошок ламинарии (ПЛ). В качестве контроля использовали рыбо-морковный фарш.

ПЛ обводняли при гидромодулях от 1:1 до 1:10 (ПЛ : вода). Исследования показали, что при обводнении до гидромодуля 1:4 продукт имел недостаточно обводненную неоднородную консистенцию с включением сухих комочков. Увеличение гидромодуля свыше 1:8 приводит к отделению влаги и получению продукта излишне текучей консистенции.

На рис. 3 приведены результаты исследования влияния гидромодуля ПЛ : вода на свойства фаршей.

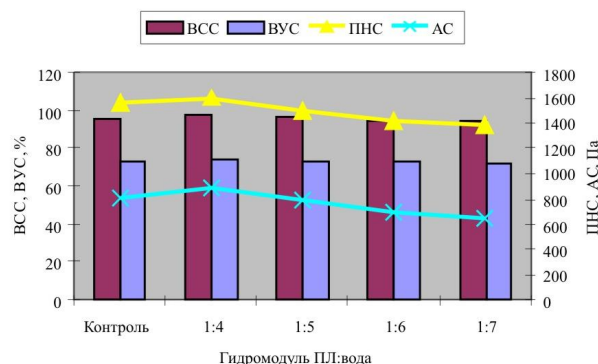


Рис. 3. Физико-химические и структурно-механические свойства рыбо-морковных фаршей в зависимости от гидромодуля порошок ламинарии (ПЛ) : вода

Установлено, что использование ПЛ с гидромодулями от 1:4 до 1:5 приводит к повышению показателя ВСС фаршей на 1,6–2,2 % и дальнейшему снижению до значения 99,0 % при гидромодуле 1:7. Показатель ВУС фаршей ПЛ с гидромодулями от 1:6 до 1:7 практически не отличается от контроля. При этом использование ПЛ с гидромодулями от 1:4 до 1:5 приводит к повышению этого показателя на 1,7–2,8 %.

Результаты исследований показали, что повышение гидромодуля ПЛ : вода свыше 1:4 приводит к понижению значений структурно-механических характеристик фаршей. Так, при увеличении гидромодуля с 1:4 до 1:7 отмечено снижение ПНС на 3,5–11,1 %, соответственно АС на 1,6–19,6 %.

Таким образом, по технологическим и структурно-механическим свойствам наиболее предпочтительными являются образцы рыбо-морковного фар-

ша, в которых использовался ПЛ с гидромодулем 1:4. Указанный фарш отличался более высокими по сравнению с контролем физико-химическими показателями (ВСС и ВУС соответственно на 2,2 и 2,8 % выше, чем в контрольном образце) и структурно-механическими характеристиками: ПНС и АС на 3,2 и 9,6 % выше, чем в контроле.

Для дальнейших исследований использовали рыбо-морковные фарши, в которых применяли ПЛ, обводненный при гидромодуле 1:4. При этом время набухания ПЛ варьировали от 1 до 15 мин. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические и структурно-механические свойства фаршей в зависимости от продолжительности набухания порошка ламинарии (ПЛ)

Образец	ВСС, %	ВУС, %	ПНС, Па	АС, Па
Контроль (рыбо-морковный фарш)	95,3	72,3	1555	811
Образец № 1 (время набухания ПЛ 1 мин)	97,4	74,3	1605	889
Образец № 2 (время набухания ПЛ 5 мин)	97,9	74,8	1615	891
Образец № 3 (время набухания ПЛ 10 мин)	98,4	75,1	1658	897
Образец № 4 (время набухания ПЛ 15 мин)	98,4	75,1	1658	864

Установлено, что увеличение времени набухания ПЛ приводит к росту показателя ВСС фаршей на 2,2–3,3 %, а показателя ВУС на 2,8–3,9 %. При этом наиболее высокими показателями обладает фарш с ПЛ, набухающим в течение 10 мин. Дальнейшее увеличение времени набухания ПЛ практически не влияет на эти показатели.

Изучение структурно-механических свойств показало, что увеличение времени набухания ПЛ приводит к повышению прочностных свойств исследуемых фаршей, что подтверждается ростом показателя ПНС на 3,2–6,6 % по сравнению с контролем и указывает на образование упруго-вязкой структуры.

Показатель АС фаршей также увеличивается в зависимости от варьируемых факторов. Минимальное усилие отрыва (811 Па) отмечено в контроле. Удлинение продолжительности замачивания ПЛ приводит к росту показателя АС на 6,5–10,6 %, указывающего на увеличение липкости фарша.

В дальнейшем исследовали влияние продолжительности перемешивания на свойства рыбо-морковного фарша. Время перемешивания фарша варьировали от 2 до 6 мин. Результаты представлены на рис. 4.

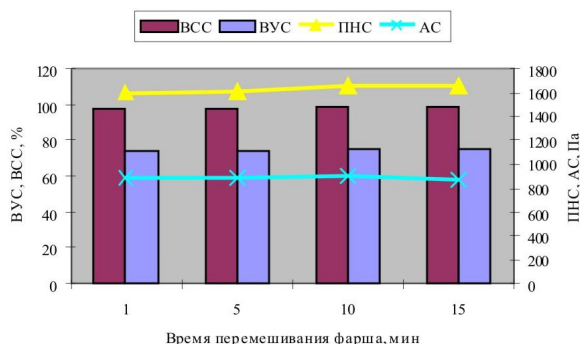


Рис. 4. Физико-химические и структурно-механические свойства фаршей в зависимости от времени перемешивания

Установлено, что продолжительность перемешивания фарша практически не отражается на показателе ВСС фарша и приводит к некоторому росту показателя ВУС (на 1,6–1,9 % больше, чем в контроле).

Известно, что в результате измельчения часть мышечных волокон мяса и рыбы разрушается, часть теряет целостность и появляется возможность для выхода миофибриллярных и саркоплазматических белков в фарш. Перемешивание измельченного сырья ускоряет эти процессы, вследствие чего мышечные белки более интенсивно начинают выходить из клеточных структур, повышается их растворимость. В результате повышается липкость фаршей, на что указывает рост показателя АС на 2,9 % при увеличении продолжительности перемешивания фарша с 1 до 6 мин [4, 5].

В свою очередь, при гидратации полисахариды сухой ламинарии способны набухать и формировать нерастворимую объемную сеть. Нерастворимое строение и объемная структура являются результатом поперечных сшивок полимеров. Именно перекрестные сшивки определяют характеристики гидрогелей как твердого вещества, а не раствора, определяя эластичный ответ на натяжение [6].

В связи с относительно невысоким содержанием воды в измельченном рыбо-морковном фарше создаются благоприятные условия для контактирования и взаимодействия растворимых мышечных белков рыбы с обводненными полисахаридами порошка ламинарии. Специфическое взаимодействие с белками является характерной реакцией для гидроколлоидов морских водорослей, в результате чего в фарше начинает формироваться пространственный каркас-матрица с твердообразными свойствами.

На образовании подобной структуры указывает повышение механической прочности и эластичности рыбо-морковного фарша, выразившееся в повышении показателя ПНС на 5 % при увеличении времени перемешивания фарша с 1 до 6 мин. Дальнейшее увеличение времени перемешивания фарша практически не отражается на структурно-механических характеристиках фаршей.

На основании полученных экспериментальных данных разработаны технологические требования к подготовке сырья для производства рыбо-морковных фаршей с порошком ламинарии.

1. Подготовка моркови: варка в кожуре в течение 20 мин с момента закипания воды.

2. Подготовка рыбной массы: смешивание сырого и отварного филе трески с кожей без реберных костей в соотношении 80:20 (мас.%).

3. Подготовка рыбо-морковной массы: смешивание рыбной массы с отварной морковью в соотношении 58,8:41,2 (мас.%).

4. Подготовка порошка ламинарии (ПЛ): гидратация при гидромодуле ПЛ : вода = 1:4, время набухания 10 мин.

5. Приготовление фарша: измельчение рыбо-морковной массы, добавление набухшего ПЛ (при соотношении рыбо-морковная масса : набухший ПЛ = 95:5 мас.%) и перемешивание фарша в течение 6 мин.

Рецептура рыбных фаршей (г/1000 г фарша)

Продукты	Котлеты рыбные № 324 (контроль)		Котлеты рыбо-морковные с ламинарией	
	Б	Н	Б	Н
Треска потрошенная обезглавленная	805	589	612	447 <sup>1</sup>
Треска потрошенная обезглавленная (для варки)	–	–	210	153 <sup>1</sup> / 112 <sup>2</sup>
Хлеб пшеничный	176	176	–	–
Вода	235	235	40	–
Морковь	–	–	491	391 <sup>3</sup>
Порошок ламинарии	–	–	10	50 <sup>4</sup>
Выход фарша	–	1000	–	1000

<sup>1</sup> Филе с кожей без реберных костей.<sup>2</sup> Филе с кожей без реберных костей (отварное).<sup>3</sup> Морковь очищенная вареная.<sup>4</sup> Набухший порошок ламинарии.

С учетом разработанных технологических параметров рассчитана рецептура фаршей, приведенная в табл. 2.

Таким образом, в результате исследований установлены желательные технологические параметры подготовки моркови, рыбы, порошка ламинарии, позволяющие получить йодированные фарши, практически не отличающиеся по физико-химическим и структурно-механическим показателям от традиционных рыбных фаршей, в которых в качестве наполнителя используется замоченный в воде пшеничный хлеб. Следует отметить, что замена пшеничного хлеба на отварную морковь приводит к повышению расчетного показателя биологической ценности белков с 76,11 в контрольном фарше до 96,75 в рыбо-морковном фарше. Содержание органического йода и высокая степень сбалансированности аминокислот в белках рыбо-морковного фарша позволяют отнести его к функциональным продуктам повышенной биологической ценности.

#### Список литературы

1. Сборник рецептов и блюд и кулинарных изделий. Нормативная документация для предприятий общественного питания. – М.: Дело и сервис, 1998. – 864 с.
2. Литвинова, Е.В. Технология и контроль качества кулинарной продукции из картофеля, овощей и грибов / Е.В. Литвинова, А.И. Шилов, Л.С. Большакова, З.П. Подкопаева; под ред. Е.В. Литвиновой. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 384 с.
3. Blanching effects on the chemical composition and the cellular distribution of pectins in carrots. Lo C.-M., Grun I.U., Taylor T.A., Kramer H., Fernando L. N.J. Food Sci. 2002. 67, № 9. P. 3321–3328.
4. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. Кн. 2: Технология мясных продуктов / И.А.Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – 445 с.
5. Ершов, А.М. Технология рыбы и рыбных продуктов. – М.: Гиорд, 2006. – 944 с.
6. Птичкин, И.И. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность / И.И. Птичкин, Н.М. Птичкина. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2009. – 164 с.

ГОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли»,  
302028, Россия, г. Орел, ул. Октябрьская, 12.  
Тел./факс: (4862) 43-51-63  
e-mail: ogiet@orn.ru

#### SUMMARY

**E.V. Litvinova, L.S. Bolshakova, S.J. Kobzeva, M.V. Kiselyova**

#### **Technological parameters of preparation for raw materials for manufacture of the combined forcemeats with laminaria**

The work presents the experimental substantiation of technological recommendations for preparation of raw components for manufacture of fish-carrot forcemeats with a laminaria powder. The data on the dependence of physico-chemical and structural-mechanical properties of forcemeat from cooking time, the quantity of carrots, and the replacement of a part of crude fish with the boiled one are given. The way of preparation of the laminaria powder allowing to receive forcemeats with high functional-technological indices is offered.

The combined forcemeat, laminaria powder, technological parameters, physico-chemical and structural-mechanical properties.

The Oryol state institute of economy and trade,  
12, street October, Orel, 302028, Russia  
Phone/Fax: +7 (4862) 43-51-63  
e-mail: ogiet@orn.ru

