

УДК 664.952

DOI 10.15853/2072-8212.2015.38.106-109

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ И ДИСПЕРГИРОВАНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РЫБНОГО ФАРША

Л.Б. Гусева, В.Д. Богданов



*Профессор, профессор; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
690087 Владивосток, Луговая, 52Б
Тел.: (423) 226-49-71, (423) 226-13-41
E-mail: dalrybvtuz7@mail.ru, bogdanovvd@dgtru.ru*

РЫБНЫЙ ФАРШ, ТЕРМООБРАБОТКА, ДИСПЕРГИРОВАНИЕ, СИНЕРЕЗИС, ДЕНАТУРАЦИЯ, СТРУКТУРА

Получены закономерности изменения свойств фаршевых систем в процессе их термообработки и последующего диспергирования. Установлено, что при термообработке рыбного фарша и формировании термотропного геля вследствие денатурации белков ухудшаются структурные характеристики дисперсной системы: она сжимается и частично выделяет водную фазу. Диспергирование термообработанного рыбного фарша частично восстанавливает функциональные свойства денатурированных белков, в результате чего структурные характеристики термогеля улучшаются.

STUDY OF HEAT AND DISPERSION ON FUNCTIONAL PROPERTIES MINCED FISH

L.B. Guseva, V.D. Bogdanov

*Professor, professor; Far Eastern State Technical Fisheries University
690087 Vladivostok, Lugovaya, 52B
Tel.: (423) 226-49-71
E-mail: dalrybvtuz7@mail.ru, bogdanovvd@dgtru.ru*

MINCED FISH, HEAT TREATMENT, DISPERSION, SYNERESIS, DENALI TURATSIYA, STRUCTURE

The regularities of changes in the properties of minced systems during their thermoob-processing and subsequent dispersion. It is established that during the heat treatment of minced fish-forming thermotropic gels, denaturation of proteins deteriorate due to its structural characteristics. Dispersing precooked minced fish partially restores the function-tional properties of denatured proteins, causing structural characteristics-termogelya improved.

Известно, что в процессе термообработки полуфабрикатов рыбных продуктов происходит не только приобретение ими желаемых потребительских свойств (достижение кулинарной готовности, улучшение органолептических показателей и микробиологического состояния), но при этом они теряют часть водной фазы в виде бульона, вследствие снижения водоудерживающей способности белков, что отрицательно сказывается на их консистенции и технологических потерях. Данные нежелательные изменения связывают, прежде всего, с денатурационными изменениями в белковых макроструктурах при высокотемпературном воздействии. Для уменьшения такого воздействия применяют различные технологические приемы: рациональные режимы термообработки, введение в полуфабрикат антиденатурантов, использование ферментов и микроорганизмов, специальных покрытий и оболочек, и др. (Байдалинова и др., 2006; Богданов, 2005).

Вместе с тем, известно из коллоидной химии понятие ренатурации — полное или частичное восстановление денатурированными биополимерами своей пространственной структуры, своих

естественных свойств, которое в прикладном значении возможно использовать хотя бы для частичного восстановления свойств (в первую очередь, водоудерживающей способности белков термообработанной измельченной мышечной ткани рыб). Вполне вероятно, технологического эффекта ренатурации можно будет достичь путем применения диспергирования рыбного фарша по окончании процесса его термообработки.

Целью работы являлось исследование закономерностей изменения свойств фаршевых систем в процессе термообработки и последующего диспергирования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве сырья при выполнении экспериментальных исследований использовали свежемороженые навагу, минтай, сельдь тихоокеанскую и сайру, соответствующие требованиям ГОСТ 1168-86 «Рыба мороженая», ГОСТ 20057 «Сайра мороженая», ОСТ 15-403-97 «Сельдь мороженая».

Рыбу после размораживания разделявали на филе обесшкурное, которое измельчали на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3 мм. Полу-

ченный фарш эмульгировали в микроизмельчителе тканей в течение 3 мин при скорости вращения 600 об/мин с водой и растительным маслом при процентном соотношении компонентов 60:20:20. Полученную пастообразную дисперсию переносили в количестве 100 г в стеклянные стаканы, которые помещали в шестиместную водяную баню LOIP LB-160, имеющую предел допускаемой погрешности заданной температуры не более ± 2 °С. Для контроля температуры в центре каждого опытного образца фарша использовали набор термодатчиков checktemp 1 HI 98509, их погрешность определения — $\pm 0,3$ °С (Богданов, Гусева, 2014).

Для экспериментальных исследований выбрано шесть режимов термообработки, описание которых приведено в табл. 1. Данный интервал начальных температур греющей среды позволяет проводить процесс термообработки с различной скоростью нагрева и в зависимости от этого проследить изменения свойств вареного полуфабриката (Патент., 2013).

Процесс диспергирования термически обработанной фаршевой системы проводили сразу после термообработки (температура продукта 70–75 °С) в течение 30 с при частоте вращения вала мешалки 600 об/мин, затем продукт охлаждали холодным воздухом в течение 1,3–1,5 ч до температуры 10 ± 2 °С. Для обоснования рациональной продолжительности диспергирования сам этот процесс проводили до момента, когда в фаршевой системе исчезнет весь выделившийся при термообработке бульон, фиксируя данный промежуток времени с помощью секундомера.

Изменения свойств термообработанного и диспергированного рыбного фарша характеризовали химическими, органолептическими, физическими и реологическими показателями.

Степень денатурации белков определяли по изменению содержания солерастворимых белков до и после технологического воздействия на фаршевую систему (Петрова, Богданов, 2013).

Таблица 1. Режимы термообработки

№ режима	Температура, °С		Продолжительность нагрева, мин	Темп нагрева, °С/мин
	воды в бане, начальная	фаршевого полуфабриката, конечная		
1	15	80	60	1,1
2	50	80	45	1,4
3	85	80	35	1,8
4	90	80	30	2,1
5	95	80	20	3,2
6	100	80	15	4,3

Органолептические показатели определяли в соответствии с рекомендациями Т.М. Сафроновой, используя разработанные нами пятибалльные шкалы (Сафронова, 1998).

Для определения степени релаксации (Косой и др., 2005) в исследуемый образец термообработанного рыбного фарша погружали стеклянную палочку, которую сразу вынимали и изучали изменения образованного ею отверстия (след). Предварительно установлено, что после снятия механической нагрузки возможны следующие преобразования следа (табл. 2). (Богданов, Гусева, 2014).

Таблица 2. Характеристика степени релаксации рыбного фарша после термообработки

Описательная характеристика следа	Степень релаксации, баллы
След затягивается мгновенно	5
След затягивается в течение 5 мин	4
След затягивается в течение 10 мин	3
След не затягивается более чем за 10 мин	2
Одновременно с выемкой стеклянной палочки лунка (след) заполняется водой	1

Относительное количество выделившегося при термообработке бульона рассчитывали по формуле:

$$K = \frac{m}{n} \cdot 100, \quad \text{где}$$

K — относительное количество выделившегося бульона, %;

m — количество жидкости после термообработки фарша, г;

n — масса навески фарша, г.

Степень синерезиса (степень сжатия по высоте) рыбного фарша при термообработке определяли путем измерения высоты дисперсной системы до и после нагрева и рассчитывали по формуле:

$$C_c = (h_0 - h_1) / h_0 \times 100, \quad \text{где}$$

C_c — степень синерезиса, %;

h_0 — высота фаршевой системы до термообработки, мм;

h_1 — высота фаршевой системы после термообработки, мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследовалось влияние скорости нагрева фаршевых систем наваги и минтая, сельди и сайры на количество выделившейся водной фазы (бульона) и степень синерезиса термоге-

лей. На рис. 1 и 2 приведены экспериментальные данные по исследованию влияния термообработки на свойства фаршевых систем различных видов рыб.

Из данных рис. 1 следует, что потери воды в виде бульона имеют место при термообработке фарша всех исследуемых видов рыб. При этом прослеживается зависимость этих потерь от вида рыбы: чем выше содержание в рыбе воды, тем больше выделяется из нее бульона. Так, больше всего бульона выделяется при термообработке фарша наваги, затем минтай, сайры и меньше всего — сельди. Кроме того, величина термопотерь зависит от темпа прогрева фарша: они более значительные при медленном и быстром нагреве и имеют наименьшие значения при среднем темпе нагрева 1,8–2,1 °С/мин. Причем данная зависимость характерна для фаршей всех исследуемых видов рыб.

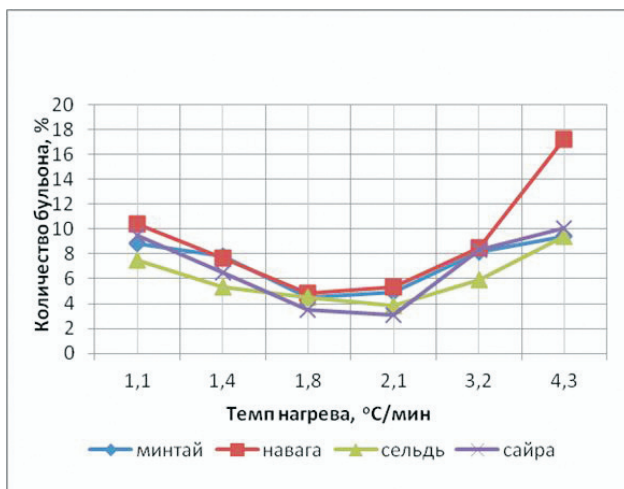


Рис. 1. Количество бульона при термообработке рыбного фарша в зависимости от темпа его нагрева

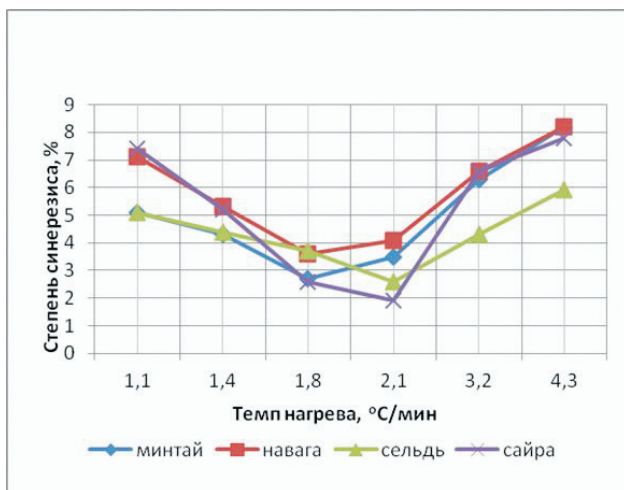


Рис. 2. Зависимость степени синерезиса рыбного фарша от темпа его нагрева

Данные рис. 2 показывают, что при термообработке фаршевых систем происходит их сжатие (синерезис), выражающееся в уменьшении линейных размеров. Причем степень синерезиса фаршей при термообработке зависит от вида рыбы и темпа прогрева, аналогичным образом как количество выделившегося бульона. Чем больше выделяется бульона при термообработке, тем выше степень синерезиса термогеля рыбного фарша, коэффициент корреляции между этими показателями изменений физических свойств фаршевых систем составляет 0,97.

Рассмотренные выше зависимости физических показателей термообработанных рыбных фаршей различных видов рыб от скорости нагрева свидетельствуют о глубоких изменениях в их структурах при тепловом воздействии, связанных, прежде всего, с денатурационными изменениями в их белковых системах. Именно с явлением денатурации белков связывают снижение способности фаршевых систем удерживать воду и проявления ими склонности к синерезису (Байдалинова и др., 2006; Богданов, 2005). Выделяющийся бульон не только снижает выход готовых кулинарных рыбных продуктов, но существенно ухудшаются их структурные характеристики, консистенция становится сухой, крошащейся и жестковатой. В этой связи поиск путей восстановления структуры термообработанных рыбных фаршей является актуальной практической задачей, направленной на повышение качества готовых кулинарных продуктов и повышения их выхода.

В табл. 3 приведены экспериментальные данные по исследованию влияния процесса диспергирования термообработанного рыбного фарша (темпа нагрева 1,8 °С/мин) на его органолептические и структурные свойства.

Данные табл. 3 показывают, что процесс диспергирования не оказывает влияния на такие органолептические показатели, как вкус и запах; они остаются постоянными у фаршей всех исследуемых видов рыб. Однако показатели, характеризующие структурные свойства фаршевых систем после диспергирования и охлаждения, существенно отличаются от таковых, присущих термообработанному фаршу. Прежде всего, показателен факт отсутствия бульона во всех образцах после диспергирования, что положительно отразилось на таком органолептическом показателе, как консистенция. Он после диспергирования и охлажде-

ния фаршей исследуемых видов рыб вырос на 1,0–1,5 балла, что свидетельствует об улучшении структуры фаршевых изделий. Возросли тиксотропные свойства термогелей рыбного фарша: так, показатель релаксации у всех образцов увеличился на два балла.

Улучшение структурных характеристик фаршевых систем можно объяснить частичным восстановлением природных свойств белков, денатурировавших при термообработке. Это подтверждают результаты исследования степени денатурации белков, приведенные в табл. 3. После диспергирования и охлаждения всех образцов рыбного фарша степень денатурации их белков уменьшилась в среднем на 4,5%. Частичное восстановление функциональных свойств миофибриллярных белков мышечной ткани рыбы предположительно можно объяснить тем, что в процессе интенсивного диспергирования разрушается структура термотропного геля, основу которой составляют денатурировавшие белки. Образуется новая дисперсная система с более высокими значениями степени дисперсности, площади межфазовой поверхности, разветвленности макромолекул и их агрегатов, которая в процессе последующего охлаждения формирует новую матричную структуру эластичного геля с возросшими функциональными свойствами.

Таблица 3. Влияние процесса диспергирования на свойства термообработанного рыбного фарша

Показатель, ед. изм.	Вид рыбы и технологического воздействия на фарш							
	навага		минтай		сельдь		сайра	
	ТО*	ДС**	ТО	ДС	ТО	ДС	ТО	ДС
Вкус, баллы	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,5	4,5
Запах, баллы	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0
Консистенция, баллы	3,5	4,5	3,0	4,5	4,0	5,0	4,0	5,0
Релаксация, баллы	1,0	3,0	1,0	3,0	2,0	4,0	2,0	4,0
Степень денатурации белков, %	75,4	71,1	72,6	68,1	70,4	65,5	73,1	68,9
Количество бульона, %	4,8	0,0	4,5	0,0	4,5	0,0	3,8	0,0

*ТО — рыбный фарш после термической обработки

**ДС — рыбный фарш после диспергирования и охлаждения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что в процессе термообработки рыбных фаршевых систем при формировании термотропного геля имеет место снижение его структурных характеристик, выражающееся в выделении бульона и проявлении синерезиса. Глубина этих изменений зависит от темпа (скорости) нагрева, рекомендуемыми из которых является 1,8–2,1 °С/мин.

Диспергирование термообработанного рыбного фарша частично восстанавливает функциональные свойства денатурированных белков, в результате чего улучшаются структурные характеристики образующегося при последующем охлаждении геля, такие как консистенция, релаксация, отделение водной фазы. Данный технологический прием рекомендуется использовать для повышения качества разнообразных кулинарных продуктов на основе рыбного фарша.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Байдалинова Л.С., Лысова А.С., Мезенова О.Я., Слуцкая Т.Н. 2006. Биотехнология морепродуктов. М.: Мир. 560 с.
- Богданов В.Д. 2005. Рыбные продукты с регулируемой структурой. М.: Мир. 310 с.
- Богданов В.Д., Гусева Л.Б. 2014. Совершенствование процесса термообработки рыбных фаршевых кулинарных продуктов // Научные труды Дальрыбвтуза, т. 31. С. 88–94.
- Косой В.Д., Виноградов Я.И., Малышев А.Д. 2005. Инженерная реология биотехнологических сред. СПб.: ГИОРД. 648 с.
- Патент № 2492721. 2013. Способ производства кулинарных изделий на основе рыбного фарша. Богданов В.Д., Гусева Л.Б., Панкина А.В. Опубл. БИ.
- Петрова Л.Д., Богданов В.Д. 2013. Структурированные многокомпонентные фаршевые системы на основе глубоководных рыб. Владивосток: Дальнаука. 224 с.
- Сафронова Т.М. 1998. Справочник дегустатора рыбной продукции. М.: ВНИРО. 244 с.