

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБЫ ПРИ ДЕФРОСТАЦИИ В ПЕРЕМЕННОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Е.Ф. ТУРЦЕВИЧ, Н.И. БОХАН

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

В статье рассмотрена технология дефростации рыбы в переменном электрическом поле высокой частоты. Исследованы изменения качественных показателей мышечной ткани рыбы. Показана целесообразность использования представленного способа размораживания.

The technology of defrosting fishes in a variable electric field of high frequency is examined in article. Changes of quality indicators of a muscular fabric of a fish are researched. The expediency of use of the presented way of defrosting is shown.

Введение

Рыба и морепродукты по своему химическому составу и сбалансированности аминокислот являются полноценными продуктами питания. Более 80 % мороженой рыбы направляется на производство продуктов детского питания, кулинарных изделий, пресервов и консервов, копченой, соленой и вяленой продукции. Процесс размораживания является одним из важнейших этапов обработки рыбы, оказывающим существенное влияние на качественные показатели размороженной рыбы и готовой продукции.

Для улучшения качественных характеристик размороженного сырья и получения продукта высокого качества необходимо стремиться к сокращению длительности процесса размораживания. Практика показала, что применяемые в отрасли градиентные способы размораживания (в воздушной среде; в жидкой среде; конденсирующимся паром под вакуумом) не позволяют существенно сократить продолжительность процесса. Одним из наиболее перспективных способов, позволяющих быстро преодолевать критическую зону температур и существенно интенсифицировать процесс, является размораживание в электрическом поле высокой частоты (ВЧ).

Основная часть

Целью настоящего исследования являлось изучение качественных показателей рыбы, размороженной на воздухе, в воде и ВЧ-энергией. Объектами исследования в лабораторных условиях были салака, скумбрия, палтус, по качеству соответствовавшие требованиям первого сорта (ГОСТ 1168-86). Для исследования из стандартных блоков опытных партий мороженой продукции готовили брикеты размером 0,60x0,40x0,15 м. Метод размораживания ВЧ-энергией испытывался в специально спроектированной и изготовленной экспериментальной установке с частотой 24 МГц непрерывным и дискретным режимами в течение 4–24 минут. В каждом эксперименте фиксировали распределение температуры по объему блоков послойно в 12 точках с целью определения равномерного размораживания. После проведения процесса размораживания отбирали пробы разморо-

женного продукта и производили оценку биохимических, физико-химических, структурно-механических, микробиологических и органолептических показателей. Определение данных показателей проводили по общепринятым и стандартным методикам.

Продолжительность размораживания исследуемых видов рыб от температуры -18°C до температуры -2°C составила: на воздухе – 480...510 мин, в воде – 120...135 мин, в ВЧ поле – 9...10 мин. И при этом уровень равномерности ВЧ нагрева по всему объему обрабатываемых блоков рыбы достаточно высок, об этом свидетельствует разность температур на поверхности и в центре блоков, уровень которой не превышает 1,5...2,5 $^{\circ}\text{C}$.

Важнейшими технологическими характеристиками способов размораживания являются потери массы сырья и водоудерживающая способность (ВУС) мышечной ткани. Многочисленными исследованиями [1–3] установлено, что чем выше скорость процесса размораживания, тем меньше потери мышечной влаги и выше уровень значений ВУС мышечной ткани. Эти результаты подтверждены нами экспериментально и показывают, что при размораживании рыбы ВЧ-энергией в отличие от градиентных способов ВУС мышечной ткани рыбы выше на 7...11 %, а потери массы рыбы не превышают 0,12...0,15 %.

В формировании важнейших качественных показателей пищевой продукции белкам и липидам принадлежит ведущая роль. Нами проведены исследования по изменению содержания азота растворимых белков, экстрагируемых буферными растворами с низкой и высокой ионной силой, при различных способах размораживания рыбы.

Результаты экспериментальных данных по изменению растворимости саркоплазматических, миофибриллярных белков, небелкового азота (НБА) мышечной ткани рыбы, размороженной градиентными способами и ВЧ-энергией, представлены в табл. 1.

Более высокий уровень содержания азота растворимых саркоплазматических и миофибриллярных белков рыбы при размораживании в ВЧ-поле обусловлен высокой скоростью процесса обработки в зоне критических температур от -5 до -1°C , вследствие

Таблица 1. Влияние способа размораживания на изменение азота растворимых саркоплазматических, миофибриллярных белков, НБА мышечной ткани рыбы

Вид рыбы	Мороженая рыба	Способ размораживания		
		На воздухе	В воде	ВЧ-энергией
Азота растворимые саркоплазматические белки				
Салака	0,62	0,47	0,49	0,63
Скумбрия	0,66	0,51	0,53	0,63
Палтус	0,65	0,48	0,49	0,62
Азота растворимые миофибриллярные белки				
Салака	0,90	0,67	0,64	0,87
Скумбрия	0,77	0,59	0,60	0,74
Палтус	0,84	0,61	0,63	0,81
НБА				
Салака	14,01	16,34	15,72	14,37
Скумбрия	16,48	19,07	18,83	16,89
Палтус	10,82	13,26	12,94	11,06

Таблица 2. Изменение pH мышечной ткани рыбы при различных способах размораживания

Вид рыбы	Способы размораживания		
	На воздухе	В воде	ВЧ-энергией
Салака	6,80	6,83	7,00
Скумбрия	5,82	5,89	6,08
Палтус	6,83	6,72	6,97

которой мышечные белки рыбы в наименьшей степени подвергаются денатурационному и гидролитическому воздействию, в результате которых может появляться специфический запах и вкус вследствие накопления НБА. Размораживание ВЧ-энергией позволяет сократить образование НБА по сравнению с размороженной рыбой градиентными методами в 4...7 раз в результате высокой скорости процесса.

Основной причиной ухудшения качества и порчи рыбы является окисление липидов, в частности, окисление образующихся при гидролизе липидов свободных жирных кислот (СЖК). При конвективных способах размораживания образование и накопление СЖК в мясе рыбы происходит в наибольшей степени, чем при размораживании в электрическом поле ВЧ. Так, при размораживании в воздушной среде количественное содержание СЖК увеличивается в палтуса и салаке, соответственно, на 27 и 34 по сравнению с уровнем значений мороженой рыбы. При размораживании ВЧ-энергией липиды мышечной ткани рыбы не претерпевают каких-либо влияющих на качество сырья изменений, что обеспечивает их стабильность при обработке размороженного сырья и полуфабриката.

Немаловажную роль среди физико-химических показателей играет величина pH. Результаты определения величины pH мышечной ткани рыбы после размораживания представлены в табл. 2.

Как свидетельствуют данные, приведенные в табл. 2, при размораживании рыбы ВЧ-энергией зна-

чения pH выше на 0,14...0,26, что соответствует более низкой концентрации водородных ионов белков мышечной ткани рыбы по сравнению с сырьем, размороженным конвективными способами. Наибольшему смещению pH в кислую среду при размораживании в воде и на воздухе по сравнению с диэлектрической обработкой подвержены белки мышечной ткани палтуса и скумбрии, что обусловлено особенностью белковой системы данных видов рыбы.

В процессе технологической обработки в мясе рыбы происходят структурно-механические изменения, обуславливающие уровень качественных характеристик сырья и готовой продукции. Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о явном улучшении структурно-механических свойств мяса рыбы, размороженной ВЧ-нагревом, по сравнению с традиционными способами размораживания. Это объясняется, прежде всего, равномерным размораживанием по объему блока рыбы. Размораживание рыбы в ВЧ-поле в наибольшей степени позволяет сохранить структуру мышечной ткани рыбы, что обуславливает высокий уровень органолептических показателей обработанного сырья и улучшение качества готовой продукции.

Анализ экспериментальных данных (табл. 3) позволил выявить закономерность и особенности изменений цветовых показателей мяса рыбы в зависимости от способа размораживания. По мере снижения темпа и увеличения продолжительности процесса размораживания наблюдается уменьшение яркости

Таблица 3. Изменение яркости цвета мяса рыбы при различных способах размораживания, %

Вид рыбы	Способ размораживания								
	На воздухе			В воде			ВЧ энергией		
	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум
Салака	19,68	18,84	20,04	20,77	20,30	21,11	25,35	24,89	25,80
Скумбрия	8,03	7,74	8,45	8,96	8,51	9,43	10,90	10,12	11,47
Палтус	35,38	34,98	35,70	39,08	38,36	39,77	46,41	44,95	47,38

цвета. И наоборот, чем быстрее происходит процесс размораживания, тем насыщенней яркость цвета мяса рыбы.

Данные исследований свидетельствуют об определенной зависимости изменения яркости цвета мяса рыбы от длительности процесса и, естественно, способа размораживания. Так, уровень цвета яркости мышечных волокон палтуса, салаки и скумбрии, размороженных в ВЧ-поле, выше по сравнению с размороженными образцами в воде на 15,8... 19,2 % и в воздушной среде – на 22,6... 26,3 %. Таким образом, сохранение яркости цвета и окраски мяса рыбы при размораживании происходит за счет высокой скорости процесса обработки в электрическом поле ВЧ, обеспечивающей стабилизацию органолептических показателей размороженного сырья и готовой продукции.

Важным показателем качества размороженного сырья является уровень микробной обсемененности. Бактериальная порча рыбы обусловлена жизнедеятельностью микроорганизмов, содержание которых в выловленной свежей морской рыбе колеблется в широких пределах от 10^2 до 10^6 клеток в 1 г мышечной ткани рыбы [4]. Для улучшения санитарного состояния обработанного сырья необходим быстрый темп размораживания. Нами проведены исследования и сравнительный анализ общей микробной обсемененности мяса рыбы, размороженного различными способами.

Результаты экспериментов показали, что при размораживании в ВЧ-поле уровень общей бактериальной обсемененности мяса рыбы не превышает, соответственно, $7,5 \cdot 10^3$ КОЕ/г. При размораживании рыбы в воде и воздушной среде активность микробной культуры повышается на один – два порядка.

Рост микрофлоры при конвективном размораживании объясняется тем, что при значительной продолжительности процесса обработки (2... 8 ч и более) и достаточно высокой температуры в теле рыбы (7... 15 °С), особенно в верхних слоях, активно развиваются психрофильные микроорганизмы.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что при размораживании рыбы в ВЧ-поле сокращается процесс в 12... 13 и 47... 52 раза по сравнению с размораживанием, соответственно, в воде и на воздухе; многократно сокращаются потери массы обработанного сырья и ВУС; белки мышечной ткани не претерпевают денатурационных изменений. Размораживание рыбы с использованием ВЧ-энергии позволяет получать обработанное сырье без механических повреждений, с естественной окраской и цветом, плотной консистенцией и естественным запахом, свойственным свежей рыбе, существенно улучшающим качественные показатели полуфабрикатов и изготавливаемой пищевой продукции. Размораживание рыбы с использованием ВЧ-энергии позволяет предотвратить развитие микрофлоры и значительно снизить уровень обсемененности сырья, исключить вторичное микробное обсеменение по сравнению с конвективными методами размораживания. Это способствует улучшению качества размороженного полуфабриката и санитарно-микробиологической безопасности вырабатываемой из него пищевой продукции.

Таким образом, размораживание рыбы в электрическом поле ВЧ позволяет значительно интенсифицировать процесс, повысить качество размороженного сырья и устранить недостатки, присущие традиционным способам размораживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков В.П. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке / В.П. Быков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 222 с.
2. Ершов А.М. Технология рыбы и рыбных продуктов / А.М. Ершов. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
3. Мижужева С.А. Разработка и обоснование технологических режимов размораживания рыбы конвективными способами: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / С.А. Мижужева – М., 1983. – 146 с.
4. Сафронова Т.М. Органолептические свойства продуктов рыболовства и современные методы их оценки / Т.М. Сафронова. – М.: Изд. ВНИРО, 1998. – 240 с.