

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФИТОКОПТИЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

О.Я. Мезенова, Е.Е. Дорофеева, Н.Ю. Мезенова

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,  
Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1  
E-mail: mezenova@klgtu.ru

Исследовано получение новой фитокоптильной композиции – жидкой коптильной среды (ЖКС), обогащенной фитоконпонентами дикорастущего растения душицы, которая названа «ФИТО-душица». Обосновано применение её в технологии изготовления рыбы полуогорячего копчения на примере салаки («Салака БИО»). Путем математического планирования эксперимента установлены значения оптимальных факторов получения новой коптильной среды. Определено содержание флавоноидов в коптильной среде салаки полуогорячего копчения. Выявлена динамика органолептических, физико-химических и микробиологических показателей копченой рыбы при хранении. Разработаны нормативная документация на новую продукцию и рекомендации по ее применению.

*жидкая коптильная среда, душица, салака, фитопарафармацевтики, биологически активные вещества, полуогорячее копчение*

### ВВЕДЕНИЕ

В отечественной рыбоперерабатывающей промышленности сегодня практически отсутствует рыба полуогорячего копчения, которая обладает рядом достоинств. Щадящие режимы данного процесса позволяют сохранять на более высоком уровне, чем при холодном или горячем копчении, биологически активные вещества сырья, получать привлекательные сенсорные характеристики продукции. При этом по вкусовым показателям готовые изделия напоминают рыбу горячего копчения, но обладают пролонгированным сроком хранения [1].

В последнее время все более популярным становится бездымное копчение пищевых продуктов, основанное на использовании обогащенных жидких коптильных сред (ЖКС), неоспоримым преимуществом которых является безопасность и наличие натуральных биологически активных веществ растений – фитопарафармацевтиков – витаминов, биофлавоноидов, гликозидов, органических кислот, минеральных веществ и т. д. Однако на сегодняшний день создано лишь ограниченное количество таких ЖКС, биопотенциал растений в этой области недоиспользуется [2].

С учетом сказанного актуальными представляются исследования, направленные на разработку технологии бездымного полуогорячего копчения рыбы с использованием новой жидкой коптильной среды, обогащенной фитоконпонентами дикорастущего растения душицы. Обоснование такой технологии представляется перспективным, так как позволяет создавать биологически более полноценную, сенсорно привлекательную копченую рыбу, безопасную по нормативам и с пролонгированным сроком хранения. С учетом

доступности сырья, простоты технологии и качества готовая продукция будет не только способствовать расширению ассортимента копченой продукции, но и решать вопросы повышения уровня состояния здоровья социальных слоев населения.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлась салака Балтийского моря (*Clupea harengus membras*), коптильный препарат «Жидкий дым», по качеству отвечающие требованиям действующих стандартов [3, 4].

В качестве источника фитопарафармацевтиков использовали сушеные листья и цветки душицы (*Origanum vulgare*), которые отвечали требованиям действующей нормативной документации [5].

Общую кислотность, массовую долю поваренной соли, содержание витамина С и биофлавоноидов определяли стандартными методами; оценку качественного и количественного состава жирных кислот липидов салаки полугорячего копчения – по стандартной методике Германии в Бремерхафенском университете методом газовой хроматографии. Органолептическую оценку готовой продукции осуществляли по разработанной 5-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей качества (суммарная оценка 15,0 баллов).

Моделирование и оптимизацию процесса обогащения жидкой коптильной среды проводили с применением метода планирования эксперимента.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обогащенную ЖКС получали настаиванием сушеной измельченной травы душицы на отечественном коптильном препарате «Жидкий дым» при температуре 18-20С° и периодическим перемешиванием системы. Предварительно душицу измельчали до дисперсного уровня 0,5-1 мм. Настаивание системы длилось трое суток, после чего обогащенную ЖКС фильтровали через семь слоев марли.

Установление оптимальных значений факторов процесса обогащения ЖКС осуществляли с использованием ОЦКП (ортогональный центральный композиционный план) второго порядка, при этом в качестве варьируемых частных факторов, подлежащих оптимизации в проводимом эксперименте, были обоснованно предложены продолжительность настаивания ЖКС  $\tau$  (сутки) и количество вносимой сушеной травы душицы  $M$  (% к массе). Параметром оптимизации математической модели была выбрана совокупная безразмерная характеристика  $y$  (обобщенный параметр оптимизации), объединяющая два частных отклика: содержание биофлавоноидов (дубильных веществ), переходящих в ЖКС из растения –  $M_{об}$ , содержание витамина С, имеющего в коптильных препаратах исключительно растительно-натуральное происхождение –  $M_c$ . Для объединения разных по смыслу частных откликов использовали метод приближения к «идеалу»: чем ближе частное значение к «идеальному», тем лучше. Это заключение адекватно минимальному значению обобщенной безразмерной характеристики параметра оптимизации (в «идеале»  $y$  равен нулю).

План эксперимента по оптимизации процесса обогащения ЖКС фитоконпонентами душицы и результаты оценки качества экспериментальных образцов обогащенных ЖКС приведены в табл. 1.

Таблица 1. План эксперимента по моделированию и оптимизации процесса обогащения ЖКС фитокомпонентами душицы и результаты его реализации  
 Table 1. The experiment Plan on modeling and optimization of process enrichment LSE by phytocomponents Origanum and results of its realization

Номер опыта	План эксперимента				Частные отклики		Обобщенный параметр оптимизации
	продолжительность обогащения ЖКС		количество вносимой сушеной травы душицы		$M_C, \%$	$M_{об}, \%$	у
	$X_1$	$\tau$ (сут)	$X_2$	$M$ (% к массе)			
1	+1	6,0	+1	16,0	42,8	51,4	0,0271
2	-1	2,0	+1	16,0	57,3	72,6	0,0109
3	+1	6,0	-1	10,0	73,4	100,6	0,0049
4	-1	2,0	-1	10,0	45,0	89,6	0,0084
5	+1	6,0	0	13,0	60,1	94,2	0,0024
6	-1	2,0	0	13,0	79,1	155,8	0,0022
7	0	4,0	+1	16,0	39,8	95,9	0,0184
8	0	4,0	-1	10,0	54,8	96,7	0,0026
9	0	4,0	0	13,0	70,2	113,3	0,0038

Примечание. «Идеалы» частных откликов, установленные по определению:  $M_{об} = 160 \text{ мг}\%$ ,  $M_C = 90 \text{ мг}\%$ .

Сравнительный анализ результатов, представленных в табл. 1, показал, что максимальные значения у первого частного отклика по содержанию веществ с Р-витаминной активностью имели место в экспериментах под номерами 3, 6 и 9 и составляли в соответствующих образцах (в мг%): 100,6; 155,8 и 113,3. При этом у второго частного отклика, иллюстрирующего содержание витамина С, наиболее благоприятные значения были у образцов под номерами 3, 6 и 9, что количественно выражалось в значениях, близких к «идеалу»: (соответственно, в мг%) 73,4; 79,1 и 70,2.

Следует отметить и тот факт, что в проведенном эксперименте содержание витамина С в обогащенной ЖКС достигло максимума на шестой день настаивания и составило 79,1 мг% при добавлении 13 мг измельченной душицы (при «идеальном» значении 90 мг%). Содержание биофлавоноидов в обогащенной ЖКС достигло максимума также на шестой день настаивания системы «ЖКС-душица» и составило 155,8 мг% при добавлении 13 мг душицы. Для более точного учета взаимодействия изменяемых факторов и установления их оптимальных значений оптимум процесса определяли с помощью математического алгоритма с обязательной проверкой расчетных данных в контрольном эксперименте.

Реализация плана эксперимента и обработка его данных позволили получить полиномиальное уравнение второго порядка в натуральном виде, адекватно связывающее качество обогащения ЖКС у с изменяемыми факторами:

$$y=0,20023 - 0,00749\tau - 0,02862M + 0,00082 \tau \cdot M + 0,000262 \tau^2 + 0,00103 M^2.$$

Значения оптимальных факторов исследуемого процесса, определенные методом дифференцирования полученной математической модели, составили соответственно: продолжительность настаивания –  $\tau = 3$  сут; количество вносимой сушеной душицы –  $M = 14$  % к массе ЖКС.

В полученной новой ЖКС, названной «ФИТО-душица», были определены органолептические характеристики: она имела прозрачный темно-коричневый цвет, специфические аромат и вкус, основные оттенки которых приведены на рис. 1.

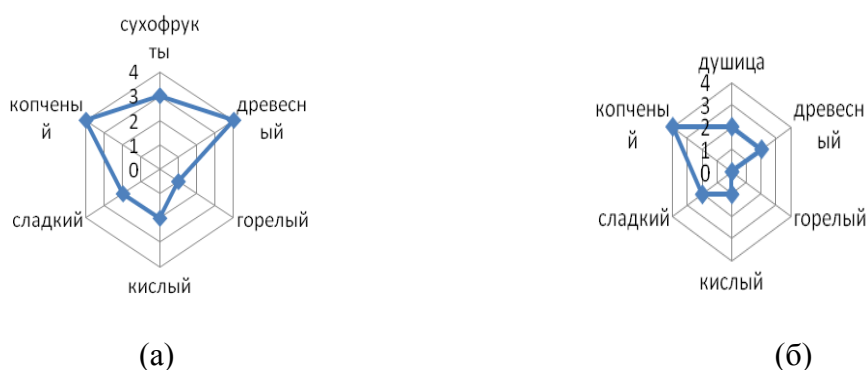


Рис. 1. Профилограммы запаха контрольного «Жидкий дым» (а) и экспериментального «ФИТО-душица» (б) образцов ЖКС

Fig. 1. Profilogrammy of a smell control (a) and experimental (b) samples LSE

Из данных рис. 1 следует, что у контрольного образца (ЖКС «Жидкий дым») сильнее выражены древесный и традиционный «копченый» ароматы, а у полученной обогащенной ЖКС («ФИТО-душица») ярче проявляется специфический аромат копчености, который сбалансированно дополнен легким и сладковатым ароматом душицы, придающим продукту приятный пикантный запах.

Оценку качества обогащенной ЖКС «ФИТО-душица» проводили по общей кислотности и содержанию аскорбиновой кислоты. Показатель кислотности был достаточно высоким на первые двое суток настаивания (0,43%), постепенно уменьшаясь до 0,21%, что обусловлено сорбцией высокомолекулярных кислот ЖКС (салициловая, валериановая и др.) капиллярами сушеного измельченного растительного сырья. Напротив, содержание аскорбиновой кислоты по мере увеличения продолжительности настаивания системы росло с 8,8 до 35,2 мг%, что свидетельствует о благоприятности длительной выдержки по данному показателю в технологии новой ЖКС.

Учитывая высокое содержание БАВ и высокие органолептические показатели качества новой ЖКС «ФИТО-душица», целесообразно было исследовать её применение в технологии полугорячего копчения салаки.

За основу технологии была взята разработка ВНИРО по изготовлению рыбы полугорячего копчения с применением ЖКС «ВНИРО» [2]. Процесс собственно полугорячего копчения салаки осуществляли циклически (2 раза), чередуя обработку предварительно подсолонной рыбы тонко диспергированным аэрозолем ЖКС «ФИТО-душица» в течение 2-3 мин с подсушкой, после чего рыбу обрабатывали в потоке теплого воздуха до кулинарной готовности, повышая равномерно температуру воздуха через каждые 15 мин с 20 до 80°C на 7-15°C.

Продолжительность диспергирования ЖКС в одном цикле обработки составила 15 с. Обработка заканчивалась, когда мышечная ткань рыбы приобретала плотную консистенцию, отделялась от костей, а кожный покров в непигментированной части окрашивался в светло-золотистый цвет.

По органолептическим признакам готовая салака характеризовалась как копченая рыба с легким ароматом фитокомпонентов душицы без посторонних запахов; по консистенции она была похожа на рыбу горячего копчения, так как имела приятные признаки сочности и нежности; вкус и внешний вид были более схожи с данными показателями у рыбы холодного копчения (интенсивно выраженный колер, с блеском, без морщинистости кожи). По признакам кулинарной готовности (свертывание крови, расслаивание по миосептам и т.д.) продукция соответствовала рыбным изделиям горячего копчения.

Результаты органолептических исследований новой продукции, названной «Салака БИО», приведены на рис. 2.

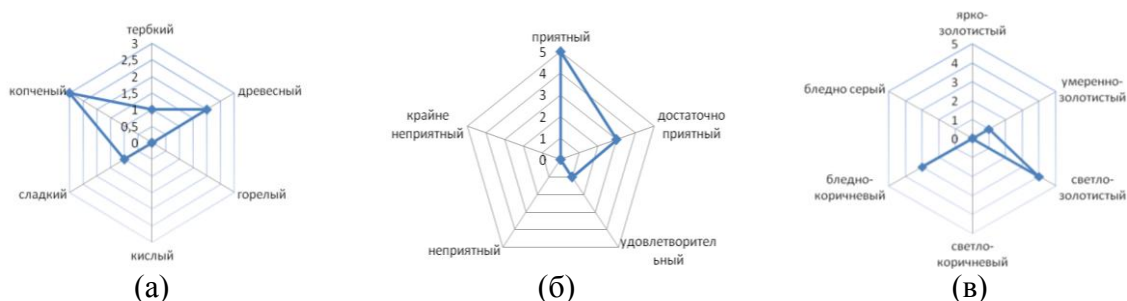


Рис. 2. Профилограмма запаха (а), вкуса (б) и цвета (в) готового копченого продукта, обогащенного фитокомпонентами душицы  
 Fig. 2. Profilogramma of a smell (a), taste (b) and colors (w) the ready smoked product enriched with phytocomponents Origanum

Из данных рис. 2 следует, что компоненты душицы не затмили, а усилили аромат копчености рыбы, подчеркнули натуральные запахи пиролизованной древесины и сладости. По аромату, вкусу и цвету копченая салака имела соответствующие характерные признаки, была приятно обогащена оттенками душицы, окрашена в привычный светло-золотистый тон.

Результаты исследования состава и содержания жирных кислот липидов салаки полугорячего копчения представлены в табл. 2.

Таблица 2. Жирно-кислотный состав липидов образцов салаки  
 Table 2. Is fat-acid structure of lipids of a sprat

Жирные кислоты	Среднее содержание, % массы липидов		
	Салака - сырье	Салака полугорячего копчения с ЖКС «ФИТО-душица»	Салака полугорячего копчения с ЖКС «Жидкий дым»
1	2	3	4
<b>Насыщенные</b>	(1)	(2)	(3)
12:0 лауриновая	0,17	0,35	0,88

Окончание табл. 2

1	2	3	4
14:0 миристиновая	8,23	8,09	10,15
15:0 пентадекановая	0,44	0,55	0,89
16:0 пальмитиновая	26,00	25,70	29,45
18:0 стеариновая	1,70	1,87	2,18
<b>Мононенасыщенные</b>			
16:1 пальмитолеиновая	5,97	8,05	8,17
18:1т-9- элаидиновая	-	-	0,21
18:1 ц-9- олеиновая	19,57	19,87	20,08
20:1 ц-11-эйкозовая	0,72	0,73	0,60
24:1 ц-15-нервоновая	1,22	0,77	0,66
18:1 т-11 - октадекеновая	2,44	2,80	3,10
<b>Полиненасыщенные</b>			
18:2ц-9,12-ленолевая	4,22	3,65	3,63
18:3ц-9,12,15-леноленовая*	2,71	3,39	2,83
18:4ц-6,9,12,15-октадекатетраеновая*	2,49	2,48	2,29
20:4ц-5,8,11,14-арахидоновая	0,51	0,84	0,33
20:5ц-5,8,11,14,17-эйкозопентаеновая*	8,76	9,15	7,06
22:6ц-4,7,10,13,16,19-докозогексаеновая*	14,86	11,75	7,54
<b>Сумма</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Состав жирных кислот, г/100г			
<b>Насыщенные</b>	<b>39,9</b>	<b>40,2</b>	<b>43,6</b>
<b>Мононенасыщенные</b>	<b>29,9</b>	<b>32,2</b>	<b>32,8</b>
<b>Полиненасыщенные</b>	<b>33,6</b>	<b>31,3</b>	<b>23,6</b>
<b>Из них омега-3*</b>	<b>28,9</b>	<b>26,9</b>	<b>19,7</b>

*Примечание. (1) – контроль (сырье), (2) – с ЖКС «Жидкий дым» и (3) – с ЖКС «ФИТО-душица»; (1) – control, (2) with LSE «Liquid smoke» and (3) with LSE "FITO-Origanum".*

Данные табл. 2 показывают, что салака, как сырье, богата насыщенными и мононенасыщенными жирными кислотами, из которых приоритетными являются олеиновая (19,78 г/100 г) и пальмитиновая (8,05 г/100 г). Из полиненасыщенных жирных кислот больше всего содержится докозогексаеновой (11,75 г/100 г) и эйкозопентаеновой (9,15 г/100г), которые сохранены в готовой продукции, причем в большей степени при обработке рыбы, обогащенной ЖКС, содержащей фитоконпоненты. Высокое содержание омега-3 жирных кислот в конечном продукте является результатом их антиокислительной стабилизации, обусловленной воздействием веществ с Р-витаминной активностью (биофлавоноидов), содержащихся в новой обогащенной ЖКС. Биологическую ценность салаки полугорячего копчения усиливают незаменимые жирные кислоты класса омега-3, присутствующие во всех, но более всего (26,9% от жировой фракции) в экспериментальных образцах рыбы, – октадекатетраеновая, эйкозопентаеновая и докозогексаеновая.

Наряду с физико-химическими и органолептическими показателями в готовой продукции определяли микробиологические показатели, которые потенциально свидетельствуют о санитарной безопасности готовой продукции.

Динамика показателей общей обсемененности и содержания патогенной и условно патогенной микрофлоры в процессе хранения в экспериментальных и контрольных образцах показала, что новый продукт «Салака БИО» может гарантированно храниться без потери микробиологической безопасности в течение 30 сут при температуре от 5 до 0°С. При этом срок годности новой продукции может превышать 37, контрольной – 25 сут.

По результатам проведенных исследований на новую коптильную среду «ФИТО-душица» и новую копченую продукцию «Салака БИО» была разработана нормативная документация (проекты) – технологическая инструкция и технические условия. С учетом химического состава и технологических свойств предложены рекомендации по применению новых изделий.

### ВЫВОДЫ

Исследования, проведенные по обогащению существующих коптильных сред фитопарафармацевтиками травы душицы, показали рациональность данного направления в технологии полугорячего бездымного копчения салаки. Готовая продукция обладает привлекательными органолептическими характеристиками, санитарной безопасностью и повышенной биологической ценностью. Физико-химические особенности новой ЖКС, названной «ФИТО-душица», и готовой продукции, получившей название «Салака БИО», включая жирно-кислотный состав липидов копченой рыбы, свидетельствуют о перспективности данного направления при обработке копчением и многих других видов рыбы.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ключко, Н.Ю. Парафармацевтики в продуктах на основе гидробионтов / Н.Ю. Ключко, О.Я. Мезенова. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. – 346 с.
2. Мезенова, О.Я. Научные основы и технология производства копченых продуктов: учеб. пособ. / О.Я. Мезенова. – Калининград: КГТУ, 1997. – 134 с.
3. ТУ 9199-002-55482687-02. Жидкость коптильная «Жидкий дым».
4. ТУ 2455-033-00038155-03. Жидкость коптильная «ФИТО»
5. ГОСТ 21908-93 Трава душицы. – М.: Госстандарт, 1993. – 18 с.

### ADVANCED TECHNOLOGY IN FITOSMOKCOMPOSITION FOR MODERATELY HPT SMOKED FISH

O.J. Mezenova, E.E. Dorofeeva, N.J. Mezenova

Possibilities of reception new liquid smoking the environment enriched with phytocomponents of a wild-growing plant are investigated and its application in technology of a semismoke-cured sprat is proved. By means of mathematical planning of experiment optimum technological parameters reception enriched liquid smoking are established environments. Indicators of quality ready liquid smoking and ready product are defined environment. Character of dynamics organoleptical, physical and chemical and microbiological indicators depending on duration of storage is revealed

*liquid smoking environments, origanum, a sprat, fitoparafarmacevtik, biologically active substances, semihot smoking*