

ВЛИЯНИЕ ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ И РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ХРАНЕНИЯ НА КАЧЕСТВО ИКРЫ КАРПА ОБЫКНОВЕННОГО (*CYPRINUS CARPIO*, L.)

И.В. Новик, З.В. Василенко

Изучено влияние горячего копчения и температурного режима хранения (3 и 15 °С) на качество икры карпа (*Cyprinus carpio*, L.). Показана возможность использования путресцина как сигнального вещества с целью определения качества икры карпа.

Введение

Продукция из икры частиковых и других видов рыб относится к изделиям с высоким биологическим потенциалом, что способствует повышению внимания производителей к данному виду сырья. Благодаря большому процентному содержанию белка, икра достаточно быстро подвергается процессу микробиологической порчи, в результате чего образуются нежелательные вещества, в частности биогенные амины (далее БА). В настоящее время весьма перспективными являются методы анализа на основе данных о концентрации БА для оперативного контроля качества продукции в пищевой промышленности и, в том числе, рыбной отрасли. С точки зрения изучения динамики развития БА в икре немаловажен и тот факт, что некоторые декарбоксилазы остаются активными и после высокотемпературной обработки, также объем биогенных аминов может оставаться постоянным даже при хранении сырья и продуктов питания в соответствии с гигиеническими нормами [1].

В настоящее время ассортимент продукции из икры частиковых и других видов рыб представлен стерилизованной, пастеризованной пробойной икрой и пастеризованной пробойной икрой под различными соусами, имитирующими красную и черную икру и др. Актуальной представляется разработка и использование различных методов копчения для придания конечному продукту не только специфических свойств копчености, но и повышения его привлекательности, пищевой ценности, стойкости в хранении и усвояемости [2]. В связи с этим исследование содержания БА в процессе высокотемпературной обработки и хранения икры карпа является актуальным как с позиции влияния их на организм человека, так и как индикаторов качества рыбного сырья.

Целью данной работы являлось изучение влияния процесса горячего копчения и температурного режима хранения (3 и 15 °С) на качество икры карпа обыкновенного.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование динамики изменения концентраций БА и органолептическая оценка проводились в икре карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*, L.). Рыба была доставлена в лабораторию в живом виде. Ястыки с икрой были извлечены из брюшной полости рыбы, вымыты в холодной воде (0 °С), затем выдержаны на решетке для стекания моечной воды. Общая масса ястыков была разделена на две группы. Первая группа ястыков не подвергалась какой-либо обработке и являлась контрольной. Ястыки первой группы были помещены в термостаты (BMT Friocell 55) со стационарными температурами 3 и 15 °С. Ястыки второй группы были обработаны стандартным методом горячего копчения в коптильной печи (AGK Kronawitter, Wallersdorf, Germany). Предварительно посоленные в насыщенном (уд. вес 1,2) солевом растворе до содержания в них 2,5 % соли ястыки были обработаны термически в три этапа: 90 °С (30 минут), 100 °С (30 минут) и 120 °С (10 минут). Затем копченая икра была помещена в термостаты (BMT Friocell 55) со стационарными температурами 3 и 15 °С. В каждом температурном режиме в течение опыта отбирались образцы контрольной и копченой икры, в которых аналитическими методами определялись концентрации БА, и проводилась органолептическая оценка свежести.

Изучение изменения динамики концентраций БА при температурном режиме хранения 3 °С осуществлялась в контрольной группе икры в течение 10 суток, в копченой группе икры – 15 суток, при температурном режиме хранения 15 °С определение концентраций БА в двух группах икры проводилась 7 суток. Концентрации БА (гистамина, кадаверина, путресцина, тирамина, триптамина, спермина и спермидина) определялись методом капиллярного зонного электрофореза при помощи прибора SPECTRAPHORESIS 2000 (Thermo Separation Products, USA). Органолептическую оценку икры карпа осуществляли по разработанной 10-балльной шкале с учетом значимости отдельных показателей качества (текстура, запах и цвет), где 10 баллов отвечало отличному качеству образцов. В течение всего опыта каждое из определений концентрации БА и величины органолептической оценки повторялось трижды, кроме 7 суток исследований, где повтор составил 5 раз. Значение концентраций БА для всех групп икры и органолептическая оценка приведены в таблицах 1 и 2.

При оценке влияния двух факторов (температурный режим хранения и способ обработки) на динамику изменения концентраций БА и органолептических величин применялись методы многофакторного дисперсионного и корреляционного статистического анализа. Проведенный статистический анализ многофакторным дисперсионным методом динамики изменения концентраций путресцина, кадаверина, триптамина, спермидина, гистамина, тирамина и величины органолептической оценки показал, что наибольшее влияние на скорость повышения концентраций данных аминов и величину органолептической оценки оказывает способ обработки и затем температурный режим хранения икры карпа.

Результаты исследований показали, что путресцин и кадаверин являются доминирующими по концентрациям БА в контрольной группе икры карпа для всех температурных режимов хранения и имеют довольно высокие значения, превышающие максимальные концентрации других исследуемых БА в несколько раз, причем концентрация кадаверина превышает концентрацию путресцина примерно в 2 раза. В копченой группе икры во всех температурных режимах хранения в период проведения исследований концентрации путресцина и кадаверина не являлись доминирующими и не превышали величин 10,3 и 3,1 мг/кг соответственно, причем средняя концентрация путресцина превышала среднюю концентрацию кадаверина в несколько раз.

Значения концентраций триптамина в исследуемых группах проб не имели статистически значимой динамики. Даже при хранении мяса рыбы в температурном режиме 15 °С доля триптамина на 7 сутки эксперимента составила 0 % от общей концентрации БА.

Необходимо отметить, что на 7 сутки опыта в контрольной группе икры доля спермина и спермидина от общей концентрации изучаемых БА при хранении в температурном режиме 3 °С составили 11 % и 3 % соответственно, однако при температурном режиме хранения 15 °С процентные доли данных аминов уменьшились до 6 % и 2 % соответственно, что отвечает общей тенденции изменения концентраций БА в неферментированных продуктах [1, 3]. Однако следует отметить, что в целом значения концентраций спермидина и спермина в контрольной группе икры карпа значительно превосходит величину концентрации данных аминов в мышечной ткани карпа, где их концентрации могут достигать 8,8 и 10,7 мг/кг соответственно [3,4].

Динамика изменения концентрации гистамина имела выраженную возрастающую тенденцию независимо от температуры хранения только в контрольной группе икры. Доля концентрации гистамина от общего объема БА на 7 сутки исследований в температурном режиме хранения 3 °С составила 3 %, в температурном режиме 15 °С – 4 %. Следует отметить существенное влияние технологии копчения икры в независимости от температуры хранения икры на концентрацию гистамина в ней. Концентрация гистамина в копченой группе икры на протяжении всего опыта имела нулевое значение. В результате исследований установлено, что максимальные концентрации гистамина в пробах при режимах хранения 3 °С и 15 °С находятся ниже допустимых значений, принятых как в Российской Федерации (СанПиН 42-123-4083–86), так и в Европе и не представляют опасность для здоровья потребителя.

Таблица 1 – Содержание биогенных аминов (мг/кг) и органолептическая оценка икры карпа в зависимости от способа обработки и температурного режима хранения

БА	Т, °С	СО	Продолжительность хранения, сутки							
			1	2	3	4	5	6	7	8
ПУТ	3	ИК	3,6±0,21	21,7±0,24	39,3±0,35	79,5±1,37	110,1±1,43	130,6±1,54	166,4±1,92	173,2±2,34
		ИКП	3,1±0,22	6,0±0,15	7,1±0,13	7,3±0,11	7,2±0,17	7,4±0,24	7,6±0,26	7,8±0,22
	15	ИК	3,6±0,21	27,1±0,29	68,4±1,11	149,6±2,21	272,7±3,35	390,8±3,72	433,4±3,96	–
		ИКП	3,1±0,22	6,7±0,21	7,5±0,2	7,7±0,24	7,9±0,19	8,0±0,23	8,0±0,19	8,2±0,24
КАД	3	ИК	0,1±0,01	10,1±0,28	55,5±2,34	125,5±3,41	230,4±4,36	250,7±3,73	299,7±2,67	333,6±4,21
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00
	15	ИК	0,1±0,01	55,0±0,31	174,6±2,11	259,2±3,23	403,8±3,35	560,3±4,11	646,1±2,89	–
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,5±0,09	1,0±0,08	1,2±0,12
ТР	3	ИК	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	1,6±0,07	2,2±0,13
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00
	15	ИК	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	1,5±0,12	1,7±0,07	–
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00
СПД	3	ИК	4,0±0,12	23,5±0,27	37,7±0,52	36,5±0,65	49,5±0,62	58,4±0,69	68,0±1,90	79,3±0,71
		ИКП	4,3±0,14	12,5±0,09	23,6±0,27	27,6±0,24	36,8±0,35	39,4±0,34	42,6±1,34	44,6±0,47
	15	ИК	4,0±0,12	44,4±0,57	40,7±0,76	51,9±0,82	59,7±1,12	74,2±0,92	79,8±2,08	–
		ИКП	4,3±0,14	23,5±0,31	24,2±0,35	25,6±0,41	44,8±0,39	46,6±0,56	52,3±1,27	52,6±1,21
СПМ	3	ИК	2,2±0,09	5,7±0,17	11,4±0,32	12,8±0,05	12,6±0,16	13,6±0,21	15,6±0,32	18,9±0,36
		ИКП	1,3±0,08	4,5±0,07	10,4±0,27	11,3±0,31	11,6±0,67	11,2±0,23	11,9±0,25	12,8±0,76
	15	ИК	2,2±0,09	15,1±0,12	16,9±0,23	18,0±0,56	18,2±0,32	19,3±0,54	19,8±0,25	–
		ИКП	1,3±0,08	4,7±0,32	14,9±0,37	15,9±0,54	16,0±0,43	16,2±0,23	16,4±0,38	16,2±0,76
ГИС	3	ИК	0,0±0,00	3,7±0,11	5,6±0,29	5,8±0,34	6,2±0,72	12,4±0,23	26,6±0,46	28,4±0,12
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00
	15	ИК	0,0±0,00	4,5±0,10	7,2±0,21	8,7±0,34	17,2±0,16	27,7±0,32	39,0±0,33	–
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00
ТИР	3	ИК	1,4±0,02	10,8±0,28	19,7±0,35	27,8±0,49	39,6±0,32	43,7±0,76	56,5±1,00	77,8±1,47
		ИКП	0,9±0,08	2,8±0,09	7,5±0,19	13,5±0,12	14,9±0,32	15,2±0,38	15,7±0,75	15,9±0,35
	15	ИК	1,4±0,02	25,6±0,43	39,5±0,24	47,9±1,21	67,8±0,73	92,8±2,12	124,9±0,62	–
		ИКП	0,9±0,08	3,6±0,32	8,4±0,34	13,7±0,29	17,6±0,12	23,4±0,38	25,3±0,31	26,4±0,25
О	3	ИК	9,8±0,07	7,7±0,11	5,3±0,21	2,6±0,15	1,9±0,29	1,3±0,18	0,9±0,31	0,9±0,25
		ИКП	9,9±0,12	9,8±0,23	9,8±0,17	9,8±0,32	9,7±0,27	9,7±0,15	9,6±0,12	9,6±0,01
	15	ИК	9,8±0,07	6,9±0,32	2,4±0,29	2,1±0,31	1,5±0,11	0,9±0,03	0,5±0,09	–
		ИКП	9,9±0,12	9,8±0,17	9,7±0,24	9,7±0,16	9,5±0,29	9,4±0,23	9,1±0,27	8,7±0,19

Примечание – БА – биогенные амины; Т – температура хранения (°С); СО – способ обработки; ПУТ – путресцин; КАД – кадаверин; ТР – триптамин; СПД – спермидин; СПМ – спермин; ГИС – гистамин; ТИР – тирамин; О – органолептическая оценка.

Динамика изменения концентрации тирамина вне зависимости от температуры хранения в контрольной группе икры имела возрастающую тенденцию. Следует отметить, что на 7-е сутки опыта независимо от температуры хранения доля данного амина в общем объеме исследуемых БА составила 9 %. Концентрация тирамина в этот же день при температуре хранения 3 и 15 °С составляла 56,5 и 124,9 мг/кг, что говорит о существенном влиянии температурного фактора на динамику данного амина. В группе проб копченой икры наблюдалась схожая тенденция изменения динамики тирамина как и в контрольной группе икры, однако следует отметить существенное снижение скорости роста концентрации, что говорит о существенном воздействии процесса копчения горячим способом на скорость роста концентрации данного амина в икре. Как видно из результатов исследований, температурный режим хранения имеет значительное влияние на скорость увеличения концентрации тирамина. Так, при температуре хранения копченой икры 3 °С данный БА на 7-й день эксперимента составлял от общей доли концентрации биогенных аминов 20 %, а в температурном режиме хранения 15 °С его доля уже составила 24 %.

В результате исследований были обнаружены изменения ряда концентраций БА в зависимости от способа обработки и температуры хранения икры карпа. Корреляция с динамикой

изменения концентрации путресцина вне зависимости от способа обработки и температурного режима хранения составила для кадаверина ($r=0,99$, $P<0,05$), триптамина ($r=0,86$, $P<0,05$), спермидина ($r=0,93$, $P<0,05$), спермина ($r=0,82$, $P<0,05$), гистамина ($r=0,95$, $P<0,05$), тирамина ($r=0,99$, $P<0,05$). Нами установлено, что с увеличением срока хранения филе и фарша концентрации путресцина, кадаверина, триптамина, гистамина и тирамина увеличиваются, а концентрации спермина и спермидина имеют колебательный характер.

Таблица 2 – Содержание биогенных аминов (мг/кг) и органолептическая оценка икры карпа в зависимости от способа обработки и температурного режима хранения

БА	Т, °С	СО	Продолжительность хранения, сутки							
			9	10	11	12	13	14	15	
ПУТ	3	ИК	190,9±2,71	206,9±2,69	–	–	–	–	–	–
		ИКП	8,1±0,18	8,4±0,25	8,6±0,27	8,7±0,22	8,8±0,19	8,7±0,21	9,3±0,2	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	8,6±0,34	8,8±0,36	9,1±0,33	9,4±0,41	9,6±0,32	10,1±0,36	10,3±0,25	
КАД	3	ИК	341,1±4,11	423,9±4,28	–	–	–	–	–	
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	1,2±0,11	1,3±0,09	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	1,1±0,11	1,4±0,13	1,5±0,12	1,7±0,11	2,1±0,14	2,6±0,13	3,1±0,17	
ТР	3	ИК	2,4±0,14	3,7±0,12	–	–	–	–	–	
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,5±0,02	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,4±0,02	0,5±0,01	0,7±0,04	
СПД	3	ИК	75,7±1,21	89,6±1,45	–	–	–	–	–	
		ИКП	46,8±0,78	48,6±1,27	57,9±1,09	61,6±1,16	63,2±1,24	64,2±1,19	67,3±1,65	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	58,8±1,01	61,9±1,34	69,0±1,54	72,2±1,76	73,5±1,76	74,1±1,58	75,3±2,12	
СПМ	3	ИК	19,3±0,24	24,2±0,31	–	–	–	–	–	
		ИКП	12,2±0,34	12,7±0,21	13,7±0,69	13,6±0,42	13,7±0,76	14,3±0,29	14,6±0,82	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	16,3±0,61	16,9±0,49	17,5±0,83	17,5±0,45	17,7±0,34	17,8±0,51	18,8±0,58	
ГИС	3	ИК	31,9±0,18	33,7±0,34	–	–	–	–	–	
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,0±0,00	0,1±0,11	0,4±0,01	0,3±0,07	
ТИР	3	ИК	97,4±3,27	85,8±3,41	–	–	–	–	–	
		ИКП	16,4±0,43	16,9±0,37	17,3±0,25	17,8±0,41	18,5±0,53	18,8±0,31	19,1±0,33	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	29,2±0,45	33,7±0,11	35,7±0,16	36,8±0,24	38,8±0,76	39,7±0,53	41,0±0,48	
О	3	ИК	0,7±0,21	0,5±0,04	–	–	–	–	–	
		ИКП	9,3±0,13	9,2±0,17	8,9±0,23	8,6±0,34	8,4±0,41	7,9±0,32	7,7±0,21	
	15	ИК	–	–	–	–	–	–	–	
		ИКП	8,5±0,34	7,9±0,43	7,8±0,24	7,5±0,21	7,4±0,19	7,3±0,32	7±0,53	

Примечание – БА – биогенные амины; Т – температура хранения (°С); СО – способ обработки; ПУТ – путресцин; КАД – кадаверин; ТР – триптами; СПД – спермидин; СПМ – спермин; ГИС – гистамин; ТИР – тирамин; О – органолептическая оценка.

Статистический многофакторный дисперсионный анализ полученных данных показал зависимость органолептического показателя от температурного режима хранения и способа обработки. Выявлено, что наибольшее влияние на органолептическую оценку оказывает способ обработки икры-сырца.

Полученные данные показали, что для икры карпа вне зависимости от температуры хранения и способа обработки концентрации путресцина, кадаверина, тирамина и БАИ 1 могут

являться индикаторами качества и сопоставимы с высокой достоверностью с органолептической оценкой (таблица 3). Результаты сравнительной сенсорной оценки качества икры карпа горячего копчения показали, что в течение всего срока хранения копчености были отнесены дегустаторами к категории продукции отличного качества. Установлено, что в процессе хранения у экспериментальных образцов значения органолептической оценки значительно выше, чем у контрольных.

Таблица 3 – Корреляционная зависимость динамики изменения органолептической оценки и динамик изменения концентраций путресцина, кадаверина, гистамина, триптамина, спермина, спермидина, гистамина, тирамина, БАИ 1 и БАИ 2

Т	СО	ПУТ	КАД	ТР	СПД	СПМ	ГИС	ТИР	БАИ1	БАИ2
3	ИК	-0,92*	-0,91	-0,59	-0,91	-0,9	-0,76	-0,84	-0,91	-0,98
	ИКП	-0,69	-0,78	-0,57	-0,85	-0,62	-0,51	-0,65	-0,80	0,49
15	ИК	-0,8	-0,85	-0,53	-0,89	-0,91	-0,75	-0,84	-0,83	-0,9
	ИКП	-0,8	-0,96	-0,68	-0,92	-0,63	-0,6	-0,94	-0,91	0,5

Примечание – *полужирным шрифтом обозначены значения r , достоверные при $p < 0,05$; Т – температура хранения; СО – способ обработки; ПУТ – путресцин; КАД – кадаверин; ТР – триптамин; СПД – спермидин; СПМ – спермин; ГИС – гистамин; ТИР – тирамин; БАИ1 – первый индекс биогенных аминов ((путресцин + кадаверин + гистамин)/(1+спермин+спермидин)); БАИ2 – второй индекс биогенных аминов (путресцин + кадаверин).

В связи с тем, что применяемая нами органолептическая методика имела 10-балльную градацию, то при сопоставлении ее со значениями концентраций путресцина в образцах полученные нами результаты можно интерпретировать следующим образом: от 7,5 до 10 баллов (отличное качество икры) – < 10 мг/кг; от 5 до 7,5 баллов (хорошее качество икры) – (10–20 мг/кг); от 2,5 до 5 баллов (среднее качество икры) – (20–60 мг/кг); от 0 до 2,5 баллов (икра испорчена) – > 60 мг/кг. Согласно литературным источникам данная схема применима не только для оценки качества икры карпа, но и для оценки качества мяса некоторых пресноводных видов рыб [1,5].

Заключение

Выявлено, что наибольшее влияние на скорость повышения концентраций путресцина, кадаверина, триптамина, спермидина, гистамина и тирамина и изменение органолептической оценки в икре карпа оказывает в первую очередь способ обработки и затем температурный режим хранения. Показано, что при удовлетворительной свежести икры карпа концентрация гистамина не превосходит допустимые значения содержания. Показана эффективность использования технологического метода копчения горячим способом с целью минимизации концентраций биогенных аминов в икре карпа. Установлено, что путресцин является сигнальным веществом, определяющим качество икры карпа: содержание путресцина для 1 группы (отличное качество икры) < 10 мг/кг, для 2 группы (хорошее качество икры) – (10–20 мг/кг), для 3 группы (среднее качество икры) – (20–60 мг/кг), для 4 группы (икра испорчена) – > 60 мг/кг.

Литература

- 1 Křížek, M., Biogenic amines in vacuum-packed and non-vacuum-packed flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures. / M. Křížek, F. Vácha, L. Vorlová, J. Lukášová, S. Cupáková // Food Chemistry. – 2004 – 88(2) – P. 185–191.
- 2 Ключко, Н.Ю., Исследования по совершенствованию технологии копченой продукции из икры леща Балтийского района. / Н.Ю. Ключко, И.Н. Доминова // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2011. – № 23. – С. 183–190.
- 3 Ruiz-Capillas C., Biogenic amines in meat and meat products. / C. Ruiz-Capillas, F. Jimenez-Colmenero // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2004. – 44(7–8) – P. 489–499.
- 4 Křížek, M., Formation of selected biogenic amines in carp meat. / M. Křížek, T. Pavlíček, F. Vácha // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2002. – 82(9). – P. 1088–1093.
- 5 Новик, И.В. Влияние различных способов обработки и температурного режима хранения на качество мяса некоторых пресноводных видов рыб / И.В. Новик, З.В. Василенко // Вестник МГУП – 2013. № 134–138 С.

Поступила в редакцию 24.12.2014