

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОТЕОЛИЗА И ОБСЕМЕНЕННОСТИ МИКРОБАМИ НА ОБРАЗОВАНИЕ «ЛОПАНЦА» У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ

Канд. техн. наук А. П. МАКАШЕВ, канд. биол. наук А. И. МИНКИНА,
А. Я. АЛДАКИМОВА, Е. В. СОКОЛОВА

(Азовское отделение ВНИРО)

Качество и товарная ценность рыбопродуктов зависят прежде всего от качества сырья, употребляемого для их изготовления.

Появление «лопанца» (повреждения брюшка), наблюдаемое у различных пород рыб, особенно мелких, мало стойких в хранении (тюлька, килька, бычок, хамса), является одним из признаков снижения качества рыбы-сырца.

Причины образования «лопанца» изучены очень мало и совершенно не исследован вопрос о влиянии образования «лопанца» на пищевую ценность рыбы.

Практика показывает, что большое влияние на скорость образования «лопанца» оказывают условия вылова рыбы и особенно транспортировки ее к местам обработки (длительность транспортировки, температура, толщина слоя рыбы и т. д.). Наблюдения за характером образования «лопанца» позволяют предположить, что он является следствием специфической направленности биохимических и физико-химических процессов, происходящих в тканях уснувшей рыбы после разрушения регуляторных систем, характерных для живого организма. Кроме того, ткани уснувшей рыбы становятся более проницаемыми для микроорганизмов. Рост микроорганизмов в тканях ускоряет их разрушение, так как к гидролизующему действию тканевых ферментов присоединяется гидролизующее действие ферментов микроорганизмов.

Таким образом, создается весьма сложный комплекс факторов, влияющих на образование «лопанца» у свежей рыбы при хранении. Поэтому при исследовании причин образования «лопанца» нами учитывались, наряду с действием внешних факторов — температуры, длительности хранения, толщины слоя рыбы и других, — влияние микробной обсемененности и интенсивности протеолиза, протекающего в тканях рыбы после вылова.

Исследования проводились на трех видах рыбы: азовской тюльке весеннего лова (май), каспийской анчоусовидной кильке летнего лова (август) и азовской хамсе осеннего лова (ноябрь).

В производственных условиях на Ждановском и Керченском рыбокомбинатах и Махачкалинском холодильнике учитывали количество «лопанца» в отдельных партиях рыбы до и после выгрузки из судов. Кроме того, в лабораторных условиях изучались влияние длительности хранения, температуры и толщины слоя рыбы на скорость образования «лопанца», развитие микрофлоры и интенсивность протеолиза. В лабораторных условиях рыбу хранили в деревянных ящиках размером 30×45×65 см; рыбу укладывали в ящики тремя слоями, отделенными один от другого сеткой.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Тюльку и хамсу доставляли с мест лова на рыбокомбинаты в течение 1—2,5 часов в байдах насыпью и выгружали из байд рыбонасосом. Температура наружного воздуха при этом была 15—18°.

Анчоусовидную кильку, выловленную на глубине 20—22 м, доставляли сейнерами в порт в охлажденном состоянии в оцинкованных формах; при выгрузке кильку пересыпали из форм в деревянные ящики, в которых перевозили затем на холодильник рефрижераторными автомашинами. Во время выгрузки из трюма сейнера до поступления на холодильник (в течение 1,5—2 часов) температура кильки повышалась, так как температура наружного воздуха была довольно высокой (25—30°).

Рыба, доставленная судами, во всех случаях была в довольно хорошем состоянии: рыбки находились в состоянии посмертного окоченения, консистенция их была упругая и поверхность блестящей.

Количество «лопанца» в пробах тюльки, взятых из байд, составляло от 3,0 до 10,3%, но при выгрузке тюльки рыбонасосом появлялись механические повреждения на поверхности рыбок, и, таким образом, увеличивалось количество «лопанца». В пробах тюльки, взятых из бункера рыбонасоса, «лопанец» составлял от 9,8 до 31,6%. В пробе хамсы, взятой из байды, совсем не было «лопанца», а в пробе, взятой из бункера рыбонасоса, «лопанец» составлял 19,8%.

Значительное влияние на скорость образования «лопанца» оказывает температура. Быстрое охлаждение кильки тотчас после вылова практически предохраняло ее от появления «лопанца» до момента доставки в порт. Отопление же кильки во время выгрузки из судов и перевозки на холодильник сопровождалось появлением в ней значительного количества «лопанца»: в пробах, взятых от доставленной на холодильник кильки, было обнаружено до 42% «лопанца».

Высокая температура наружного воздуха способствовала быстрому разрешению посмертного окоченения у кильки, причем набухание сменялось размягчением тканей, что приводило к легкому разрыву их под влиянием внешних воздействий.

Результаты наблюдений за образованием «лопанца» у рыбы, сохранявшейся в ящиках в лабораторных условиях, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вид рыбы	Температура хранения в °С	Длительность хранения в часах	Количество «лопанца» в разных слоях рыбы в ящике в %			
			верхний слой	средний слой	нижний слой	среднее
Тюлька ¹	20	12	14,7	32,4	36,7	28,0
	0—1 ³	48	8,6	13,0	5,8	9,6
	0—1	96	12,9	19,4	23,5	18,4
Хамса ²	0—2 ³	48	47,7	50,9	56,2	50,8
	0—2	72	59,0	55,0	61,8	58,6
	0—2	96	68,7	57,1	69,9	65,5

¹ Высота нижнего и среднего слоев рыбы в ящиках была 25 см, вес 20 кг. Высота верхнего слоя рыбы в ящиках была 10 см, вес 5 кг.

² Вес среднего и нижнего слоев рыбы в ящике равнялся 10 кг верхнего слоя—1 кг.

³ Перед укладкой в ящики рыбу охлаждали.

Результаты опытов показывают, что температура и длительность хранения, а также толщина слоя рыбы оказывают существенное влияние на образование «лопанца». С повышением температуры и удлинением времени хранения количество «лопанца» увеличивается. В нижних слоях рыбы в ящиках количество «лопанца» больше, чем в верхних.

Следует отметить, что характер «лопанца», образующегося в результате механических повреждений поверхности рыбы и образующегося при хранении рыбы, различен. Если в первом случае «лопанец» имеет в основном характер разрывов кожицы у брюшка в местах соприкосновения килевых чешуек с костями ребер, то во втором случае «лопанец» носит характер прободения ткани вблизи головы рыбы со стороны брюшка. Консистенция тканей рыбы при этом сильно размягчается. Это известным образом указывает на то, что образование «лопанца», имеющего характер прободения тканей, связано с биохимическими изменениями, происходящими в тканях рыбы во время хранения.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пробы кильки и хамсы для микробиологических исследований отбирали при опытном хранении ее в ящиках, причем из верхнего, среднего и нижнего слоя брали по три рыбки, которые объединяли в одну общую среднюю пробу.

Пробы кильки брали при наблюдениях за качеством рыбы в производственных условиях — на сейнере по прибытии в порт и после доставки выгруженной рыбы на холодильник.

Пробы тюльки и кильки исследовали немедленно после их отбора; пробы хамсы замораживали и доставляли для исследований в замороженном виде из г. Жданова в Ростов-на-Дону.

При анализе проб определяли общую обсемененность поверхности, мышц и внутренностей рыбы, пользуясь общепринятыми методами [1, 2].

Кроме того, чтобы иметь представления о составе микрофлоры, определяли формы микроорганизмов, отношение их к кислороду (методом посева в столбики МПА) и действие на белки и другие азотистые органические вещества (методом высева в столбики с МПЖ уколом, а также в пептонную воду и молоко).

При опытах с тюлькой определяли также наличие сахаролитической группы микробов на поверхности рыбы (высевом в среду, содержащую глюкозу), а при опытах с килькой исследовали наличие газообразующей микрофлоры во внутренностях.

Результаты анализов, приведенные в табл. 2, показывают, что количество микробных клеток в целой тюльке в большинстве случаев было меньше, чем в тюльке-«лопанце».

В первом и втором опытах, сырьем для которых служила одна партия свежей рыбы, на поверхности и во внутренностях тюльки уже с момента вылова присутствовала микрофлора, относившаяся по ее биологическим свойствам к протеолитической. Данная микрофлора разжижала желатин и при посевах в пептонную воду образовывала индол и сероводород.

Аналогичная микрофлора была обнаружена в мышцах тюльки-«лопанца», хранившейся 4 суток при 0—2°, и в мышцах тюльки, хранившейся 12 часов при 18—20°.

В третьем опыте на поверхности, в мышцах и внутренностях тюльки была обнаружена гнилостная микрофлора, для которой доступными оказались не белки рыбы, а продукты их гидролиза, образующиеся под

Изменение обсемененности рыбы микрофлорой при хранении

Рыба	Номер опыта	Длительность хранения в часах	Температура хранения в °С	Численность микробных клеток					
				целая рыба			«лопанец»		
				на 1 см ² поверхности	в 1 г мышц	в 1 г внутренних органов	на 1 см ² поверхности	в 1 г мышц	в 1 г внутренних органов
Тюлька	1	0	0—1	4260	3	26450	—	—	—
		48	0—1	82061	700	65400	—	—	—
		96	0—1	53956	1000	4698000	102521	49000	968000
	2	0,5	18—20	4260	3	26450	—	—	—
		12	18—20	36814	27500	1088900	—	—	—
		24	18—20	Гнилостная порча рыбы					
	3	0	18—20	4213	5	12205	—	—	—
		12	18—20	37493	3000	197000	73716	5100	1138700
		0	—	4693	540	11800	—	—	—
Килька	4	2,5*	25—30	5818	80	9600	1971	10	16840
		0	0—1	320	125	225	—	—	—
Хамса	5	48	0—1	1762	50	400	526	50	150
		96	0—1	3588	740	225	24955	175	5875

* Указано время, в течение которого производилась выгрузка рыбы с сейнера и доставка на холодильник.

действием тканевых ферментов. Эта микрофлора не разжижала желатин, но давала рост и газообразование (аммиак и сероводород) при посеве в пептонную воду.

Появление «лопанца» у кильки не сопровождалось заметным увеличением обсемененности рыбы микрофлорой, а следовательно не зависело от роста и жизнедеятельности микроорганизмов.

В опытах с хамсой появление «лопанца» на вторые сутки хранения при 0—2° также не было связано с увеличением численности микрофлоры в рыбе. Однако в процессе дальнейшего хранения обсемененность хамсы микрофлорой увеличивалась, причем численность микрофлоры особенно заметно возрастала на поверхности и во внутренних органах хамсы-«лопанца». При исследовании микрофлоры, выделенной из хамсы, микроорганизмов, разжижающих желатин, не обнаружено; в посевах в пептонную воду во всех случаях отмечалось развитие микрофлоры, но образования сероводорода, аммиака и индола не наблюдалось.

Таким образом, микробиологические наблюдения не обнаружили зависимости между образованием «лопанца» у рыбы и ростом и жизнедеятельностью обсеменяющих ее микроорганизмов.

Опыты дальнейшего хранения целой рыбы и «лопанца» показали, что образование «лопанца» способствует дополнительному обсеменению рыб микрофлорой и последующий распад тканей рыбы происходит с участием не только тканевых ферментов, но и ферментов микроорганизмов.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пробы рыбы для биохимических исследований отбирали в те же сроки, что и для микробиологических анализов.

Начальные пробы отбирали либо непосредственно на местах лова рыбы (тюлька, килька), либо после доставки выловленной рыбы к месту обработки (хамса).

При отборе образцов от рыбы, хранившейся в ящиках (лабораторные опыты с тюлькой и хамсой), экземпляры целой рыбы, взятые из разных слоев, объединяли в одну общую пробу; «лопанец», взятый из разных слоев, также объединяли в одну пробу.

Пробы кильки целой и «лопанца» отбирали на холодильнике во время укладки в формы для замораживания. Отобранные пробы рыбы немедленно замораживали. Замороженные пробы до анализа хранили в сосудах Дьюара при температуре минус 12°. Хамсу перед замораживанием разделявали на тушку и измельчали в мясорубке. Тюльку и кильку замораживали целиком, а перед началом исследований после оттаивания разделявали на тушку и измельчали. Размораживали пробы по возможности быстро; размороженные пробы сейчас же подвергали анализу во избежание их изменения.

При анализах определяли содержание в рыбе (тушках) влаги, жира, общего азота, а также водорастворимых фракций азотистых веществ, остаточного азота, азота свободных α -аминогрупп и рН с целью характеризовать глубину и интенсивность процесса протеолиза в тканях рыбы по ранее описанным методикам [3].

Результаты анализов, приведенные в табл. 3, показали, что изменения количества влаги и жира в рыбе в процессе хранения незначительны и не имеют закономерного характера. Содержание жира у рыбы «лопанца» несколько ниже, чем у целой рыбы.

Разницы в содержании общего азота в мышцах целой рыбы и «лопанца» обнаружить не удалось. Не наблюдалось также значительных отличий в величине рН мышц исходной свежей и хранившейся при разной температуре рыбы.

Вместе с тем было найдено (табл. 3), что в процессе хранения происходит повышение содержания в рыбе водорастворимых форм азота и в том числе водорастворимых белков. При этом в мышцах рыбы «лопанца» водорастворимые азотистые вещества накапливаются несколько интенсивнее, чем в мышцах целой рыбы.

Количество небелкового азота и, в частности, азота свободных α -аминогрупп в процессе хранения рыбы увеличивается, причем у рыбы «лопанца» интенсивнее, чем у целой рыбы. Так, в опыте с тюлькой, сохранившейся при 18—20°, целая рыба содержала в мышцах α -аминного азота 314,5 мг% (в пересчете на сухое вещество), а «лопанец» 363,0 мг%. У целой кильки содержание азота свободных α -аминогрупп составляло (в пересчете на сухое вещество) 107,7 мг%, а у кильки «лопанца» — 187,7 мг%. В опыте с хамсой на 4-е сутки хранения в мышцах целых рыбок содержалось 174,7 мг% азота свободных α -аминогрупп, а в мышцах рыбок «лопанца» — 220,0 мг%.

Сопоставление данных о количестве «лопанца» и содержания азота свободных α -аминогрупп, образовавшегося в рыбе при хранении, показывает, что между интенсивностью процесса протеолиза в тканях рыбы и образованием «лопанца» имеется определенная зависимость. У рыбы, относимой к «лопанцу», накопление продуктов протеолиза (азота водорастворимых белков, небелкового азота и азота свободных α -аминогрупп), а следовательно и сам процесс протеолиза выражены в большей степени, чем у целой рыбы.

Изменение общего химического состава и азотистых веществ рыбы при хранении

Вид рыбы	Номер опыта	Условия взятия пробы и хранения рыбы	Влага в %	В % к сухому веществу		pH	В % от общего азота				
				жир	общий азот		азот водорастворимый	азот небелковый	азот белковый	азот водорастворимых белков	азот аминокислотный
Тюлька	1	После вылова	78,44	15,07	12,33	7,26	33,45	13,25	86,75	20,42	0,63
	2	Через 12 часов хранения при 15—6°	76,52	16,82	12,30	7,20	30,79	14,50	85,50	16,49	1,02
		После вылова	78,20	9,03	13,37	7,00	35,22	15,93	84,07	19,27	1,15
	3	Через 12 часов хранения при 15—20°	77,99	8,99	13,63	7,23	47,39	23,02	76,98	24,32	2,30
		а) целые рыбки									
	4	б) „лопанец“	77,33	8,16	13,00	7,23	52,23	25,19	74,81	27,06	2,79
		Рыба заморожена сразу после вылова	77,29	12,37	13,32	7,11	31,83	14,84	85,16	17,02	0,98
	4	Рыба заморожена через 1 час после вылова и хранения при 15—20°	77,37	12,37	13,07	7,05	30,37	15,14	84,83	15,20	1,01
		После вылова	78,44	15,07	12,33	7,26	33,45	13,25	86,75	20,42	0,63
		Через 48 часов хранения при 0—1° (средняя проба)	77,47	16,33	12,51	7,24	31,56	13,13	86,88	18,17	0,88
Через 96 часов хранения при 0—1°		76,04	17,36	12,18	7,20	30,94	16,25	83,75	14,68	1,16	
а) целые рыбки											
1	б) „лопанец“	74,50	18,27	11,64	7,15	29,69	15,89	84,11	13,80	1,14	
	Килька	После вылова	76,56	10,88	13,35	—	—	14,08	85,92	—	1,07
2	После доставки на холодильник:	75,48	16,35	12,56	—	—	17,75	85,25	—	1,10	
	а) целые рыбки										
2	б) „лопанец“	76,29	14,89	12,72	—	—	16,90	83,10	—	1,42	
	После вылова	73,76	11,55	12,04	6,60	36,21	15,03	84,97	20,25	0,91	
1	После доставки на холодильник:	73,25	15,47	12,04	6,60	34,14	14,70	85,30	19,47	0,89	
	а) целые рыбки										
1	б) „лопанец“	74,09	11,35	12,31	—	38,99	17,24	82,76	21,79	1,52	
	Хамса	После вылова	62,46	53,89	7,59	6,85	33,65	10,81	79,19	12,84	1,28
1	Через 48 часов хранения при 0—1°	64,59	45,69	7,96	6,96	—	—	—	—	—	
	а) целые рыбки										
1	б) „лопанец“	65,07	44,66	8,17	6,99	—	—	—	—	—	
	Через 96 часов хранения при 0—1°	64,18	46,51	7,76	6,97	43,16	26,91	73,09	16,25	2,25	
а) целые рыбки											
1	б) „лопанец“	66,66	39,53	8,55	7,06	45,61	28,91	71,09	16,70	2,57	

ВЫВОДЫ

Сравнительно небольшой экспериментальный материал не позволяет с исчерпывающей полнотой ответить на вопрос о причинах образования «лопанца» у мелких рыб. Однако результаты исследований ясно показали, что важную, если не решающую роль при образовании «лопанца» играют биохимические процессы, протекающие в тканях рыбы после ее смерти.

Наблюдения за характером развития микрофлоры на рыбе и ее биохимическая характеристика не обнаружили прямой зависимости между образованием «лопанца» и ростом и жизнедеятельностью микроорганизмов. Однако обсеменение рыбы микробами способствует более интенсивному протеканию протеолитических процессов и, таким образом, ускоряет образование «лопанца».

Повышение температуры хранения рыбы также ускоряет образование «лопанца».

Причины разной скорости образования «лопанца» у отдельных экземпляров рыбы одного вида, одновременно пойманных и хранившихся в одинаковых условиях, неясны, но можно предположить, что одной из причин этого является наличие индивидуальных колебаний в химическом составе рыбы.

Содержание углеводов в тканях и интенсивность их распада в процессе гликолиза влияет, как известно, на рН тканей, а следовательно и на интенсивность гидролизующего действия тканевых катепсинов.

Количество жира в тканях также оказывает влияние на скорость образования «лопанца». Полученные нами данные показывают, что содержание жира у «лопанца», как правило, ниже, чем у целой рыбы. Можно предположить, что в тканях более тощих рыб имеются более благоприятные условия для протеолиза, чем в тканях жирных рыб.

Большое значение имеет, вероятно, также возраст рыбы и ее физиологическое состояние. Так, в опытах с хамсой было замечено, что «лопанец» чаще появляется у молоди, чем у взрослых особей.

Изменения содержания влаги, жира и азотистых веществ в рыбе в связи с образованием «лопанца» не обнаружено. Однако образование «лопанца» снижает товарную ценность рыбы с точки зрения требований пищевой санитарии, так как при нарушении целостности поверхности рыбок создается возможность для проникновения в ткани рыбы различных микроорганизмов. Кроме того, наличие «лопанца» ухудшает внешний вид рыбы.

Полученные данные позволяют сделать вывод о крайней важности и необходимости быстрого охлаждения мелких рыб сразу после вылова, а также перевозки и хранения их до обработки в охлажденном виде с укладкой слоем небольшой толщины.

Также должно быть обращено внимание на ускорение операций, связанных с доставкой рыбы к местам обработки.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Аскаланов А. П., Дсбриер И. В. и др., Микробиологическое исследование пищевых продуктов, Госмедиздат, Киев, 1952.
2. Федоров М. В., Руководство к практическим занятиям по микробиологии, Сельхозгиз, Москва, 1951.
3. Макашев А. П., Минкина А. И., Соколова Е. В., Влияние углекислого газа на активность мышечного катепсина и на сохраняемость некоторых пород свежей и соленой рыбы, Труды Азчерниро, вып. 16, Симферополь, 1955.