

5. При хранении свежей рыбы в атмосфере углекислого газа нужно учитывать изменения внешнего вида рыбы (побурение жабр и т. п.). Возможно хранение разделанной рыбы или с удаленными жабрами (например, трески на траулерах).

6. Длительное хранение любой свежей рыбы в атмосфере с высоким содержанием углекислого газа (90—100%) может найти применение в тех случаях, когда предполагается использовать ее для последующего приготовления, например, гидролизатов, кормовой муки и т. п.

ОПЫТЫ ХРАНЕНИЯ КОПЧЕНОЙ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И СУХОГО ЛЬДА

ВЛИЯНИЕ КОПЧЕНИЯ НА ТКАНИ И МИКРОФЛОРУ РЫБЫ

Горячим копчением обрабатывают свежую или мороженую рыбу, которую после подсаливания и промывки подвергают термической обработке, подсушивают, проваривают и одновременно, в той или иной степени, пропитывают древесным дымом.

Температура дымовых газов достигает 110—170°, а внутри рыбы она доходит до 80—90°. Длительность копчения, в зависимости от вида рыбы, составляет от 1 до 4 часов.

Древесный дым представляет собой смесь продуктов разложения древесины при неполном сгорании и состоит из паров воды, газов и мельчайших твердых частиц. В составе дыма обнаружены формальдегиды, высшие альдегиды, кетоны, муравьиная, уксусная кислоты, вода, спирты и смолы [275].

При копчении рыбы основная масса веществ, составляющих дым, оседает на поверхности рыбы, незначительная часть их, растворимая в воде или жире, например фенолы, проникает в ткани рыбы, в количествах десятых долей грамма на килограмм сухого вещества [39].

Различные структурные элементы рыбы по-разному реагируют на воздействие соли и тепла при копчении. Кожа при посоле обезвоживается, затем при подсушивании уплотняется. Эпидермис непрочен и обычно в результате автолиза и посола отпадает до начала копчения. Сарколемма очень стойка по отношению к температуре и лишь уплотняется. Коллаген межклеточного вещества септ и перемизиума от воздействия температуры переходит в глютин. Белковая оболочка клеток жировой ткани разрывается, и вытекший жир образует однородную массу.

Кожа при горячем копчении уплотняется только с поверхности, в нижних дермальных слоях набухает и отслаивается в подкожной клетчатке от мышечной массы рыбы. Белки мышечной ткани коагулируют. Подкожная клетчатка, септы и перемизиум полностью желатинизируются. При этом глютин вместе с жирами мигрирует в новые участки ткани [15].

Сравнение гистологической структуры срезов мышечной ткани салаки до и после горячего копчения проведено Ленинградским отделением ВНИРО [88]. Срез мышечной ткани свежей салаки имеет ровную плотную поверхность. Составные части ткани распределены равномерно, отдельные мышечные волокна вплотную прилегают друг к другу. Ядра и поперечно-полосатая исчерченность хорошо видны.

Мышечная ткань копченой салаки неплотная, разрыхленная. При копчении происходит частичное набухание и изменение соединительнотканых прослоек, связывающих отдельные волокна в пучки. Мышечная ткань после копчения при разрезе распадается на отдельные волокна. Межмышечные промежутки увеличиваются, ядра и поперечно-полосатая исчерченность сохраняются.

Под влиянием высокой температуры и некоторых продуктов, составляющих дым (кислоты, фенолы, смолы), оседающих на рыбу, вегетативные клетки и споры микроорганизмов большей частью погибают [248, 256, 293]. В мышцах частиковой рыбы холодного копчения даже через месяц хранения не обнаружено микрофлоры [100].

По некоторым данным, при горячем копчении погибает 99%, а при холодном 47% первоначального количества микроорганизмов.

Обсемененность копченой рыбы может быть различной в зависимости от качества сырья и применяемого режима обработки. Так, при исследовании 17 образцов копченой рыбы только 3 оказались стерильными [135].

Патогенные бактерии в чистой культуре очень чувствительны к копчению. Я. Я. Никитинский пишет, что *Bac. anthracis* и *Staph. pyogenes* погибают при копчении через 2,5 часа, вегетативные клетки сибирской язвы — через 1 час, споры — через 8 часов. Стафилококки и дифтерийные бактерии выдерживают копчение в течение 1 часа, а туберкулезные бактерии — 2 часа. Патогенные бактерии, находящиеся в пищевых продуктах, при копчении оказываются очень стойкими. Однако автор, так же как и некоторые другие исследователи, не указывает температуры и продолжительности копчения, между тем в практике в режиме этого процесса имеются большие различия.

В опытах Ленинградского отделения ВНИРО салака после извлечения из коптильной печи была помещена в стерильные пробирки. Через 90 дней хранения в термостате на рыбе не было обнаружено ни плесени, ни бактерий, т. е. она была стерильна. Лещ горячего копчения, изготовленный Ростовским рыбозаводом, при анализе также оказался стерильным.

Температура тканей рыбы при горячем копчении превышает оптимум действия мышечных и желудочных ферментов, происходит тепловая инактивация их, следовательно, распада тканей от действия собственных ферментов при последующем хранении уже не может быть.

Рыба горячего копчения, хотя и представляет собой после обработки продукт или стерильный, или почти стерильный, однако в производстве при уборке и упаковке она неизбежно обсеменяется плесенью и бактериями, которые быстро развиваются, легко проникают внутрь тканей, и в результате продукт быстро портится.

Некоторые исследователи указывают, что на копченой рыбе плесени развиваются более энергично, чем на вареной, так как продукты неполного стгорания древесины, оседающей на рыбе, благоприятны для их жизнедеятельности. Это явление подтверждается наблюдениями Н. А. Воскресенского и автора данной работы.

Институтом народного хозяйства им. Плеханова [81] установлено, что сроки хранения сига, леща и кефали горячего копчения в среде с содержанием от 27 до 56% CO_2 при температуре $0+3^\circ$ и влажности атмосферы от 96 до 100% вдвое больше, чем при хранении на воздухе. На контрольных экземплярах рыб через 11—14 суток от начала хранения появилась плесень, наблюдался запах порченной рыбы, тогда как опытная рыба в течение 21—23 суток хранения имела совершенно чистую поверхность, вкус и запах, присущие продукту горячего копчения. После извлечения из среды углекислого газа рыба горячего копчения еще довольно длительное время сохраняется в обычных условиях.

На исследовательской станции Торри [219] проводилось хранение сушено-копченого малосоленого филе сельди. В обычных условиях хранения при комнатной температуре продукт быстро покрывается плесенью, приобретает неприятный запах, жир окисляется, а в атмосфере 100% CO_2 в герметичной жестяной таре при температуре от 32 до 38° он хорошо сохранялся и был вполне пригоден в пищу в течение нескольких месяцев.

МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ОПЫТОВ

В лаборатории Доно-Кубанской станции, на Ростовском и Одесском рыбозаводах были проведены опыты по хранению копченой продукции, приготовленной различными рыбозаводами из рыбы разных видов и размеров (барабуля, скумбрия, сельдь, лещ, хамса, тюлька, сом, язь и др.), в течение 6—40 дней при температурных условиях хранения от 0 до 38°, с концентрацией газа в контейнере от 30 до 99% при влажности, близкой к насыщению, в таре различного типа. Контрольная рыба находилась в обычных условиях при влажности воздуха от 60 до 80%.

Качество продукта во всех опытах определяли путем тщательных органолептических исследований (внешний вид, консистенция, вкус, запах, цвет) и бактериологических анализов продукции, проведенных санитарно-бактериологическими лабораториями Ростова-на-Дону, Москвы, и Институтом питания АМН СССР.

Были проведены также химические исследования.

При промышленной проверке способа углекислотного хранения рыбы горячего копчения после тщательной проверки органами санитарного надзора и инспекции по качеству направляли в торговую сеть. Всего было реализовано 3500 кг рыбы, причем снижения качества продукции и случаев порчи не наблюдалось.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сроки сохранения копченой рыбы

В результате исследований установлено [113], что углекислый газ, даже при высоких концентрациях (90—100%), на вкус, запах и цвет мяса копченой рыбы отрицательного влияния не оказывает.

При дегустации продукта, длительное время хранившегося в среде с высоким содержанием углекислоты, ощущаются кисловатые запахи и вкус, которые исчезают при выдерживании продукта на воздухе в течение некоторого времени (от 30 мин. до нескольких часов, в зависимости от размеров рыбы и температуры).

Качество контрольной рыбы при всех испытанных температурах снижается значительно раньше, чем опытной (табл. 30).

Таблица 30

Сроки сохранения рыбы горячего и полугорячего копчения при углекислотном хранении (в сутках)

Условия хранения	Лещ и ставрида	Ставрида и скумбрия	Барабуля		Скумбрия	Тюлька полугорячего копчения, хранившаяся при температуре 22—25°
	горячего копчения, хранившиеся при температуре в °					
	0—2	4—8	15—20	20—25	25—30	
В углекислом газе при концентрации 50—99%	Более 70	Более 30	12—16 (20)	7—9 (15)	4—6 (8)	35—40
Контроль (на воздухе)	15—20	7—11	3—5	2—3	Не более суток	8—10

Примечание. Для рыбы, хранившейся в углекислом газе, указаны сроки, к концу которых качество ее не изменилось; в скобках приведены сроки наступления порчи рыбы. Для контрольных экземпляров указаны сроки появления плесени на поверхности рыбы и начала снижения ее качества.

В атмосфере с влажностью 65—70% на контрольной рыбе быстро появляется плесень, которая покрывает большие участки поверхности, проникает внутрь, вызывает выделение слизи, мясо становится дряблым,

мазеобразным, появляются посторонние запахи (аммиачный, окислившегося жира).

В атмосфере даже с относительно небольшим содержанием углекислого газа (30—40%) развитие плесени эффективно тормозится, а при концентрации углекислоты выше 70% при любой влажности воздуха плесень не развивается. Порча рыбы происходит лишь через значительно больший промежуток времени в результате прокисания.

После извлечения из среды углекислого газа рыба сохраняется на воздухе без снижения качества при температуре 20—22° еще 3—4 дня, при 4—10° — 8—10 суток и при 1° — свыше 15 суток, даже при длительном предварительном хранении в среде углекислого газа. По истечении этих сроков на поверхности рыбы начинает появляться плесень.

Результаты опытов позволяют заключить, что сохраняемость копченой рыбы в атмосфере, содержащей углекислый газ, сравнительно с контролем увеличивается в 3—4 раза.

Изменение микрофлоры

Микрофлора сырья представлена различными видами аэробов и главным образом факультативных анаэробов и редко в небольшом количестве облигатными анаэробами.

В 1 г рыбы содержится от нескольких тысяч до нескольких миллионов (в хранившемся сырце) микроорганизмов.

Результаты определений обсемененности рыбы до и после копчения приводятся в табл. 31.

Т а б л и ц а 31

Влияние горячего копчения на микрофлору рыбы*

Номера опытов	Вид рыбы	Качество сырья	Аэробная микрофлора, количество клеток в 1 г			Облигатно- и факультативно-анаэробная микрофлора, количество клеток в 1 г		
			в сырце	после копчения	остаточная микрофлора в %	в сырце	после копчения	остаточная микрофлора в %
1	Тарань	После хранения	2 100 000	60	0,003	1100	0	0
2	"	То же	3 800 000	2400	0,063	13 000 000	2200	0,017
3	"	"	7 100 000	1900	0,027	85 000	300	0,25
4	"	Мороженая	160 000	45	0,027	7500	0	0
5	Бычок	То же	380 000	60	0,016	30 000	0	0
6	"	"	36 000	15	0,042	37 800	105**	0,28
7	Сельдь	—	62 400	30	0,048	13 000 900	45**	0,00035

* В опытах 1, 2, 3, 4, 6 рыба в сырце обсеменялась через желудочно-кишечный тракт взвесью вегетативных клеток и спор облигатного анаэроба *Cl. tetanophorum*.

** Рост обнаружен лишь на четвертые сутки культивирования.

Как видно из таблицы, микрофлора, обсеменяющая рыбу, при горячем копчении большей частью погибает. Остаточная микрофлора составляет, как правило, лишь десятые и сотые доли процента от начального содержания. В некоторых случаях продукт почти стерилен. Тепловое очождение спор *Cl. tetanophorum* длится иногда более 7—8 суток, так как за этот срок не всегда обнаруживался рост.

Анализы обсемененности рыбы горячего копчения, приготовленной в производственных условиях, подтверждают данные лабораторных опытов.

Общая обсемененность микроорганизмами тканей рыбы, хранившейся в атмосфере углекислого газа, во всех случаях значительно ниже, чем

Бактериологические анализы леща горячего копчения, хранившегося в металлических контейнерах и в контейнерах из пленки при наличии углекислого газа и температуре 18—20°

Продолжительность хранения в сутках	Содержание CO ₂ в %	Поверхность		Мышцы		Внутренности		Качественный состав микрофлоры
		обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	
Металлические контейнеры								
Свежеприготовленная	—	0	—	0	0	0	0	—
11	Контроль	Сплошной рост	Penicillium glaucum	Сплошной рост	Penicillium glaucum	Сплошной рост	Penicillium glaucum	Кокковая и споробразующая микрофлора
		90	400	0	700	0	900	
18	95	Сплошной рост	0	150 0	0	250 000	0	То же
Контейнеры из пленки								
Свежеприготовленная	—	0	0	0	0	0	0	—
11	Контроль	Сплошной рост	Penicillium glaucum	Сплошной рост	Penicillium glaucum	Сплошной рост	Penicillium glaucum	Кокковая и спороносная микрофлора
		85	2400	0	610	0	430	
	60	5300	0	6 0	0	42 0	0	
18	85	Сплошной рост	0	25 000	0	40 000	0	Стафилококки и спороносная микрофлора

Примечания. 1. Бактерии групп коли, протей, тифозно-паратифозные, анаэробы не обнаружены.
2. Бактериологические анализы проведены Центральной санитарно-бактериологической лабораторией Ростова-на-Дону.

Бактериологические анализы скумбрии горячего копчения при хранении и перевозке в негерметичных термоизолированных контейнерах с сухим и водным льдом (при температуре внутри контейнеров от 0 до 8°)

Наименование опыта	Продолжительность хранения в сутках	Условия хранения	Внешний вид рыбы	Поверхность		Мышцы		Качественный состав микрофлоры
				обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	
Хранение на Одесском рыбозаводе	До хранения	—	—	596	0	15	—	Грамположительные палочки и кокки Грамположительные и грамотрицательные кокки То же
	7	Водный лед	Отдельные очаги плесени	66 800	Очаги плесени	465	0	
		Сухой лед (CO ₂ ~90-99%)	Поверхность чистая	31 750	0	105	0	
Перевозка поездом из Одессы в Ростов и хранение в Ростове	15	Водный лед	Налет плесени, слизь	4 980 000	Плесени	80 000	0	" "
		Сухой лед (CO ₂ ~90-99%)	Поверхность чистая	439 300	0	5200	0	
	18	Водный лед	Рыба явно испорчена, сплошной налет плесени	240 160 000	Плесени	3 446 000	Плесени	
		Сухой лед (CO ₂ ~85-90%)	Рыба хорошего качества, поверхность чистая	67 000	0	19 400	0	
Перевозка поездом из Одессы в Москву и хранение в Москве	9	Водный лед	Небольшой налет плесени	41 360 000*	Плесени	270*	—	Спороносные палочки и кокки То же
		Сухой лед (CO ₂ ~90-99%)	Поверхность чистая, проба оказалась подмороженной	13 000*	0	186*	—	

* Среднее из пяти определений.

Примечания. 1. Бактериальные группы протей, тифозно-паратифозные, стафилококки, анаэробы не обнаружены.
2. Анализ в Москве проведен Институтом питания АМН СССР, остальные — Доно-Кубанской станцией ВНИРО.

в контрольной. Через 11 суток хранения при температуре 18—20° обсемененность поверхности, мышц, кишечника опытной рыбы выражалась сравнительно небольшим числом колоний (табл. 32) при совершенном отсутствии плесеней; по органолептическим показателям эта рыба была безукоризненна.

Контрольная рыба оказалась сплошь покрытой плесенью, проникшей внутрь, и имела признаки гнилостного разложения. Среди микроорганизмов преобладали микрококки и спорообразующая микрофлора.

При перевозке рыбы из Одессы в Москву с сухим и водным льдом поверхность рыбы в первом случае оказалась во много раз менее обсемененной микрофлорой, чем во втором (табл. 33).

Крайне важным является то обстоятельство, что при хранении рыбы горячего копчения в углекислом газе жизнедеятельность бактерий и плесеней тормозится не только на поверхности, но и в мышцах и в кишечнике рыбы, что является важным фактором, обеспечивающим надежность сохранения такого продукта, как рыба горячего копчения.

Рост обсемененности тканей рыбы при хранении в углекислом газе зависит от температуры хранения и концентрации газа. Так, при темпе-

Таблица 34

Бактериологические анализы леща горячего копчения, хранившегося в металлических контейнерах при наличии углекислого газа и температуре 1—2°

Продолжительность хранения в сутках	Содержание CO ₂ в %	Поверхность		Мышцы		Внутренности		Качественный состав микрофлоры
		обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	обсемененность, количество клеток в 1 г	плесени	
Свежеприготовленная	—	—	—	0	0	0	0	—
22	0 (контроль)	125	Очаги плесени	185	0	375	0	Кокковая и палочковая микрофлора
	78	85	0	250	0	250	0	Палочковая микрофлора
30	0 (контроль)	2000	Aspergillus	160	0	Сплошной рост	0	Спороносная микрофлора
	78	38	0	3	0	10	0	Кокковая микрофлора
36	0 (контроль)	400 000	Aspergillus	150	0	Сплошной рост	0	Спороносная микрофлора
	78	90	0	0	0	100	0	Кокковая микрофлора

Примечания. 1. Бактерии групп коли, протей, тифозно-паратифозные, стафилококки, анаэробы не обнаружены.
2. Бактериологические анализы проведены Центральной санитарно-бактериологической лабораторией Ростова-на-Дону.

ратуре 1—2° через 36 суток хранения рыба была обсеменена микроорганизмами незначительно (табл. 34). При температуре 18—20° такая же степень обсеменения (приблизительно) наблюдается через 10—11 суток (см. табл. 32), а при 25° — через 5—6 суток (табл. 35). При концентрации углекислого газа 85% обсемененность тканей рыбы через 11 суток оказалась в несколько раз ниже, чем при 60% CO₂ (см. табл. 32).

Т а б л и ц а 35

Бактериологические анализы барабули горячего копчения, хранившейся в металлических контейнерах при наличии углекислого газа и температуре 25°

Продолжительность хранения в сутках	Содержание CO ₂ в %	Обсемененность, количество клеток в 1 г			Качественный состав микрофлоры
		поверхность	мышцы	внутренности	
5	90—77	1270	430	820	Палочковидная микрофлора
10	91—69	Сплошной рост	Сплошной рост	Сплошной рост	Палочки и кокки
	89 (верхний ряд)	Сплошной рост	1600	Сплошной рост	То же
12	68 (средний ряд)	80	Сплошной рост	Сплошной рост	"

Примечания. 1. Плесени, бактерии групп коли, протей, тифозно-паратифозные, стафилококки, анаэробы не обнаружены.

2. Бактериологические анализы проведены на 5-е сутки хранения бактериологической лабораторией консервного завода «Смычка» Ростова-на-Дону; на 10-е и 12-е сутки — Дорожной санитарно-бактериологической лабораторией врачебно-санитарной службы Северо-Кавказской ж. д.

При хранении леща горячего копчения в среде с температурой 18—20° и начальной концентрацией углекислого газа 30—40% отдельные очаги плесени на поверхности рыбы начали появляться через 9—10 суток, при 50—60% CO₂ — через 13—14 суток, а при 60—70% CO₂ еще на 17 сутки плесень отсутствовала и рыба имела совершенно чистую поверхность, вкус, цвет и запах, соответствующие свежему продукту. При содержании углекислоты в концентрации 85—90% плесень совершенно не развивалась в течение опыта, длившегося 75 суток.

Если контейнеры с опытной рыбой в процессе хранения вскрывали для осмотра и затем снова дополняли газовой смесью с определенной концентрацией углекислого газа, то рыба в них быстрее поражалась плесенью, чем в тех контейнерах, которые не вскрывали до конца хранения.

Бактерии группы коли, протей, тифозно-паратифозной группы и строгие анаэробы не были обнаружены ни в мышцах, ни в кишечнике опытной рыбы.

Отсутствие строгих анаэробов, по-видимому, является следствием весьма малой обсемененности свежей рыбы этими микроорганизмами.

У тюльки полугорячего копчения, хранившейся при температуре 22—25° и концентрации углекислого газа 60%, наблюдали заметное торможение роста микрофлоры, а при содержании в атмосфере 90 и 100%

CO₂ в течение 30—40 суток хранения вообще не обнаружено увеличения первоначального количества клеток (рис. 27).

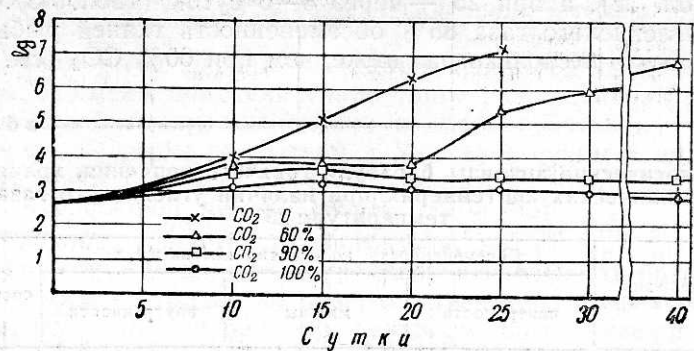


Рис. 27. Влияние разных концентраций углекислого газа на рост микрофлоры в туюлке полугорячего копчения при хранении.

Изменение азотистых веществ

Величина рН водной вытяжки из мышц леща горячего копчения, хранившегося на воздухе при температуре 15—16°, относительно быстро смещается в щелочную сторону, тогда как в атмосфере с содержанием 60, 80 и 95% CO₂ рН в течение всего срока хранения (18 суток) остается на начальном уровне (рис. 28). Явление стабилизации рН при хранении копченой рыбы аналогично наблюдавшемуся при хранении вареной рыбы.

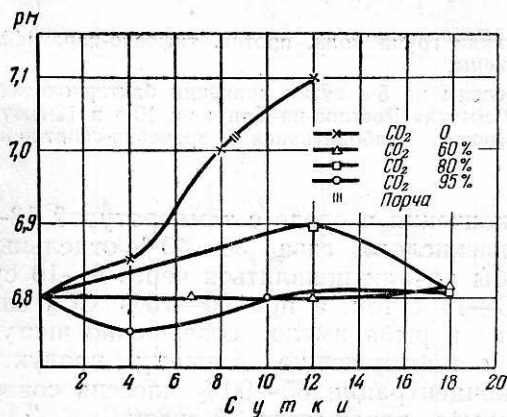


Рис. 28. Изменение величины рН в мышечной ткани леща горячего копчения при хранении.

В табл. 36 приведены данные, характеризующие изменение содержания влаги и азотистых веществ барабули горячего копчения, хранившейся при комнатной температуре.

Несмотря на герметичность сосудов, в которых проводили опыт, в первые дни хранения во всех пробах наблюдали незначительное уменьшение содержания влаги. Это можно объяснить некоторой потерей влаги на насыщение атмосферы в сосуде, а главное, внутримышечной миграцией ее к поверхности рыбы, к коже, которая не анализировалась.

Содержание общего азота, отнесенное к сухому веществу, в контрольной рыбе в первом опыте заметно уменьшается уже через 8 суток хранения; во втором опыте наблюдается постепенное, очень незначительное снижение содержания общего азота во все время хранения, что объясняется, по-видимому, бактериальным распадом белковых веществ и улетучиванием из рыбы конечных продуктов распада (содержание воды остается более или менее постоянным).

В опытной рыбе в первые дни хранения наблюдается уменьшение общего азота; по-видимому, вместе с влагой растворимые азотистые ве-

Изменение форм азота при хранении барабули горячего копчения

Номера опытов	Содержание CO_2 в %	Длительность хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %	Содержание азота в % к общему азоту				
				общий	белковый	небелковый (остаточный)	в том числе аминный	
1	0 (конт- роль)	0	36,85	100 (11,34)	86,6	13,4	1,58	
		4	40,46	100 (10,97)	82,0	18,0	2,03	
		8	38,38	100 (10,55)	77,6	23,4	2,53	
		12	39,91	100 (8,01)	78,5	21,5	4,72	
	90	0	36,85	100 (11,34)	86,6	13,4	1,58	
		4	39,35	100 (10,72)	87,2	12,8	2,36	
		8	41,81	100 (10,11)	84,0	16,0	2,11	
		12	39,29	100 (10,66)	84,6	15,4	4,01	
	2	0 (конт- роль)	16	39,14	100 (8,40)	81,0	19,0	4,95
			0	40,44	100 (9,00)	89,0	11,0	2,14
			4	42,21	100 (8,86)	86,9	13,1	2,16
			8	42,20	100 (8,62)	82,6	17,4	2,28
90		12	42,94	100 (8,45)	79,0	21,0	3,28	
		0	40,44	100 (9,00)	89,0	11,0	2,14	
		4	45,38	100 (7,65)	86,3	13,7	2,59	
		8	41,94	100 (7,77)	84,0	16,0	—	
		12	45,89	100 (8,74)	86,4	13,6	2,46	
		16	41,07	100 (8,28)	83,0	17,0	3,10	

Примечание. В графе «общий азот» в скобках даны величины содержания общего азота в процентах к сухому веществу.

щества диффундируют к поверхности. Количество белкового азота, отнесенного к общему, хотя с хранением и уменьшается, но с значительно меньшей интенсивностью, чем в контрольной рыбе. Содержание небелкового и аминного азота в опытной рыбе увеличивается заметно медленнее, чем в контрольной.

Уменьшение белкового, рост небелкового и аминного азота в опытной рыбе свидетельствуют о наличии, хотя и более замедленного, чем в контроле, но заметного процесса распада белковых веществ, происходящего, по-видимому, в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Однако при продолжительности хранения опытной рыбы 8—12 суток уменьшение содержания белковых веществ в ней настолько незначительно, что не может существенно отразиться на питательной ценности продукта. При более продолжительных сроках хранения, при комнатной температуре (до 16 суток) нужно считаться с уменьшением количества белковых веществ.

Определения аминного азота в суспензиях мышечной ткани при рН 5 и рН 7 проведены с целью выяснения активности катепсина в продукте. Если в мышечных тканях рыбы при обработке горячим копчением катепсиновый комплекс в какой-то мере сохраняется от разрушения, то при хранении рыбы показатель степени гидролиза белка — аминный азот — будет накапливаться преимущественно при рН 5 как оптимальном.

Опыты проводили с суспензией мышечной ткани: к 150 г растертой мышечной ткани добавляли 500 мл фосфатно-цитратного буфера и 10 мл толуола.

В первом опыте рН буфера равнялся 5 и 7, во втором — 3,97 и 7,28.

В банки наливали по 250 мл суспензии, насыщали ее углекислотой путем пятиминутного продувания газа, затем банки герметично закрывали пробками. Другую часть банок (контроль) хранили без углекислого газа. Опыт проводили при температуре 20°.

Изменения рН и аминного азота, выраженные в мг%, приводятся в табл. 37 и 38.

Таблица 37

Изменение рН и содержания аминного азота в суспензии мышечной ткани барабули горячего копчения (при начальном рН 5 и температуре 20°)

Номера опытов	Условия хранения	Величина рН и содержание аминного азота при продолжительности хранения в сутках				
		0	4	8	12	16
рН						
1	Хранение в CO ₂	5,00	4,8	5,10	5,13	5,20
1	Контроль	5,00	5,10	5,10	5,09	5,19
2	Хранение в CO ₂	5,15	5,22	5,23	5,21	5,25
2	Контроль	5,15	5,23	5,25	5,23	5,25
А минный азот в мг%						
1	Хранение в CO ₂	200,21	216,1	208,1	211,4	221,6
1	Контроль	200,2	216,1	212,8	211,4	217,0
2	Хранение в CO ₂	226,81	223,5	206,2	205,3	207,2
2	Контроль	226,8	223,5	211,4	208,1	208,1

При рН суспензии, равном 5, в первом опыте наблюдается незначительное увеличение аминного азота как в банках с углекислотой, так и в контрольных. Во втором опыте, наоборот, отмечается незначительное уменьшение аминного азота, приблизительно одинаковое во всех банках.

При рН 7 начальные величины аминного азота в образцах обоих опытов оказались значительно меньше, чем при рН 5 и через 4 суток еще уменьшились. При дальнейшем хранении суспензии в опытных и контрольных образцах как первого, так и второго опыта наблюдается постепенное увеличение аминного азота.

Сопоставляя весьма незначительное и не во всех определениях наблюдавшееся увеличение аминного азота в суспензиях из мяса барабули горячего копчения с значительно более закономерно выраженным ростом аминного азота в мышцах этой рыбы при хранении ее, можно видеть, что при комнатной температуре и продолжительности хранения до 16 суток протеолитическая активность катепсина в мышцах рыбы горячего копчения практически отсутствует.

В белковой коллоидной системе (в геле) при хранении происходит сближение частиц, в результате образуется выпрессовывание заключенной между ними дисперсионной среды, т. е. разделение гомогенной си-

Таблица 38

Изменение pH и содержания аминного азота в суспензии мышечной ткани
барабули горячего копчения
(при начальном pH 7,09 и температуре 20°)

Номера опытов	Условия хранения	Величина pH и содержание аминного азота при продолжительности хранения в сутках				
		0	4	8	12	16
pH						
1	Хранение в CO ₂	7,09	6,79	6,57	6,85	6,87
1	Контроль	7,09	7,13	7,13	7,42	Порча
2	Хранение в CO ₂	7,22	6,90	6,85	6,65	6,85
2	Контроль	7,22	7,16	7,08	7,12	7,35

Аминный азот в мг%

1	Хранение в CO ₂	71,4	31,27	30,80	37,8	47,1
1	Контроль	71,4	27,0	34,06	37,3	Порча
2	Хранение в CO ₂	82,13	58,8	48,07	49,4	53,2
2	Контроль	82,13	60,6	39,6	41,0	42,9

стемы на твердую и жидкую — синерезис [104]. Этот процесс должен отразиться на гидрофильности белковых веществ мышечной ткани рыбы и на степени связывания ими воды. Поэтому нами поставлены опыты

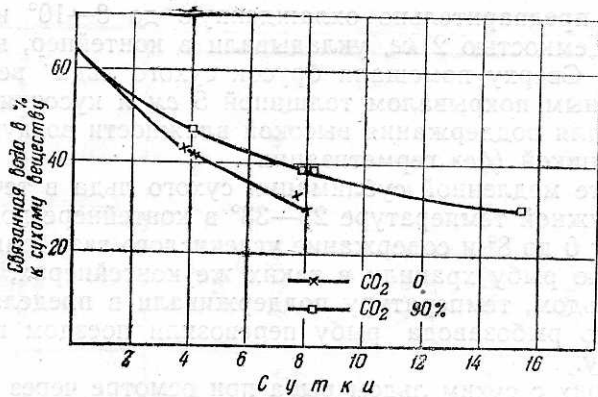


Рис. 29. Изменение содержания связанной воды в мышечной ткани барабули горячего копчения при хранении в углекислом газе.

определения связанной воды в мышечных тканях копченой барабули при ее хранении.

Результаты определений связанной влаги как в первом, так и во втором опыте очень близки между собой и приводятся на рис. 29. Связанная вода в опытной и контрольной рыбе с хранением уменьшается, причем в углекислотной атмосфере изменение меньше, чем в контроле. Через 8 суток хранения содержание связанной воды в контроле составляет 49% и хранившейся в углекислом газе — 62% от начальной величины.

По-видимому, растворенная в тканях рыбы углекислота, вызывающая сдвиг рН мышечной ткани в кислую сторону и последующую стабилизацию рН, несколько замедляет дегидратацию и процесс старения белковой коллоидной системы.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОПЫТЫ

Промышленные опыты проводили в летнее время как при температуре наружной среды, так и с охлаждением сухим и водным льдом.

Для хранения и перевозки рыбы горячего копчения в 1950—1952 гг. были использованы металлические контейнеры и мягкие, представляющие собой пакеты из полихлорвиниловой пленки, вставленные для крепости в мешки из крафт-бумаги.

Товарные партии барабули, леща, скумбрии горячего копчения хранили на Ростовском, Адлерском и Одесском рыбозаводах при температуре 18—25° (табл. 39). Содержание углекислого газа в контейнерах колебалось от 50 до 90%. Контрольная рыба находилась при той же температуре, но без углекислого газа.

Количество продукции в одной партии было от 60 до 300 кг. Продукцию (барабуля, сельдь, сом в кусках и т. д.) перевозили различными видами транспорта из Адлера в Москву (1950 г.), из Одессы в Ростов и Москву (дважды), из Ростова в Новочеркасск, Шахты и другие города (1951 г.).

Температура во время перевозок повышалась в некоторых случаях до 30° и выше, газовая среда была приблизительно такая же, как и при стационарном хранении. Качество рыбы, хранившейся в углекислом газе, во всех опытах не снижалось в течение 10—12 дней, а контрольная рыба через 3—5 суток покрывалась плесенью.

В 1955 и 1956 гг. проведены опыты перевозки товарных партий скумбрии и ставриды горячего копчения с охлаждением сухим и водным льдом.

Скумбрию, предварительно охлажденную до 8—10° и расфасованную в ящички емкостью 2 кг, укладывали в контейнер, изготовленный из пенопласта. Сверху помещали брусок сухого льда весом 3—4 кг, обернутый ватным покрывалом толщиной 5 см и кусочки ваты, пропитанные водой для поддержания высокой влажности воздуха. Контейнер закрывали крышкой (без герметизации).

В результате медленной сублимации сухого льда в течение четырех суток при наружной температуре 25—33° в контейнере поддерживалась температура от 0 до 8° и содержание углекислого газа, равное 90—99%.

Контрольную рыбу хранили в таких же контейнерах, но охлаждаемых водным льдом, температуру поддерживали в пределах 0—8°.

С Одесского рыбозавода рыбу перевозили поездом в Москву и в Ростов-на-Дону.

В контейнерах с сухим льдом рыба при осмотре через 8, 15 и 20 суток, считая с момента изготовления, имела чистую поверхность и по своему качеству была вполне товарной, в отличие от контрольной, у которой через 8 суток наблюдались на поверхности очаги плесени, подкожное потемнение мяса, кисловатые вкус и запах. Через 15 суток эта рыба сплошь покрывалась налетом плесени и слизи и находилась в стадии резкой порчи.

В 1956 г. осуществлена перевозка автотранспортом из Одессы в Москву и хранение в Москве партии (весом более 500 кг) крупной ставриды горячего копчения.

Рыба после охлаждения до 8° была расфасована в фанерные ящики средней емкостью 7 кг, которые укладывали в контейнеры из пенопласта и в полихлорвиниловые пакеты, вставленные в кули из двойной рогожи, что обеспечивало крепость их при перегрузочных операциях. На ящики

Сводка условий и результатов лабораторных и промышленных опытов хранения и перевозки копченой рыбы в контейнерах с применением углекислого газа и сухого льда

Номера серий опытов	Хранение или перевозка	Время проведения опыта	Порода рыбы	Обработка	Условия хранения или перевозки			Количество рыбы в кг	Качество продукта (сортность)	
					длительность в сутках	температура в °	концентрация CO ₂ начальная/конечная в %		в начале хранения	в конце хранения
1	Хранение на Ростовском рыбзаводе	Апрель—май	Лещ	Горячее копчение	36	1—2	90/35	40	Первый сорт	Первый сорт
	То же	То же	"		17			0	10	То же
2	Перевозка из Адлера в Москву и хранение в Москве на складе	Октябрь	Барабуля		12	15—17	50/30	50	"	Первый сорт
	То же	"	"		9			0	10	"
3	Хранение в лаборатории	Март—апрель	Язь		12	15—20	90/50	10	"	Первый сорт
	То же	То же	"		4			0	5	"
4	Хранение на Ростовском рыбзаводе	Апрель	Лещ		11	18—20	90/60	200	"	Первый сорт
	То же	"	"		6			0	50	"
5	Хранение на Ростовском рыбзаводе	Август	Барабуля	9	25	90/60	60	"	Первый сорт	
6	Перевозка из Одессы в Ростов и хранение в Ростове в магазине	Июль	Скумбрия	6	23—38	92/52	100	Высший и первый сорт	Высший и первый сорт	
7	То же	"	"	6		18—35	85/75	150	То же	То же
8	Хранение до реализации на Ростовском рыбзаводе	Июль—август	Сельдь	4	13—18	90/60	1000	"	"	

Продолжение

Номера серий опытов	Хранение или перевозка	Время проведения опыта	Порода рыбы	Обработка	Условия хранения или перевозки			Количество рыбы в кг	Качество продукта (сортность)	
					длительность в сутках	температура в °	концентрация CO ₂ начальная/конечная в %		в начале хранения	в конце хранения
9	Хранение в лаборатории То же	Май	Тюлька	Полугорячее копчение	40	20—25	90/80	8	Первый сорт	Первый сорт
	"	"	"		8—10		0	3	" "	Окисление жира, плесень
10	Хранение на Одесском рыбзаводе с сухим льдом То же, с водным льдом	Июль	Скумбрия		7	0—8	99/90	15	Высший сорт	Высший сорт
	"	"	"	7	0		5	" "	Качество удовлетворительное	
11	Перевозка из Одессы в Ростов с сухим льдом, хранение на Ростовском рыбзаводе То же, с водным льдом	Июль	Скумбрия	Горячее копчение	15	0—10	99/90	20	" "	Высший сорт
	"	"	"		9		0	10	" "	Снизилось качество, плесень
12	Перевозка из Одессы в Москву с сухим льдом То же, с водным льдом	Июль	Скумбрия		15	0—8	99/90	25	" "	Высший сорт
	"	"	"	8	0		15	" "	Качество снизилось, плесень	
13	Перевозка из Одессы в Москву с сухим льдом и хранение в Москве на складе То же, с водным льдом	Сентябрь	Ставрида крупная	То же	30	1—9	86/75	500	—	Качество хорошее
	"	"	"		11		0	28	—	Плесень

Примечания. 1. В опытах 1—9 контейнеры заполняли углекислым газом; в опытах 10—13 в контейнеры загружали сухой лед в термоизолирующей упаковке.

2. В опыте 13 основная масса опытной рыбы реализована вскоре после перевозки; хранению в течение 30 суток подвергалась лишь небольшая часть продукции (15—18 кг).

с рыбой были помещены бруски сухого льда в термоизоляционной упаковке, состоявшей из 11 слоев гофрированного картона толщиной 6 см. Загруженный рыбой и сухим льдом контейнер закрывали крышкой без герметизации, полихлорвиниловый пакет завязывали шпагатом. В контейнер помещали 100 кг рыбы и 8 кг сухого льда, а в полихлорвиниловый пакет 40—45 кг рыбы и 4 кг сухого льда. Всего на 500 кг рыбы было загружено 39 кг сухого льда. Четыре ящика с рыбой были контрольными (без сухого льда).

Термоизолированный кузов автомашины охлаждался обыкновенным льдом с добавлением 10% соли; температура внутри кузова автомашины при отправлении ее из Одессы была 6°, а наружного воздуха —30°.

В пути автомашина находилась менее трех суток. Осмотр продукции производили в Москве через четверо суток с момента ее изготовления.

Температура в момент осмотра оказалась следующей: в кузове 5°, в контейнере 2°, рыбы в контейнере 2°, рыбы в полихлорвиниловых пакетах 4°. Концентрация углекислого газа в контейнерах и полихлорвиниловых пакетах была от 80 до 85% (объемных). Сухой лед сохранился в количестве 0,3—0,4 кг в каждой коробке из гофрированного картона.

При осмотре в Москве как опытная, так и контрольная рыба оказалась вполне доброкачественной. Основная часть партии (400 кг) была сдана в торговую сеть на реализацию, часть рыбы в двух полихлорвиниловых пакетах после дополнительного добавления сухого льда (по 6 кг в пакет) и несколько ящиков контрольной рыбы были оставлены для дальнейшего хранения в помещении при температуре 9° с влажностью воздуха 70%. Через 4 дня два ящика с рыбой были извлечены из атмосферы углекислоты и их хранили, как и контрольные, на воздухе.

Второй осмотр продукции произведен через 7 суток хранения в Москве или через 11 суток, считая с момента изготовления. Температура опытной и контрольной рыбы оказалась равной 9°. Сухой лед, загруженный в полихлорвиниловые пакеты, сублимировался полностью, концентрация углекислоты снизилась до 70%.

Рыба, хранившаяся в полихлорвиниловых пакетах с сухим льдом, а также извлеченная из атмосферы углекислоты за 3 суток до осмотра, имела хороший внешний вид и чистую поверхность, тогда как на контрольной рыбе был значительный налет плесени.

Вкус и запах мяса опытной и контрольной рыбы были свойственны рыбе горячего копчения, но опытные образцы, только что извлеченные из атмосферы углекислоты, имели кислостый привкус от присутствия углекислого газа, не снижающий, однако, качества продукта. Через 3 часа после извлечения из углекислого газа в рыбе еще ощущался кислостый привкус, но через сутки его уже не было.

В итоге дегустации образцы опытной рыбы признаны вполне доброкачественными, а образцы контрольной рыбы, вследствие наличия поверхностного налета плесени, забракованы.

Часть опытной рыбы после второго осмотра была направлена в торговую сеть на реализацию.

Работники Министерства торговли отмечали, что продукция горячего копчения, хранившаяся в атмосфере углекислого газа, по качеству очень высокая и пользуется большим спросом у покупателей.

Некоторая часть продукции (опытная и контрольная) хранилась еще четверо суток при температуре 9° (без углекислого газа), после чего была направлена на осмотр и бактериологическое исследование в Институт питания АМН СССР. Наконец, образцы опытной и контрольной рыбы (4 ящика) для предупреждения развития микрофлоры в день осмотра были помещены на хранение в низкотемпературный прилавок с температурой минус 8—10° и через четверо суток также переданы на исследование в Институт питания АМН СССР.

Результаты исследований представлены в табл. 40.

Таблица 40

Результаты бактериологического исследования ставриды горячего копчения (проведено Институтом питания АМН СССР)

Условия перевозки и хранения	Срок хранения в сутках			Количество микроорганизмов в 1 г рыбы			
	в CO ₂	без CO ₂	общий	поверхность (под кожей)		мышцы (у позвоночника)	
				минимум	максимум	минимум	максимум
Перевозка и хранение в атмосфере углекислого газа (80—85% CO ₂) при 4—9°	11	4 (при -8—10°)	15	160	320	Меньше 20	Меньше 50
То же	11	4 (при +9°)	15	180	420	Меньше 20	Меньше 80
Перевозка и хранение без углекислого газа при 4—9°	—	15 (4 дня при -8—10°)	15	240 000	1 912 000	840	1020
То же	—	15	15	450 000	497 000	180	1280

Примечания 1. Обозначения „меньше 20“, „меньше 80“ и другие показывают, что при посеве 1 мл вытяжки, что соответствует 0,1 г рыбы, выросли единичные колонии. Такой результат не считается достоверным, и продукт является практически стерильным.

2. Качественный состав микрофлоры: главным образом микрококки и спороносные палочки, анаэробная микрофлора не обнаружена.

Оставшаяся рыба была помещена на хранение в холодильный шкаф при температуре 1°. Через 15 дней хранения, т. е. через 30 дней с момента ее изготовления опытная рыба имела нормальные органолептические показатели. Контрольные образцы были обильно покрыты плесенью и имели слегка затхлый запах.

Результаты перевозки и хранения рыбы горячего копчения в атмосфере углекислого газа с одновременным охлаждением можно считать вполне положительными.

Хотя опыты промышленных перевозок рыбы горячего копчения в атмосфере углекислого газа в теплое время года без охлаждения, как это видно из предыдущего, были безусловно успешными, однако этот способ вызвал серьезные возражения со стороны работников санитарного надзора, которые считали, что в среде углекислого газа создаются благоприятные условия для развития возбудителей заболеваний или отравлений и главным образом облигатного анаэроба *Vac. botulinus*.

Проф. Н. И. Козин и проф. В. С. Загорянский [82], возражая Главному санитарному управлению, указывали на то, что использование углекислого газа для хранения и перевозки скоропортящихся пищевых продуктов, в особенности при охлаждении, повысит санитарно-гигиенические условия хранения и даст большой хозяйственный эффект вследствие удлинения сроков сохранения продуктов. В частности, они считали крайне желательным применение сухого льда в качестве не только охлаждающего агента, но и источника газообразной углекислоты.

Охлаждение продукта даст возможность исключить случаи развития болезнетворных микробов, которые могут возникнуть при чрезмерном повышении температуры на длительный срок во время перевозки или хранения.

Главное санитарное управление после некоторой дискуссии признало допустимым применение углекислого газа при хранении рыбы горячего копчения с одновременным охлаждением.

Выводы

В результате лабораторных и промышленных опытов хранения и перевозок рыбы горячего и полугорячего копчения в атмосфере углекислого газа при комнатной температуре и при охлаждении установлено следующее.

1. Углекислый газ эффективно угнетает жизнедеятельность микроорганизмов как на поверхности, так и в глубинных тканях рыбы.

2. В среде углекислого газа продолжительность хранения копченых рыбопродуктов увеличивается при комнатной температуре в 2—3 и при охлаждении в 3—5 раз по сравнению с хранением их в обычных условиях на воздухе.

3. Рыба горячего копчения после длительного хранения в атмосфере углекислого газа в обычных условиях (на воздухе) сохраняется еще приблизительно такой же срок, как свежеприготовленная продукция.

4. Санитарно-гигиенические условия хранения пищевых продуктов в углекислом газе при понижении температуры улучшаются вследствие усиления консервирующего действия углекислотной среды при пониженной температуре, поэтому в условиях практики углекислотное хранение рыбы горячего и полугорячего копчения следует проводить при температуре не выше 8—10° в атмосфере с содержанием 70—90% углекислого газа.

5. При хранении продуктов в негерметичных термоизолированных контейнерах с сухим льдом обеспечивается углекислотная среда и пониженная температура. Применение сухого льда как охлаждающего агента и источника газообразной углекислоты, вследствие большой эффективности и простоты, может иметь большое значение в практике.

6. Изменения в продукте, вызываемые растворенной углекислотой (например, кисловатый привкус), обратимо восстанавливаются при некотором выдерживании продукта на воздухе (дегазация).

ОПЫТЫ ХРАНЕНИЯ СОЛЕНОЙ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Консервирующее действие нейтральных солей на белки, по И. А. Смолодинцеву [169], является следствием образования комплексов белок — соль, причем присоединение элементов соли к белковой молекуле происходит по месту пептидных связей.

Этим затрудняется воздействие микроорганизмов на белки, так как протеолитические ферменты микрофлоры по месту пептидных связей уже не могут действовать на белки. Это воззрение, по нашему мнению, не исключает, а лишь дополняет широко распространенное положение, согласно которому консервирующее действие соли сводится, главным образом, к нарушению осмотического давления в живых клетках микроорганизмов (к обезвоживанию). Явление обезвоживания (в растительных клетках — плазмолиз) наступает тогда, когда живая клетка находится в гипертоническом растворе, т. е. в растворе с осмотическим давлением более высоким, чем давление содержимого клетки.

Осмотическое давление в растительных клетках колеблется от 5 до 20 атм, достигая в некоторых случаях 50 и даже 100 атм, у наземных животных наблюдаются колебания от 8 до 30 атм, а у морских беспозвоночных оно приблизительно изотонично 3%-ному раствору NaCl [106].