

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].

Осмотическое давление насыщенных растворов NaCl превышает 350 атм.

Микроорганизмы, по-видимому, обладают различным осмотическим давлением и возможностью приспособления к нему, так как некоторые группы их (солетолерантные) хорошо растут в растворах NaCl различной крепости, а галофилы вообще требуют для своей жизнедеятельности высоких концентраций NaCl [29, 141, 142, 143].

Некоторые молочнокислые бактерии при комнатной температуре также хорошо растут в растворах с повышенной концентрацией NaCl и в их присутствии сравнительно быстро происходит скисание тузлуков и рыбы при содержании соли до 10—12%.

Поэтому в практике слабо- и среднесоленые рыбопродукты (пресервы, маринады) сохраняются более или менее длительное время только при пониженной температуре. При недостатке же холодных складов рыба обрабатывается крепким посолом, соленость мяса достигает 15—18%.

При крепком посоле получается продукт с низкими вкусовыми и товарными качествами: происходит большая потеря белковых веществ, консистенция мяса становится жесткой, понижается активность ферментов мышечной ткани и брюшных органов [160, 161]. Кроме того, образуются значительные производственные потери.

Чтобы получить хороший созревший продукт невысокой солености (9—10%), рыбу после посола длительное время выдерживают при пониженной температуре от -2 до $+2^{\circ}$. Других способов получения созревших рыбопродуктов пока не имеется.

В результате проведенных работ [1, 62, 68, 85, 115, 117, 287] выяснено, что в созревании соленой сельди главную роль играют процессы ферментативного распада белковых веществ. Предполагают [24], что в первой стадии протеолиза происходит расщепление (деагрегация) молекул белка на более мелкие фрагменты с образованием пептонов и высокомолекулярных полипептидов и лишь с частичным расщеплением до аминокислот. В дальнейшем происходит более глубокое расщепление белка с образованием значительного количества свободных аминокислот.

Роль микроорганизмов в этом процессе менее ясна.

Хотя размягчение тканей рыбы происходит уже в первой стадии протеолиза, однако качество созревшего продукта (вкус, запах) появляется, по-видимому, лишь при более глубоком расщеплении белков.

М. Д. Ильин указывает, что пресервы из кильки можно считать созревшими, когда отношение небелкового азота к общему составляет более 50%. По данным А. П. Черногорцева [190], в созревшей кильке небелковый (остаточный) азот составляет не менее 45%.

Л. С. Левиева отмечает, что начало созревания пресервов (кильки), определяемое состоянием тканей, обнаруживается при отношении небелкового азота к общему 30—35%.

Большой теоретический и практический интерес представляет проблема ускорения созревания соленой рыбы путем повышения протеолитической активности тканевых ферментов.

Ф. Александрович пыталась ускорить созревание мурманской сельди добавлением препаратов трипсина и панкреатина; при этом размягчение тканей происходило быстрее, но продукт по своему вкусу отличался от нормально созревшего.

Л. С. Левиева, С. И. Иванова, А. П. Черногорцев экспериментально показали возможность ускорения созревания пресервов из балтийской и каспийской кильки, выдерживая их некоторое время при повышенной температуре (10 и 20—22°).

В опытах Левиевой и Ивановой пресервы из балтийской кильки при 10° начинали созревать через 22—27 суток, тогда как при 0° созревание

начиналось не ранее, чем через 100—300 суток. Сохраняемость пресервов при 10° не превышала 25—80 суток.

А. П. Черногорцев нашел, что созревание каспийской кильки (с соленостью 12,5—13%) при температуре 20—22° происходит в 2—2,5* раза быстрее, чем при 3—5°, и составляет 15 суток.

МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ОПЫТОВ

Для проведения опытов с хамсой и тюлькой было приготовлено по три партии рыбы соленостью (в среднем) 8, 10 и 12%. Посол производили в тузлуке с заданной расчетной концентрацией соли при температуре 15—18°.

Опытную рыбу после просаливания и стечки укладывали в стеклянные банки емкостью 5 л (1,5—2 кг в каждую банку) без добавления тузлука и насыщали углекислым газом. После этого банки закрывали притертыми пробками. Контрольную рыбу хранили в таких же банках без углекислого газа, хамсу — в тузлуке, тюльку в одном опыте — без тузлука, в другом — в тузлуке.

Кроме этого, была приготовлена партия соленой хамсы (соленость 9,5%) весом 40 кг. Рыба при посоле была насыщена углекислым газом, плотно уложена в герметично закрывающиеся стеклянные банки и залита изотоническим тузлуком, также насыщенным углекислотой.

Тарань с соленостью 10% укладывали в банки в количестве 1,2—1,5 кг, заливали изотоническим тузлуком, затем банки заполняли углекислым газом в концентрации 20—30%, 40—60%, 70—80%, 95—100%, и герметично закрывали. Через 1, 2 и 3 суток в банки вновь подавали углекислый газ в указанной концентрации. Температуру во время опыта поддерживали в пределах 18—20°.

Консервные стеклянные банки емкостью 0,5 л с уложенными в них филейчиками и тушками донской сельди соленостью от 7,9 до 9,5% после насыщения рыбы углекислотой и заливки тузлуком (10% NaCl), также насыщенным углекислотой (без пряностей), закупоривали на закаточной машине.

Контрольную рыбу во всех случаях хранили в тех же условиях, что и опытную, но без углекислого газа.

В некоторую часть банок опытной и контрольной рыбы в тузлук добавляли бензойноокислый натрий в количестве 0,1% к весу содержимого (в соответствии с нормами для пресервов).

Все банки в течение 30 дней хранили при температуре 16—18° и в течение нескольких месяцев — при температуре 5—8°.

Наконец, были приготовлены две партии пресервов, насыщенных углекислым газом, из хамсы (на Керченском рыбокомбинате) и из каспийской кильки (на Махачкалинском рыбокомбинате). Способ приготовления был обычный, но в некоторой части опытной рыбы антисептик исключали, и рыбу насыщали углекислым газом.

В пресервах из хамсы углекислым газом насыщали рыбу и тузлук, а в пресервах из каспийской кильки — только рыбу. Соленость хамсы была 9—10% и кильки — 12%.

Качественные изменения в рыбе при хранении определяли органолептическими исследованиями, в опытах с сельдью изучали рост микрофлоры.

В мясе рыбы определяли рН, содержание воды и различных форм азота — общего, небелкового (остаточного), белкового (по разности), аминного. При хранении соленой тюльки в мясе ее определяли общий растворимый азот и азот растворимых белков. Последний вычисляли по разности между общим растворимым и остаточным азотом.

В некоторых опытах все определения проводили не только в мясе рыбы, но и в тузлуке.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты хранения рыбы в первых трех опытах приведены в табл. 41.

Таблица 41

Длительность сохранения соленых хамсы и тюльки в атмосфере с содержанием 95—97% углекислого газа

Номера опытов	Объект	Содержание CO ₂ в %	Температура хранения в °	Появление признаков бактериальной порчи (в сутках от начала хранения) при содержании NaCl в мясе рыбы в % (в среднем)		
				7—8	9—10	11—12
1	Хамса	0	15—20	7—скисание	10—11—скисание	17—18—скисание
2	Тюлька	0	15—20	7—то же	10—11 — „	15—16— „
3	„	0	12—16	6—гнилостная порча	7—8 — „	18—20— „
1	Хамса	95—97	15—20	25—скисание	46 } порчи нет, рыба перезревшая 50 }	58 порчи нет, рыба перезревшая
2	Тюлька	95—97	15—20	40—то же		
3	„	95—97	12—16	50— порчи нет, рыба перезревшая		

Сроки сохранения слабосоленых хамсы и тюльки, насыщенных углекислым газом, увеличиваются в зависимости от солёности рыбы, как это наблюдалось при хранении фарша.

Бактериальная порча опытной рыбы была замечена в двух случаях, при солёности 7,6%. При более высокой солёности (9—12%) через 46—58 суток хранения рыба перезревала, однако бактериальной порчи ее не было обнаружено.

Контрольная рыба при температуре 15—20° относительно быстро портится, происходит скисание, реже—гнилостная порча.

В атмосфере углекислого газа сроки сохранения рыбы удлиняются при солёности 7—8% на 16—40 суток, при солёности 9—12% — на 35—50 суток.

Соленые хамса и тюлька в атмосфере углекислого газа довольно быстро созревают, так как углекислотная среда и повышенная температура стимулируют процессы протеолиза; рыба приобретает нежную консистенцию и приятный вкус, несколько напоминающий вкус при килечном посоле.

По внешним признакам хамса созревает через 10—20 суток, тюлька — через 15—30. Лучшее качество по вкусу и консистенции имели образцы хамсы и тюльки с солёностью 10%. При дальнейшем хранении ткани рыбок постепенно расслабляются, консистенция становится слабой, затем дряблой, рыбки теряют товарный вид, но бактериальной порчи не наблюдается.

Перезревание рыбок по органолептическим данным наступает у хамсы приблизительно через 25—35 суток, у тюльки—через 40—45 суток.

Влияние углекислого газа разных концентраций на сохраняемость соленой тарани видно из данных, приведенных в табл. 42.

Консервирующее действие углекислого газа при солёности рыбы 10% проявляется, начиная с концентрации углекислого газа, равной 40—60%, и наиболее сильным оказывается при высоких концентрациях.

Интересны результаты опытов хранения филейчиков донской сельди. Контрольные образцы сельди испортились без созревания через 20—30 суток, а филейчики, хранившиеся без углекислоты, но с антисепти-

Длительность сохранения соленой тарани в среде с различным содержанием углекислого газа

Номера опытов	Соленость рыбы в %	Температура хранения в °	Появление признаков порчи рыбы (в сутках от начала хранения) при содержании CO ₂ в %				
			0	20-30	40-60	70-80	95-100
5	10,3-10,7	16-21	7-8	8-10	18-26	50-55	50-55
6	9,9-10,1	18-23	8-9	8-9	16-25	40-45	40-50

ком — через 30—60 суток, причем до наступления порчи по консистенции, вкусу и другим показателям нельзя было эти образцы отнести к созревшей продукции.

Большого различия в качестве образцов, насыщенных углекислым газом, не обнаружено. Через 30 суток по нежной консистенции и приятному вкусу продукт был почти созревшим, причем образцы, приготовленные без антисептика, имели более нежную консистенцию и более приятный вкус, чем образцы с антисептиком.

При дальнейшем хранении (температура 5—8°) через 90 и 120 суток по органолептическим показателям все образцы были вполне созревшими, без признаков перезревания.

Хамса пряного посола (пресервы), насыщенная углекислым газом и хранившаяся при температуре 8—12°, судя по органолептическим показателям (консистенция, вкус, запах), созревала через 30—45 суток и сохранялась без признаков перезревания до 120—130 суток. Признаки порчи появлялись через 150—200 суток. Контрольная рыба, приготовленная по производственному рецепту (с антисептиком) и хранившаяся при той же температуре, созревала несколько медленнее, чем опытная; через 60 суток хранения наблюдался бомбаж банок с контрольной рыбой.

Хамса, насыщенная углекислым газом и хранившаяся при температуре 17—20°, созрела через 25—35 суток; через 60 суток пресервы были с признаками перезревания, а через 70—80 суток появилась порча. Бомбаж банок с контрольными образцами начался через 20—30 суток.

Килька пряного посола, насыщенная углекислым газом, при температуре 15—18° созрела через 25—30 суток. Созревшая продукция сохранялась при температуре 3—5° в течение трех месяцев.

Пресервы из кильки, насыщенные углекислым газом, через 3 и 4 месяца после изготовления по вкусу и консистенции мяса некоторыми дегустаторами оценивались выше, чем те же пресервы, приготовленные по производственному рецепту, созревшие и затем хранившиеся при температуре 0°.

Пресервы, в которых бензойнокислый натрий был заменен углекислым газом, хранились дольше, чем контрольные (с бензойнокислым натрием), но наиболее стойкими оказались пресервы, приготовленные с добавлением бензойнокислого натрия и насыщенные углекислым газом.

Изменение микрофлоры

Влияние углекислого газа на рост микрофлоры изучали при хранении донской сельди на протяжении 60 суток. Филе и тузлук исследовали отдельно.

Посевы производили в чашки Петри на мясопептонный агар и на ту же среду, содержащую 9% NaCl.

Бактерии группы Coli, Proteus, паратифозные и спорообразующие не встречались ни в опытной, ни в контрольной рыбе. Газообразующая микрофлора обнаружена только в начале первого опыта.

В начале хранения рыба и тузлук были обсеменены грамположительными и грамотрицательными кокками и палочками; через 30 и 60 суток преобладали факультативные анаэробы — кокки.

Закономерных различий в количестве микроорганизмов при посеве их на мясопептонный агар, содержащий и не содержащий соли, не об-

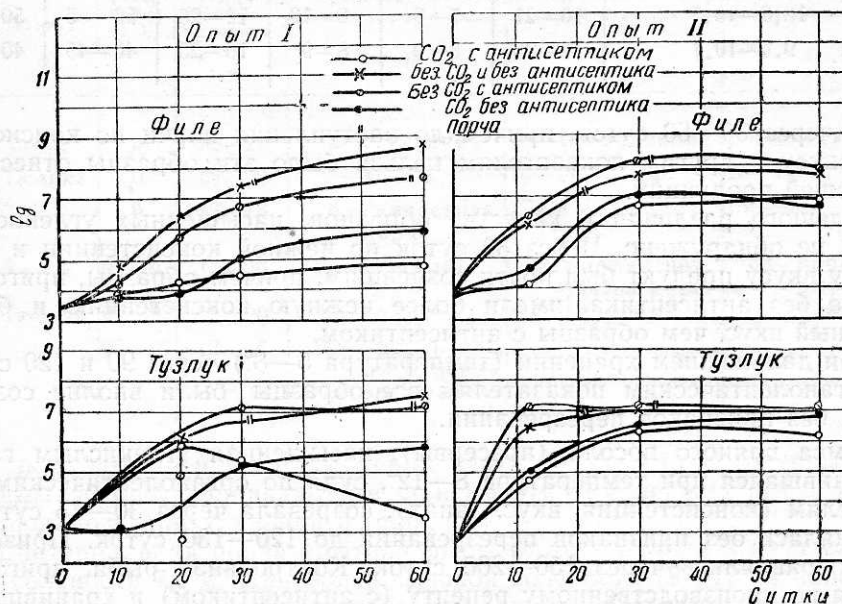


Рис. 30. Влияние углекислого газа на рост микрофлоры в соленой сельди (соли 9%):

I опыт — посев в чашки Петри на мясопептонный агар; II опыт — посев в чашки Петри на мясопептонный агар с 9% соли.

наружено. В некоторых пробах преобладает рост в соленой среде, в других, наоборот, в среде с малым содержанием соли.

На рис. 30 изображены результаты количественного определения микрофлоры в исследованных образцах.

На протяжении всего срока хранения в образцах филе, насыщенных углекислотой, количество бактериальных клеток было во много раз меньше, чем в образцах, хранившихся без нее. Наиболее сильно рост бактерий тормозится в образцах филе, насыщенных углекислотой с добавлением антисептика.

Биологическая активность микрофлоры в атмосфере углекислоты значительно ослабляется и в образцах филе, хранившихся без углекислого газа, порча наступает при относительно меньшей обсемененности. Кроме того, как указывалось раньше, при хранении продукта в углекислоте на нем накапливается преимущественно негнилостная микрофлора.

Изменение pH и азотистых веществ

Результаты определения pH в мясе соленой хамсы и тюльки приведены на рис. 31. В контрольной рыбе во всех вариантах pH изменяется быстро. В опытной рыбе при солёности 8% через 15—20 суток хранения pH смещается в щелочную сторону, при 10% сдвиг pH происходит позднее и при солёности 11—12% pH практически не меняется в течение всего срока хранения.

Сдвиг рН в щелочную сторону происходит вследствие увеличения количества оснований (диаминокислоты и др.), образующихся под действием главным образом тканевых протеиназ и отчасти ферментов микрофлоры, развивающейся на продукте.

По органолептическим данным, протеолиз соленой рыбы происходит тем быстрее, чем меньше содержание соли. Зависимость скорости протеолиза (созревания) от солености отмечают также и другие авторы, например А. Д. Замыслов.

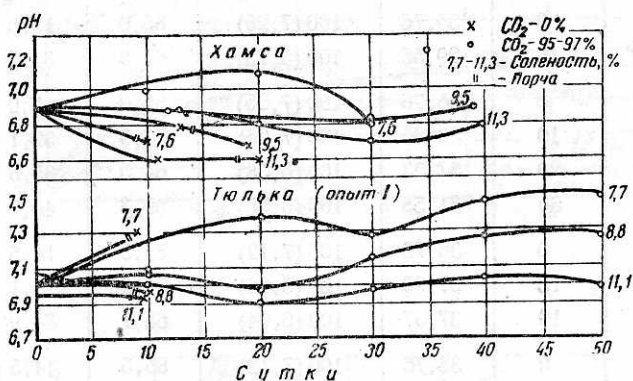


Рис. 31. Изменение величины рН в мышцах соленой хамсы и тюльки при хранении.

Содержание сухих веществ в отдельных пробах хамсы при хранении ее несколько колеблется. Это обстоятельство, очевидно, связано с неоднородностью состава отдельных экземпляров рыб, взятых для анализа.

Содержание общего азота в мясе контрольной рыбы быстро уменьшается, так как часть азотистых веществ переходит в тузлук (табл. 43).

В мясе опытной рыбы содержание общего азота уменьшается очень незначительно. Это, по-видимому, связано с ограниченным количеством тузлука, выделяющегося из тканей рыбы при хранении в углекислом газе, а следовательно, и меньшими потерями азотистых веществ с тузлуком.

Наращение небелкового азота в мясе рыбы с соленостью около 7,6%, как контрольной, так и опытной, в первые 10—12 суток происходит очень интенсивно и достигает 25—34% от общего азота.

В контрольной рыбе быстрое наращение небелкового азота происходит не только в результате распада белков под влиянием действия собственных ферментов тканей, но и в результате действия ферментов микроорганизмов, обильно развивающихся в ней. В опытной рыбе количество небелкового азота увеличивается в результате протеолиза, протекающего лишь за счет собственных ферментов тканей, так как жизнедеятельность микроорганизмов в тканях, насыщенных углекислотой, в этот период эффективно тормозится. При дальнейшем хранении в опытной рыбе интенсивность протеолиза несколько замедляется. К 30—35 суткам от начала опыта содержание небелкового азота составляет около 40% от общего (рис. 32,а).

Небелковый азот в мышечной ткани пряной хамсы, насыщенной углекислым газом, в первые два месяца хранения при температуре 8—12° нарастает несколько интенсивнее, чем в контрольной рыбе (рис. 32,б), и, достигнув величины 49—52%, далее почти не повышается. В контрольной рыбе небелковый азот увеличивается непрерывно и, если к двум месяцам хранения (появление бомбажа) содержание его составляет

Изменение форм азота в мышечной ткани соленой хамсы при хранении в углекислом газе

Соленость в %	Содержание CO ₂ в %	Время хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %	Содержание азота в % к общему азоту			Примечание
				общий	белковый	небелковый (остаточный)	
7,6	Контроль	0	35,76	100 (7,25)	85,0	15,0	Скисание через 7 суток
		10	29,55	100 (5,75)	65,5	34,5	
	95—97	0	35,76	100 (7,25)	85,0	15,0	Скисание
		10	33,26	100 (7,06)	67,9	32,1	
		20	37,53	100 (6,58)	64,5	35,5	
9,5	Контроль	0	36,76	100 (7,12)	85,5	14,5	Скисание
		13	31,99	100 (6,06)	71,9	28,1	
	95—97	19	37,37	100 (6,04)	65,1	34,9	Скисание
		0	36,76	100 (7,12)	85,5	14,5	
		13	33,99	100 (6,47)	68,5	31,5	
11,3	Контроль	30	33,03	100 (7,08)	58,9	41,1	Скисание
		38	32,93	100 (6,78)	62,2	37,8	
	95—97	0	37,29	100 (6,83)	85,3	14,7	Скисание
		12	32,07	100 (6,01)	75,7	24,3	
		20	33,58	100 (5,41)	68,8	31,2	
9	95—97	0	37,29	100 (6,83)	85,3	14,7	Скисание
		12	39,11	100 (6,67)	75,9	24,1	
		20	37,38	100 (6,63)	72,4	27,6	
		30	33,47	100 (6,85)	60,8	39,2	Скисание
		40	36,25	100 (6,28)	58,9	41,1	

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

35—37%, то через 3—4 месяца, в результате жизнедеятельности микроорганизмов, количество его достигает соответственно 47 и 60%.

Из мяса рыбы в тузлук диффундируют главным образом растворимые продукты распада белков, в жидкой среде происходит дальнейший интенсивный гидролиз их, поэтому основная масса азотистых веществ в опытных и в контрольных пробах находится в тузлуке в виде небелкового азота (83—97%).

В опытах с тюлькой, так же как и в опытах с хамсой (табл. 44, 45, 46), наибольшая интенсивность протеолиза наблюдается в первой половине опыта. Присутствие углекислоты и низкая соленость способствуют более быстрому созреванию рыбок. Опытная тюлька приобретала нежную консистенцию и вкус созревшей рыбы через 12—20 суток от начала опыта, а в контрольных образцах к этому времени созревание еще не обнаруживали.

В опытных пробах интенсивность накопления остаточного азота несколько выше, чем в контрольных.

Данные табл. 45 и 46, позволяющие несколько детализировать динамику изменения азотистых веществ в тушках и в тузлуке, также подтверждают все сказанное выше. Из указанных данных видно, что протеолиз в мышечной ткани тюльки наиболее энергично протекает в пер-

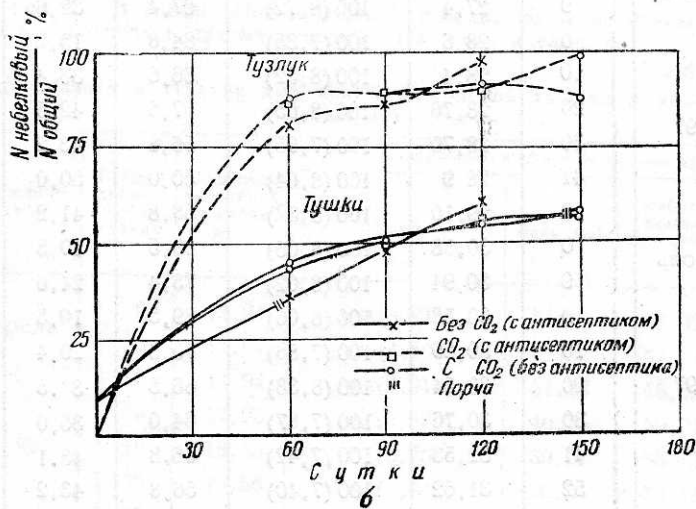
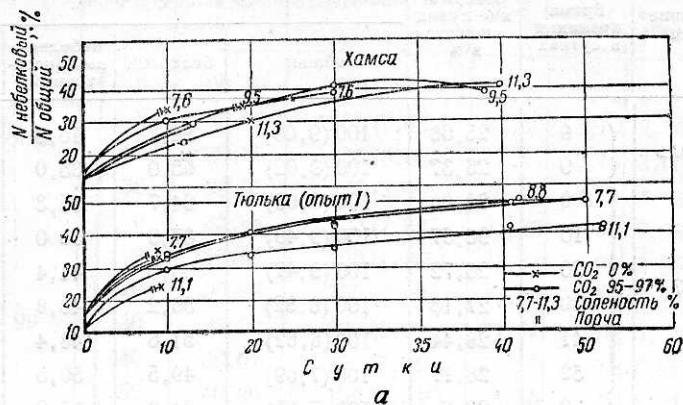


Рис. 32. Изменение содержания нежелательного (остаточного) азота в мышечной ткани рыбы при хранении в углекислом газе:

а—соленая хамса и тюлька; б—хамса пряного посола.

вые 10—15 суток от начала опыта. В результате этого содержание растворимых форм азота в тушках с соленостью 10% достигает 42% и в тушках с соленостью около 12% составляет 36%. Большая часть растворимого азота переходит из тушек в тузлук. При этом общее содержание растворимого азота в тузлуке в контроле увеличивается медленнее, чем в опытной пробе, т. е. протеолиз в углекислом газе протекает несколько более интенсивно.

Закономерности, обнаруженные в данных опытах, особенно наглядно проявляются при хранении соленой сельди (табл. 47 и 48).

Нарастание нежелательного азота в опытных экземплярах соленой сельди происходит более энергично, чем в контрольных пробах. Например, увеличение количества аминного азота в мясе рыбы и в тузлуке происходит в 1,5—1,8 раза быстрее, чем в пробах, хранившихся на воздухе (рис. 33).

Таблица 44

Изменение форм азота при хранении соленой тюльки в углекислом газе (опыт I)

Соле-ность в %	Содержание CO ₂ в %	Время хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %	Содержание азота в % к общему азоту			
				общий	белковый	небелко-вый (оста-точный)	в том числе аминный
7,7	Контроль	{ 0	25,08	100 (9,08)	84,7	15,3	0,53
		{ 9	26,37	100 (9,02)	65,0	35,0	2,58
	95—97	{ 0	25,08	100 (9,08)	84,7	15,3	0,53
		{ 10	26,67	100 (9,49)	67,0	33,0	2,79
		{ 20	26,72	100 (9,42)	58,6	41,4	2,83
		{ 30	27,13	100 (8,82)	56,2	43,8	3,76
		{ 41	28,44	100 (8,62)	51,6	48,4	3,17
		{ 52	28,17	100 (7,69)	49,5	50,5	4,21
8,8	Контроль	{ 0	28,6	100 (7,35)	84,8	15,2	0,62
		{ 9	27,4	100 (8,72)	67,4	32,6	2,48
	95—97	{ 0	28,6	100 (7,35)	84,8	15,2	0,61
		{ 10	28,4	100 (8,52)	66,6	33,4	2,76
		{ 20	28,70	100 (8,65)	57,5	42,5	3,38
		{ 30	28,70	100 (7,95)	56,8	43,2	3,97
		{ 41	28,9	100 (8,04)	50,0	50,0	3,99
		{ 52	29,10	100 (8,32)	58,8	41,2	3,70
11,12	Контроль	{ 0	30,58	100 (8,06)	89,5	10,5	0,53
		{ 9	30,94	100 (8,02)	75,4	24,6	2,46
	95—97	{ 0	30,58	100 (8,06)	89,5	10,5	0,53
		{ 10	30,29	100 (7,88)	70,6	29,4	2,61
		{ 20	30,54	100 (8,33)	66,5	33,5	3,44
		{ 30	30,76	100 (7,87)	64,0	36,0	3,93
		{ 41	32,53	100 (7,42)	56,8	43,1	4,14
		{ 52	31,62	100 (7,40)	56,8	43,2	3,90

Таблица 45

Изменение форм азота в тушках при хранении соленой тюльки в углекислом газе (опыт II)

Соле-ность в %	Содержание CO ₂ в %	Время хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %	Содержание азота в % к общему азоту						
				общий	белко-вый	небел-ковый (оста-точный)	в том числе амин-ный	общий раство-римый	белко-вый раство-римый	
10,34	Контроль	{ 0	31,66	100 (7,57)	90,08	9,92	1,17	27,15	17,24	
10,23		{ 5	28,28	100 (7,05)	81,39	18,61	2,72	33,85	15,24	
10,43		{ 0	31,66	100 (7,57)	90,08	9,92	1,17	27,15	17,24	
8,72		{ 9	33,81	100 (8,58)	84,46	15,54	3,44	35,29	19,75	
—		97—99	{ 19	33,56	100 (7,07)	72,68	27,32	5,84	41,86	14,53
10,20			{ 30	34,70	100 (7,26)	71,56	28,44	5,64	39,34	10,90
10,02			{ 40	36,80	100 (7,16)	67,50	32,50	6,59	42,18	8,70

Продолжение

Соленость в %	Содержание CO ₂ в %	Время хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %	Содержание азота в % к общему азоту					
				общий	белковый	небелковый (остаточный)	в том числе аминный	общий растворимый	белковый растворимый
11,88	Контроль	0	33,46	100 (7,647)	92,43	7,57	0,88	30,87	23,30
12,29		5	30,89	100 (7,40)	84,30	15,70	2,34	36,17	20,47
12,80		19	30,35	100 (6,036)	77,82	22,18	3,66	35,37	14,86
13,0		30	28,99	100 (5,96)	69,90	30,10	4,63	38,07	7,96
11,88	97—99	0	33,46	100 (7,647)	92,43	7,57	0,88	30,87	23,30
10,85		9	36,67	100 (7,458)	81,11	18,89	3,35	32,61	13,72
—		19	35,88	100 (7,809)	77,74	22,16	4,14	35,93	13,80
11,81		30	37,52	100 (6,90)	71,24	28,76	5,31	38,11	9,35
11,11		40	38,07	100 (7,218)	68,75	31,25	5,88	38,30	7,05
11,60		50	40,00	100 (7,335)	66,30	33,70	6,43	40,08	6,38

Примечание. В графе «общий азот» в скобках даны величины содержания общего азота в процентах к сухому веществу (то же и в табл. 46).

Таблица 46
Изменение форм азота в тузлуке при хранении соленой тюльки в углекислом газе (опыт II)

Соленость в %	Содержание CO ₂ в %	Время хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %	Содержание азота в % к общему азоту			
				общий	белковый	небелковый (остаточный)	в том числе аминный
12,44	Контроль	0	14,94	100 (2,911)	51,98	48,02	6,09
—		5	15,64	100 (4,104)	42,06	57,94	11,19
—		0	14,94	100 (2,911)	51,98	48,02	6,09
12,20	97—99	9	17,93	100 (5,839)	40,79	59,21	15,79
—		19	18,33	100 (6,252)	39,27	60,73	16,39
12,10		30	18,56	100 (5,845)	26,54	73,46	21,36
12,40		40	19,06	100 (6,280)	22,22	77,78	22,86
14,31	Контроль	0	17,04	100 (2,552)	50,83	49,17	5,25
14,45		5	17,68	100 (3,602)	48,51	51,49	10,33
—		19	18,17	100 (3,841)	40,27	59,73	14,44
14,6		30	18,18	100 (3,416)	26,26	73,74	18,40
14,42	97—99	0	17,06	100 (2,552)	50,83	49,17	5,25
14,42		9	19,89	100 (5,133)	42,90	57,10	14,28
—		19	20,30	100 (4,97)	36,96	63,04	17,83
14,78		30	20,55	100 (5,28)	27,93	72,07	22,93
14,42		40	20,99	100 (5,198)	17,33	82,67	23,73
14,56		50	21,54	100 (5,747)	23,82	76,18	22,41

Углекислый газ в опытах с сельдью отчетливо проявил себя как активатор катепсина.

Результаты наших опытов по определению накопления аминного азота полипептидов и содержания связанной воды в мышцах соленой тюльки подтверждают ранее высказанное предположение о том, что протеолиз в начальной стадии связан с образованием высокомолекулярных

полипептидов, а накопление более низкомолекулярных продуктов распада белков происходит в последующих стадиях протеолиза.

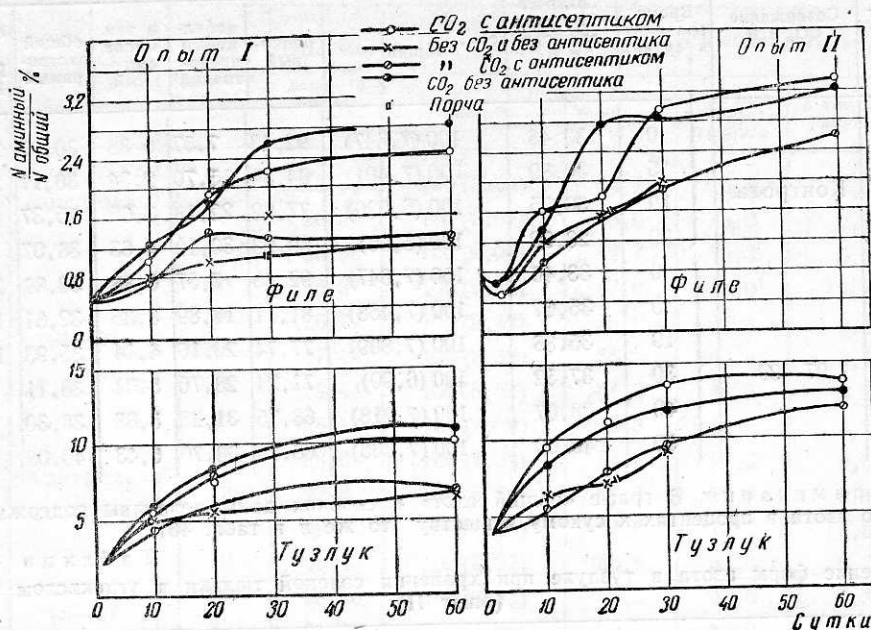


Рис. 33. Изменение содержания аминного азота в мышцах соленой сельди при хранении в углекислом газе.

Азот полипептидов находили по разности между аминным азотом, определенным в фильтрате после осаждения белков трихлоруксусной кислотой, и в фильтрате после осаждения белков и полипептидов фосфорновольфрамовой кислотой. Из рис. 34 видно, что накопление амин-

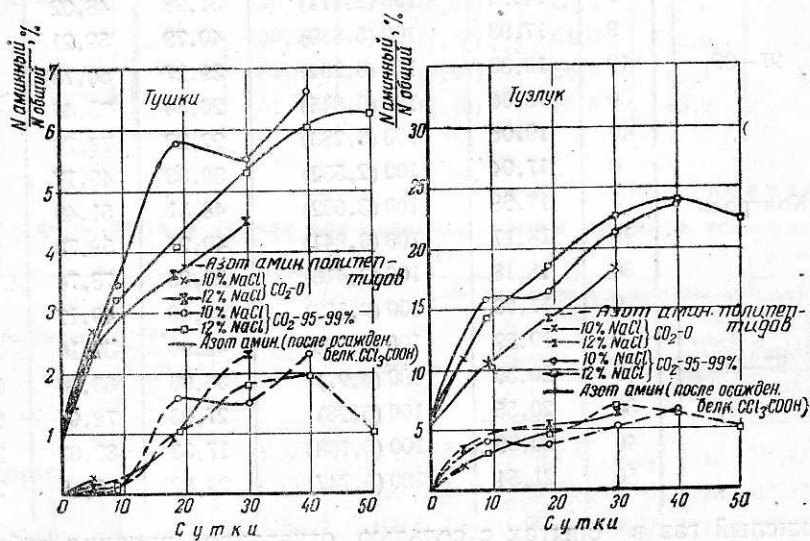


Рис. 34. Изменение содержания аминного азота полипептидов в мышцах соленой тютлики при хранении в углекислом газе.

ного азота в начале опыта как в тушках, так и в тузлуке происходит в значительной степени за счет азота полипептидов.

Содержание связанной воды (рис. 35) увеличивается на первом этапе процесса протеолиза, когда в результате расщепления белков обра-

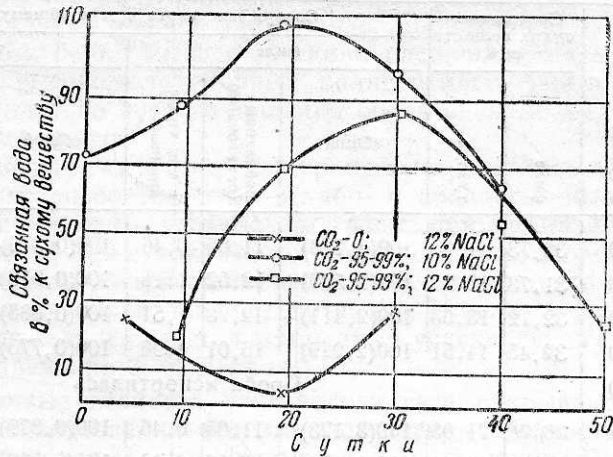


Рис. 35. Изменение содержания связанной воды в мышцах соленой тюльки при хранении в углекислом газе.

Таблица 47

Изменение форм азота при хранении соленой сельди в углекислом газе (соленость рыбы 8,1—9,7%; тузлука — 10,8—11,9%)

Содержание CO ₂ в %	Содержание анти-септика	Время хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %		Содержание азота в % к общему азоту					
					филе			тузлук		
			филе	тузлук	общий	небелковый (остаточный)	в том числе аминокислотный	общий	небелковый (остаточный)	в том числе аминокислотный
0	0	0	43,86	19,01	100 (2,705)	10,46	0,56	100 (0,791)	13,77	1,98
		10	35,68	14,53	100 (2,118)	9,29	0,82	100 (0,390)	50,00	4,92
		20	35,77	15,75	100 (2,076)	12,09	1,01	100 (0,549)	45,35	5,51
		30	36,81	15,67	100 (2,241)	14,28	1,71	100 (0,732)	43,71	5,51
		60	31,17	15,24	100 (2,08)	13,41	1,21	100 (0,665)	41,51	6,72
0	Анти-септик	0	43,86	19,01	100 (2,705)	10,46	0,56	100 (0,719)	13,77	1,98
		10	37,87	14,71	100 (2,111)	10,70	0,66	100 (0,402)	45,52	4,51
		20	34,69	16,20	100 (2,168)	13,14	1,40	100 (0,549)	61,87	9,46
		30	36,85	15,62	100 (2,286)	11,42	1,31	100 (0,749)	40,85	—
		60	34,80	17,05	100 (2,20)	12,37	1,33	100 (0,799)	36,21	7,05
97-99	0	0	40,51	20,06	100 (2,653)	12,40	0,57	100 (0,829)	14,35	1,97
		10	38,48	13,61	100 (2,149)	11,82	1,25	100 (0,365)	53,42	6,28
		20	39,86	14,57	100 (2,045)	13,97	1,79	100 (0,492)	60,16	8,45
		30	33,44	16,38	100 (2,227)	16,29	2,59	100 (0,830)	50,00	6,36
		60	34,09	17,35	100 (2,13)	18,91	2,81	100 (0,860)	51,76	11,01
97-99	Анти-септик	0	40,51	20,06	100 (2,653)	12,40	0,57	100 (0,829)	14,35	1,97
		10	32,85	14,35	100 (2,312)	11,76	1,02	100 (0,364)	54,94	5,77
		20	36,96	15,92	100 (2,172)	15,15	1,89	100 (0,629)	52,46	8,18
		30	35,28	17,16	100 (2,273)	17,11	2,21	100 (0,824)	46,97	6,35
		60	34,10	17,33	100 (2,15)	17,21	2,43	100 (0,930)	45,38	10,32

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

Изменение форм азота при хранении соленой сельди в углекислом газе
(соленость рыбы 8,1—9,2%, тузлука 9,8—11,9%)

Содержание CO ₂ в %	Содержание анти-септика	Время хранения в сутках	Содержание сухих веществ в %		Содержание азота в % к общему азоту					
			филе	тузлук	филе			тузлук		
					общий	небелковый (остаточный)	в том числе аминовый	общий	небелковый (остаточный)	в том числе аминовый
0	0	0	36,73	21,05	100(3,123)	11,65	0,46	100(0,379)	15,67	4,01
		10	31,73	13,23	100(2,509)	12,52	1,15	100(0,516)	—	6,28
		20	32,12	13,63	100(2,411)	12,28	1,51	100(0,685)	46,28	7,66
		30	32,45	14,51	100(2,279)	16,01	1,96	100(0,773)	—	9,39
		60	Проба испортилась							
0	Анти-септик	0	36,73	21,05	100(3,123)	11,65	0,46	100(0,379)	15,67	4,01
		10	34,15	13,60	100(2,456)	13,03	0,92	100(0,530)	48,30	5,53
		20	29,12	13,65	100(2,441)	15,32	1,56	100(0,617)	49,84	8,04
		30	30,81	15,04	100(2,242)	18,87	2,02	100(0,764)	51,89	9,64
		60	32,39	17,54	100(2,341)	17,90	2,90	100(0,869)	50,07	12,10
97—99	0	0	40,71	18,90	100(3,095)	10,34	0,65	100(0,385)	18,70	4,15
		10	33,08	14,50	100(2,632)	13,94	1,37	100(0,537)	53,84	8,55
		20	31,21	15,56	100(2,366)	18,60	2,76	100(0,655)	58,62	9,63
		30	32,42	15,73	100(2,259)	17,91	2,81	100(0,790)	54,14	11,77
		60	33,67	16,85	100(2,28)	19,61	3,22	100(0,913)	57,80	13,10
97—99	Анти-септик	0	40,71	18,90	100(3,095)	10,34	0,65	100(0,385)	18,70	4,15
		10	33,17	14,62	100(2,574)	14,84	1,64	100(0,539)	60,11	9,36
		20	31,35	14,96	100(2,372)	15,09	1,74	100(0,648)	48,46	10,63
		30	30,82	15,88	100(2,219)	18,93	2,97	100(0,781)	56,72	13,43
		60	32,08	16,41	100(2,20)	20,10	3,71	100(0,42)	59,50	13,72

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

зуются достаточно высокомолекулярные продукты, способные к связыванию воды. В последующие этапы протеолиза идет дальнейший распад их на более простые соединения, уже неспособные к связыванию воды, и содержание ее в этот период соответственно падает.

Размягчение мышц соленой рыбы связано, очевидно, в первую очередь, с указанными изменениями в соотношении форм азота.

Выводы

1. Углекислый газ проявляет в широком температурном диапазоне сильное (особенно при концентрациях CO₂ выше 60%) консервирующее действие по отношению к слабо- и среднесоленой рыбе, наиболее сильно проявляющееся при солености от 8 до 12%.

Сроки сохранения соленых хамсы, тюльки, тарани и сельди (8—12% NaCl) при температуре 12—20° в атмосфере 60—100% CO₂ увеличиваются на 18—50 суток по сравнению с хранением в обычной атмосфере.

2. Консервирующие свойства углекислого газа по отношению к слабосоленым и среднесоленым рыбопродуктам (хамса, тюлька) проявляются сильнее, чем по отношению к свежей рыбе.

3. В начальный период протеолиза, происходящего при созревании соленой рыбы, белки мышечной ткани расщепляются в основном с образованием высокомолекулярных полипептидов. Последующие этапы протеолиза идут по пути накопления более низкомолекулярных продуктов распада белков.

4. Углекислый газ активизирует процессы протеолиза и ускоряет созревание соленых рыбопродуктов. Слабо- и среднесоленые хамса, тюлька и сельдь, насыщенные углекислым газом, при комнатной температуре созревают за 15—30 суток, что установлено по органолептическим показателям и по темпу нарастания небелкового и аминного азота; при дальнейшем хранении наступает перезревание. При температуре 8—12° хамса пряного посола и сельдь, насыщенные углекислым газом, сохраняются без перезревания 3—4 месяца.

5. Указанные свойства углекислого газа открывают широкие возможности использования его для повышения стойкости высококачественных слабосоленых рыбопродуктов при хранении. В частности, применение углекислого газа позволит осуществлять созревание пресервов при температуре 12°.

ВЛИЯНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ОКИСЛЕНИЕ ЖИРА

Многие авторы отмечали, что углекислый газ даже в малых концентрациях тормозит окисление жира. По данным Брукс и Ли [205, 206, 207, 208], прогоркание говяжьего сала, происходящее в результате химических и бактериальных процессов, заметно тормозится при хранении его в атмосфере, содержащей 10% углекислого газа.

Хранение бекона в 100%-ной углекислоте предохраняет его от окисления, наибольший эффект, по наблюдениям М. Наконечного, получается при содержании газа 23%.

Видон и Нотевар [296] также обнаружили, что при хранении свежей рыбы в среде с высоким содержанием углекислого газа тормозятся не только бактериальные процессы, но и окисление жировых веществ.

Конг [263], наблюдая за соленой и свежесушеной рыбой, находящейся в вакууме и в углекислоте, установил, что при высоких концентрациях углекислоты рыба лучше предохраняется от окисления, но появляется некоторое пожелтение.

Тарр [309] хранил филе мороженой рыбы (сельди и тихоокеанских лососей) на воздухе и затем после предварительного вакуумирования помещал его в чистую углекислоту и в азот. По органолептическим показателям, через 40 суток при температуре —10° рыба, хранившаяся на воздухе, имела признаки «ржавления», а находившаяся в углекислоте и в азоте, приобрела посторонний запах, появившийся, по мнению автора, от загрязнения газа. Перекисные числа в этой рыбе были очень незначительны (в воздухе через 98 дней от 10 до 46; в углекислом газе 0,2—1,8; в азоте 0,5—2,8, при начальном — 0).

В США с целью предохранения от прогоркания продуктов, содержащих жир (кофе, орехи и т. п.), практикуется хранение их в атмосфере углекислого газа [282].

В проведенных нами опытах порча тюльки полугорячего копчения на воздухе при температуре 22—25° происходила через 8—10 суток в результате окисления жира и появления прогорклого вкуса, тогда как в атмосфере с содержанием 60—80% CO₂ качество продукта было высоким в течение 35—40 суток.