

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 активирует 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 слабосоленных рыбопродуктов при хранении. В частности, применение углекислого газа позволит осуществлять созревание пресервоз 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 свежесушенной 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.

Вяленые хамса и тюлька при комнатной температуре в среде с содержанием 90—99% CO₂ в течение 20—25 суток находились в хорошем качественном состоянии, при хранении же на воздухе вследствие окисления жира, появления на поверхности желтого налета «ржавчины» и прогоркания мяса хамса пришла в негодность через 10—12 суток, а тюлька — через 14—16 суток.

Для выяснения влияния углекислого газа на окисление жира использовали медицинский рыбий жир и копченую барабулю.

Стеклянные банки с медицинским рыбьим жиром (толщина слоя 1,5—2,0 см) наполняли углекислым газом (концентрация 95—98%) и плотно закрывали притертными пробками. В контрольные банки углекислоту не подавали. Банки хранили в темноте при температуре 20—30°.

В жире определяли качество его по органолептическим показателям, кислотность, перекисное и йодное числа. Жир, выделенный из барабули горячего копчения через разные сроки ее хранения, также исследовали с целью определения качества.

Для выделения жира из опытной рыбы навеску барабули в 900—1000 г измельчали в ступке, заливали примерно двойным объемом кипящей воды и вновь тщательно растирали. На поверхность всплы-
вал жир, верхний слой жидкости с жиром переносили в делительную воронку, куда добавляли 20—30 мл эфира. Содержимое делительной воронки тщательно перемешивали. Эфирный слой жира отделяли, встряхивали с сухим сернокислым натрием и фильтровали в сухую колбу.

Остаток ткани с водой из ступки переносили в кастрюлю и нагревали почти до кипения. Всплывший на поверхность жир отделяли с частью жидкости, переносили в делительную воронку и повторно обрабатывали эфиром. Эфирные фракции одной навески рыбы собирали вместе в широкую фарфоровую чашку и удаляли эфир выпариванием в вакууме при комнатной температуре.

В полученным жире определяли свободные жирные кислоты (титрованием спиртового раствора жира 0,1N KOH), перекисные по общепринятому методу [74] и йодные числа (по Ганусу). Определение перекисей, характеризующих ранние стадии окисления жира, является ценным методом для наблюдения за окислительной порчей жира [42, 107].

Медицинский рыбий жир, хранившийся при температуре 20—30° в банке без углекислого газа (контроль), через 20—30 суток имел резкие признаки окисления (запах окислившегося жира, на поверхности — пленка в виде слизистого сгустка), а в атмосфере с содержанием 95—99% CO₂ он через 55 суток был прозрачен, без порошащего запаха, нормальной консистенции. Через 90 суток хранения в опытном жире ощущался запах окисления, но последние 35 суток этот жир находился в среде с несколько пониженным содержанием углекислоты (80% CO₂ и 20% воздуха).

В жире, находившемся в углекислоте (рис. 36), длительное время не наблюдается нарастания свободных жирных кислот, тогда как в кон-

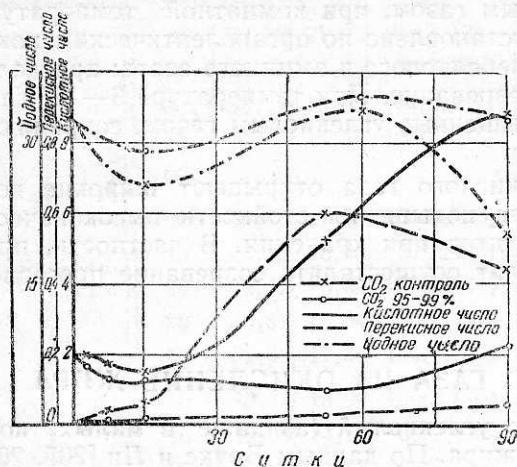


Рис. 36. Изменение кислотности, перекисных и йодных чисел медицинского рыбьего жира при хранении в углекислом газе.

вал жир, верхний слой жидкости с жиром переносили в делительную воронку, куда добавляли 20—30 мл эфира. Содержимое делительной воронки тщательно перемешивали. Эфирный слой жира отделяли, встряхивали с сухим сернокислым натрием и фильтровали в сухую колбу.

Остаток ткани с водой из ступки переносили в кастрюлю и нагревали почти до кипения. Всплывший на поверхность жир отделяли с частью жидкости, переносили в делительную воронку и повторно обрабатывали эфиром. Эфирные фракции одной навески рыбы собирали вместе в широкую фарфоровую чашку и удаляли эфир выпариванием в вакууме при комнатной температуре.

В полученным жире определяли свободные жирные кислоты (титрованием спиртового раствора жира 0,1N KOH), перекисные по общепринятому методу [74] и йодные числа (по Ганусу). Определение перекисей, характеризующих ранние стадии окисления жира, является ценным методом для наблюдения за окислительной порчей жира [42, 107].

Медицинский рыбий жир, хранившийся при температуре 20—30° в банке без углекислого газа (контроль), через 20—30 суток имел резкие признаки окисления (запах окислившегося жира, на поверхности — пленка в виде слизистого сгустка), а в атмосфере с содержанием 95—99% CO₂ он через 55 суток был прозрачен, без порошащего запаха, нормальной консистенции. Через 90 суток хранения в опытном жире ощущался запах окисления, но последние 35 суток этот жир находился в среде с несколько пониженным содержанием углекислоты (80% CO₂ и 20% воздуха).

В жире, находившемся в углекислоте (рис. 36), длительное время не наблюдается нарастания свободных жирных кислот, тогда как в кон-

троле, после некоторого начального периода торможения, гидролиз жира происходит весьма интенсивно. Рост перекисей в опытном жире крайне замедлен, в контроле же после короткого инкубационного периода перекиси резко возрастают и после 50—55 суток хранения наблюдается уменьшение их. Изменения йодного числа менее заметны, однако в контрольных образцах жира оно при хранении снижается в большей степени, чем в опытных.

Жир, выделенный из контрольных образцов барабули горячего копчения (хранившейся на воздухе при температуре 20°) через 6—8 суток имел заметный запах окисления, темную окраску, а у опытных образцов цвет и запах были характерными для свежей копченой рыбы.

Процессы гидролиза жира в рыбе горячего копчения в атмосфере с начальным содержанием 90% углекислого газа и 10% воздуха, т. е. с содержанием кислорода в 10 раз меньшим, чем в воздухе, тормозятся весьма эффективно. Увеличения количества свободных жирных кислот в жире барабули не наблюдали за все время хранения рыбы в углекислотной атмосфере, тогда как в контрольных образцах гидролиз проходил энергично, особенно во втором опыте (рис. 37, а) М. Б. Равич [147] при хранении маргарина в атмосфере 15% CO₂, 84,5% N₂ и 0,5% O₂ при 20° в течение 45 дней также не обнаружил изменения кислотности, тогда как в контрольных образцах маргарина, хранившегося на воздухе, кислотность увеличилась в 6 раз.

Образование перекисей в жире опытной рыбы происходит значительно медленнее, чем в контрольной (рис. 37, б). Во втором опыте, в результате двадцатидневного хранения сырца до обработки при —12°, жир копченой барабули уже в начале хранения имел заметное количество перекисей, т. е. находился в стадии второй фазы окислительного распада и окислительного уплотнения, что хорошо видно из кривой изменения перекисного числа жира как опытной, так и в особенности контрольной рыбы.

В жире, хранившемся в углекислом газе, одновременно замедляется образование как свободных жирных кислот, так и перекисей; очевидно,

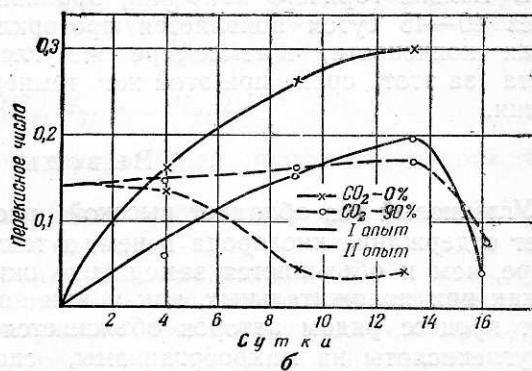
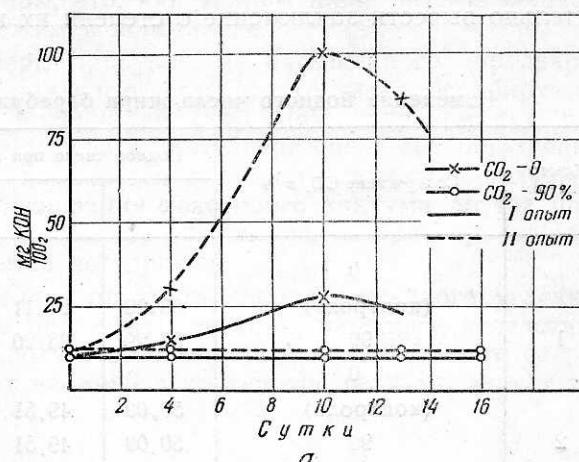


Рис. 37. Изменение кислотности и перекисных чисел жира барабули горячего копчения, хранившейся в углекислом газе:
а—изменение кислотности; б—изменение перекисных чисел.

торможение гидролиза жира является следствием ослабления окислильных процессов.

Начальные йодные числа жира рыбы (табл. 49) в первом опыте оказались более высокими, чем во втором (53,29 и 50,09), что подтверждает различие качества жира рыбы. Йодные числа, определенные при хранении рыбы горячего копчения, имеют расхождения, поэтому затруднительно вывести заключение о степени их изменения.

Таблица 49
Изменение йодного числа жира барабули горячего копчения

Номер опытов	Содержание CO_2 в %	Йодное число при продолжительности опыта в сутках				
		0	4	9–10	13	16
1	0 (контроль)	53,29	51,11	56,78	50,67	—
	90	53,29	63,20	48,13	52,67	49,54
2	0 (контроль)	50,09	49,51	53,65	53,05	—
	90	50,09	49,51	52,54	47,85	51,41

В тюльке горячего копчения, хранившейся при температуре -12° через 40–45 суток появляется прогорклый привкус, продукт теряет запах копчености, в атмосфере же углекислого газа качество продукта за этот срок при этой же температуре сохраняется без снижения.

Выводы

Углекислый газ обладает высокой растворимостью в жире, уменьшает содержание кислорода в нем, а также в окружающей жир атмосфере, чем и объясняется замедление окисления жира, наблюдающееся как при положительных, так и при отрицательных температурах. Этот процесс рядом авторов объясняется также угнетающим действием углекислоты на микроорганизмы, способствующие окислительной порче жира.

В медицинском рыбьем жире при хранении в углекислом газе признаки окисления появляются значительно позже, чем в контроле; длительное время не наблюдается нарастания свободных жирных кислот, замедлен рост количества перекисей. То же самое характерно и для жира рыбы горячего копчения, хранившейся в углекислом газе.

ТАРА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ

Отрицательной особенностью углекислотного хранения является необходимость применения более или менее газонепроницаемых хранилищ или тары.

Снабжение тары или транспортных средств углекислым газом возможно, например, при сублимации сухого льда, загружаемого в тару, а также и из баллонов, содержащих жидкую углекислоту.

Для этой цели может служить либо герметичная тара, однократно заполняемая углекислотой, либо газопроницаемая или даже негерметичная тара с непрерывным газоснабжением.