

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ПОРЧИ РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НЕЮ

*Кандидат биологических наук Ю. А. Равич-Щербо
и м.л. научный сотрудник С. И. Иванова*

Лаборатория микробиологии Ленинградского отделения ВНИРО

При изготовлении рыбных пресервов из балтийской кильки и салаки, каспийской кильки и мурманской сельди в банки неизбежно попадают микроорганизмы. Жизнедеятельность этих микроорганизмов (количество которых в 1 см³ заливки колеблется от десятков тысяч до нескольких миллионов) подавляется сравнительно высокими концентрациями поваренной соли (10—15%), низкой температурой хранения пресервов во время созревания (от -2° до $+2^{\circ}$), кислотностью среды и анаэробными условиями, создающимися в герметично закрытой банке. Однако даже незначительное нарушение технологического процесса и, главным образом, повышение температуры хранения приводят к порче пресервов, обычно сопровождающейся бомбажем банок.

Бомбаж пресервов может появляться на разных этапах хранения и созревания продукта и характеризуется различными органолептическими показателями. В некоторых случаях бомбаж сопровождается глубоко зашедшим гнилостным процессом с выделением дурно пахнущих газов. Чаше, однако, при вскрытии банки не замечается гнилостного запаха, а содержимое банки оказывается вполне пригодным в пищу. При резком повышении температуры хранения пресервов, как правило, очень быстро наступает полное ферментативное растворение тканей рыбок, и в этих случаях содержимое банки представляет кашицеобразную массу серого цвета.

Причины бомбажа пресервов и гнилостной порчи рыбы в банках естественно искать прежде всего в исключительной обсемененности микроорганизмами большинства продуктов, входящих в состав пресервов. Вместе с тем до сих пор точно не установлены ни биологические причины бомбажа, ни возбудители этого явления и тем более не получено ясного представления о динамике микроорганизмов в пресервах, хотя в последнее время общее мнение производителей и исследователей сводится к тому, что микроорганизмы, повидимому, являются не только причиной порчи пресервов, но принимают участие и в процессах их созревания.

С целью задержки бомбажа пресервов и придания им большей стойкости промышленностью используются химические антисептики, прибавляемые в количествах, допускаемых гигиеническими нормами (не более 0,1%), но сущность действия антисептиков на микрофлору пресервов не выяснена, а эффективность их применения часто ставится самими производителями под сомнение.

Химические и микробиологические процессы при селедочных посолах давно интересовали исследователей. Работами Голиковой, Петровой, Казанского (1, 4, 6) и др. было подтверждено присутствие в тузлуках большого количества разнообразных микроорганизмов с преобла-

данием в старых тузлуках солеустойчивых бактерий, которым некоторые авторы приписывали участие в созревании посолов.

С. И. Иванова при изучении причин порчи пресервов «мурманские кильки», сопровождающейся полным превращением рыбы в кашицеобразную массу, установила ферментативный характер этого явления и, кроме того, обнаружила в созревших пресервах обильную молочнокислую микрофлору из группы цитроворусов (*Str. citrovorus*). Образование этими бактериями значительных количеств летучих кислот позволило допустить, что они принимают участие в образовании специфического килечного «букета», характерного для созревшего продукта. С другой стороны, автор предположил, что образование цитроворусами небольших количеств углекислого газа, при их массовом развитии в пресерве, является возможной причиной бомбажа банок.

А. А. Смирнова и Е. Е. Качанова (7) выделили из килечных пресервов более тридцати видов различных, главным образом, банальных, микроорганизмов и, касаясь биологических причин бомбажа пресервов, предположили, что бомбаж объясняется присутствием в банках гнилостных бактерий типа *B. proteus* и анаэробов типа *B. sporogenes*. Последняя форма ими выделялась из всех проанализированных бомбажных банок.

В нашем исследовании мы поставили целью детальнее выяснить роль микроорганизмов в образовании бомбажа пресервов, содействовать увеличению стойкости продукта и, в конечном итоге, дать производственным работникам научно обоснованные сведения, касающиеся значения микроорганизмов в технологических процессах приготовления рыбных пресервов.

Материалами для наших исследований служили килечные посолы балтийской салаки зимнего, летнего и осеннего уловов. Во всех случаях рыба засаливалась в бочатах и, после достижения некоторой степени зрелости перекладывалась в жестяные банки. Для выяснения влияния на микрофлору пресервов и образование бомбажа химических антисептиков последние прибавлялись в посол или в банки в количествах в 0,1 и 1 % на все содержимое банки.

Параллельно с технологическими наблюдениями проводился микробиологический анализ с целью определения изменений в количественном и качественном составе микрофлоры пресервов в зависимости от характера посола, температурного режима хранения и действия антисептиков. Главное внимание было обращено на характеристику микрофлоры, с активностью которой можно было бы связать образование бомбажа. Принимая во внимание происходящие при посоле и созревании килек химические изменения в составе белков, реакции среды и в накоплении летучих кислот и значение этих изменений для развития и деятельности микрофлоры, пресервы зимнего посола подвергались химическим анализам.

Исследованиями установлено, что при длительном хранении пресервов в заливке постепенно уменьшается белковый азот, нарастает остаточный азот, увеличивается общая кислотность, снижается величина pH, и накапливаются летучие кислоты. Изменения эти более значительны при хранении пресервов в лаборатории, чем на холоду, а бомбажные банки давали наиболее высокие цифры нарастания остаточного азота и летучих кислот. Такие химические изменения, как снижение величины pH, увеличение титруемой кислотности и нарастание летучих кислот, могут, как нам кажется, быть связаны с деятельностью микрофлоры, состав которой, как показали исследования, в процессе созревания пресервов сильно меняется. Последнее положение подтвердилось результатами микробиологических анализов большого количества (свыше 120) банок пресервов.

Микрофлора пресервов характеризуется присутствием определенных групп бактерий. Бактериологическими анализами прежде всего обнаруживается присутствие споровых аэробов типа *B. mesentericus*, *B. subtilis* и неспоровых бактерий, различных кокковых банальных форм, дающих на питательной среде окрашенные колонии и, в меньшей степени, дрожжевые грибки. При хранении пресервов количество бактерий заметно падает в результате уменьшения аэробной неспоровой и частично споровой микрофлоры; с другой стороны, как оказалось, увеличивается количество бактерий из группы молочно-кислых бактерий, которых также следует отнести к постоянной микрофлоре пресервов. Молочно-кислые, главным образом, кокковые бактерии из группы цитроворусов развиваются в очень больших количествах в созревших пресервах; им приписывается большое значение в образовании специфического «букета», а, возможно, и бомбажа пресервов. Бактериологическими анализами обнаруживается присутствие в пресервах также газообразующих неспоровых бактерий из группы кишечной палочки; кроме того, как показало настоящее исследование, к постоянной микрофлоре пресервов следует отнести споровых анаэробов. Эти последние три группы бактерий представили для нас интерес, так как с их жизнедеятельностью, как казалось, следует связать образование бомбажа пресервов.

Для выделения неспоровой аэробной микрофлоры, способной сбраживать сахар с образованием газа, нами делались посевы на сахарные жидкие среды из кишечника свежей салаки, тузлуков и пресервов разного срока хранения. Сравнение и изучение выделенных из разных источников штаммов этих бактерий установило их идентичность в отношении к бактериям группы кишечной палочки (*Coli aerogenes*). Как оказалось, степень выделяемости этих бактерий из пресервов, приготовленных из салаки различных сроков улова и разного срока хранения, не одинакова и, повидимому, зависит от концентрации соли в пресерве, сроков хранения и обсемененности этой микрофлорой исходного материала. Последнее вполне увязывается с результатами исследования свежей салаки и тузлука из бочат при посолах рыбы зимнего и летне-осеннего уловов, а также пресервов, приготовленных из рыбы этих посолов.

Содержимое кишечника салаки зимнего улова оказалось незначительно обсемененным аэробными бактериями. Посевы на сахарные жидкие среды ни в одном случае не дали роста с газообразованием, а посевы на молоко и соленый агар совершенно не дали развития микрофлоры. При выдержке рыбы зимнего посола для созревания при температуре 4—6° тузлук в боченке долго не забраживал, и рыба не достигала заметной степени зрелости. Анализ тузлука на газообразующую аэробную микрофлору дал отрицательный результат; не выделялась эта микрофлора и при дальнейших исследованиях пресервов из рыбы этого посола.

Содержимое кишечника салаки летнего и осеннего уловов, наоборот, оказалось сильно обсемененным различной, в том числе и газообразующей, микрофлорой. Аэробные газообразователи без труда выделялись из тузлуков летнего и осеннего посолов, а также из пресервов, приготовленных из рыбы этих посолов. Газообразующая микрофлора типа *Coli aerogenes* выделялась из пресервов этих партий, хранившихся более двух месяцев, однако, развитие культур на питательных средах было очень слабым с небольшим выделением газа; нередко в посевах газообразования совсем не отмечалось. Испытание отношения этих бактерий к различным концентрациям поваренной соли показало, что культуры слабо развиваются на бульоне с 12% NaCl, а при 20% NaCl роста почти нет. При высевах культур на сахарную среду с 10% NaCl слабое газообразование, наступающее через сутки после посева, на вторые сутки совершенно прекращалось. Таким образом, повидимому, концентрация поваренной соли

в среде является одним из главных факторов, неблагоприятно действующих на развитие этой неспоровой микрофлоры, и при длительном хранении пресервов мы наблюдаем ее отмирание и потерю способности ферментировать сахара с газообразованием.

Иные результаты получены при анализе пресервов различных посолов и сроков хранения на присутствие споровых анаэробов: в 20 банках из 28 было обнаружено присутствие этой группы бактерий. Споровые анаэробы легко обнаруживаются как в бомбажных, так и в не бомбажных банках, с антисептиками и без них. Развитие культуры в посевах обычно наступало в течение первых же суток и сопровождалось сильным выделением газа и помутнением среды. Микроскопия препаратов и выделение чистых культур позволили установить присутствие в них таких анаэробов, как *B. perfringens*, *B. amylobacter* и *B. sporogenes* — энергичных споровых возбудителей брожения углеводов в анаэробных условиях. Высокий процент (70%) высеваемости некоторых из этих форм исключал случайность присутствия анаэробов в пресервах и вместе с тем, указывал на стойкость этой микрофлоры по отношению к солености среды, ее кислотности и даже к значительным концентрациям антисептиков (1—2%).

Энергия роста анаэробов при высеве даже из долго хранившихся пресервов не позволяет игнорировать их роли в образовании бомбажа. Как показали исследования, энергия роста анаэробов при посевах из нормальной (не бомбажной) банки и из банок с плотным, не поддающимся сдавливанию, бомбажем не одинакова и находится в прямой зависимости от степени бомбажа банки. В кишечнике свежей салаки споровые анаэробы постоянно присутствуют и, таким образом, вносятся с рыбой в пресерв, что имеет решающее значение в установлении биологических причин бомбажа.

С целью проверки действия антисептиков на микрофлору пресервов и бомбаж нами были приготовлены два посола салаки с антисептиками. Для первого была использована соленая салака зимнего улова, хранившаяся на холодильнике. Рыба была расфасована в банки, залита искусственным тузлуком с прибавлением бензойнокислого натрия, «микробина» и антисептика «№ 7»¹ в количествах 0,1 и 1% на все содержимое банки. При хранении банок при температуре 16—18° бомбаж контрольной банки (без антисептиков) наступил на 10-е сутки одновременно с бомбажем банки с 0,1% «микробина». С 0,1% бензойнокислого натрия бомбаж был задержан на 8 суток, а с 0,1% антисептика «№ 7» — на 16 суток по сравнению с контролем. Бомбаж банок с 1% каждого из антисептиков не наступал в течение более двух месяцев хранения при этой же температуре.

Органолептическая оценка банок этой партии пресервов из соленой салаки показала, что независимо от температуры хранения в течение двух месяцев пресервы не приобрели характерного килечного букета. В контрольных бомбажных банках рыба имела сильный гнилостный запах, а ткани рыбы были дряблыми. Процесс гнилостного разложения не был остановлен ни одним из антисептиков, прибавленных в количестве 0,1%. В пресервах с 1% антисептиков гнилостная порча была явно задержана, гнилостного запаха они не имели. Таким образом, прибавление антисептиков задерживает образование бомбажа, но на качестве этой партии пресервов, как видно, сильно сказалось состояние рыбы, из которой они были приготовлены.

С точки зрения оценки действия антисептика, добавляемого непосредственно при посоле, на стойкость пресерва, представляет интерес

¹ Антисептик «№ 7» и «Микробин» были получены из технического отдела МРП Эстонской ССР, химический состав не известен.

результаты второго опыта, когда сырьем служила свежая салака. Салаку засаливали по двум рецептам: по обычному производственному, но без прибавления антисептика, и по прибалтийскому рецепту, в который входила салициловая кислота в концентрации 0,03%. Пресервы после расфасовки рыбы в банки выдерживались при температурах 25—27°; 14—18° и 6—10°. При выдерживании пресервов из салаки обоих посолов при 25—27° бомбаж появился почти одновременно в первые или вторые сутки. При температуре 14—18° в пресервах первого посола бомбаж наступал между 6-ми и 11-ми сутками, а в пресервах второго посола — между 9-ми и 16-ми сутками. При температуре 6—10°, пресервы первого посола начали бомбажировать только на 21—23-ьи сутки. Пресервы второго посола оставались без изменений в течение длительного срока.

Таким образом, повидимому, главной причиной большей стойкости пресервов прибалтийского посола является прибавление в посол салициловой кислоты в количестве 0,03%.

Бактериологический анализ пресервов из салаки посолов обеих опытных партий позволил установить уже известные закономерности в изменении состава микрофлоры, а именно, уменьшение к двухмесячному сроку хранения пресервов банальной микрофлоры и постепенное нарастание числа молочно-кислых бактерий.

Вместе с тем мы обратили внимание на действие антисептиков как бы стимулирующее рост молочно-кислой микрофлоры типа цитроворусов, прибавлялись ли антисептики в банки или вносились при посоле сырья. Возможно, что антисептик, действуя на гнилостную и анаэробную микрофлору сильнее, чем на молочно-кислую создает более благоприятные условия для развития последней. Во всяком случае, полученные результаты позволяют сделать вывод, что антисептики, с одной стороны, задерживают наступление бомбажа пресервов и, с другой, содействуют развитию в нормальных банках молочно-кислой микрофлоры, которая также, возможно, увеличивает стойкость пресерва вследствие повышения кислотности среды, а возможно улучшает и его вкусовые качества.

Кроме действия антисептиков, большое значение имеют и другие технологические факторы, изменение которых, как известно, сильно влияет на качество пресервов. К таким факторам следует отнести количество соли (NaCl), температуру хранения пресервов и повышенное содержание сахара.

Фактором, сильно влияющим на качество пресервов, является поваренная соль, содержащаяся в продукте. Известно, что концентрации NaCl около 10% прекращают развитие большинства микроорганизмов. Гнилостные микроорганизмы оказываются особенно чувствительными к повышенным концентрациям соли.

В пресервах соль — один из главных факторов, подавляющих деятельность микрофлоры и предохраняющих пресерв от бактериальной порчи. Однако, различная микрофлора пресервов по разному относится к действию соли. Исследования показали, что солью содержащейся в пресервах в количествах от 10 до 12%, прежде всего подавляются споровые и неспоровые аэробные сапрофиты, а также бактерии из кишечной группы. Эти виды бактерий в пресерве постепенно отмирают и почти не высеваются на питательные среды. С другой стороны, молочно-кислые бактерии, как оказалось, в условиях заливки пресервов обладают исключительной стойкостью по отношению к соли и не только ее переносят, но и развиваются в пресервах в больших количествах. Специально поставленные опыты показали, что развитие в пресервах молочно-кислых бактерий стимулируется постепенно накапливающимися в заливке растворимыми азотистыми соединениями, что делает заливку благоприятной.

средой для развития этих бактерий, несмотря на высокое содержание в ней соли.

Анаэробная споровая микрофлора, преимущественно *B. perfringens*, постоянно обнаруживается в пресервах независимо от содержания соли и сроков хранения. Кроме этих групп бактерий, из пресервов, имеющих ясно выраженные признаки гнилостной порчи, легко выделяется гнилостная солетолерантная неспоровая микрофлора, хорошо развивающаяся на питательных средах с образованием сероводорода при концентрации соли в среде до 10%. Развитие этой ближе нами не изученной микрофлоры, повидимому, имеет большое значение в процессах гнилостного разложения содержимого банок пресервов.

Следует, кроме того, остановиться на температурном факторе, имеющем большое значение в увеличении стойкости пресерва. Известно, что при низкой температуре хранения пресервов биохимические процессы в них не прекращаются, но протекают медленно и приводят рыбу к состоянию зрелости. Наши опыты показали, что пресервы, выдержанные длительное время на холоду, оказываются более стойкими против бомбажа. Повидимому, понижение температуры сильнее действует на бактерии, возбуждающие гнилостные и газообразующие процессы, и значительно ослабляет их энергию. Вместе с тем низкая температура не задерживает в такой же степени деятельность молочно-кислой микрофлоры, что постепенно приводит к накоплению органических кислот, создающих неблагоприятные условия для развития гнилостных и газообразующих процессов.

Наконец, по нашим последним наблюдениям, благоприятным фактором, улучшающим качество пресервов, является сахар, прибавляемый в посол в повышенных количествах вместе с антисептиком. Оказывается, что при этом значительно повышается стойкость пресервов даже по сравнению с теми, которые приготовлены с тем же антисептиком, но без сахара. В том случае, когда сахар прибавляется в пресерв без антисептика, он не может быть использован молочно-кислыми бактериями, так как раньше используется другой более активной и быстрее развивающейся микрофлорой, в том числе *B. perfringens*, что ведет к быстрой порче пресерва. С другой стороны, сахар, прибавляемый в пресерв в повышенных количествах (до 4%) вместе с антисептиком, как бы защищается последним от действия гнилостной и анаэробной микрофлоры и благоприятно влияет на развитие молочно-кислой микрофлоры. В результате происходит более активное образование органических кислот, а также подавление гнилостных и газообразующих процессов в кислой среде, и пресерв приобретает большую стойкость.

Исходя из известной в промышленности практики и результатов наших опытов, можно допустить, что использование сахара является перспективным в деле получения высококачественных продуктов из рыбы. В этом направлении необходима разработка наилучших дозировок сахара и уточнение способов его внесения в посол вместе с антисептиком.

Выводы

В итоге проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В состав микрофлоры пресервов входят две основные группы микроорганизмов: организмы, вызывающие порчу и бомбаж пресервов и организмы, способствующие повышению стойкости пресервов и улучшению их вкусовых качеств. К первой группе относятся гнилостные бактерии, вызывающие распад белковых веществ и споровые анаэробы (главным образом *B. perfringens*), энергично сбраживающие углеводы с об-

разованием больших количеств газообразных продуктов. Ко второй группе относятся молочно-кислые бактерии, образующие из сахара, а также, возможно, и из белковых соединений,— органические кислоты, главным образом молочную и летучие кислоты.

2. Развитие указанных групп микроорганизмов в пресервах в некоторой степени является взаимно исключаящим. Ферментативные процессы и биохимические изменения в пресервах вызываемые этими двумя группами микробов, находятся как бы в состоянии подвижного равновесия и, в зависимости от условий приготовления и хранения продукта, дальнейшее развитие процессов может пойти в сторону, усиления гниlostного или молочно-кислого процесса.

Направление микробиологических процессов в пресервах находится в прямой зависимости от количества соли и сахара и температуры хранения продукции.

3. Основной причиной бомбажа и порчи пресервов на практике является нарушение, установленных технологической инструкцией, правил приготовления и особенно температурного режима хранения пресервов, что приводит к усилению жизнедеятельности гниlostных бактерий и споровых анаэробов, которые подавляют молочно-кислую микрофлору, содействующую созреванию пресервов и увеличению их стойкости.

4. Для повышения стойкости пресервов против бактериальной порчи, а также улучшения их вкусовых качеств необходимо создание условий, благоприятных для развития в пресервах естественной молочно-кислой микрофлоры. В этих целях может быть рекомендовано некоторое повышение в пресервах количества сахара (до 4%), прибавляемого вместе с химическим антисептиком.

ЛИТЕРАТУРА

• 1. Голикова С. М., Труды Астраханской научной рыбохозяйственной станции, вып. III.

2. Иванова С. И., Микробиологическое исследование консервов (пресервов) «Мурманские кильки». Журнал «Микробиология», т. IX, вып. 7—8, 1940.

3. Ильин М. Д., О созревании сельдей, килек анчоусов. Журнал «Рыбное хозяйство» № 3, 1941.

• 4. Киселевич К. А., Каспийско-волжские сельди. Петроград, 1918.

5. Петрова Е. К., О микробной флоре беломорской сельди килечного посола. Журнал «Рыбное хозяйство» № 10, 1929.

• 6. Равич-Щербо Ю. А., Микробиологические основы приготовления рыбных баночных пресервов. Журнал «Рыбное хозяйство» № 6, 1948.

7. Смирнова А. В., О микробиологическом и химическом исследовании рыбных пресервов. Журнал «Вопросы питания», т. IX, вып. IV, 1940.