

УДК 628.33/35 : 664.951

**ВОЗМОЖНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
ИЗ СТОЧНЫХ ВОД РЫБОКОНСЕРВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Н. И. ЕГОРОВА, Э. Н. БУТЕНКО

Целью настоящей работы было определение количества и качества органических веществ, входящих в состав сточных вод рыбоконсервных предприятий, а также изыскание возможностей их извлечения.

Исследования проводили на Керченском консервном заводе при производстве массового вида продукции — консервов в томатном соусе из ставриды и скумбрии. Органические вещества (в виде кусочков, крошек рыбы, растворенного белка, растительного масла, томата) попадают в сточную воду во время дефростации, разделки, порционирования, мойки, посола, обжарки рыбы, транспортировки рыбных отходов, мойки закатанных банок, противней.

Среднюю пробу сточной воды для анализа на содержание взвешенных веществ, сухого остатка, белка и жира составляли путем смешивания отдельных проб, взятых через определенные промежутки времени. Содержание взвешенных веществ определяли по привесу высушенного остатка после фильтрования через вату 0,5 л сточной воды, плотные вещества — по величине сухого остатка от выпаривания 0,1 л фильтрата и относили к единице объема (Лурье, Рыбникова, 1963); количество белка в исследуемой воде определяли по Кьельдалю, жира — по Рушковскому (Лазаревский, 1955) отдельно во взвешенных веществах и в фильтрате, затем полученные значения суммировали.

Общие сточные воды (смесь сточных вод от отдельных технологических операций) имеют запах рыбы и томата, цвет от желто-серого до красного. Содержание в них органических веществ существенно зависит от вида обрабатываемой рыбы, ее жирности (табл. 1), а также момента взятия пробы (табл. 2).

Таблица 1

Характеристика общих сточных вод рыбоконсервного цеха

Вид рыбы	Содержание жира в мясе рыбы, %	Содержание в сточных водах, мг/л			
		взвешенных веществ	плотного остатка	белка	жира
Ставрида	3,1	1389	18293	919	536
Скумбрия	7,5	2778	5964	723	2222

Изменение состава сточных вод в течение смены (пробы взяты через один час), мг/л

Взвешенные вещества	Плотный остаток	Белок	Жир	Взвешенные вещества	Плотный остаток	Белок	Жир
189	2916	1180	87	334	3180	482	137
2469	3405	655	378	659	2716	657	420
7631	9212	3610	4240	3630	46026	1770	3080
3800	2818	350	106	152	2824	306	21
690	4215	852	178	1810	8301	1096	961

Из табл. 2 видно, что состав сточных вод в течение смены непостоянен, что обусловлено периодичностью сброса их после разных технологических процессов — дефростации, посола, обжарки и др., — и неодинаковым составом. Так, вода, сбрасываемая после дефростации, имеет слабый рыбный запах, бледно-розовую окраску, содержит незначительное количество взвешенных веществ в виде чешуи, песка, крошек рыбы — от 19 до 174 мг/л, белка — от 313 до 875 и жира — от 2,5 до 3,5 г/л. В зависимости от вида обрабатываемой рыбы состав сточных вод после дефростации изменяется мало (табл. 3).

При разделке в воду попадают кусочки рыбы, белок и жир, вымываемые из мяса на месте срезов и из внутренностей. Отмечено, что жирная рыба с нежной консистенцией мяса теряет значительно больше органических веществ, чем менее жирная. Так, при разделке скумбрии жирностью 8,7% в сточную воду переходит взвешенных веществ в 3,3 раза, плотного остатка в 1,8, белка в 2,7, жира в 4,8 раза больше, чем при разделке ставриды жирностью 4,9%.

Стоки после порционирования рыбы по составу аналогичны стокам после разделки рыбы и транспортировки рыбных отходов. Жира в сточные воды попадает тем больше, чем больше его содержится в рыбе.

Мойка кусочков рыбы на Керченском консервном заводе осуществляется на моечных машинах двух типов: роторных и вентиляторных. После мойки кусочков в вентиляторной машине в сточных водах содержится взвешенных веществ в 1,9 раза, плотного остатка в 2, белка в 3,2, жира в 4,8 раза меньше, чем после мойки в машине роторного типа.

Сточные воды после дефростации, разделки, порционирования, мойки рыбы, транспортировки рыбных отходов по содержанию органических веществ примерно однотипны и потому обработка их с целью очистки и сбора органических веществ может быть общей. По нашим данным, в расчете на 1 туб консервов потери белка со сточными водами после этих технологических операций составляют в среднем 2,7 кг, жира 0,9 кг.

Посол рыбы производится мокрым способом. Это вызывает необходимость периодического слива из посолочных ванн в канализацию тузлука. Сбрасываемый тузлук имеет запах свежей рыбы, цвет от желто-серого до темно-красного, содержит от 862 до 1677 мг/л взвешенных веществ преимущественно в виде крошки и кусочков рыбы и посторонних примесей, попадающих с солью, 820—2040 мг/л белка и 42—1090 мг/л жира.

Потери ценных веществ существенно зависят от жирности обрабатываемой рыбы. Так, при посоле скумбрии (содержание жира 7%) потери белка были примерно в 2,5 раза, а жира почти в 30 раз больше,

Характеристика сточных вод при производстве консервов в томатном соусе

Сточные воды	Вид рыбы	Содержание в рыбе жира, %	Содержание в сточных водах, мг/л			
			взвешенных веществ	плотного остатка	белка	жира
После дефростации рыбы	Ставрида . . .	4,9	19—174	2557—3833	613,0—875,0	4,8—10,7
			88,2	3227	729,9	7,8
	Скумбрия . . .	8,7	48—143	3720—3960	362,0—417,0	2,5—13,5
			56	3825	382,1	7,1
После разделки и транспортировки рыбных отходов	Ставрида . . .	4,9	380—410	3547—3561	614,0—677,0	92,3—129,0
			395	3554	645,5	110,6
	Скумбрия . . .	8,7	1281—1315	6570	1505,0—2020,0	455,0—620,0
			1298		1762,5	537,6
От порционирующей машины	Ставрида . . .	2,1	1774	4609	2405,0	95,0
	Ставрида } Скумбрия }	2,1—7,0	1054	3942	1521,0	641,3
От роторной моечной машины	Ставрида . . .	2,1	543—545	3434—8445	1026,0—1115,0	305,0—586,0
			544	5939	1070,5	445,5
От вентиляторной моечной машины	« . . .	3,6	282—292	3016—3082	286,0—373,0	77,4—108,3
			287	3049	329,5	92,8
От вентиляторной моечной машины после отстойника	« . . .	—	107	2509	263,0	35,5
После посола	Ставрида . . .	2,1	862	275750	821	42,2
	Скумбрия . . .	7,0	1677	252262	2040	1089,8
От обжарочной печи	—	—	2581—1368	4396—9703	852,0—2501,0	1442,5
			7945	6771	1607,6	10063,7
После мойки закатанных банок	—	—	777—1836	9733—9743	262,5—589,5	175,0—518,2
			1306	9738	426,0	346,6

Примечание. В числителе — колебания, в знаменателе — среднее значение.

чем при обработке ставриды (содержание жира 2%). В пересчете на 1 туб консервов при сбросе тузлуков в среднем теряется 143 г белка, 57 г жира. Значительное количество воды, содержащей ценные вещества, сливают из обжарочных ванн. По нашим данным, потери при этом составляют в среднем 7945 мг/л взвешенных веществ, 6770 мг/л плотного остатка, 1610 мг/л белка.

Потери растительного масла могут быть различными в зависимости от правильности эксплуатации оборудования. При очень интенсивном сливе воды она перемешивается с маслом, отчего потери его значительно возрастают. По нашим данным (см. табл. 3), при правильном ведении процесса обжарки рыбы потери масла не превышают 1500 мг/л, а в пересчете на 1 туб консервов — в среднем 0,57 кг. Потери белка на этой операции — 0,16 кг на 1 туб консервов.

В заметном количестве органические вещества теряются также в процессе мойки банок после закатки. В основном это томатный соус и моющие вещества щелочного характера. По нашим данным, взвешенных веществ в этих водах содержится в среднем 1306 мг/л, плотного остатка 9738, белка 426, жира 346 мг/л. При пересчете на 1 туб консервов потери составляют около 43 г белка и 35 г жира.

С общими сточными водами от перечисленных выше технологических процессов в пересчете на 1 туб консервов в томатном соусе теряется 0,88 кг белка и 0,19 кг жира. В зависимости от состава и свойств сточные воды могут быть подразделены на три группы:

воды после дефростации, разделки, транспортировки рыбных отходов, порционирования рыбы, которые содержат вещества преимущественно белкового происхождения;

воды после посола рыбы, содержащие белковые вещества, жир и поваренную соль;

воды от обжарочных печей, после мойки банок, противней, содержащие масло растительное и томатный соус. По нашему мнению, извлечение из этих вод ценных органических веществ может быть эффективным только при отдельной обработке их. Рассмотрим некоторые способы очистки сточных вод от органических веществ по группам, принимая во внимание возможности уменьшения их объема.

I группа вод. Для уменьшения общего объема сточных вод этой группы целесообразно воды после дефростации, разделки, порционирования и мойки рыбы использовать для транспортировки рыбных отходов, что исключит дополнительное выщелачивание из них белка и жира. Вся вода после этих технологических процессов будет поступать в жиромучной цех, где относительно крупные кусочки рыбы будут отделены на решетках бункера-накопителя и переработаны на жиромучной установке. После этого воду следует направить на дальнейшую очистку.

Для проведения опытных работ по очистке сточные воды отбирали после всех перечисленных технологических операций и составляли средневзвешенную пробу. Очистку в лабораторных условиях проводили центрифугированием при частоте вращения 6000 об/мин в течение 5 мин и центрифугированием после подкисления до pH 4,5. В исходной пробе определяли содержание взвешенных веществ и белка, после очистки — массу выделенного осадка, а в воде — остаточного белка. Результаты опытных работ, приведенные в табл. 4, показали, что при центрифугировании первым способом выход осадка в расчете на 1 л исследуемой воды составил 7400 мг, вторым способом — 9000 мг, выход белка от общего его содержания в сточной воде соответственно 38,2 и 42,2%.

По выходу сырого осадка белковых веществ лучшим является вто-

Результаты опытов по выделению белковых веществ из сточных вод после дефростации, разделки, порционирования, мойки рыбы и транспортировки рыбных отходов

Показатели	Способ обработки сточных вод	
	центрифугирование	центрифугирование после подкисления воды до pH 4,5
Масса сырого осадка, мг/л	2200—12000 7400	3000—12000 9000
Содержание влаги в осадке, %	87,1	—
Содержание белка, мг/л	570—1500	570—1500
в исходной воде	1070	1070
в очищенной воде	310—790	260—870
	550	640
Выход белка, %	30,7—45,7 38,2	30,7—53,8 42,2

Примечание. В числителе — колебания, в знаменателе — среднее значение.

рой способ, однако вода после обработки имеет кислую реакцию и перед спуском в канализацию необходима ее нейтрализация, что приводит к дополнительным затратам.

Более прост и достаточно эффективен первый способ, позволяющий выделить из сточной воды в среднем около 40% белковых веществ. Влажность сырого осадка около 87%, содержание жира 38%, белка 45% в пересчете на сухое вещество. Осадок может быть использован на кормовые цели. При выпуске 1 туб консервов предложенный способ очистки позволит дополнительно получить около 30 кг сырого осадка, содержащего около 1,3 кг жира и 1,4 кг белка. Внедрение его возможно лишь при условии применения непрерывно действующих осадительных центрифуг, например центрифуги марки ИГЦ.

II группа вод. Извлечение органических веществ из тузлука проводили в два этапа. Вначале его фильтровали через сетку с крупной ячейей, а затем после тепловой или химической обработки вновь фильтровали или центрифугировали. При фильтровании через сетку с ячейей 0,5×0,5 мм задерживается от 0,5 до 1,2 кг рыбных кусочков и крошки от 1 т рыбы, направляемой на посол.

Часть фильтрованного тузлука нагревали до 50, 80 и 100°С, затем охлаждали, выпавший осадок отфильтровывали через фильтровальную бумагу. Другую часть тузлука подкисляли до pH 5,2—4,5, нагревали до 50, 80 и 100°С и после охлаждения фильтровали. Кроме того, часть опытов проводили без нагревания: тузлук подкисляли до pH 4,5 (pH исходного тузлука 6,2), фильтровали или центрифугировали при частоте вращения 6000 об/мин в течение 5 мин. Выход белка определяли по разности между количеством белка в исходном (2620 мг/л) и очищенном тузлуке. Результаты опытов приведены в табл. 5.

Подкисление тузлука до pH 4,5 существенно влияет на выход белка. Разница в выходе белка в образцах без нагревания и с нагреванием до 50, 80 и 100°С оказались незначительной, поэтому при обработке сточных вод можно ограничиться одним подкислением. После 30-минутной выдержки обработанного кислотой тузлука и 5-минутном центри-

Таблица 5

Результаты опытов по выделению белковых веществ из тузлука

Способ отделения осадка	Режим обработки тузлуков		Количество белка, выделенного при очистке, мг/л	Выход белка, %	Способ отделения осадка	Режим обработки тузлуков		Количество белка, выделенного при очистке, мг/л	Выход белка, %
	°С	рН				°С	рН		
Нагревание, охлаждение, фильтрование	50	6,2	620	23,5	Фильтрование ¹ Центрифугирование ¹	100	6,2	770	29,4
		5,2	810	30,6			5,2	970	37,0
		4,5	1280	48,4			4,5	1150	43,0
	80	6,2	690	26,3		20	4,5	1110	42,4
		5,2	1080	41,0		20	4,5	970	37,0
		4,5	1170	43,5					

¹ При рН 4,5 тузлук выдерживали перед обработкой в течение 30 мин.

фугировании обеспечивается выделение из 1 л тузлука 36,5—43,5 г сырого осадка, содержащего 81,7% воды, 4,0% белка и 13,4% соли. В расчете на 1 туб консервов выход белковой массы, которая может быть использована при изготовлении комбикормов, составит 3,6—4,3 кг.

Принимая во внимание, что при очистке тузлуков выход белка не превышает 40% от исходного содержания, и учитывая, что с тузлуком теряются экстрактивные вещества, составляющие 50% всех азотсодержащих веществ, целесообразно при производстве консервов в томатном соусе исключить мокрый посол рыбы.

III группа вод. В этих водах содержится от 0,003 до 0,14% растительного масла. Особенно загрязнены воды обжарочных печей — содержание масла в них достигает 1%.

Таблица 6

Результаты опытов по выделению растительного масла из сточных вод от обжарочных печей

Способ обработки сточных вод	Продолжительность обработки, мин	Содержание жира в очищенной воде, мг/л	Выход жира, %
Центрифугирование	1,0	51,0	96,5
Отстаивание	1,0	54,0	96,3
	5,0	10,0	99,3
	10,0	10,0	99,3
	30,0	4,0	99,7

Были испытаны два способа выделения жира из сточных вод: отстаивание в течение 1 мин и центрифугирование в течение 1 мин при частоте вращения 6000 об/мин. В очищенной воде определяли содержание жира (в исходной воде его содержалось 1447 мг/л). В обоих случаях оно оказалось практически одинаковым (табл. 6), поэтому можно рекомендовать отстаивание как более экономичный способ.

Отстаивание сточной воды в течение 1 мин обеспечивает уменьшение содержания жира в ней на 96%. Более длительное отстаивание нецелесообразно, так как при незначительном повышении эффекта разделения возникает необходимость в применении отстойников.

Рекомендуемым способом можно выделить до 200 г масла в расчете на 1 туб консервов. Этот жир можно использовать на технические цели.

ВЫВОДЫ

1. В зависимости от состава и свойств сточные воды при производстве консервов в томатном соусе можно подразделить на три группы: воды после дефростации, разделки, транспортировки рыбных отходов, порционирования рыбы, содержащие вещества преимущественно белкового характера; воды после посола рыбы, содержащие белковые вещества, жир и поваренную соль; воды от обжарочных печей, мойки закатанных банок, противней, содержащие растительное масло.

Собирать и обрабатывать следует каждую группу вод отдельно.

2. Сточные воды после дефростации, разделки, порционирования и мойки рыбы должны использоваться для транспортировки рыбных отходов, что экономит расход воды и предупреждает излишнее выщелачивание из отходов белковых и жировых веществ.

3. Сточные воды после дефростации, разделки, порционирования и мойки рыбы освобождаются от относительно крупных кусочков рыбы при прохождении через решетки бункера-накопителя рыбных отходов в жиромучном цехе. В дальнейшем эти сточные воды можно очищать центрифугированием, которое обеспечивает выход белка до 40% от общего содержания его в воде.

4. Для очистки сточных вод от растительного масла рекомендуется способ отстаивания их в течение 1 мин в жироловушке, устанавливаемой на магистрали спуска сточной воды от обжарочной печи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Барбаянов К. А., Лемаринье К. П. Производство рыбных консервов, М., «Пищевая промышленность», 1967. 335 с.

Вода и сточные воды в пищевой промышленности. Перевод с польского. М., «Пищевая промышленность», 1972. 384 с.

Доминова С. Р., Кузнецова Л. А. Изменение солености и кислотности консервов в томатном соусе при хранении.— «Рыбное хозяйство», 1970, № 4, с. 81—83.

Лазаревский А. А. Технохимический контроль в рыбообработывающей промышленности. М., Пищепромиздат, 1955. 519 с.

Лурье Ю. Ю., Рыбникова А. И. Химический анализ производственных сточных вод. М., Госхимиздат, 1963. 252 с.

Романов А. А. Современные рыбообработывающие машины и оборудование.— В кн.: Итоги науки и техники. Серия «Машиностроение, оборудование пищевой промышленности». М., 1972, т. 2, с. 144—157.

Machine à décongeler le poisson Badder 950, Pêche maritime, 1967, 46, p. 37—38.

New process profitable in filleting plant Canadian Fisherman, 1965, v. 52, N 4, p. 21—22.

A possibility of extracting and using organic substances from industrial waters discharged from fish canneries
Egorova N. I., Butenko E. N.

SUMMARY

The contents of suspended substances, solid residuum, protein and oil are analysed in the industrial waters of the entire cannery and after some selective technological operations. It is recommended that industrial waters should be purified according to the following groups of the technological process: after defrostation, dressing, transportation of fish offal, portioning, washing; after fish salting; from frying ovens, after washing sealed tins and trays. Purification methods are recommended.