

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСОЛА ХАМСЫ СУХОЙ СОЛЬЮ И В СОЛЕВЫХ РАСТВОРАХ

Инженер-технолог А. Е. РАГУЛИН

Для изучения процесса посола хамсы мы провели несколько серий опытов посола ее сухой солью и в растворах поваренной соли различной концентрации. Для выяснения влияния температурного фактора на ход просаливания хамсы опыты проводили при разной температуре. В процессе посола вели наблюдения за изменением солёности и влажности рыбы, изменением ее веса и объема, а также за качественным состоянием рыбы по ее органолептическим признакам. При посолах хамсы сухой солью, кроме того, контролировали количество образующегося тузлука.

Опытные посолы хамсы во всех случаях продолжались 10 суток, то есть до тех пор, пока просаливание рыбы заканчивалось и рыба достигала практически равновесного состояния.

Пробы для контрольных анализов и наблюдений отбирали через определенные промежутки времени, особенно часто в начале посола, чтобы иметь по возможности наиболее полную и сопоставимую для разных опытов картину хода просаливания и изменения веса и объема рыбы.

Так как качество и химический состав рыбы-сырца могут существенно влиять на изменение ее во время посола, особое внимание было обращено на отбор рыбы для опытов.

Использовали крупную свежую хамсу без примеси «нитки» и песчанки, отвечающую требованиям технических условий на хамсу-сырец I сорта.

Посол хамсы сухой солью сопоставляли с посолом в солевых растворах по следующим четырем показателям:

- 1) скорость поступления соли в рыбу;
- 2) потеря влаги рыбой;
- 3) потеря плотных веществ рыбой;
- 4) выход и качество полученной соленой рыбы.

На основании этих показателей в итоге работы был избран оптимальный способ посола хамсы.

СКОРОСТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ СОЛИ В РЫБУ

Под скоростью просаливания рыбы или скоростью посола подразумевают обычно количество соли, поступающее в рыбу в единицу времени.

Изучению скорости поступления соли в рыбу при различных способах посола посвящено сравнительно мало работ, причем данные разных авторов по этому вопросу разноречивы.

Невтонов [8], изучая динамику посола керченской сельди, отметил, что через равные сроки посола сельдь, посоленная сухой солью, имела меньшую солёность, чем посоленная в насыщенном тузлуке. По его данным, солёность сельди, посоленной в тузлуке, на 3-й день посола составляла 17,3%, на 9-й день — 18,6% и на 26-й день — 18,8%, в то время как солёность сельди, посоленной сухой солью, через те же сроки

посола равнялась 11,3%, 15,9% и 17,4%. Таким образом, из данных Невтонова следует, что при тузлучном посоле просаливание рыбы происходит гораздо быстрее, чем при посоле сухой солью.

На значительное ускорение просаливания рыбы при посоле в циркулирующих тузлуках указывают также Борисов¹, Березин [1] и Терентьев [11]. Однако исследования Драгунова и Касиновой [3], Воскресенского [2] и Миндера [5] не подтверждают наличия существенного ускорения просаливания рыбы при тузлучном посоле. В частности, по данным Воскресенского, средняя скорость посола тюльки в циркулирующих тузлуках всего в 1,12 раза больше средней скорости посола сухой солью и в 1,35 раза больше средней скорости посола в неподвижных тузлуках.

Некоторое ускорение просаливания рыбы при посоле в циркулирующих тузлуках по сравнению с посолом в неподвижных тузлуках и с посолом сухой солью можно объяснить более быстрым в первом случае удалением слоя тузлука, опресняющегося около поверхности рыбы.

Вопрос о зависимости скорости просаливания рыбы от ее размеров и режима посола (например, от дозировки соли при сухом посоле) наиболее подробно освещен в работах Семенова [9] и Воскресенского [2], но, к сожалению, их нельзя сравнить с нашими ввиду разных условий проведения опытов.

В нашей работе для характеристики скорости просаливания хамсы мы высчитывали среднюю скорость поступления соли в рыбу по отдельным периодам посола, пользуясь следующей формулой:

$$v_{cp} = \frac{c_2 - c_1}{t},$$

где: v_{cp} — средняя скорость поступления соли в рыбу (в кг за 1 час);
 c_1 — количество соли (в кг), содержащееся в рыбе к началу данного периода посола;
 c_2 — количество соли (в кг), содержащееся в рыбе к концу данного периода посола;
 t — длительность посола (в часах).

При расчетах количества соли, поступающей в рыбу за определенный промежуток времени, мы, конечно, учитывали изменение веса рыбы во время посола, соответственно чему все расчеты были сделаны применительно к посолу определенной партии рыбы-сырца в 100 кг.

Результаты подсчетов скорости поступления соли в хамсу в разные периоды посола при различных испытанных нами способах и режимах посола приведены в табл. 1 и 2.

Из данных табл. 1 и 2 видно, что при посоле хамсы как сухой солью, так и в солевых растворах с наибольшей скоростью соль поступает в рыбу в течение первых трех часов. За этот отрезок времени в хамсу поступало в среднем около 30% всего количества соли, содержавшейся в ней к концу посола (через 10 суток). В последующем скорость поступления соли в рыбу резко уменьшалась и в период от 3—6 до 18—24 часов была меньше, чем в начальный период (до 3 часов) в разных случаях в 3—6 раз. В период от 24 до 48 часов скорость поступления соли в рыбу еще более замедлялась и оказалась в среднем в 20—40 раз меньше, чем в начале посола, то есть в первые 3 часа.

Через 24 часа количество соли в хамсе составляло при посолах сухой солью 65—70%, а при посолах в насыщенном и 20%-ном рас-

¹ Механизация посола рыбы, ТИНРО, 1939.

Таблица 1

Скорость поступления соли в рыбу (кг/час) при посоле хамсы в солевых растворах разной концентрации при различной температуре (в расчете на 100 кг рыбы-сырца)

Периоды посола	Посо́л при +17°				Посо́л при +6°				Посо́л при -2°			
	Концентрация раствора соли в %											
	10	15	20	насыщенный	10	15	20	насыщенный	10	15	20	насыщенный
0—3 часа	0,558	0,918	1,65	1,291	0,526	0,920	1,164	1,322	0,761	0,822	1,075	1,269
3—6 часов	0,210	0,149	0,276	0,181	0,172	0,152	0,282	0,089	0,006	0,155	0,279	0,083
6—12 „	0,207	0,413	0,478	0,529	0,177	0,416	0,486	0,571	0,265	0,482	0,491	0,059
12—18 „	0,027	0,183	1,157	0,244	0,138	0,176	0,177	0,208	0,054	0,156	0,180	0,211
18—24 часа	0,128	0,089	0,108	0,087	0,043	0,099	0,081	0,087	0,117	0,034	0,051	0,079
1—2 суток	0,023	0,020	0,007	0,031	0,028	0,020	0,006	0,031	0,032	0,017	0,008	0,030
2—5 „	0,020	0,050	0,017	0,014	0,006	0,005	0,007	0,014	0,016	0,005	0,003	0,002
5—10 „	0,005	0,038	0,004	0,008	0,011	0,005	0,002	0,001	—	—	—	—

Таблица 2

Скорость поступления соли в рыбу (кг/час) при посоле хамсы разными дозировками сухой соли при различной температуре (в расчете на 100 кг рыбы-сырца)

Периоды посола	Посо́л при +12°				Посо́л при -2°			
	дозировка соли в %							
	12	15	20	25	12	15	20	25
0—3 часа	0,811	0,678	1,006	0,148	0,844	0,912	0,972	0,230
3—6 часов	0,450	0,841	0,754	0,909	0,317	0,544	0,580	0,346
6—12 „	0,119	0,191	0,067	0,047	0,106	0,189	0,154	0,191
12—18 „	0,050	0,132	0,146	0,209	0,118	0,138	0,197	0,177
18—24 часа	0,171	0,142	0,054	0,212	0,167	0,088	0,125	0,119
1—2 суток	0,033	0,046	0,089	0,056	0,022	0,042	0,024	0,044
2—5 „	0,017	0,023	0,032	0,027	0,014	0,024	0,012	0,016
5—10 „	0,012	0,008	0,006	0,003	0,012	0,012	0,008	0,011

творях — до 85—90% от всего количества соли, поступившей в рыбу к концу посола.

Скорость поступления соли в рыбу заметно различалась в зависимости от дозировки сухой соли или концентрации солевого раствора в начальный период посола, но затем эти различия сглаживались.

При посоле хамсы в солевых растворах средняя скорость поступления соли в рыбу в начальный период посола, то есть до 3 часов, в случае применения насыщенного и 20%-ного растворов была в 2—2,5 раза больше, а в случае применения 15%-ного раствора — в 1,5 раза больше, чем в случае применения 10%-ного солевого раствора.

При посолах хамсы сухой солью средняя скорость поступления соли в рыбу в период до 3 часов при дозировках соли 20 и 25% была в 1,2—1,3 раза больше, чем при дозировках соли 12 и 15%.

Изменение температуры при посоле в пределах от минус 2° до плюс 12—17° не оказывало существенного влияния на скорость поступления соли в рыбу.

Для сопоставления скорости поступления соли в хамсу при посоле сухой солью и в солевых растворах в табл. 3 приведены соответствующие данные, полученные при всех опытах посола, за исключением опытов посола хамсы в 10- и 15%-ных солевых растворах, поскольку последние не представляют практического интереса.

Таблица 3

Средняя скорость поступления соли в хамсу (кг/час) при разных способах (в расчете на 100 кг рыбы-сырца)

Период посола	Посо́л в растворах соли		Посо́л сухой солью	
	20%-ный раствор	насыщенный раствор	12—15% соли	20—25% соли
0—3 часа	1,075—1,165	1,269—1,322	0,678—0,912	0,972—1,230
3—6 "	0,276—0,282	0,099—0,181	0,317—0,841	0,346—0,909
6—12 часов	0,416—0,491	0,529—0,571	0,106—0,191	0,047—0,191
12—18 "	0,157—0,180	0,208—0,244	0,050—0,138	0,146—0,209
18—24 "	0,051—0,108	0,079—0,807	0,088—0,171	0,119—0,212
1—2 суток	0,006—0,008	0,030—0,031	0,022—0,046	0,024—0,089
2—5 "	0,003—0,017	0,002—0,014	0,014—0,024	0,012—0,032
5—10 "	0,002—0,004	0,001—0,008	0,008—0,012	0,003—0,011

Из данных табл. 3 видно, что в начальный период посола, то есть в промежуток времени до 3 часов, скорость просаливания хамсы при посолах в 20%-ном и насыщенном солевых растворах оказалась во всех случаях выше, чем при посолах сухой солью, даже с высокими дозировками соли (20—25%). Если принять скорость просаливания хамсы при сухом посоле с дозировкой соли 12—15% равной единице, то по отношению к ней скорость просаливания при сухом посоле с дозировкой соли 20—25% и при посоле в 20%-ном солевом растворе равна примерно 1,2—1,3, а при посоле в насыщенном солевом растворе 1,5—1,6.

Соответственно отношение скорости просаливания при посоле в насыщенном солевом растворе к скорости просаливания при сухом посоле с дозировкой соли 20—25% будет около 1,2, что очень близко к найденному Воскресенским [2] коэффициенту ускорения посола при тузлучном посоле тюльки. Однако в период посола от 3 до 6 часов скорость просаливания хамсы при посолах в солевых растворах во всех случаях, как видно из табл. 3, оказалась в несколько раз меньшей, чем при посолах сухой солью, но в период от 6 до 12 часов — снова гораздо большей. В дальнейшем, начиная от 12 часов и до конца посола (через 10 суток), существенной разницы в скорости поступления соли в хамсу при разных опытах не наблюдалось. Характер изменения скорости поступления соли в хамсу согласуется с потерей ею влаги в процессе посола.

При посоле хамсы сухой солью количество выделяющейся из рыбы влаги на всем протяжении процесса посола нарастало постепенно, без скачков. Но при посоле хамсы в солевых растворах в период от 3 до 6 часов посола наблюдалось замедление выделения влаги из рыбы.

Таким образом, судя по полученным нами данным, при посоле хамсы в солевых растворах просаливание рыбы в какой-то момент, вскоре после начала посола (в период от 3 до 6 часов) как будто ненадолго приостанавливалось. Причина этого явления не вполне ясна, но можно предположить, что оно было вызвано временным силь-

ным опреснением близлежащего к рыбе слоя тузлука в связи с весьма интенсивным поступлением соли в рыбу в предшествующее время.

В целом, подводя итоги, можно заключить, что с точки зрения скорости поступления соли в рыбу посол хамсы в насыщенном солевом растворе имеет явное преимущество перед посолом в 20%-ном солевом растворе, а также перед посолом сухой солью с дозировкой соли 20—25%; в последних двух случаях скорость поступления соли в хамсу оказалась весьма близкой.

ПОТЕРЯ ВЛАГИ РЫБОЙ

При анализе изменения влажности хамсы во время посола мы подсчитали потери влаги рыбой через разные сроки посола, пользуясь следующей формулой:

$$Q = \frac{A_1 W_1 - A_2 W_2}{A_1 W_1} \cdot 100,$$

где: Q — потеря влаги рыбой в % от содержания влаги в свежей рыбе до посола;

A₁ — вес свежей рыбы перед посолом;

A₂ — вес рыбы через определенное время посола;

W₁ — влажность рыбы перед посолом в %;

W₂ — влажность рыбы через определенное время посола в %.

Результаты подсчетов потери влаги хамсой на разных стадиях посола в солевых растворах и сухой солью приведены в табл. 4, 5, 6 и 7.

Таблица 4

Изменение влажности хамсы (в % от веса ее) при посоле в солевых растворах
Исходная влажность хамсы 60,6%

Время от начала посола	Посол при +17°				Посол при +6°				Посол при -2°			
	концентрация раствора соли в %											
	10	15	20	насыщенный	10	15	20	насыщенный	10	15	20	насыщенный
3 часа . .	60,0	59,7	57,7	57,1	58,9	59,0	57,9	57,2	58,4	58,1	58,1	57,0
6 часов . .	59,3	58,5	56,2	56,6	58,1	58,4	57,0	56,3	57,6	57,7	57,2	56,7
12 " . .	58,4	55,1	53,2	53,5	56,7	55,0	54,1	53,3	55,9	55,2	54,2	53,5
18 " . .	60,1	54,0	51,4	51,5	56,3	54,3	51,1	51,5	54,5	53,8	51,4	51,6
24 часа . .	60,8	53,3	51,0	50,8	55,5	53,5	51,2	50,8	54,2	53,1	51,0	50,5
2 суток . .	59,7	52,8	50,3	48,9	56,2	52,6	50,8	49,3	54,3	52,4	50,7	49,1
5 " . .	59,2	52,5	49,3	47,5	57,1	52,1	49,6	48,4	55,3	52,0	50,3	48,3
10 " . .	58,3	52,1	48,6	46,5	57,2	52,8	48,6	46,5	55,5	51,4	49,9	48,7

Количество влаги, удаленное из хамсы к концу опытов (через 10 суток), было различным в зависимости от концентрации применявшегося солевого раствора или дозировки соли, а также от температуры.

Как видно из табл. 8 и 9, чем выше была дозировка сухой соли или концентрация солевого раствора, тем больше влаги потеряла хамса к концу посола; повышение температуры во всех случаях посола хамсы сухой солью, а также при посоле ее в 20%-ном и насыщенном солевых растворах способствовало увеличению количества удаленной влаги. В случае применения 15%-ного солевого раствора повышение температуры при посоле почти не отразилось на количестве удален-

Таблица 5

Потеря влаги (в % от исходного содержания ее в рыбе) при посоле хамсы в солевых растворах

Исходная влажность хамсы 60,6%

Время от начала посола	Посоле при +17°				Посоле при +6°				Посоле при -2°			
	концентрация раствора соли в %											
	10	15	20	насыщенный	10	15	20	насыщенный	10	15	20	насыщенный
3 часа	1,6	2,4	7,6	9,1	4,5	4,2	7,1	8,2	5,8	6,5	6,6	9,3
6 часов	3,4	5,5	11,4	10,4	6,5	5,7	9,4	11,1	7,9	7,6	8,8	10,2
12 "	8,2	14,1	17,3	18,0	10,1	14,3	16,6	18,5	12,1	12,9	16,3	18,0
18 "	1,4	16,8	23,0	23,5	11,1	17,7	23,3	22,8	15,6	17,3	23,0	22,6
24 часа	5,3	18,5	24,0	24,4	13,1	18,0	23,5	24,4	16,3	19,0	23,9	25,3
2 суток	2,4	19,2	25,6	29,0	11,3	20,2	24,4	27,9	16,1	20,7	24,6	28,3
5 "	3,7	20,4	27,9	31,9	9,1	21,3	27,2	29,9	13,6	21,6	25,6	30,1
10 "	6,1	21,4	29,3	34,8	8,8	19,7	29,5	33,0	13,1	23,0	26,5	29,2

Таблица 6

Изменение влажности хамсы (в % от ее веса) при посоле сухой солью

Исходная влажность хамсы 63,2%

Время от начала посола	Посоле при +12°				Посоле при -2°			
	дозировка соли в %							
	12	15	20	25	12	15	20	25
3 часа	62,0	61,1	60,4	61,3	61,6	61,0	60,8	60,6
6 часов	60,1	59,1	58,9	53,6	59,9	60,2	59,5	59,3
12 "	58,9	58,7	56,7	56,6	58,9	59,7	58,9	58,5
18 "	57,6	58,0	55,9	55,7	57,7	58,4	57,0	57,1
24 часа	57,1	56,8	53,5	58,2	57,3	57,7	56,1	56,3
2 суток	55,4	54,2	50,8	50,4	56,4	55,8	55,3	55,4
5 "	53,5	51,7	49,1	47,2	55,9	54,4	53,1	52,7
10 "	52,2	50,3	48,4	46,1	54,6	53,1	50,4	50,6

Таблица 7

Потеря влаги (в % от исходного содержания влаги в рыбе) при посоле хамсы сухой солью

Исходная влажность хамсы 63,2%

Время от начала посола	Посоле при +12°				Посоле при -2°			
	дозировка соли в %							
	12	15	20	25	12	15	20	25
3 часа	3,1	5,4	7,1	4,9	4,0	5,6	10,0	6,6
6 часов	7,8	10,3	10,8	11,6	8,4	7,6	9,4	9,8
12 "	11,8	12,9	16,0	16,4	9,2	9,3	10,8	10,9
18 "	13,8	13,0	18,0	16,7	13,8	12,5	15,4	15,2
24 часа	15,2	15,9	23,6	24,2	14,7	14,3	17,6	17,1
2 суток	19,2	22,0	29,6	30,0	16,8	18,3	19,9	19,4
5 "	23,6	27,6	33,3	37,0	18,0	21,6	24,5	25,4
10 "	26,5	30,7	34,8	39,5	21,0	24,5	30,5	31,7

ной влаги, а в случае применения 10%-ного раствора сопровождалось уменьшением количества извлеченной из рыбы влаги.

Приведенные в табл. 8 и 9 данные о выделении влаги из хамсы к концу посола в зависимости от дозировки сухой соли, концентрации солевого раствора и температуры не отражают в полной мере характера изменения влагосодержания хамсы при разных условиях посола.

Таблица 8

Потеря воды хамсой через 10 суток посола в солевых растворах разной концентрации

Концентрация солевого раствора в %	Потеря воды (в % от исходного содержания ее в свежей рыбе) в процессе посола при температуре		
	+17°	+6°	-2°
10	6,1	8,8	13,1
15	21,4	19,7	23,0
20	29,5	29,5	26,5
Насыщенный раствор	34,8	33,0	29,2

Таблица 9

Потеря воды хамсой через 10 суток посола сухой солью в зависимости от дозировки соли и температуры

Дозировка соли в %	Потеря воды (в % от исходного содержания ее в свежей рыбе) в процессе посола при температуре	
	+12°	-2°
12	26,5	21,0
15	30,7	24,5
20	34,8	30,5
25	39,5	31,7

Но подробные данные всех наблюдений, приведенные в табл. 4—7, показывают, что во всех случаях посола хамсы сухой солью и в солевых растворах, за исключением посола в 10%-ном солевом растворе, на всем протяжении процесса происходило выделение влаги из рыбы.

При посолах хамсы в 10%-ном солевом растворе, в отличие от всех остальных опытов, наблюдалось не только извлечение влаги из рыбы, но и поступление влаги в рыбу (набухание).

Набухание рыбы при посоле в 10%-ном солевом растворе началось в разные сроки в зависимости от температуры. При -2° и +6° максимальная потеря влаги рыбой (13,1 и 16,3%) была отмечена через сутки, а затем началось постепенное поступление влаги в рыбу, продолжавшееся до конца опыта. При +17° потеря воды достигла максимума (8,2%) через 12 часов; затем в период от 12 до 24 часов наблюдалось поступление влаги в рыбу, причем влагосодержание рыбы превысило исходное (на 5,3%), после чего к концу посола произошло небольшое уменьшение количества воды в рыбе.

Можно предположить, что указанный своеобразный характер изменения влагосодержания хамсы при посолах в 10%-ном солевом растворе был некоторым образом связан с наблюдавшейся в этих случаях порчей рыбы во время посола.

В табл. 10 дано сопоставление потери влаги хамсой через разные сроки посола в солевых растворах и сухой солью при положительной температуре (6—17°).

Как видно из табл. 10, в течение первых суток извлечение влаги из хамсы при посоле в 20%-ном и насыщенном солевых растворах происходило значительно интенсивнее, чем при посоле сухой солью. Через 18 часов посола в указанных солевых растворах хамса потеряла в среднем 23% влаги, в то время как при посоле сухой солью с дозировкой 20—25% такая потеря влаги наблюдалась только через 24 часа.

Таким образом, скорость извлечения влаги из рыбы на протяжении первых суток при посоле в солевых растворах оказалась пример-

Потери влаги хамсой в процессе посола сухой солью и в солевых растворах

Время от начала посола	Потеря влаги в % от исходного содержания ее в свежей рыбе			
	посол в солевых растворах		посол сухой солью	
	20%-ный раствор	насыщенный раствор	12-15% соли	20-25% соли
3 часа	7,1-7,6	8,2-9,1	3,1-5,4	4,1-7,9
6 часов	9,4-11,4	10,4-11,1	7,8-10,3	10,8-11,6
12 „	16,6-17,3	18,0-18,5	11,8-12,9	16,0-14,4
18 „	23,0-23,3	22,8-23,5	13,0-13,8	16,7-18,0
24 „	23,5-24,0	24,4-25,3	15,2-15,9	23,6-24,2
2 суток	24,4-25,6	27,9-29,0	19,2-22,0	29,2-30,0
5 „	27,2-27,9	29,9-31,9	23,6-27,6	33,0-37,0
10 „	29,3-29,5	33,0-34,8	26,5-30,7	34,8-39,5

но в 1,3 раза больше, чем при посоле сухой солью. Однако в последующее время посола — от 1 до 10 суток — извлечение влаги оказалось более интенсивным при посолах сухой солью, чем при посолах в солевых растворах.

ПОТЕРЯ РЫБОЙ ПЛОТНЫХ ВЕЩЕСТВ

Плотными веществами рыбы мы условно называем всю массу содержащихся в ней азотистых, жировых и минеральных веществ, не считая хлористого натрия. Общеизвестно, что при посоле из рыбы наряду с влагой выделяется часть азотистых веществ, способных растворяться в солевых растворах, а также может выделяться некоторое количество жира. Минеральные вещества находятся в основном в костях, а потому можно полагать, что количество их в рыбе при посоле практически почти не меняется.

Вопрос о величине потери азотистых веществ и жира рыбы при посоле представляет значительный практический интерес, однако в имеющихся исследованиях по посолу рыбы этот вопрос освещен очень мало.

Клейменов [4] нашел, что при посоле донской сельди в насыщенных растворах поваренной соли потери плотных органических веществ (белка и жира) через 7 суток составили 5,5% и через 8 суток — 2,3%; при посоле той же сельди в растворе с содержанием соли 16,5% потери плотных веществ составили соответственно 6,7 и 4,3%, а при посоле в растворе с содержанием соли 13,2% — 3,4 и 4,7%. Полученные Клейменовым данные довольно разноречивы и не обнаруживают какой-либо определенной зависимости между величиной потери плотных веществ, концентрацией солевого раствора и длительностью посола.

Сукрутов [10] нашел, что лещ I сорта теряет меньше плотных веществ при посоле, чем лещ II сорта, и объясняет большую потерю плотных веществ у рыбы II сорта изменениями, происшедшими в рыбе до посола.

Миндер [7] указывает, что величина потери плотных веществ зависит от температуры, при которой производится посол. По его данным, в случае посола хамсы в солевых растворах при 0° потеря плотных веществ заметно больше, чем при 20—25°, но с увеличением концентрации раствора это различие сглаживается. Однако следует отметить, что в отдельных опытах посола при 10—12° Миндер находил то боль-

шие, то меньшие потери плотных веществ по сравнению с потерями при 0°.

Драгунов¹, проводя опыты посола леща, наблюдал, что при холодном посоле из рыбы переходит в тузлук больше азотистых веществ, чем при теплом.

Проведенные Канадской Атлантической рыбохозяйственной станцией работы [13] по изучению растворимости белков рыбьего мяса (трески, пикши, палтуса) в солевых растворах разной концентрации и при различной температуре приводят к выводу о том, что наибольшее количество белковых веществ должно теряться при холодном посоле рыбы в слабых солевых растворах.

Проводя настоящие исследования, мы постарались установить величину потери плотных веществ у хамсы в зависимости от способа и режима ее посола.

Содержание плотных веществ в исходной свежей и соленой хамсе вычисляли по формуле:

$$x = 100 - (A + B),$$

где: x — содержание плотных веществ в рыбе в %;

A — влажность рыбы в %;

B — соленость рыбы в %.

При расчете содержания плотных веществ в исходной свежей хамсе соленость ее принимали равной 0.

Исходя из найденного содержания плотных веществ в рыбе и данных об изменении веса рыбы во время посола, вычисляли потери плотных веществ по формуле

$$x = \frac{A - \frac{BC}{100}}{A},$$

где: x — потеря плотных веществ в % от содержания их в свежей рыбе;

A — содержание плотных веществ в свежей рыбе в %;

B — содержание плотных веществ в посоленной рыбе в %;

C — вес посоленной рыбы в % от веса свежей рыбы.

Результаты произведенных подсчетов содержания плотных веществ в рыбе и потери рыбой плотных веществ через разные сроки посола при всех испытанных нами способах и режимах посола хамсы приведены в табл. 11, 12, 13 и 14.

Представленные в указанных таблицах данные показывают, что относительное содержание плотных веществ в посоленной хамсе во всех случаях было несколько ниже, чем в исходной свежей хамсе. Свежая хамса, взятая для опытов посола в солевых растворах, содержала 39,4% плотных веществ, а взятая для опытов посола сухой солью — 36,8% плотных веществ. В конце посола (через 10 суток) в солевых растворах хамса содержала в разных случаях от 35,9 до 38,5% плотных веществ, а к концу посола сухой солью — от 29,9 до 34,1%.

Потеря плотных веществ при посоле хамсы сухой солью оказалась больше, чем при посоле в солевых растворах. Хамса, посоленная сухой солью (с дозировками от 12 до 25%) потеряла через 24 часа от 6 до 15,8% всех плотных веществ, содержащихся в свежей рыбе, через 2 суток — 10,8—17,1% и через 10 суток — 12,5—18,6%. У хамсы, посоленной в солевых растворах (с концентрацией от 15% до

¹ Перспектива рационального использования крупного частика, тюльки и хамсы, Азовское отделение ВНИРО, 1935.

Таблица 11
Изменение содержания плотных веществ в хамсе (в % от ее веса) при посоле в солевых растворах

Исходное содержание плотных веществ в хамсе 39,4%

Время от начала посола	Посола при +17°			Посола при +6°			Посола при -2°		
	Концентрация раствора соли в %								
	15	20	насыщенный	15	20	насыщенный	15	20	насыщенный
3 часа	36,9	37,6	37,7	37,0	37,4	37,3	38,8	37,7	38,2
6 часов	37,2	37,8	37,3	37,5	37,2	37,8	38,4	37,3	37,8
12 "	36,9	35,4	35,5	36,8	35,6	35,4	37,0	35,8	36,1
18 "	36,8	35,1	35,8	36,9	35,6	34,7	38,0	36,0	35,9
24 часа	37,1	35,6	34,9	37,2	35,7	35,2	37,8	36,2	35,6
2 суток	36,8	36,5	36,3	37,2	36,2	35,9	36,7	36,5	36,6
5 "	36,4	37,2	36,6	37,2	37,1	36,1	37,5	36,7	37,5
10 "	36,1	37,6	37,0	35,9	38,5	37,6	—	—	—

Таблица 12
Потеря плотных веществ хамсой (в % от исходного содержания в рыбе) при посоле в солевых растворах

Исходное содержание плотных веществ в хамсе 39,4%

Время от начала посола	Посола при +17°			Посола при +6°			Посола -2°		
	концентрация раствора соли в %								
	15	20	насыщенный	15	20	насыщенный	15	20	насыщенный
3 часа	6,4	4,6	4,5	6,5	5,0	5,4	4,0	4,3	3,2
6 часов	5,7	4,2	5,5	4,8	5,6	4,1	2,5	5,4	4,0
12 "	6,4	10,2	9,9	6,8	9,6	10,1	6,2	9,2	8,5
18 "	6,1	10,5	4,9	6,5	9,6	11,9	6,4	8,5	9,4
24 часа	5,9	9,7	11,5	5,5	9,4	10,7	4,2	8,1	9,7
2 суток	6,5	7,4	7,8	5,4	8,2	8,9	6,8	7,4	7,3
5 "	7,5	5,6	7,2	5,6	5,7	8,4	4,8	6,9	4,9
10 "	8,4	4,5	6,1	8,9	2,3	4,4	—	—	—

Таблица 13
Изменение содержания плотных веществ в хамсе (в % от ее веса) при посоле сухой солью

Исходное содержание плотных веществ в хамсе 36,8%

Время от начала посола	Посола при +12°				Посола при -2°			
	дозировка соли в %							
	12	15	20	25	12	15	20	25
3 часа	34,5	35,7	34,3	33,9	35,0	35,4	35,2	34,6
6 часов	34,9	34,3	33,3	32,7	34,7	34,3	34,9	34,6
12 "	34,0	32,9	33,9	33,2	34,6	32,3	32,6	32,8
18 "	34,3	31,6	32,7	32,4	33,9	32,5	32,5	32,0
24 часа	34,4	30,9	31,6	31,1	33,3	32,0	32,2	31,6
2 суток	32,7	31,0	32,8	32,1	32,9	32,3	30,4	30,5
5 "	33,0	31,0	31,8	30,9	32,0	31,8	30,9	23,9
10 "	32,2	30,3	30,9	30,9	31,3	34,1	32,0	29,9

Потеря плотных веществ хамсой (в % от исходного содержания в рыбе) при посоле сухой солью

Исходное содержание плотных веществ в хамсе 36,8%

Время от начала посола	Посола при +12°				Посола при -2°			
	дозировка соли в %							
	12	15	20	25	12	15	20	25
3 часа	6,0	3,3	6,8	7,9	5,0	4,0	4,5	6,2
6 часов	5,2	7,0	9,6	11,3	5,8	6,0	5,2	6,2
12 "	7,5	10,7	8,0	9,8	6,1	11,6	11,7	10,9
18 "	7,1	11,8	10,2	12,1	6,6	12,3	11,9	12,6
24 часа	6,9	13,5	14,3	15,8	6,0	13,2	12,6	14,3
2 суток	11,3	15,7	11,0	13,0	10,8	12,1	17,3	17,1
5 "	11,9	10,6	12,7	16,6	13,2	13,7	16,1	18,7
10 "	12,5	17,9	16,3	16,2	16,1	7,4	16,3	18,6

насыщенной), потеря плотных веществ составила соответственно 4,2—11,5%, 5,4—8,9% и 2,3—8,9%. Как видно, при посоле хамсы сухой солью потеря плотных веществ с удлинением срока посола возрастала, но при посоле хамсы в солевых растворах такой зависимости не обнаружилось и, подобно другим авторам (Клейменов, Миндер), мы в этом случае наблюдали вначале увеличение, а затем уменьшение величины потери плотных веществ при удлинении срока посола. Причины этого явления пока не ясны и для объяснения его необходимо дальнейшее более глубокое его изучение.

Хотя в отдельных случаях при подсчетах потери плотных веществ мы получили колеблющиеся результаты, все же полученные в целом данные позволяют сделать некоторые выводы в отношении влияния режима посола на потерю рыбой плотных веществ. Судя по полученным нами данным, при посоле хамсы сухой солью потери плотных веществ несколько увеличиваются при повышении дозировки соли или при понижении температуры во время посола. При посоле хамсы в солевых растворах обнаружилась тенденция к увеличению потери плотных веществ как при повышении концентрации солевого раствора, так и при повышении температуры при посоле.

Как видно, результаты наших наблюдений за потерей плотных веществ у хамсы при посоле в солевых растворах не согласуются с данными канадских исследователей о влиянии концентрации солевого раствора и температуры на извлечение белков из мяса рыбы. Это может объясняться тем, что в наших опытах действию солевых растворов подвергалась целая жирная рыба, а не филе тощей рыбы, причем мы учитывали суммарную потерю всех плотных веществ, то есть всех азотистых веществ и жира вместе, а не только извлечение миозина.

Представляет известный интерес сравнить потери плотных веществ, обнаруженные у посоленной различным образом хамсы ко времени приобретения рыбой определенной степени солености. Соответствующие данные приведены в табл. 15.

Как видно, в случаях посола хамсы в 20%-ном и насыщенном солевых растворах, когда соленость рыбы достигала пределов, свойственных мало- и среднесоленой продукции (7—11%), потеря плотных веществ составила в среднем 8—10%. При посолах сухой солью хамса, достигая солености, отвечающей мало- и среднесоленой продукции, потеряла больше плотных веществ, чем при посоле в солевых раство-

Потеря плотных веществ хамсой (в % от исходного содержания в свежей рыбе) к моменту достижения различной степени солёности в зависимости от способа посола

Хамса	Соленость рыбы в %	Посола в соевых растворах			
		с охлаждением	без охлаждения	нашпённый	нашпённый
Слабосоленая	7-8	5,5-6,5	8,5-9,0	7,0-9,0	5,5-6,5
	9-11	—	7,5-8,0	8,5-9,5	—
	14-15	—	—	—	—
Среднесоленая	7-8	11,0-11,5	12,0-13,0	12,0	11,5-12,0
	9-11	—	12,5-13,0	17,0-17,5	14,5-17,0
	14-15	—	—	—	18,0-18,5

Хамса	Соленость рыбы в %	Посола сухой солью			
		с охлаждением	без охлаждения	дозировка соли в %	
Слабосоленая	7-8	11,0-11,5	12,0-13,0	11,5-12,0	11,0-11,5
	9-11	—	12,5-13,0	17,0-17,5	14,5-17,0
	14-15	—	—	—	18,0-18,5
Среднесоленая	7-8	11,0-11,5	12,0-13,0	12,0	11,5-13,5
	9-11	—	12,5-13,0	17,0-17,5	14,5-17,0
	14-15	—	—	—	18,0-18,5
Крепкосоленая	7-8	11,0-11,5	12,0-13,0	12,0	11,5-13,5
	9-11	—	12,5-13,0	17,0-17,5	14,5-17,0
	14-15	—	—	—	18,0-18,5

Продолжение

Таблица 15

Потеря плотных веществ хамсой (в % от исходного содержания в свежей рыбе) к моменту достижения различной степени солености в зависимости от способа посола

Хамса	Соленость рыбы в %	Посола в солевых растворах					
		с охлаждением			без охлаждения		
		концентрация раствора соли в %					
		15	20	насыщенный	15	20	насыщенный
Слабосоленая	7-8	5,5-6,5	8,5-9,0	7,0-9,0	5,5-6,5	9,5-10,5	8,0-11,0
Среднесоленая	9-11	—	7,5-8,0	8,5-9,5	—	7,5-9,5	10,0-12,0
Крепосоленая	14-15	—	—	—	—	—	—

Продолжение

Хамса	Соленость рыбы в %	Посола сухой солью							
		с охлаждением				без охлаждения			
		дозировка соли в %							
		12	15	20	25	12	15	20	25
Слабосоленая	7-8	11,0-11,5	12,0-13,0	12,0	11,5-12,0	11,0-11,5	11,5-13,5	9,5-11,5	10,5-11,5
Среднесоленая	9-11	—	12,5-13,0	17,0-17,5	14,5-17,0	—	12,0-14,0	11,0-11,5	13,0-15,5
Крепосоленая	14-15	—	—	—	18,0-18,5	—	—	—	16,0-16,5

рах — в среднем 11—14%, а в отдельных случаях и до 17%. При приготовлении крепкосоленой хамсы (с соленьностью 14—15%) с применением сухого посола потеря плотных веществ достигала 16—18%.

Таким образом, можно заключить, что с точки зрения сохранения питательных веществ в хамсе посол в солевых растворах имеет преимущество перед посолом сухой солью.

ВЫХОД И КАЧЕСТВО СОЛЕННОЙ ХАМСЫ

Основываясь на данных наблюдений за изменением солёности хамсы во время посола, мы установили необходимые сроки ее посола при различных условиях для получения мало-, средне- и крепкосолёной продукции. Затем, исходя из данных наблюдений за изменением веса хамсы во время посола, мы установили возможный выход хамсы различной степени солёности при посоле сухой солью и в солевых растворах. Соответствующие данные приведены в табл. 16.

Как видно из данных табл. 16, выход малосолёной и среднесолёной хамсы при посолах в солевых растворах без применения охлаждения и с охлаждением оказался весьма близким и составил 90—93%.

Примерно таким же оказался выход малосолёной хамсы в случае посола ее сухой солью с охлаждением; выход среднесолёной хамсы в случае посола сухой солью с охлаждением оказался немного ниже (на 3—5%), чем при посолах в солевых растворах, и составил 85—90%.

При посоле сухой солью без охлаждения выход солёной хамсы во всех случаях оказался наиболее низким и составил для малосолёной хамсы 87—90%, для среднесолёной 84—87% и для крепкосолёной 81—82%.

Более низкий выход солёной хамсы при посоле сухой солью, по сравнению с посолами в солевых растворах, объясняется, с одной стороны, большей потерей плотных веществ рыбы и, с другой стороны, более интенсивным, особенно при отсутствии охлаждения, выделением влаги из рыбы при посоле сухой солью.

Нередко для определения возможного выхода солёной рыбы рекомендуется производить расчет его, пользуясь данными о химическом составе свежей и солёной рыбы и, в частности, данными о влажности и солёности.

Обычно для таких расчетов пользуются следующей формулой, предложенной Турпаевым [12]:

$$P = \frac{100 [(H + S) - (H' + S')]}{100 - (H' + S')}$$

где: P — потеря в весе рыбы при посоле;

H — содержание влаги в свежей рыбе в %;

H' — содержание влаги в солёной рыбе в %;

S — содержание соли в свежей рыбе в % (обычно принимается равным 0);

S' — содержание соли в солёной рыбе в %.

Со своей стороны, мы сделали попытку рассчитать возможный выход солёной хамсы, пользуясь вышеуказанной формулой Турпаева, причем получили неудовлетворительные результаты. Для случаев посола хамсы в солевых растворах с концентрацией соли 10 и 15%, а также для посолов сухой солью с дозировками 12 и 15%, подсчеты оказались вообще невозможными, так как сумма H' и S' оказалась больше суммы H и S , вследствие чего разность $[(H+S) - (H'+S')]$ представляла отрицательную величину.

Для случаев посола хамсы в 20%-ном и насыщенном солевых растворах и посола сухой солью с дозировками 20 и 25% рассчитанные

Таблица 16

Выход хамсы различной степени солености (в % от веса сырца) при посоле сухой солью и в солевых растворах

Вид продукта	Соленость в %	Посоле в солевых растворах				Посоле сухой солью							
		с охлаждением		без охлаждения		с охлаждением				без охлаждения			
		концентрация раствора соли в %				дозировка соли в %							
		20	насыщенный	20	насыщенный	12	15	20	25	12	15	20	25
Хамса малосоленая . . .	7—8	92—93,5	93—95	89,5—93	91,0—93,5	89,5—90,0	92—93	90,5—92	92—93	88—88,5	88,5—90,0	87—88,5	89—89,5
Хамса средне-соленая . . .	9—11	91—91,5	91—92	90,5—91,5	90—91	—	89,5—90,0	85—87	88—90	—	85—86	84—85	85—87
Хамса крепко-соленая . . .	14—15	—	—	—	—	—	—	—	84—85	—	—	—	81—82

Таблица 17

Хамса	Соленость рыбы в %	Концентрация соли в соке рыбы в %	Длительность посола						Потеря веса рыбы (в % от исходного) при посоле		Уменьшение объема (в % от исходного) при посоле		Содержание влаги в рыбе (в %) при посоле	
			дозировка сухой соли в %				концентрация солевого раствора в %		сухой солью	в солевых растворах	сухой солью	в солевых растворах	сухой солью	в солевых растворах
			12	15	20	25	20	насыщенный						
Малосоленая .	7—8	11—14	2—3 сут.	18—24 часа	16—20 час.	14—16 час.	12—18 час.	10—14 час.	8—12	6—8	7—10	7—9	55—57	52—54
Среднесоле-ная	9—11	14—18	5—10 сут.	3—4 сут.	40—60 час.	24—48 час.	24—48 час.	18—36 час.	11—15	8—10	10—13	10—12	51—55	49—52
Крепкосоле-ная	14—15	21—24	—	—	8—10 сут.	4—5 сут.	—	—	16—19	—	15—18	—	47—49	—

по формуле Турпаева величины потери веса рыбы оказались значительно ниже установленных при непосредственных наблюдениях за изменениями веса хамсы во время посола.

Непригодность формулы Турпаева для определения возможного выхода соленой хамсы объясняется тем, что в случае посола хамсы изменяются не только содержание влаги и соли в рыбе, но происходит также довольно значительная потеря плотных веществ рыбы, которая не учитывается при расчетах по указанной формуле. Как недостаток формулы Турпаева, следует отметить и то, что она не предусматривает зависимости между выходом соленой рыбы и температурными условиями посола, которую мы, как и другие исследователи, наблюдали при учете изменения веса рыбы при посоле в разных температурных условиях и наличие которой подтверждается также практикой посола рыбы.

Найденные нами величины потери в весе хамсы при опытных посолах в различных условиях согласуются с соответствующими данными других исследователей. По Драгунову¹, потеря в весе крупной хамсы при сухом посоле с дозировкой соли около 18% составляет 12,9%, а с дозировкой соли 22,5% — 15%. По данным Миндера [6], крупная осенняя хамса после 2 суток посола в тузлуках удельным весом 1,19 потеряла от 11 до 13% веса.

Качество соленой хамсы (внешний вид, консистенция и вкус), приготовленной с применением посола в насыщенном и 20%-ном солевых растворах и с применением сухого посола с охлаждением, практически не различалось. Хамса сухого посола без охлаждения имела несколько менее сочную консистенцию, однако это отличие было небольшим.

В табл. 17 приведены данные, показывающие необходимую продолжительность посола хамсы в разных условиях для получения продукции различной степени солености и соответствующие этому изменения веса, объема и влажности хамсы.

Обобщая полученные нами данные о скорости просаливания рыбы, изменении ее веса и объема, а также потере ею влаги и плотных веществ при посоле сухой солью и в солевых растворах, можно заключить, что применение тузлучного посола является наиболее целесообразным для приготовления малосоленой хамсы, когда посол может быть закончен в течение 15—18 часов.

Для приготовления крепосоленой хамсы, когда требуется достигнуть довольно значительного просаливания и обезвоживания рыбы, вполне очевидна необходимость применения сухого посола, причем дозировка соли должна быть 25% к весу рыбы.

В случае приготовления среднесоленой хамсы тузлучный посол имеет некоторые преимущества перед сухим посолом с точки зрения возможности сокращения длительности процесса и уменьшения потерь. Однако он не может считаться практически применимым, так как при этом, учитывая короткий срок хода хамсы и необходимость одновременной переработки значительных количеств ее, потребовалось бы сооружение на рыбозаводах многочисленных громоздких посолочных устройств.

Применение сухого посола для приготовления среднесоленой хамсы возможно в двух вариантах. С одной стороны, можно готовить среднесоленую хамсу путем бочкового посола с умеренными дозировками соли в пределах от 12 до 15% и, с другой стороны, путем прерванного чанового посола с дозировками соли в 20—25%.

Однако оба эти варианта сухого посола, так же как и тузлучный посол, представляются мало удобными для производства. Бочковый по-

¹ Изучение потерь при посоле сельди, тюльки и хамсы, Азовское отделение ВНИРО, 1934.

сол является весьма трудоемким, требует больших площадей для отстаивания бочек с посоленной рыбой, затрудняет создание поточности производства и сопряжен с опасностью порчи рыбы в случае недостаточно равномерного распределения соли по рыбе, особенно при отсутствии охлаждения рыбы во время посола. Прерванный чановый посол требует тщательного контроля и точного соблюдения сроков посола во избежание излишнего просаливания рыбы, и в данном случае весьма остро встает вопрос о необходимости механизации выгрузки соленой хамсы из чанов.

ВЫВОДЫ

Наши наблюдения за ходом поступления соли в хамсу, извлечением из нее влаги и изменением ее веса во время посола сухой солью и в солевых растворах позволяют сделать вывод, что для приготовления среднесоленой хамсы целесообразно применять комбинированный посол хамсы — сначала в насыщенном солевом растворе, а затем сухой солью.

Предварительный посол хамсы в насыщенном солевом растворе может продолжаться, так же как и при изготовлении малосоленой хамсы, 10—12 часов. За это время посола содержание соли в хамсе достигнет 7—8% и хамса потеряет 18—19% влаги, причем вес и объем ее уменьшатся в среднем на 7—8%. Для достижения такой степени солености и обезвоживания хамсы при сухом бочковом посоле (с дозировкой соли 15%) потребуется значительно больший срок — 20—24 часа. Таким образом, применяя в начальной, наиболее ответственной стадии обработки хамсы тузлучный посол, возможно гораздо быстрее довести рыбу до такого состояния, когда концентрация соли в ней окажется достаточной, чтобы затормозить развитие бактериальных процессов. К преимуществам применения тузлучного посола в данном случае должны быть отнесены также равномерность просаливания всей массы рыбы и исключение опасности возникновения очагов порчи рыбы из-за недостаточно равномерного распределения соли на свежей рыбе, как это бывает при сухом посоле с небольшими дозировками соли и, в частности, при бочковом посоле на механизированных линиях.

Полученный после тузлучного посола полуфабрикат для доведения соли и влажности рыбы до уровня требований, предъявляемых к среднесоленой хамсе, необходимо досаливать сухим посолом, причем досаливание рыбы сухой солью может сочетаться с уборкой ее в тару, как это делается при бочковом посоле.

Во время досаливания полуфабриката сухой солью в таре будет образовываться умеренное количество тузлука и произойдет небольшая «осадка» рыбы, причем должно будет установиться соотношение рыбы и тузлука в пределах допускаемой для готовой продукции нормы. Это даст возможность укупоривать тару с досаливаемым полуфабрикатом тотчас по ее наполнению, без предварительного отстаивания и докладки рыбой, как это делается при обычном бочковом посоле. По нашим расчетам, сделанным на основании данных наших наблюдений за изменением солености, влажности, веса и объема хамсы во время сухого посола, количество соли, которое должно быть добавлено к полуфабрикату тузлучного посола для окончательного его досаливания, составляет около 5%.

Предлагаемый нами комбинированный способ посола хамсы для приготовления среднесоленой продукции представляется значительно более удобным для механизации, чем обычный бочковый посол.

При разработке промышленной механизированной установки для комбинированного посола хамсы необходимо предусмотреть охлаждение хамсы перед посолом.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Березин Н. Т., Ускоряет ли тузлучный посол просаливание рыбы, «Рыбное хозяйство», 1948, № 11.
2. Воскресенский Н. А., Анализ работы линий для посола тюльки, Труды ВНИРО, т. XXIII, Пищепромиздат, 1952.
3. Драгунов А. М. и Касинова Н. Е., Влияние движения рыбы в тузлуке на скорость просаливания, «Рыбное хозяйство», 1950, № 5.
4. Клейменов И. Я., Набухание мяса рыбы в растворах поваренной соли, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
5. Миндер Л. П., Посол тюльки и хамсы в циркулирующих тузлуках, Доклады ВНИРО № 2, Пищепромиздат, 1947.
6. Миндер Л. П., Изменение веса рыбы в растворах поваренной соли, «Рыбное хозяйство», 1948, № 2 и 4.
7. Миндер Л. П., Влияние некоторых факторов на изменение веса рыбы при посоле, Труды ВНИРО, т. XXIII, Пищепромиздат, 1952.
8. Невтонов Н. В., К вопросу о динамике посола рыбы, «Рыбное хозяйство», 1936, № 10.
9. Семенов Н. А., Степень просаливания рыбы в зависимости от ее размеров, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
10. Сукрутов Н. И., Пути снижения технологических потерь при посоле рыбы, «Рыбное хозяйство», 1950, № 6.
11. Терентьев А. В., Комплексная механизация рыбозаводов, Пищепромиздат, 1953.
12. Турпаев М. И., Технология рыбных продуктов, Пищепромиздат, 1940.
13. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 1951—1953 гг.