

ПОСОЛ СЕЛЬДИ В ЦИРКУЛИРУЮЩЕМ ТУЗЛУКЕ В СУДОВЫХ ГЕРМЕТИЧЕСКИХ ТАНКАХ НА СУДАХ ТИПА СРТ

В. П. ФОМИНОВА

ВВЕДЕНИЕ

Конструкторско-экспериментальное Бюро Литовской ПУРП (ныне КФ ЦПКТБЗапрыбы) в 1961—1962 гг. проводило по заданиям ВНИРО в промышленных условиях работы по посолу тощей североморской сельди в циркулирующих тузлуках из морской и пресной воды в танках на СРТ «Неринга» [3, 4]. При применении тузлука из морской воды рыба получалась крепкосолоной с жесткой консистенцией, с заметным привкусом горечи, что не является типичным для данного вида продукции. Поэтому возникла необходимость продолжить работы в этом направлении.

В задачу проводившихся опытов входило также уточнение графика просаливания сельди, более глубокое исследование химических показателей и качественного состояния сельди в процессе посола и дальнейшего хранения [1, 2].

В августе — сентябре 1963 г. был сделан новый рейс на СРТ «Неринга» в Северное море, к берегам Англии и проведены экспериментальные работы по посолу североморской жирной сельди преднерестового периода в циркулирующих тузлуках по программе ВНИРО. Сельдь вылавливали донным тралом. Длина ее составляла 18—28 см, влажность — 58,8%, жирность — 26—28%.

В течение рейса было проведено три опыта по посолу сельди в циркулирующих тузлуках, причем в первом и во втором использовали тузлук из пресной воды, а в третьем — из морской.

МЕТОДИКА ПОСОЛА СЕЛЬДИ В ЦИРКУЛИРУЮЩИХ ТУЗЛУКАХ

Экспериментальный посол сельди в циркулирующих тузлуках плотностью $1,2 \text{ г/см}^3$, приготовленных из пресной воды, проводился дважды при температуре $0 \div +2^\circ\text{C}$. Продолжительность посола составила 6 и 10 суток. Ежедневно отбиралось по 10 штук сельди для органолептического осмотра и приготовления стерилизованных проб с целью определения на берегу содержания жира, соли, солей кальция и магния в рыбе. За каждые сутки посола несколько рыб разделявали на тушку, укладывали в полулитровые банки, закатывали ручной закаткой и стерилизовали в судовом вертикальном автоклаве по формуле $\frac{30 - 90 - 40}{112^\circ\text{C}}$.

Готовую соленую продукцию выгружали из чанов и убирали в 50-литровые бочки с заливкой тузлуком из танка. Бочки маркировались цифрами «I» и «II».

Для контроля засаливали рыбу кристаллической солью крепким посолом с дозировкой соли 26% к весу сырца. На этих бочках ставилась маркировка «K».

В процессе посола наблюдали за плотностью и температурой тузлука. Плотность тузлука поддерживалась в пределах 1,19—1,20. При понижении плотности тузлука производилось его подкрепление в солеконцентрате. Замеры плотности и температуры проводили в первые сутки посола через 3 ч, затем 3 раза в сутки. Температуру тузлука и воды измеряли гидравлическим термометром с ценой деления 0,2°C, а плотность — ареометром.

Методика эксперимента по посолу рыбы в циркулирующих тузлуках из морской воды аналогична. Плотность морской воды измеряли до приготовления из нее насыщенного тузлука.

Готовую сельдь, посоленную в тузлуке из морской воды, маркировали цифрой «III». Заготовленные для анализов на берегу пробы маркировали соответственно на крышках цифрами «I», «II», «III» с указанием суток посола.

Во всех экспериментах заготавливали стерилизованные пробы из исходного сырья по три банки и отмечали «свеж.».

Результаты наблюдений записывали в журнал.

Опыт I

Посол сельди в циркулирующем тузлуке из пресной воды

Продолжительность посола 6 суток. Посол производили в танке № 1 левого борта. Танк № 2 использовали как оборотную емкость при загрузке рыбой танка № 1 и при отборе проб в процессе посола. Танки 3 и 4 от системы отключены.

Подготовительные работы к приему рыбы для посола в танках производились во время перехода. Тузлук подавался в танк через солеконцентрат. Циркуляция воды в танке продолжалась 36 часов. При этом была достигнута плотность $d=1,193 \text{ г/см}^3$. На приготовление тузлука сначала было израсходовано 2250 кг соли. Затем дополнительно еще 1300 кг. Всего для посола израсходовано 3550 кг соли.

Из-за недостатка сырья загрузка 1 т сельди в танк производилась в три приема. Общая продолжительность загрузки 5 ч. Первая партия рыбы была задержана на палубе в течение 1,5 ч. Сельдь измеряли 120-литровой бочкой и через брезентовый рукав подавали в грузовые отсеки танка; 300 кг рыбы было загружено на среднюю решетку, остальное количество на верхнюю решетку. Перед загрузкой в каждую камеру заливали тузлук на уровень 300—400 мм от нижней решетки, чтобы рыба не билась о решетку. Приготовленного количества тузлука не хватило для заполнения танка с рыбой. Поэтому в танк было дополнительно принято 1,5 т пресной воды, пропущенной через солеконцентрат. Циркуляция продолжалась в течение трех часов. Затем в связи с ремонтом трубы циркуляция была прекращена и возобновилась через три часа. Через четыре часа плотность тузлука достигла $1,195 \text{ г/см}^3$ в верхней части танка и $1,20 \text{ г/см}^3$ — в нижней.

В первые сутки посола охлаждение тузлука производилось только с помощью рассольных батарей. По истечении первых суток после загрузки рыбы в танк температура там была 14,7°C. После достижения необходимой плотности тузлука в систему циркуляции был

включен льдогенератор и на третьи сутки устанавливалась температура $+2^{\circ}\text{C}$, которая затем снизилась до 0°C . В дальнейшем циркуляция в танке продолжалась до 6—8 ч в сутки с перерывами. По мере ослабления плотности тузлука его подкрепляли пропусканьем через солеконцентратор; когда температура в танках повышалась, в систему циркуляции включали льдогенератор.

Для наблюдения за посолом ежедневно производили отбор проб. Для этого тузлук откачивали в танк № 2 до нижнего уровня средней грузовой камеры. Сельдь отбирали из танка через лючки из верхней и средней грузовых камер и из горловины танка. Затем тузлук снова перекачивали в танк № 1. Производили органолептический осмотр сельди, готовили стерилизованные пробы для анализов на берегу.

В первые сутки посола через 3 ч, а в последующие — три раза в сутки измеряли удельный вес и температуру тузлука. Результаты наблюдений заносили в таблицу.

Из наблюдений установлено, что на третьи сутки кровь в жабрах исчезает, консистенция становится плотной, но на разрезе у позвоночника цвет мяса остается красным и сохраняется в течение всего периода посола. Сельдь верхних слоев (взятая из горловины) на третьи сутки имеет кислый запах в жабрах. Предполагается, что это является следствием опреснения верхних слоев при добавлении в танк пресной воды.

На четвертые сутки появляется желтоватый налет, который с течением времени усиливается, но при мойке исчезает. Налет образуется за счет загрязнений, содержащихся в соли.

К началу третьих суток плотность тузлука достигла $1,20 \text{ г/см}^3$ и оставалась постоянной до конца посола без дополнительного подкрепления.

По истечении шестых суток сельдь выгружали из танка, укладывали в 50-литровые бочки и заливали тузлуком из танка. Выгрузка производилась вручную. При выгрузке было обнаружено незначительное количество технической рвани (15—20 шт.).

Готовая продукция до прихода в порт хранилась в трюме при температуре от -5°C до -10°C . Данные об изменении состава сельди в процессе посола приведены в табл. 1.

Таблица 1
Динамика изменения состава сельди при посоле в течение
шести суток в тузлуке из пресной воды

Продолжитель- ность посола, сутки	Содержание, %		
	соли	влаги	жира
0	0,12	59,28	27,90
1	3,00	55,15	—
2	6,08	48,30	—
3	7,40	48,00	—
4	9,40	47,52	—
5	8,61	45,93	—
6	9,60	44,45	27,62

Опыт II

Посол сельди в циркулирующем тузлуке из пресной воды

Продолжительность посола 10 суток.

Для приготовления тузлука в танки № 1 и 2 было засыпано по 700 кг соли. Танк № 2 заполнили пресной водой и включили систему

циркуляции воды через солеконцентратор. Через 30 ч плотность тузлука достигла 1,20 г/см³, при этом было израсходовано 1200 кг соли. В дальнейшем при посоле на подкрепление тузлука было израсходовано дополнительно 300 кг соли. Всего на посол пошло 2900 кг соли. После наведения тузлука в систему циркуляции был включен льдогенератор, и через 20 ч температура снизилась до +3°C.

В танк № 1 загрузили 2,6 т сельди. В нижний и средний отсеки было загружено по 800 кг и верхний отсек — 1000 кг. Загрузку производили в два приема через брезентовый рукав. Общая продолжительность загрузки 4 ч. По мере заполнения отсеков рыбой в танк накачивался тузлук. При этом было обнаружено, что верхняя решетка плохо закреплена и под напором рыбы поднимается.

После 6 ч работы льдогенератора температура поднялась до 0°C и в дальнейшем поддерживалась в пределах 0—+2°C.

Подкрепление тузлука в солеконцентраторе производилось в первые сутки посола в течение 3,5 ч. Остальное время циркуляцию проводили без подкрепления тузлука по 6—10 ч в сутки с перерывами. Плотность тузлука сохранялась в требуемых пределах за счет нерастворившей соли на дне танка.

Наблюдение за посолом производилось так же, как в I опыте. Результаты заносили в табл. 2.

Наблюдения показали, что просаливание происходит несколько медленнее, чем в I опыте, где температура в первые двое суток посола была значительно выше. Кровь в жабрах исчезает лишь на седьмые-восьмые сутки (в I опыте на третьи сутки). Соленость на шестые сутки достигает 8,04% (в I опыте — 9,6%), конечная соленость — 10,08%, влажность — 47,77%.

На вторые сутки на поверхности сельди появляется грязный налет от загрязнений в соли, который усиливается с течением времени, но при мойке легко удаляется.

На одиннадцатые сутки сельдь была выгружена из танка и убрана в 50- и 100-литровые бочки. При выгрузке было обнаружено около 50 кг сельди с механическими повреждениями за счет колебания незакрепленной решетки при перекачке тузлука для отбора проб.

Готовую продукцию хранили в трюме при температуре от —5°C до —10°C.

Таблица 2

Динамика изменения состава сельди при десятисуточном посоле в тузлуке из пресной воды

Продолжительность посола, сутки	Содержание, %				
	соли	влаги	жира	белка	зола
0	0,12	58,62	27,12	12,66	1,60
1	2,60	53,2	—	—	—
2	4,38	52,20	—	—	—
3	5,36	50,14	—	—	—
4	6,24	47,82	—	—	—
5	7,31	46,63	—	—	—
6	8,04	45,92	—	—	—
7	8,53	46,14	—	—	—
8	8,77	46,02	—	—	—
9	9,26	45,94	—	—	—
10	10,48	45,80	26,92	16,26	11,02
Готовая продукция					
25-е сутки хранения	12,85	44,67	25,71	16,52	13,10

Посол сельди в циркулирующем тузлуке из морской воды

Продолжительность посола 6 суток.

Перед приготовлением насыщенного тузлука из морской воды была замерена ее плотность, составившая $d=1,025 \text{ г/см}^3$. Тузлук приготавливали циркуляцией воды через солеконцентратор.

На приготовление тузлука было израсходовано 2150 кг соли, на подкрепление тузлука при посоле — 400 кг соли, всего на посол в III опыте пошло 2550 кг соли. Охлаждение тузлука производилось в льдогенераторе. Температура тузлука перед загрузкой рыбы в танк была $+1,9^\circ\text{C}$, удельный вес — $1,196 \text{ Г/см}^3$.

В танк № 1 было загружено 3 т сельди. Загрузка танка рыбой производилась в три приема. Общая продолжительность загрузки 8,5 ч. Загружали рыбу по брезентовому рукаву по 1 т на каждую решетку. После заполнения рыбой каждого отсека подавался тузлук. В период загрузки с 11 ч 30 мин до 20 ч охлаждение и подкрепление тузлука не производилось. Температура тузлука после загрузки достигала $+8^\circ\text{C}$, плотность — $1,16 \text{ г/см}^3$. В течение четырех часов производилось подкрепление тузлука в солеконцентраторе, в результате чего плотность его стала равна $1,20 \text{ г/см}^3$. После 10 ч работы льдогенератора температура понизилась до $+1^\circ\text{C}$. В дальнейшем температура поддерживалась в пределах от 0 до $+3^\circ\text{C}$.

Циркуляция тузлука в танке продолжалась 6—10 ч в сутки. По мере ослабления плотности тузлука производилось его подкрепление в солеконцентраторе. Плотность и температуру тузлука измеряли три раза в сутки. Наблюдения за посолом проводились на переходе и в порту; как и в первых двух опытах, ежедневно проводилась перекачка тузлука в танк № 2 и отбор сельди для органолептического осмотра и приготовления стерилизованных проб.

Наблюдения, результаты которых сведены в табл. 3, показали, что просаливание в данном случае происходит несколько медленнее. На шестые сутки жабры еще розоватые, консистенция слегка уплотненная, имеются краснощечки. Рыба очень жирная, посторонних привкусов не наблюдается. Поверхность рыбы покрывается грязным налетом от примесей в соли. Налет при мойке удаляется, но на поверхности остается желтоватый оттенок. Конечная соленость сельди составляет 8,77%, влажность — 47,01%.

Таблица 3

Динамика изменения состава сельди при шестисуточном посоле в тузлуке из морской воды

Продолжительность посола, сутки	Содержание, %				
	соли	влаги	жира	белка	зола
0	0,12	58,54	28,12	11,73	1,61
1	1,40	54,44	—	—	2,10
2	3,31	51,87	—	—	—
3	5,11	50,19	—	—	—
4	6,09	48,46	—	—	—
5	7,55	47,27	—	—	—
6	8,77	47,01	27,74	16,34	8,91
Готовая продукция					
После 18 суток хранения	18,18	45,90	25,86	26,74	11,50

Для наблюдения за процессом хранения от первого и второго опытов было оставлено по 4 бочки и 2 бочки от третьего опыта, а также по 3 бочки контрольной сельди бочкового посола кристаллической солью. Отобранная партия сельди хранилась на Клайпедском холодильнике при температуре от $+3^{\circ}$ до $+6^{\circ}\text{C}$.

Данные по изменению состава сельди в период хранения приведены в табл. 4. Так как режим проведения первого опыта не полностью соответствует программе (отклонение температуры от заданной, а также опреснение верхних слоев в первые сутки посола), сравнительные анализы при хранении проводились для II и III опытов.

В процессе хранения наблюдается возрастание солености. Так на 18 сутки хранения сельдь III опыта имеет соленость 10,18%, сельдь II опыта на 25 сутки хранения — 12,85%. На 73 сутки хранения сельдь II опыта имеет соленость 13,4%, сельдь III опыта — 12,75%.

Содержание влаги при хранении снижается соответственно. Содержание жира в процессе посола изменяется незначительно, а при хранении в тузлуке теряется до 13% жира. Количество белка, которое теряет рыба при посоле, не может быть вычислено путем сопоставления химического состава свежей и соленой рыбы. Дело в том, что при посоле наблюдается увеличение относительного содержания белковых веществ в рыбе, т. к. потеря их значительно меньше, чем убыль веса рыбы.

Таблица 4

Динамика изменения состава соленой сельди при хранении в бочках

Химические показатели, %	№ опыта	Срок хранения, сутки				
		18	25	50	58	73
Соль	II		12,85		13,10	13,80
	KII		13,0		14,60	15,64
	III	10,18		11,30		12,75
	KIII	13,5		15,11		15,12
Влага	II		44,37		43,03	43,30
	KII		43,5		42,62	41,35
	III	45,90		43,79		44,30
	KIII	44,03		41,98		40,01
Жир	II		25,71		24,5	24,42
	KII		24,98		23,5	24,00
	III	25,86		24,80		24,55
	KIII	25,85		24,60		24,48
Буферность	II		40		50	60
	KII		40		40	50
	III	50		70		85
	KIII	30		50		60

На берегу были проделаны химические анализы стерилизованных проб и готовой продукции. Определялся химический состав исходного сырья и готовой продукции, содержание соли и влаги в сельди каждых суток посола, содержание солей магния и кальция в исходном сырье и готовой продукции. Данные по солености, жирности и влажности сельди приведены в табл. 5. На основании анализов установлено, что просаливание в первом опыте происходило быстрее в связи с повышенной температурой. В третьем опыте сельдь более жирная и просаливание идет несколько медленнее.

Характер изменения солености и влажности мяса сельди иллюстрируется графиками, показанными на рис. 1 и 2.

Таблица 5

Динамика изменения состава сельди при посоле в циркулирующем тузлуке из пресной и морской воды

Химические показатели, %	№ опыта	Сутки посола										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Соль	I	0,12	3,0	6,08	7,40	9,40	8,51	9,60	—	—	—	—
	II	0,22	2,60	4,38	5,36	6,24	7,31	8,04	8,53	8,77	9,26	10,48
	III	0,12	1,40	3,31	5,11	6,09	7,55	8,77	—	—	—	—
Влага	I	59,28	55,15	48,30	48,00	47,52	45,93	44,45	—	—	—	—
	II	58,62	53,92	52,20	50,14	47,82	46,63	45,92	46,14	46,02	45,96	45,89
	III	58,54	54,44	51,87	50,19	48,46	47,23	47,01	—	—	—	—
Жир	I	27,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26,81
	II	27,12	—	—	—	—	—	27,62	—	—	—	—
	III	28,12	—	—	—	—	—	27,74	—	—	—	—

Определяли также содержание солей магния и кальция в мясе свежей и соленой сельди. (Содержание кальция и магния в воде Северного моря составляет 0,053 и 0,136% соответственно). Ниже приводятся результаты этих определений.

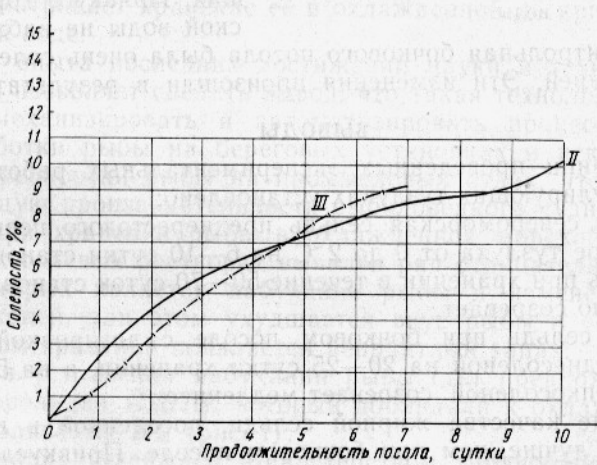


Рис. 1. Изменение содержания соли в мясе североморской сельди при посоле в тузлуке из пресной (II) и морской (III) воды.

Таблица 6

Содержание кальция и магния в мясе сельди

Вид посола	Состояние сельди	Содержание, %	
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
В тузлуке из пресной воды	Свежая	0,135	0,451
	10-е сутки посола	0,123	0,329
	25-е сутки хранения	0,127	0,338
В тузлуке из морской воды	Свежая	0,140	0,506
	6-е сутки посола	0,402	0,589
	18-е сутки хранения	0,417	0,608

12 октября образцы соленой сельди II и III опытов и контрольной сельди бочкового посола были представлены на дегустацию, в результате которой было отмечено, что сельдь бочкового посола по вкусовым качествам лучше, чем сельдь, посоленная в тузлуках, приготовленных из пресной и морской воды. Бочковая сельдь имеет более нежную консистенцию. Сельдь, посоленная в танках в тузлуках из пресной и морской воды, имеет жесткую консистенцию и вкус вымоченной рыбы. Посторонних привкусов не наблюдается. И та и другая сельдь еще не созрели.

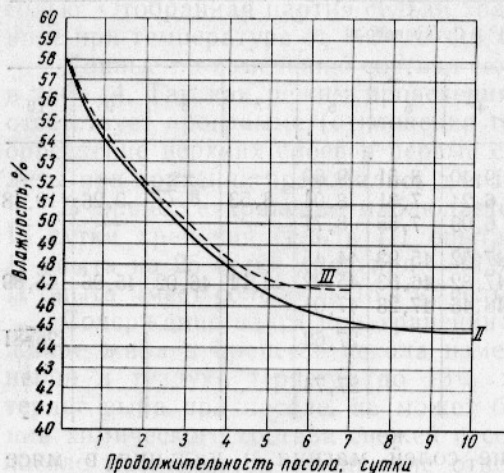


Рис. 2. Изменение содержания влаги в мясе североморской сельди при посоле в тузлуке из пресной (II) и морской (III) воды.

Сельдь контрольная бочкового посола была очень соленой, с жесткой консистенцией. Эти изменения произошли в результате хранения.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных экспериментальных работ по посолу сельди в циркулирующих тузлуках установлено:

1. Жирная североморская сельдь преднерестового периода в чане при температуре тузлука от 0 до 2°C на 6—10 сутки становится слабо-соленой и лишь при хранении в течение 50—70 суток становится средне-соленой, хорошо созревает.

2. Та же сельдь при бочковом посоле с дозировкой соли 26‰ становится среднесоленой на 20—25 сутки хранения, а на 50—70 сутки становится крепосоленой, созревает медленнее.

3. Вкусовые качества жирной сельди, посоленной в циркулирующих тузлуках, лучше, чем при бочковом посоле. Привкуса горечи при применении тузлука, приготовленного из морской воды, не наблюдается. На 70—80 сутки хранения при температуре от +3 до +6°C появляются признаки подкожного окисления жира.

4. При посоле в циркулирующих тузлуках без повторного использования тузлука общий расход соли почти в 3 раза превысил требуемое количество соли при бочковом посоле.

5. Преимущество посола сельди в чанах с циркулирующим тузлуком состоит в том, что посол можно прервать на любой стадии солености рыбы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин Н. Т. Промысловая обработка рыбы. Пищепромиздат, 1952.
2. Воскресенский Н. А. Технология посола, копчения и сушки рыбы. Пищепромиздат, 1958.
3. «Рыбная промышленность». Сб. № 1. Ин-т техн. инф. Лит ССР, Вильнюс, 1962.
4. Терентьев А. В. Автоматизированные и механизированные линии для посола и уборки сельди на судах и береговых предприятиях. Пищепромиздат, 1963.