

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ОТМАЧИВАНИЯ СОЛЕНОЙ РЫБЫ

Мл. научный сотрудник Л. Н. Егорова
 Лаборатория химического консервирования ВНИРО

В рыбокопильном производстве отмачивание рыбы имеет весьма существенное значение, так как для холодного копчения обычно поступает сырье с высоким содержанием соли. Перед копчением соленая рыба подвергается отмачиванию в воде. Неправильное отмачивание может отразиться на качестве готовой копченой продукции. Кроме того, процесс отмачивания требует много времени (иногда до 48 часов), что влияет на пропускную способность рыбокопильного завода.

Цель данной работы заключалась в том, чтобы подобрать такой режим отмачивания соленой рыбы, который обеспечивал бы хорошее качество продукции в сочетании с минимальной длительностью процесса.

Методика исследования

Нами изучалось влияние продолжительности отмачивания, смены воды через различные промежутки времени и перерывов между сменами воды на скорость извлечения соли и качество рыбы.

Были поставлены следующие опыты по отмачиванию соленой воibly:

1. Отмачивание без смены воды и без перерывов в течение 12, 24, 36 и 48 часов.
2. Отмачивание в течение 24 и 36 часов со сменой воды через 12 часов и перерывом между сменами воды в 2 часа.
3. Отмачивание в течение 12, 24 и 36 часов со сменой воды через 6 часов и перерывом между сменами воды в 2 часа.
4. Отмачивание в течение 12, 24 и 36 часов со сменой воды через 4 часа и перерывом между сменами воды в 2 часа.
5. Отмачивание в течение 12, 24 и 36 часов со сменой воды через 4 часа без перерывов между сменами воды.
6. Отмачивание в проточной воде в течение 12 и 24 часов.
7. Отмачивание рыбы, в подвешенном состоянии, в течение 12 и 24 часов без смены воды и без перерывов.

Для отмачивания была взята соленая воibly, однородная по размеру: зоологическая длина 19 см, средняя высота 6,3 см и средняя толщина 2,2 см. Средний вес рыбы 120 г (колебания в весе отдельных экземпляров были от 107 до 130 г). Отмачивание рыбы производили в воде температурой от 11 до 15° в оцинкованных ваннах длиной 50 см, шириной 28 см, высотой 8,5 см. В каждую ванну укладывали на стеклянные подставки (на высоте 4 см от дна ванны) по 15 экземпляров воibly (около 2 кг) в один ряд. Соотношение воды к рыбе обычно было 2:1, и только в опыте с вертикально подвешенной рыбой 3:1. До и после отмачивания учитывали вес рыбы и количество воды. Отмоченную рыбу взвешивали через 2 часа после окончания отмачивания и стекания. Чтобы выявить химические изменения в рыбе, при отмачивании определяли содержание влаги, соли, жира и общего азота в рыбе целиком и

отдельно в мясе рыбы. Химические анализы рыбы проводили общепринятыми методами. Кроме того, исследовали воду, в которой отмачивалась рыба, на содержание соли и общего азота.

Пробы воды для определения солености во время отмачивания отбирали через каждый час из 5 мест ванны: 4 по краям и 1 в центре ванны. Так как концентрация соли в различных слоях (по вертикали) воды в ванне не одинакова, пробы отбирали стеклянной трубкой диаметром 7 мм. Трубку осторожно погружали до дна ванны, а затем, закрыв верхний конец ее пальцем, вынимали столбик воды по всей толщине ее слоя в ванне. Отобранные таким образом из 5 мест ванны пробы воды смешивали и в общей пробе определяли количество соли.

Извлечение соли из рыбы при различных способах отмачивания

Результаты наблюдений за изменением содержания соли в рыбе и воде при отмачивании в течение до 48 часов без смены воды и перерывов (опыт 1) представлены на рис. 1 и 2 и в табл. 1.

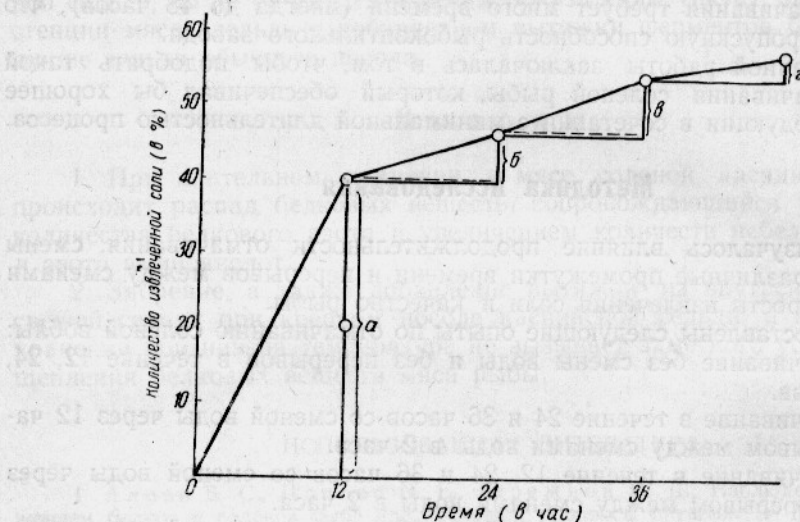


Рис. 1. Извлечение соли из рыбы при отмачивании без смены воды (опыт 1).

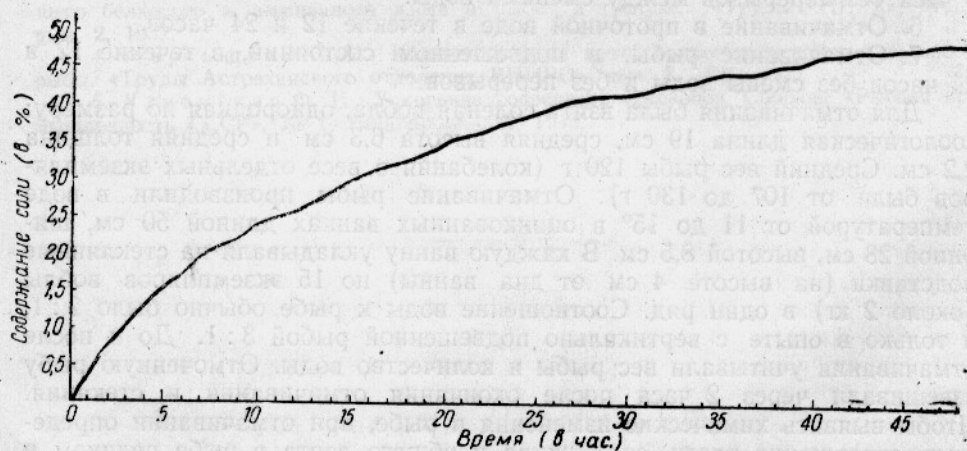


Рис. 2. Изменение концентрации соли в воде при отмачивании рыбы в 1 опыте.

Таблица 1

Длительность отмачивания (в часах)	Количество (в г)		Содержание влаги в рыбе (в %)	Содержание соли (в %)			Разность между концентрацией соли во влаге рыбы и в отмоочной воде (в %)
	рыбы	воды		в рыбе	в пересчете на влагу рыбы	в отмоочной воде	
0	—	—	46,37	16,25	26,5	0	26,5
12	1745	3490	58,77	8,19	12,23	2,83	9,40
24	1830	3680	62,25	6,97	10,06	3,78	6,28
36	1810	3620	65,55	5,88	8,23	4,58	3,65
48	1820	2640	64,96	5,24	7,46	4,92	2,54

Таблица 2

Условия отмачивания	Номера ванн	Колич. (в г)		Длительность отмачивания (в часах)	Содержание влаги в рыбе (в %)	Содерж. соли (в %)			Разность между содержанием соли во влаге рыбы и в отмоочной воде (в %)
		рыбы	воды			в рыбе	в пересчете на влагу рыбы	в отмоочной воде	
Отмачивание со сменной воды через 12 часов и перерывами между сменами воды в 2 часа (опыт 2)	1	1890	3780	0	46,74	15,83	25,28	0	25,28
				12	—	—	—	2,45	—
				24	63,47	6,18	8,87	1,48	7,39
	2	1900	3900	0	46,74	15,83	25,28	0	25,28
				12	—	—	—	2,64	—
				24	—	—	—	1,67	—
Отмачивание со сменной воды через 6 часов и перерывами между сменами воды в 2 часа (опыт 3)	1	1865	3730	0	46,74	15,83	25,29	0	25,29
				24	65,46	5,09	7,21	0,79	6,48
	2	1890	3780	0	46,74	15,83	25,29	0	25,29
				36	67,99	3,68	5,13	0,39	4,74
Отмачивание со сменной воды через 4 часа и перерывами между сменами воды в 2 часа (опыт 4)	1	1979	3958	0	46,74	16,04	25,54	0	25,54
				12	61,52	7,98	11,38	0,76	10,62
	2	1945	3890	0	46,74	16,04	25,54	0	25,54
				24	66,50	4,87	6,81	0,47	6,34
	3	1913	3826	0	46,74	16,04	25,54	0	25,54
				36	68,41	3,09	4,32	0,30	4,02
Отмачивание со сменной воды через 4 часа без перерывов между сменами воды (опыт 5)	1	1920	3840	0	46,74	15,8	24,63	0	24,63
				12	60,76	8,32	12,04	0,71	11,33
	2	1817	3634	0	48,31	15,28	24,02	0	24,02
				24	65,84	4,75	6,72	0,46	6,26
	3	1960	3920	0	46,74	15,28	24,63	0	24,63
				36	67,94	3,53	4,93	0,30	4,63

При отмачивании соленой воблы в указанных условиях (рис. 1) через первые 12 часов из рыбы было извлечено 40,2% соли, а в дальнейшем извлечение соли сильно замедлилось: через 24 часа соли было извлечено 46,2%, через 36 часов — 54,2% и через 48 часов — 57,5% (от начального содержания соли в соленой рыбе). Через 48 часов разница между содержанием соли в влаге рыбы и в отмочечной воде понизилась в 10 раз и отмачивание практически закончилось.

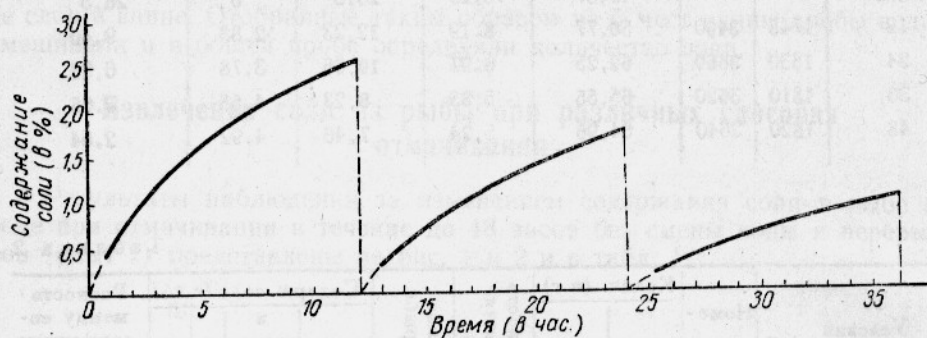


Рис. 3. Изменение концентрации соли в воде при отмачивании рыбы во 2 опыте.

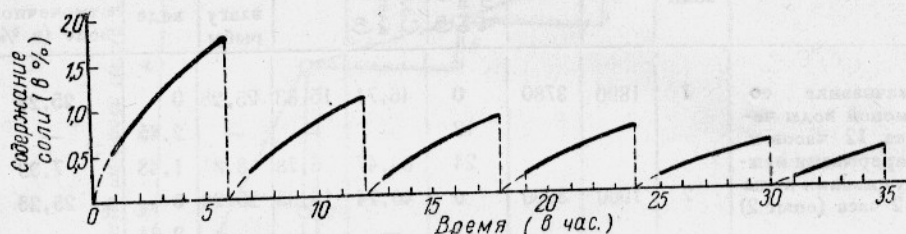


Рис. 4. Изменение концентрации соли в воде при отмачивании рыбы в 3 опыте.

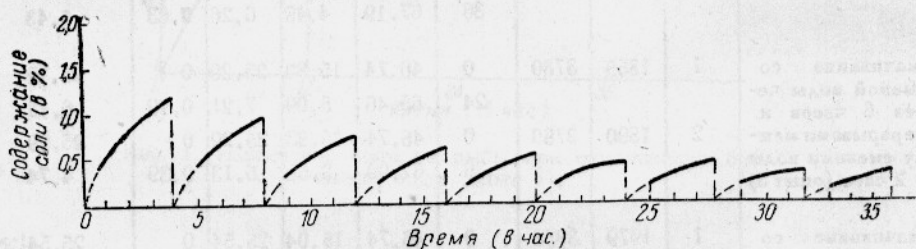


Рис. 5. Изменение концентрации соли в воде при отмачивании рыбы в 4 опыте.

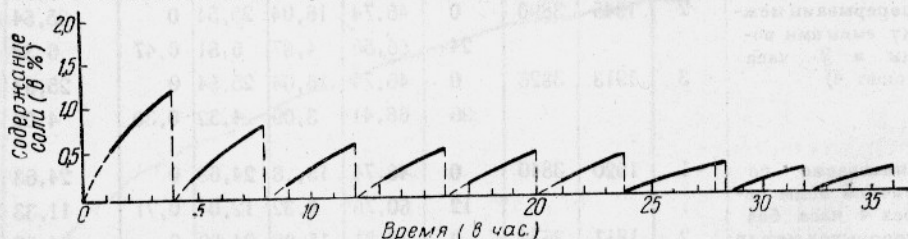


Рис. 6. Изменение концентрации соли в воде при отмачивании рыбы в 5 опыте.

В табл. 2 и на рис. 3, 4, 5 и 6 приведены результаты опытов отмачивания рыбы со сменой воды и перерывами (опыты 2, 3, 4 и 5).

Как видно, смена воды при отмачивании приводит к понижению концентрации соли в отмоченной воде, вследствие чего извлечение соли из рыбы значительно ускоряется.

При смене воды через 12 часов максимальная концентрация соли в воде (рис. 3) составляла 2,64% вместо 4,92% при отмачивании без смены воды, а при смене воды через 6 и 4 часа была еще более низкой (рис. 4, 5 и 6). Количество соли, извлеченное из рыбы в случае смены воды через 12 часов, составило через 24 часа отмачивания 53,6%, а через 36 часов — 65,6% (от начального содержания соли в соленой рыбе). Если учесть, что при отмачивании без смены воды 54,2% соли были извлечены из рыбы только через 36 часов, то следует, что при смене воды через 12 часов скорость отмачивания увеличилась в 1,5 раза. При смене воды через 6 часов интенсивность отмачивания еще более увеличилась и через 24 часа отмачивания из рыбы было извлечено 61,9%, а через 36 часов — 72,3% соли. Более частая смена воды — через 4 часа — дала еще некоторое увеличение скорости извлечения соли из рыбы.

Опыты отмачивания рыбы с перерывами между сменами воды (опыт 4) и без перерывов (опыт 5) (в обоих случаях смена воды производилась через 4 часа) показали (рис. 7 и табл. 3), что перерывы спо-

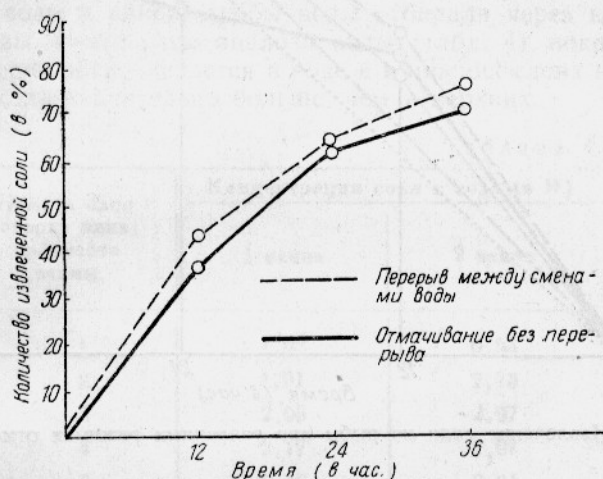


Рис. 7. Извлечение соли из рыбы при отмачивании с перерывом и без перерыва (4 и 5 опыты).

собствуют более интенсивному извлечению соли из рыбы. Это объясняется тем, что во время перерывов, когда вода удалена, часть соли теряется вместе со стекающей с рыбы водой и, кроме того, происходит диффузия соли из внутренних слоев рыбы к поверхности, вследствие чего облегчается извлечение соли при последующем выдерживании рыбы в воде.

Таблица 3

Длительность отмачивания (в часах)	Извлечено соли из рыбы (в % от начального содержания соли)	
	опыт 4	опыт 5
12	43,2	38,4
24	64,4	62,8
36	77,3	73,0

Сравнивая результаты отмачивания рыбы при разных условиях (рис. 8), видим, что отмачивание без смены воды является самым не-

эффективным способом. Наиболее интенсивно извлечение соли из рыбы происходит при частой смене воды — через 4 часа — с перерывами между сменами воды в 2 часа.

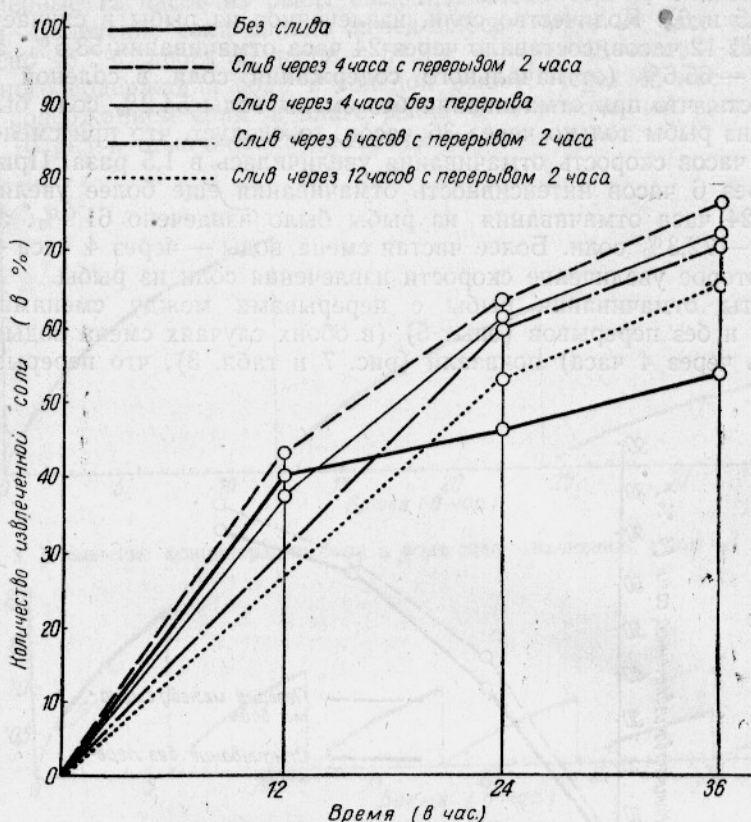


Рис. 8. Извлечение соли из рыбы при различных режимах отмачивания.

Диффузия соли из рыбы в воду происходит, как известно, в направлении уравнивания концентрации соли в тканевом соке рыбы и воде. Известно также, что скорость диффузии прямо пропорциональна разности концентрации соли. Меняя воду при отмачивании рыбы, мы уменьшаем содержание соли в воде и таким образом увеличиваем разность между концентрацией соли в рыбе и воде, вследствие чего скорость отмачивания увеличивается. Снижение содержания соли в воде во время отмачивания в зависимости от смены воды, наблюдавшееся в наших опытах, показано на рис. 9. Из сравнения кривых видно, что при более

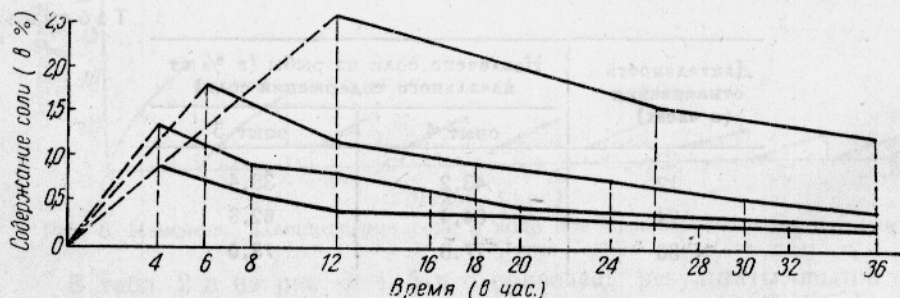


Рис. 9. Изменение конечной концентрации соли в воде в зависимости от режима отмачивания. Кривые (сверху вниз) соответствуют опытам 2, 3, 4, 5.

частой смене воды — через 4 часа — концентрация соли в воде меньше, чем при смене воды через более длительные сроки — 6 и 12 часов.

Отмачивание соленой воibly в проточной воде (опыт 6) производилось в двух ваннах в течение 12 и 24 часов. В одну ванну было помещено 1940 г, в другую — 1815 г рыбы. За 1 час через ванну пропускали в среднем 2 л воды. Концентрация соли в воде, находившейся в ванне, через 4 часа отмачивания равнялась 0,50% и в конце отмачивания — 0,05%. В течение 12 часов отмачивания из рыбы было извлечено 39,4%, а через 24 часа — 59,8% соли. Содержание соли в рыбе после 12 часов отмачивания понизилось с 15,83 до 8,60%, после 24 часов — до 5,23%. Как видно, применение проточной воды при указанной скорости прохождения ее через ванну не дало ожидаемого ускорения отмачивания рыбы.

Отмачивание рыбы в подвешенном состоянии (опыт 7) изучалось, исходя из того, что в производстве копченой рыбы возможно отмачивать рыбу, нанизанную на рейки. Рыбу отмачивали в несменяемой воде в 2 ваннах в течение 12 и 24 часов. В первом случае в ванну было помещено 1720 г рыбы и 5120 г воды, во втором случае — 1695 г рыбы и 5035 г воды. В конце отмачивания определяли содержание соли в различных слоях воды в ванне; пробы воды отбирали через каждые 3 см по высоте ванны. Результаты анализа воды (табл. 4) показывают, что соль неравномерно распределяется в воде и в нижних слоях воды в ванне концентрация соли значительно больше, чем в верхних.

Таблица 4

Номера слоя (сверху вниз) по высоте ванны	Концентрация соли в воде (в %)	
	1 ванна	2 ванна
1	1,03	0,53
2	1,91	2,73
3	2,08	2,97
4	2,17	2,97
5	2,10	3,01
6	2,10	3,01
7	2,13	3,01
8	2,19	3,07

Количество соли, извлеченное из рыбы при отмачивании в течение 12 часов, составило 34%, в течение 24 часов — 44,2% (от начального содержания соли в рыбе). Соленость рыбы после отмачивания через 12 часов была 8,58%, через 24 часа — 6,43%. Приведенные данные показывают, что отмачивание рыбы в подвешенном состоянии, по сравнению с другими способами отмачивания, не имеет особых преимуществ.

Потери азотистых веществ при отмачивании рыбы

Для учета потерь азотистых веществ рыбы при ее отмачивании проводили определение общего азота в рыбе до и после отмачивания, а также в воде (объем воды, в которой отмачивалась рыба, тщательно измеряли). Результаты подсчетов потерь азотистых веществ по анализам рыбы и воды несколько расходятся между собой, как это видно из табл. 5. В своих выводах мы основывались на величинах потерь, рассчитанных по данным анализа рыбы, которые представляются нам более точными.

Данные табл. 5 показывают, что потери азотистых веществ увеличиваются пропорционально длительности отмачивания рыбы, но неодинаково при различных режимах. При одинаковой длительности про-

Таблица 5

Номера опытов	Длительность отмачивания (в часах)	Количество азота в рыбе до отмачивания (в г)	Количество азота, извлеченного из рыбы во время отмачивания			
			по данным анализа воды		по данным анализа рыбы	
			в г	в % от общего азота рыбы	в г	в % от общего азота рыбы
1	12	59,50	—	—	4,78	8,03
	24	62,71	—	—	5,47	8,72
	36	61,12	—	—	8,31	13,46
2	24	64,26	4,28	6,66	3,20	4,98
	36	64,60	6,15	9,52	10,55	16,33
3	24	63,41	5,13	8,09	6,83	10,77
	36	64,26	6,87	10,69	6,21	9,66
4	12	65,28	3,38	5,17	2,35	3,59
	24	62,50	4,62	7,39	5,19	8,48
	36	68,80	6,71	9,75	9,04	13,13
5	12	69,46	3,15	4,53	5,73	8,24
	24	68,27	5,58	8,17	9,45	13,84
	36	67,15	8,20	12,21	10,67	16,88
6	12	65,96	—	—	0,77	1,16
	24	65,19	—	—	5,57	8,93

цесса 12 часов наименьшие потери получены в случае отмачивания в проточной воде — 1,16% (соленость отмоченной рыбы 8,6%) и наибольшее — 8,24% — в случае отмачивания с частой сменой воды — через 4 часа, — без перерывов (соленость отмоченной рыбы 8,3%).

Изменение веса рыбы при отмачивании

При отмачивании рыбы вес ее увеличивается. Изменение веса рыбы при разных способах отмачивания показано в табл. 6.

Как видно из табл. 6, при длительности отмачивания в 24 и 36 часов наибольший прирост веса (19,9 и 22,4%) получен, когда отмачивание производили с частой сменой воды — через 4 часа без перерывов (опыт 5). Отмачивание со сменой воды через 4 часа и двухчасовыми перерывами между сменами воды (опыт 4) дало наименьший прирост веса (17,2 и 17,3%). Это объясняется длительным стеканием воды из рыбы во время перерывов, которые при данном режиме составили в общей сложности, в случае 36-часового отмачивания 16 часов и 24-часового отмачивания 10 часов. При длительности отмачивания в 12 часов мы получили почти одинаковый во всех случаях прирост веса (от 13 до 14,1%).

Таблица 6

Номера опытов	Длительность отмачивания (в часах)	Прирост веса (в % от начального веса рыбы)
1	12	13,00
	24	19,80
	36	20,60
2	24	18,70
	36	21,10
3	24	18,50
	36	19,00
4	12	14,15
	24	17,20
	36	17,30
5	12	13,60
	24	19,90
	36	22,40
6	12	13,10
	24	17,30
7	12	13,40
	24	19,40

Изменение химического состава рыбы при отмачивании

Химический состав рыбы до и после отмачивания показан в табл. 7.

Как видно из табл. 7, химический состав рыбы при отмачивании значительно изменяется вследствие удаления соли, увеличения количества влаги, а также некоторой потери азотистых веществ. При всех испытанных режимах отмачивания в течение 12 часов соленость мяса рыбы уменьшалась с 15,83—16,25% до 7,98—8,58%, т. е. практически одинаково. При отмачивании в течение 24 часов соленость изменялась различно в зависимости от способа отмачивания. Так, если в опыте отмачивания без смены воды (опыт 1) рыба в конце отмачивания содержала почти 7% соли, а в опыте с подвешенной рыбой (опыт 7) — 6,5%, то при отмачивании со сменой воды через 4 часа (4 и 5 опыты) соленость рыбы достигала 4,75—4,87%.

Отмачивание в течение 36 часов показало, что за последние 12 часов из рыбы извлекается небольшое количество соли. Содержание соли в рыбе, отмоченной в течение 36 часов при смене воды через 4 и 6 часов, было практически одинаковым: 3,09—3,53% при смене воды через 4 часа и 3,68% при смене воды через 6 часов. У рыбы, отмоченной при смене воды через 12 часов, соленость была несколько выше — 4,49%.

Наиболее высокая соленость при той же длительности отмачивания (36 часов) была у рыбы, отмоченной в подвешенном состоянии, — 6,43%, а также без смены воды — 5,88%.

Содержание влаги в рыбе во всех опытах увеличилось. При одинаковой длительности отмачивания — 36 часов — наиболее увеличилось содержание влаги в рыбе, отмоченной в проточной воде (с 48,7 до 71,7%), и менее всего в рыбе, отмоченной в несменяемой воде (достигло 65,6%);

Таблица 7

Таблица 7

Длительность от-мачивания (в часах)		Содержится в рыбе целиком (в %)		Содержится в мясе рыбы (в %)													
Номера опытов		влага	отмочен-ная рыба	соль	общий азот	жир		влага	отмочен-ная рыба	соль	общий азот	жир					
		сырец		сырец		сырец		сырец		сырец		сырец					
			отмочен-ная рыба				отмочен-ная рыба						отмочен-ная рыба				
1	12	46,37	58,77	16,25	8,19	3,62	2,77	13,36	11,20	50,31	62,26	17,28	10,0	4,38	3,95	6,45	4,95
1	24	46,37	62,25	16,25	6,97	3,62	2,62	13,36	11,48	50,31	65,39	17,28	8,65	4,38	3,00	6,45	4,73
1	36	46,37	65,55	16,25	5,88	3,62	2,46	13,36	9,72	50,31	70,28	17,28	6,35	4,38	2,91	6,45	3,43
1	48	46,37	64,96	16,25	5,24	3,62	2,53	13,36	18,52	50,31	70,77	17,28	5,83	4,38	2,89	6,45	3,64
2	24	46,74	63,47	15,83	6,18	3,40	2,72	—	—	50,99	67,47	16,99	7,51	4,10	3,10	—	—
2	36	46,74	67,19	15,83	4,49	3,40	2,35	—	—	50,99	72,40	16,99	4,66	4,10	2,88	—	—
3	24	46,74	65,46	15,83	5,09	3,40	2,56	12,35	9,81	50,99	69,32	16,99	6,35	4,10	3,06	5,41	—
3	36	46,74	67,99	15,83	3,68	3,40	2,53	12,35	—	50,99	72,26	16,99	4,59	4,10	3,06	5,41	—
4	12	46,74	61,52	16,04	7,98	3,51	2,82	13,36	6,66	50,31	64,80	17,23	9,00	4,38	3,42	6,45	8,68
4	24	46,74	66,50	16,04	4,87	3,51	2,58	13,36	11,53	50,31	71,67	17,23	5,59	4,38	3,00	6,45	3,79
4	36	46,74	63,41	16,04	3,09	3,51	2,51	13,36	10,22	50,31	73,80	17,23	3,35	4,38	2,82	6,45	4,36
5	12	46,74	60,76	15,83	8,32	3,40	2,90	—	—	50,99	66,04	16,99	9,33	4,10	3,37	—	—
5	24	48,31	65,89	15,28	4,76	3,44	2,63	—	—	52,27	70,51	16,69	5,68	4,02	3,25	—	—
5	36	46,74	67,94	16,04	3,53	3,51	2,49	—	—	50,81	73,66	17,23	4,11	4,38	2,65	6,45	4,26
6	12	46,74	59,69	15,83	8,48	3,40	2,97	—	—	50,99	64,22	16,99	10,25	4,10	3,51	—	—
6	24	48,26	71,67	15,28	5,23	3,44	2,67	—	—	52,27	68,43	16,99	6,78	4,02	3,34	—	—
7	12	46,74	59,72	15,83	8,58	3,40	2,11	—	—	50,99	62,97	16,99	10,56	4,10	2,67	—	—
7	24	46,74	64,65	15,83	6,43	3,40	1,95	—	—	50,99	66,36	16,99	8,27	4,10	2,51	—	—

рыба, отмоченная со сменой воды через 4 и 6 часов, содержала 68% влаги.

Содержание общего азота в рыбе во всех случаях после отмачивания несколько понизилось — с 3,40—3,62% до 2,11—2,97%.

Содержание жира в рыбе также понизилось — с 12,33—13,36% до 9,72—11,53%.

Влияние отмачивания на качество рыбы

Весьма существенным для выбора способа отмачивания является вопрос о влиянии его на качество рыбы. По нашим наблюдениям, качество рыбы не ухудшается при отмачивании в течение 12 часов. Более длительное отмачивание — в течение 24 и 36 часов заметно отражается на качественном состоянии рыбы, и рыба приобретает дефекты, как, например, ослабевшее брюшко, спадание чешуи. Эти дефекты были более сильно выражены при отмачивании рыбы со сменой воды без перерывов, чем при отмачивании с перерывами. Качество рыбы в общем зависит от степени ее отмачивания. Рыба, отмоченная до солёности около 3%, была по качеству хуже, чем отмоченная до более высокого содержания соли — 5—6%.

В ы в о д ы

1. Наиболее интенсивное извлечение соли из рыбы происходит в первые часы отмачивания.

Смена воды при отмачивании значительно ускоряет процесс извлечения соли из рыбы. Перерывы во время отмачивания способствуют ускорению извлечения соли и предупреждают снижение качества рыбы.

2. Продолжительность отмачивания солёной рыбы при условии смены воды через 6 или 4 часа не должна превышать 24 часов. Указанная длительность процесса обеспечивает снижение содержания соли в рыбе до 5%, что достаточно для рыбы, предназначенной для копчения. Более длительное отмачивание заметно снижает качество рыбы.

3. Оптимальным для солёной рыбы является отмачивание со сменой воды через 6 часов и двухчасовыми перерывами при смене воды.