
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 664. 951. 2. 036. 53

Д.Ю. Проскура, А.А. Дерябин, Д.А. Крикун, С.Д. Угрюмова
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПОСОЛЬНАЯ ВАННА С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТУЗЛУКА

Проведен анализ серийно выпускаемых посольных машин для посола гидробионтов по разным технологическим параметрам. Сделаны выводы по рентабельности использования данного оборудования на береговых рыбообрабатывающих предприятиях. Предложена универсальная экспериментальная модель посольной ванны для тузлучного, сухого и смешанного посола гидробионтов с заданной и фиксированной температурой технологического процесса, с возможностью использования данной модели на предприятиях с гибкими технологическими линиями.

Ключевые слова: посол, посольные устройства, тузлук.

D.Y. Proskura, A.A. Deryabin, D.A. Krikun, S.D. Ugryumova **UNIVERSAL SALTING TUB WITH FORCED CIRCULATION OF THE BRINE**

The analysis of commercially available salting machines for salting aquatic organisms for various process parameters. The conclusions on the profitability of the use of this equipment in coastal fish processing factories. The universal experimental model salting bath tuzluchnogo, dry and salted mixed aquatic organisms at a predetermined and fixed temperature process, with flexible production lines.

Key words: salting, salting device, brine.

Под посолом понимается операция, обеспечивающая контакт соли или тузлука с поверхностью рыбы путем смешивания рыбы с поваренной солью, погружения ее в соляной раствор (тузлук) или смешивания рыбы с солью с одновременной заливкой ее тузлуком.

Это сложный диффузионно-осмотический процесс, в результате которого в продукте накапливается соль, а из мышц выделяется часть воды, экстрактивных веществ, растворимых белков и витаминов. От количества соли в продукте зависит его вкус и стойкость при хранении.

По содержанию хлористого натрия соленые рыбные продукты подразделяют на слабо-соленые (6–10 %), среднесоленые (до 14 %) и крепосоленые (более 14 %).

Процесс посола можно условно разделить на два периода: собственно посол и созревание (характерно главным образом для сельдевых, анчоусовых и лососевых рыб). Собственно посол – процесс проникновения соли в мышцы рыбы. Этот период заканчивается в момент, когда концентрация соли в клеточном соке рыбы становится равной концентрации тузлука, окружающего рыбу.

В период просаливания сырья в массообмене участвуют в основном соль и вода. Поваренная соль, проникая в ткани, изменяет свойства белков, характер этих изменений зависит от концентрации хлористого натрия в тканях. Так, при мокром посоле (в тузлуке), если концентрация соли выше ее растворимости, около 75 % белков, растворимых в слабом соляном растворе, переходит в нерастворимое состояние и тем больше, чем выше концентрации тузлука. При концентрации соли, значительно превышающей растворимость, белковые вещества

необратимо изменяют нативную дисперсность. Поэтому мышцы рыбы после удаления соли промывкой набухают хуже, чем до посола. Таким образом, при посоле белковые вещества теряются не только в результате перехода в рассол, но и в результате их гидролиза.

При посоле изменяется морфологическая структура тканей, причем заметного разрушения мышечных волокон не происходит, если посол протекает в обычных условиях. Замечено сжатие жировых прослоек, соединительнотканых образований. Диаметр мышечных волокон в начале посола сокращается, а к концу посола превышает начальную величину. Изменения белковых и других компонентов, входящих в состав мышц, приводят к исчезновению запаха сырости мяса, появлению специфического запаха и вкуса соленого продукта.

Проницаемость тканей рыбы зависит от состояния ее перед посолом и возрастает по мере разрешения посмертного окоченения.

При соприкосновении соляного раствора с поверхностью мышечной ткани сырья возникает обменная диффузия веществ между мышцами и соляным раствором. При этом в мышечной ткани накапливается соль, а в соляном растворе (тузлуке) – растворимые составные части рыбы. При посоле происходит перемещение соли из тузлука в мышечную ткань, перемещение соли в мышцах и выравнивание концентрации соли в системе *мясо-тузлук*. Процесс перераспределения соли между тузлуком и мышечной тканью в своей основе диффузно-осмотический [4, 5].

Животные ткани относятся к капиллярно-пористым материалам с густой сетью макро- и микрокапилляров. Эта система капилляров участвует в диффузном обмене между рыбой и тузлуком, поэтому проникновение соли в ткань и перераспределение ее между тканью и тузлуком происходит осмотически через мембраны и перепонки, покрывающие внешнюю поверхность ткани, и с большей скоростью через систему макро- и микрокапилляров, пронизывающих ткань. Движущей силой перемещения веществ является разница их концентраций в системе *ткань-тузлук*. С увеличением этой разницы возрастает обменная диффузия между тканями и тузлуком. Продолжительность диффузии пропорциональна сопротивлению тканей, которое зависит от свойств ткани и степени ее разрушения.

Продолжительность посола сырья, находящегося в стадии автолиза с размягченными тканями и мороженого, меньше, чем сырья других видов, в связи с частичным разрушением ткани в результате образования кристаллов льда. Жировая ткань замедляет посол, поскольку скорость проникновения соли в нее в несколько раз меньше, чем в мышечную ткань.

Сопротивление переходу соли из тузлука в мышечную ткань через поверхностный слой может быть уменьшено усиленной циркуляцией тузлука у поверхности консервируемого продукта, так как при этом толщина пограничного неподвижного диффузионного слоя (для тузлука) уменьшится.

Степень проникновения соли в рыбу характеризуется отношением массы соли к сумме масс соли и воды, содержащихся в соленой рыбе в данный момент посола, т.е. концентрацией соли в соке рыбы.

В конце посола происходит выравнивание концентрации соли в консервируемом сырье и тузлуке. Под содержанием соли в продукте подразумевается отношение количества соли к массе соленого продукта.

Успех посола зависит от скорости распределения соли между тузлуком и продуктом. Скорость посола зависит от температуры, причем скорость в интервале температур 0–50 °С возрастает во столько раз, во сколько раз увеличивается коэффициент диффузии. Скорость диффузионных процессов прямо пропорциональна также концентрации соли в тузлуке. Диффузию замедляет наличие примесей соли (CaCl_2 , MgCl_2 , SO_4).

Количество белковых, минеральных и экстрактивных веществ, переходящих в тузлук, зависит от условий посола (концентрации тузлука, продолжительности посола и т.д.). При длительном посоле возрастает количество продуктов распада белка. Наибольшие потери

рыбой органических веществ наблюдаются при равновесии концентрации соли в сырье и тузлуке [4].

В зависимости от вида добавляемых при посоле вкусовых веществ различают обычный посол, посол с сахаром, пряностями, маринование, в зависимости от способа обеспечения контакта рыбы с солью – сухой, тузлучный и смешанный посолы; в зависимости от температуры – теплый посол, посол с охлаждением и холодный посол; в зависимости от продолжительности соприкосновения рыбы с тузлуком – законченный и прерванный посолы; в зависимости от вида применяемой емкости – чановый и бочковый посолы.

Для бочкового и вкусового посола рыбы и гидробионтов применяют устройства (стационарные железобетонные и передвижные ванны, контейнеры, чаны, бочки, ящики) и машины.

Рыбопосольные машины классифицируют по принципу действия (периодического и непрерывного), способу посола (сухой, тузлучный, смешанный), конструкции транспортирующего органа (барабанные и конвейерные), выполняемым операциям (только для посола, посола и мойки, посола и размораживания).

Для рыбообработывающей отрасли промышленность выпускает несколько рыбопосольных машин разных марок и использующих разные способы посола рыбы и гидробионтов. Это такие модели, как барабанная рыбопосольная машина РПА-3 непрерывного действия для бочкового посола рыбы. Это габаритная, требующая при монтаже специальный фундамент машина узконаправленного действия (сухого посола).

Для вкусового посола в тузлуке рыбы (разделанной, неразделанной, кусков с крепкой консистенцией мышечной ткани) применяется посольная машина конструкции ЦПКТБ «Азчеррыба» туннельного типа, обладающая весомыми габаритами, высокой производительностью и весом более тонны. Ее устанавливают в линиях кулинарного и консервного производства, она также может работать отдельно [4].

Ряд посольных машин барабанного типа завершает универсальная посольно-моечная машина конструкции ЦПКТБ «Запрыба», которая отличается от посольной машины конструкции ЦПКТБ «Азчеррыба» устройством привода и его расположением, а также некоторыми техническими данными. Кроме того, машину можно использовать как моечную. Для этого тузлук заменяют водой, а также с помощью вариатора увеличивают частоту вращения барабана. Перед использованием барабанных посольных машин необходимо проверить наличие смазки в картерах редуктора и вариатора и на приводной цепи, заполнить ванну тузлуком, убедиться в том, что тузлукопроводы и ванна герметичны, а патрубки не засорены, а также отрегулировать, вращая маховик вариатора, продолжительность посола. Также требуется следить за равномерностью разгрузки барабана, контролировать уровень тузлука, промывать после посола шланги, барабан, спираль, ванну, провести полную дезинфекцию машины, включая ее с наполненной дезраствором ванной на 1 ч.

Анализ технических характеристик посольных машин барабанного типа представлен в табл. 1.

Также для посола рыбы и гидробионтов широко используются конвейерные посольные машины непрерывного действия для вкусового посола в тузлуке рыбы с различной степенью разделки. Машины разных марок отличаются конструкцией либо пластичного, либо скребкового, либо ковшового конвейера, а также некоторыми технологическими данными. Недостатком вышеперечисленных моделей рыбопосольных машин, при их высокой производительности, являются большие габариты, высокая энергоемкость, сложность в обслуживании при эксплуатации, а также необходимость стационарного расположения на индивидуальном фундаменте [3].

Для бурно развивающихся малых предприятий, занимающихся переработкой рыбы и гидробионтов, такие высокопроизводительные машины не подходят по вышеперечисленным параметрам.

Таблица 1

Анализ технических характеристик посольных машин барабанного типа

Table 1

Performance Analysis of drum type machines ambassadorial

Показатели	Единицы измерения	Барабанные машины		
		Конструкции ЦПКТБ «Азчеррыба»	Посольно-мочная ЦПКТБ «Запрыба»	РПА-3
Производительность	кг/ч	1000	500–3300	3500–4500
Продолжительность посола	мин	5–20	4–25	5–25
Частота вращения барабана	об/мин	0,7–3,2	0,2–1,3	10±1
Электродвигатель: мощность	кВт	2,2	1	3,8
частота вращения	об/мин	930	930	1450
габариты	мм	4160×1670×1410	2800×1470×1700	2580×1500×1550
Масса	кг	1216	950	1000

И при производстве малотоннажных партий деликатесной продукции разных наименований приходится использовать обыкновенные чаны и ванны разных габаритов для посола сырья. При необходимости соблюдения температурных режимов посола ванны помещают в холодильные камеры или пересыпают сырье чешуйчатым льдом, что требует наличие в цеху холодильников и льдогенераторов.

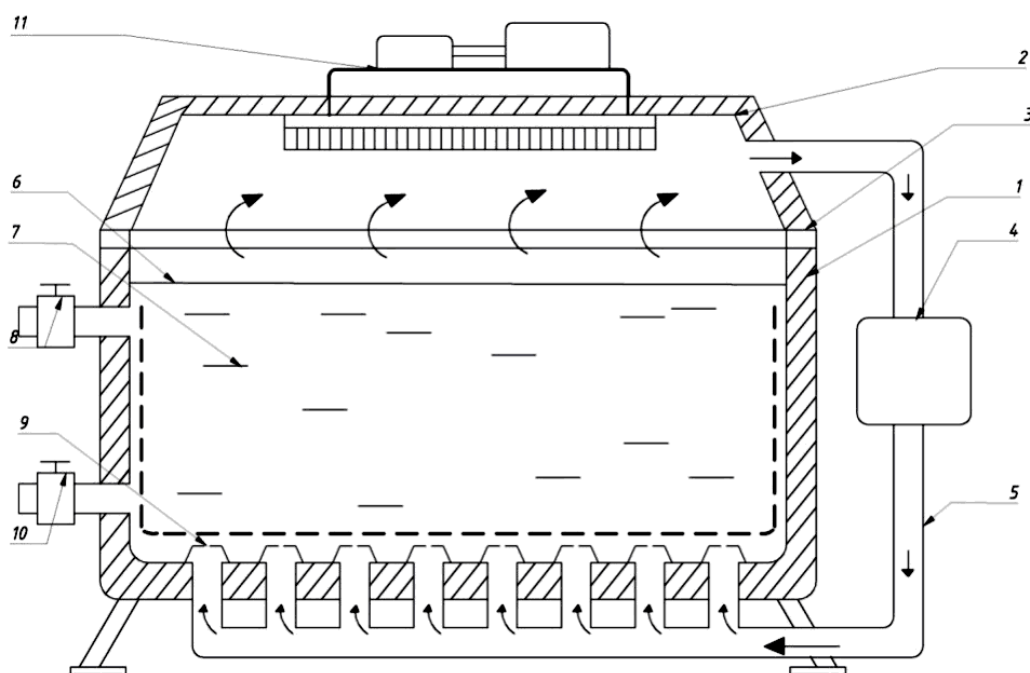
Предлагаемая нами посольная ванна лишена этих недостатков, а также имеет некоторые преимущества перед основными посольными системами (рисунок).

Основной вид посола, на который рассчитана данная посольная ванна, – это вкусовой тузлучный посол [5].

Устройство ванны позволяет сделать посол гидробионтов более качественным за счет принудительного циркулирования тузлука и движения засаливаемого сырья с необходимой скоростью без механического перемешивания (влекущего за собой повреждение сырья), путем дополнительного воздействия пузырьков воздуха на тузлук и сырье одновременно. Встроенный холодильный агрегат позволяет регулировать определенную температуру в посольной ванне, с возможностью изменять ее в зависимости от технологической схемы посола данного вида гидробионтов.

Посол сырья в рыбной промышленности в соляном растворе (тузлучный посол) позволяет получить готовый продукт с более равномерным распределением соли. Причем можно получить готовую продукцию с определенной соленостью, применяя тузлуки различной концентрации [1].

Разновидностью тузлучного посола является посол в циркулирующем тузлуке, при котором через слой рыбы пропускается при помощи насоса тузлук. В промышленности имеются механизированные линии посола рыбы в циркулирующем тузлуке. Недостатком данных линий является их высокогабаритные размеры, так как используют на рыбозаводах с очень высокой производительностью (например, путинных рыбозаводах). А для перекачивания тузлука используются дорогие и сложные в техническом обслуживании насосы, специально изготовленные для перекачки агрессивных жидких сред. Универсальная ванна производит циркуляцию тузлука и гидробионта путем барботации, при движении воздушных пузырьков воздуха со дна ванны к поверхности. При посоле в тузлуке разделанной рыбы или кусками в тузлук попадает некоторое количество жира и водорастворимого белка из сырья, также частицы кожи и чешуя. Наличие таких примесей не желательно. В конструкции универсальной ванны наряду со сливным клапаном для слива тузлука предусмотрен и второй, верхний сливной клапан, который расположен ниже на несколько сантиметров (3÷5 см) от уровня тузлука.



Универсальная посольная ванна с принудительной циркуляцией тузлука и движением гидробионтов:

1 – корпус посольной ванны; 2 – крышка посольной ванны; 3 – полимерное уплотнение между крышкой и ванной; 4 – воздушный (циркуляционный) компрессор; 5 – воздуховод для подачи воздуха в тузлук с гидробионтами; 6 – уровень тузлука; 7 – тузлук с гидробионтами; 8 – верхний сливной клапан для снятия (слива) пены, образующейся в процессе активного соления гидробионтов; 9 – форсунки для подачи воздуха в тузлук с гидробионтами; 10 – нижний сливной клапан для удаления тузлука из посольной ванны; 11 – холодильный компрессор для поддержания технологической температуры внутри посольной ванны

Universal salting tub with compulsory brine circulation and hydrobiont movement: 1 – salting tub body; 2 – salting tub cover; 3 – polymer seal between the cover and the tub; 4 – aerial (circulation) compressor; 5 – air feeding air duct in brine containing hydrobionts; 6 – brine level; 7 – brine containing hydrobionts; 8 – upper overflow valve to remove foam produced during active curing of hydrobionts; 9 – air feeding jets containing hydrobionts; 10 – lower overflow valve to remove brine from the salting tub; 11 – ref compressor maintaining operation temperature in the salting tub

Таблица 2

Сравнительная таблица вкусового посола гидробионтов в посольных чанах и в универсальной посольной ванне (T = 15 °C)

Table 2

Comparative table taste salting salting in aquatic pants and universal salting bath (T = 15 °C)

Вид сырья	Вес, кг	Тузлучный посол в чане, ч	Посол в универсальной ванне, ч	Массовая доля соли в тузлуке, %
Горбуша	100	12	7	7
Сельдь	100	8	5,5	7
Корюшка	100	5	3	5
Кальмар	100	3	2	5

При движении воздушных пузырьков со дна ванны к поверхности они постепенно выталкивают на поверхность мелкодисперсные примеси и взвешенные примеси в виде чешуи и т.д.

Эти примеси собираются на поверхности тузлука в виде пены, которая и удаляется с поверхности тузлука через верхний сливной клапан с некоторым количеством самого тузлука.

Для разгрузки сырья в ванну и его выгрузки после посола используется сетчатая корзина, которая вставлена во внутрь ванны, и имеет специальные проушины, для помещения и удаления ее из ванны средствами малой механизации (тельфер и др.).

Конструкция ванны позволяет использовать ее и при сухом посоле гидробионтов и при смешанном. Сухой посол чаще применяют для посола рыб с содержанием жира не более 6 % (сельдь, вобла и др.). Засолка производится пересыпанием сырья кристаллической солью, в количестве (X_{c_n}) определяемости по формуле Леванидова [4]:

$$X_{c_n} = B c_{cp} / 100 - C_{cp}, \quad (1)$$

где B – содержание воды в тканях рыбы, кг; C_{cp} – заданная концентрация соли при установившемся равновесии, кг на 100 кг раствора.

Образующийся на дне ванны соляной раствор (естественный тузлук) при необходимости сливается через нижний сливной клапан. Температура посола задается и поддерживается датчиками встроенного холодильного агрегата.

Расход соли $X_{c_{mn}}$ при смешанном посоле также определяется по формуле Леванидова:

$$X_{c_{mn}} = (B + B_1) C_{c_{pp}} / 100 - C_{cp}, \quad (2)$$

где B – количество воды в тканях рыбы, кг; B_1 – количество воды в добавленном тузлуке, кг; C_{cp} – заданная концентрация соли при установившемся равновесии, кг на 100 кг раствора.

Приведенные выше формулы посола Леванидова используются и при посоле в универсальной ванне [6].

При внесении некоторых корректировок в технологическом процессе посола разных видов гидробионтов в универсальной ванне, таких как t° посола, время посола, концентрация тузлука, объем засаливаемого сырья, можно добиться очень эффективных схем посола под каждый в отдельности вид сырья, обрабатываемого на данном предприятии.

Исходя из вышеперечисленных данных, можно с уверенностью сказать, что данная универсальная посольная ванна имеет хорошие перспективы использования в работе малых и средних предприятий в области рыбопереработки.

Список литературы

1. Березин, Н.Т. Пищевое использование рыбы и морепродуктов / Н.Т. Березин. – М.: Пищ. пром-сть, 1967. – 55 с.
2. Лагунов, Л.Л. Технология продуктов из морских продуктов / Л.Л. Лагунов, Н.И. Рехина. – М.: Пищ. пром-сть, 1991. – 267 с.
3. Чупахин, В.М. Технологическое оборудование рыбообрабатывающих предприятий / В.М. Чупахин. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 639 с.
4. Корочкина, Л.С. Технология и оборудование рыбообрабатывающих предприятий / Л.С. Корочкина, П.Ф. Панкин. – М.: Пищ. пром-сть, 1974. – 263 с.
5. Асано, А. Производство соленых копченых и других морепродуктов / А. Асано. – Токио: РОТОБО, 1998. – 170 с.
6. Фурута, М. Курс по рыбопереработке: монография / М. Фурута. – Токио: РОТОБО, 1998. – 145 с.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель, e-mail: dim.proscura@mail.ru;

Дерябин Андрей Анатольевич, старший преподаватель, e-mail: geolog@mail.ru;

Крикун Дмитрий Александрович, аспирант, e-mail: kresh.89@bk.ru;

Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор.