

На правах рукописи

КОНСТАНТИНОВА НАТАЛЬЯ ЮРЬЕВНА

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКОГО  
КОНСЕРВИРОВАНИЯ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ**

Специальность 05.18.04 - технология мясных, молочных и  
рыбных продуктов

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва - 1995

Работа выполнена в Тихоокеанском научно-исследовательском рыбохозяйственном центре

Научный руководитель - кандидат технических наук,  
ст.науч. сотр. А.В.Подкорытова

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Т.М. Сафронова

кандидат биологических наук, ст.науч. сотр. М.В. Новикова

Ведущая организация: АО "Дальрыба".

Защита состоит  
диссертационной  
научно-исследовательской  
океанографии  
Красносельского

С диссертации

Автореферат

Ученый секретарь  
диссертационного  
совета, кандидат  
технических наук

309

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

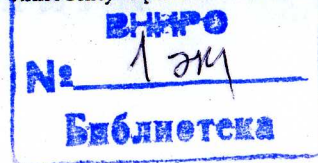
Актуальность темы. В настоящее время возрастает потребность в бурых водорослях как источнике альгинатов, обладающих высокой сорбционной активностью по отношению к радионуклидам и другими полезными свойствами.

Известные современные способы консервирования бурых водорослей - высушивание и замораживание - связаны с большими затратами электроэнергии и экономически невыгодны предприятиям. Получаемый продукт является дорогостоящим, что тормозит производство альгинатов, которое в нашей стране мало развито, несмотря на большие запасы водорослей. Многие предприятия, заготавливающие и перерабатывающие водоросли традиционными способами, отказываются от больших объемов сырья, сокращают его добычу и выпуск продукции. Создание технологии консервирования бурых водорослей химическими консервантами, отличающейся доступностью, простотой, экономией средств и энергии, позволит решить эти проблемы. Следовательно, разработка данной технологии имеет большую практическую значимость и актуальность.

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы является обоснование и разработка технологии химического консервирования бурых водорослей, основанной на применении хлорида натрия и исследование влияния консерванта на технологические свойства продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие основные задачи:

- исследовать сроки и условия хранения водорослей, консервированных хлоридом натрия;
- изучить кинетику просаливания водорослей;



- исследовать химический состав консервированных водорослей в процессе хранения;
- исследовать влияние консерванта на свойства альгиновой кислоты - важнейшего компонента бурых водорослей;
- изучить влияние химических реагентов на улучшение технологических свойств водорослей;
- исследовать влияние способов консервирования на структуру тканей водоросли;
- установить режимы удаления консерванта из тканей водоросли;
- разработать технологию и на ее основе нормативно-техническую документацию на производство соленых бурых водорослей.

Научная новизна. В ходе сравнительного анализа экспериментальных данных, разработан и научно обоснован способ консервирования бурых водорослей посолом, позволяющий осуществлять длительное хранение сырья с целью его промышленной переработки.

Изучен химический состав консервированных хлоридом натрия бурых водорослей в процессе хранения и в сравнении с водорослями, консервированными высушиванием и замораживанием.

Исследовано влияние способов консервирования на структуру тканей бурых водорослей.

Установлено, что введение катионов кальция в состав солевой смеси при консервировании водорослей хлоридом натрия позволяет добиться следующего эффекта: значительного улучшения структуры тканей и других технологических свойств сырья; положительного влияния на свойства альгиновой кислоты в результате

реакции замещения одновалентных катионов в альгинате водоросли, что обеспечивает сохранение его нативных свойств и увеличение выхода.

Доказано постоянство состава и соотношения уроновых кислот в альгинатах под влиянием хлорида натрия.

Практическая значимость работы. В результате проведенных исследований установлена продолжительность хранения водорослей при различных температурных условиях и концентрации консерванта не менее 20 %.

Достигнуто длительное хранение водорослей, консервированных солевой смесью ( $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ ), за счет их подпрессовки до содержания воды не более 60 %, что позволяет хранить продукцию без тузлука (Заявка N 92014686 /13/061192, положительное решение от 9.06.94. Способ консервирования бурых водорослей).

Показана возможность применения водорослей, консервированных хлоридом натрия и солевой смесью, для производства альгинатов. Установлено, что при производстве альгинатов из водорослей, консервированных хлоридом натрия, исключается процесс кислотной предобработки, что значительно упрощает технологию и делает ее экономичней.

Результаты данной работы использованы при разработке следующей нормативной документации:

- ТУ 15-01 994-91 "Капуста морская соленая для промышленной переработки"; ТИ N 358-91; Изменение N1 к ним;

- Нормы (Н-40-91) расхода сырья, вспомогательных материалов и тары при производстве морской капусты соленой;

- ТУ 15-01 1565-90 "Сушеная морская капуста "Соломка пикантная"; ТИ N 411-90 к ним;

- Нормы (Н-51-91) отходов, потерь, выхода расфасованного полуфабриката и расхода сырья при производстве консервов из морской капусты соленой;

- Исходные требования на проектирование опытно-промышленной линии первичной обработки и консервирования ламинарии для производства пищевой, медицинской и кормовой продукции.

Реализация результатов исследований. Технология консервирования бурых водорослей хлоридом натрия прошла производственную проверку и внедрена в промышленное производство: в 1990 г. на р/з "Валентин" выпущена опытно-промышленная партия морской капусты соленой шинкованной в количестве 2 тыс. т; в 1991 г. на ВСО им. Надибадзе выпущена партия морской капусты соленой в количестве 1 т; в 1992 г. на предприятии "Нептун" выпущена партия солено-прессованной морской капусты в количестве 300 т. Консервированные водоросли были направлены на производство пищевой продукции и альгината натрия. Получены положительные отзывы производителей.

Апробация работы. Материалы диссертации представлялись на:

- Всесоюзных совещаниях "Рациональное использование биоресурсов Тихого океана" (Владивосток, 1991 г.) и "Биологически активные вещества гидробионтов - новые лекарственные, лечебно-профилактические и технические препараты" (Владивосток, 1991 г.);

- Всесоюзной конференции молодых ученых "Биология и рациональное использование гидробионтов, их роль в экосистемах" (Владивосток, 1993 г.).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 7 работ, получено положительное решение ВНИИГПЭ на выдачу патен-

та на заявку N 92014686 / 13 / 061192 от 9.06.94, приоритет от 18.11.92.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части (7 глав), выводов, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 110 с. основного текста, содержит 10 табл., 14 рис. и 18 приложений. Список литературы включает 164 наименования отечественных и зарубежных авторов.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Обоснованы актуальность темы, практическая ценность работы; сформулирована цель, показана научная новизна полученных результатов.

Обзор литературы. Проведен анализ данных, содержащихся в работах отечественных и зарубежных исследователей, посвященных вопросам консервирования пищевых продуктов, и в частности водорослей. Рассмотрены проблемы современных способов консервирования водорослей, из которых вытекает вывод о необходимости исследования новых способов, более доступных, экономически выгодных и позволяющих расширить объемы заготовки сырья и выпуска продукции. Показано, что одним из таких способов является консервирование хлоридом натрия. В соответствии с этим изложены основные задачи исследований, направленные на решение выбранной цели.

Материал и методы исследований. Объектами служили бурые водоросли семейства ламинариевых (в целых слоевищах и шинкованные), консервированные высушиванием, замораживанием и химическими веществами (формалином, хлоридом натрия и солевой

смесью, состоящей из хлорида натрия и хлорида кальция). Посол осуществляли сухим способом солью помолов N2, N3.

Исследовали альгинаты, выделенные из водорослей, консервированных различными способами.

Отбор проб для анализа, общий химический состав консервированных водорослей в процессе хранения, органолептическую и микробиологическую оценки соленой ламинарии осуществляли стандартными методами. Аминокислотный состав определяли хроматографическим методом на аминокислотном анализаторе "Хитачи-835". Макро- и микроэлементный состав исследовали методом атомно-абсорбционного анализа на фотометре Nippon Jarell Ash AA-855. Соленость в образцах консервированных водорослей определяли аргентометрическим методом (Лазаревский, 1955).

Альгинаты из консервированной ламинарии получали согласно действующей НТД и исследовали стандартными методами. Вязкость 0,2 %-ного водного раствора альгината натрия и его молекулярную массу в 0,2N растворе хлорида натрия определяли методом вискозиметрии (Бурштейн, 1963).

Состав и соотношение урсонных кислот в альгинатах исследовали методом ЯМР-спектроскопии на приборе "Bruker WM-250".

Структуру тканей и клеток консервированной ламинарии изучали методами световой и электронной микроскопии, используя микроскопы "Polyvar" и ЭМБ-100 Л.

Физико-механические свойства тканей консервированных водорослей оценивали, применяя метод пенетрации (Мачихин, 1981).

Обезвоживание консервированных солевой смесью бурых водорослей осуществляли на лабораторном прессе; длительность процесса прессования измеряли до наступления минимального конеч-

ного влагосодержания при соответствующей нагрузке.

Обработку экспериментального материала осуществляли с применением методов математической статистики (Саутин, 1975). Достоверность результатов оценивалась по критерию Кохрена, соответствующего доверительной вероятности  $P=0,95$ , с расчетным значением - 0,5 и табличным - 0,999.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

##### Исследования по обоснованию концентрации консерванта, сроков и условий хранения

Для подбора концентрации консерванта был взят диапазон от 5 до 25 % хлорида натрия к массе консервированных водорослей с интервалом 5 %. Хранение осуществляли при температуре от 0 до 20°C. Органолептическая оценка показала признаки порчи водорослей, консервированных 5 и 10 %-ными концентрациями NaCl через 7 сут с момента начала посола, 15 %-ной - через 20. Водоросли, законсервированные 20 и 25 %-ными концентрациями NaCl, сохраняли внешний вид, запах и цвет, свойственный свежим водорослям. Следовательно, при консервировании бурых водорослей используется концентрация хлорида натрия не менее 20 % к массе консервированного материала. Такая концентрация обеспечивает предохранение от порчи.

Установлено, что температура в исследуемых пределах не влияет на качество соленых водорослей. Они хранятся при температуре окружающего воздуха в течение года, однако необходимо наличие тузлука во всем объеме консервированных водорослей (соблюдение правила хранения "под зеркалом") для предотвращения высушивания верхнего слоя.

При посоле шинкованных водорослей происходит быстрое и

обильное выделение тузлука, тогда как слоевища отдадут влагу значительно медленнее и в меньшем объеме. Следовательно, в случае недостаточного выделения естественного тузлука, необходимо добавлять приготовленный тузлук - 20 %-ный раствор хлорида натрия.

Изучена скорость просаливания водорослей. Установлено, что ткани водоросли насыщаются солью в течение 2 ч и содержание в них хлорида натрия достигает 20 %. Отмечено, что в зависимости от способа посола и степени измельчения водорослей меняется скорость их просаливания (рис.1, а, б). При сухом посоле скорость просаливания выше, чем при тузлучном, в первые 0,5 ч, за счет более насыщенной концентрации первой порции образовавшегося тузлука. Просаливание водорослей в растворе хлорида натрия протекает более равномерно, тем не менее окончания процессов просаливания совпадают (рис.1, а). Измельчение водорослей (шинкование) значительно увеличивает скорость диффузии ионов  $Na^+$  в ткани и обеспечивает быстрое выделение клеточного сока. Установлено, что шинкованные водоросли полностью насыщаются солью за 1 ч, а слоевища за 2 ч (рис.1, б).

#### Сравнительный анализ химического состава консервированных водорослей

Результаты исследований химического состава соленой ламинарии в процессе хранения (в течение 8 мес) показали, что существенных изменений, за исключением уменьшения содержания воды не происходит (табл.1). По сравнению с сушеной ламинарией, в соленой снизилось содержание органических веществ и возросло содержание минеральных на 30-40 %.

Содержание альгиновой кислоты, находящейся в форме не-

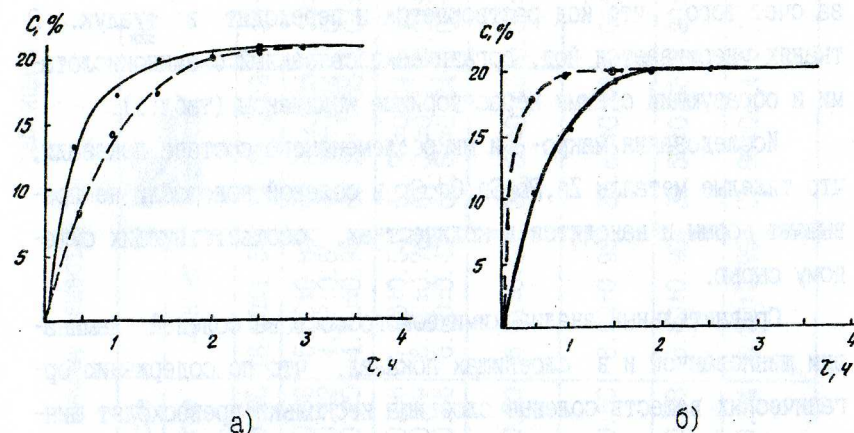


Рис.1. Изменение концентрации NaCl в консервируемой водоросли в зависимости от времени ее просаливания: а) - - - тузлучный посол; — сухой посол; б) - - - шинкованная водоросль; — слоевища

растворимых солей Ca, в соленой ламинарии остается на одном уровне в течение всего периода хранения. Содержание азотистых веществ снижается за счет перехода части свободных аминокислот в тузлук. Уменьшение общего количества азотистых веществ и альгиновой кислоты в соленой ламинарии по сравнению с сушеной и мороженой происходит за счет дисбаланса в соотношении органические/минеральные вещества. Содержание маннита уменьшается за счет его частичного растворения в тузлуке или разрушения. По содержанию аминокислот соленая ламинария не уступает сушеной и намного превосходит мороженую. Существенных изменений в содержании аминокислот в процессе хранения не происходит.

Общее содержание минеральных элементов на протяжении всего периода хранения соленой ламинарии незначительно изменяется

за счет того, что йод растворяется и переходит в туздук. В тканях удерживается йод, органически связанный с аминокислотами и образующий с ними нерастворимые комплексы (табл.1).

Исследования макро- и микроэлементного состава показали, что тяжелые металлы Zn, Pb, Sn, Cd, Sr в соленой водоросли не превышают нормы и находятся в количествах, соответствующих сушеному сырью.

Сравнительный анализ химического состава соленой ламинарии шинкованной и в слоевищах показал, что по содержанию органических веществ соленые слоевища несколько превосходят шинкованные водоросли, тогда как минеральных больше в последних (табл.1). Отмечено, что содержание растворимых органических веществ (азотистых и маннита) в шинкованной ламинарии ниже по сравнению с целыми слоевищами на 1-2 %. Растворимая альгиновая кислота удерживается в тканях измельченной водоросли.

Исследование способов удаления хлорида натрия из консервированных водорослей

Для использования соленых водорослей при производстве различных видов продукции необходимо снижение высокой концентрации хлорида натрия. В связи с этим подобраны 4 режима удаления хлорида натрия из соленых водорослей, заключающиеся в замачивании, варке в пресной воде или их последовательном совмещении. Установлены следующие закономерности, наблюдающиеся при извлечении избытка хлорида натрия из тканей водоросли: прямая варка в 2 объемах пресной воды в течение 20 мин (режим 1) позволяет снизить содержание NaCl в тканях шинкованной водоросли в 4,5 раза, а в слоевищах - в 4 раза; двукратное замачивание в 2 объемах воды на 20 мин, а затем варка в 2 объемах воды в те-

Таблица 1  
Химический состав консервированной ламинарии, % к сухому веществу

Наименование продукции из ламинарии	Срок хранения, мес	Вода, %	Органические вещества	В том числе			Минеральные вещества	Йод
				альгиновая кислота	азотистые	маннит		
Сушеная	-	16.4±2.5	68.25±0.78	27.90±0.88	10.60±0.20	18.20±1.56	31.75±0.78	0.38±0.02
Соленая шинкованная	1	68.3±0.6	32.95±0.56	18.30±0.92	5.20±0.09	5.50±0.89	67.05±0.56	0.10±0.01
	4	68.8±0.5	32.15±0.24	19.25±0.46	4.89±0.43	4.88±0.67	67.85±0.24	0.04±0.01
	8	69.1±0.5	31.90±0.55	18.30±0.89	4.78±0.20	4.80±0.98	68.10±0.55	0.04±0.01
Соленая в слоевищах	1	67.7±0.7	34.10±0.54	16.40±0.59	6.20±0.66	7.10±0.54	65.90±0.54	0.10±0.01
	4	67.7±0.3	35.96±0.48	17.00±0.26	6.75±0.29	6.49±0.76	64.04±0.48	0.04±0.01
	8	71.4±0.7	33.50±0.24	16.50±0.78	5.80±0.65	6.00±0.42	66.50±0.24	0.05±0.01
Соленая шинкованная промытая	-	91.0±0.5	61.64±0.45	35.10±0.98	8.57±0.50	6.61±0.50	38.36±0.45	0.02±0.01
Соленая в слоевищах промытая	-	89.8±1.2	62.15±0.48	40.70±0.76	9.56±0.60	8.99±0.98	37.85±0.48	0.02±0.01
Шинкованная мороженая	-	90.5±0.6	62.50±0.55	25.40±0.66	10.20±0.48	8.60±0.90	37.50±0.55	0.20±0.02
Шинкованная мороженая вареная	-	89.0±0.8	78.20±0.44	45.20±1.12	5.60±0.34	6.30±0.90	21.80±0.44	0.13±0.02

чение 20 мин, позволяют снизить содержание NaCl соответственно в 10,4 и 8,3 раза (режим 3); двукратное замачивание в 2 объемах воды на 20 мин без варки (режим 2) снижает концентрацию NaCl в шинкованной ламинарии до 2 %, а в слоевищах - до 3,8 %; уменьшить содержание хлорида натрия до минимального (1,5 и 2,1 %) можно, увеличив количество воды при отмачивании до 3-х объемов (режим 4). Промытая от соли ламинария по составу органических веществ не уступает соленой, сушеной и мороженой (табл.1).

#### Исследование способов уплотнения консистенции тканей ламинарии

Установлено, что водоросли, консервированные хлоридом натрия, сохраняются длительное время и после соответствующего режима промывки пригодны к использованию. Однако исследования показали, что при консервировании ламинарии, имеющей повышенное содержание воды в талломах (более 85 %), после обработки в воде её ткани сильно размягчаются и сырье становится непригодным для приготовления пищевой продукции. В связи с этим были исследованы способы уплотнения консистенции тканей. В качестве ингибитора размягчения наиболее приемлемым оказался хлорид кальция.

Результаты показали (рис. 2), что с увеличением концентрации хлорида кальция при обработке соленых водорослей прочность их тканей возрастает. Подобранный концентрация  $\text{CaCl}_2$ , 0,5-1,0 % к массе сырья, обеспечивает стабильность консистенции водорослей после отмачивания в воде и термообработки, так как предельное напряжение разрушения структуры тканей водоросли, обработанной хлоридом кальция такой концентрации, в сред-

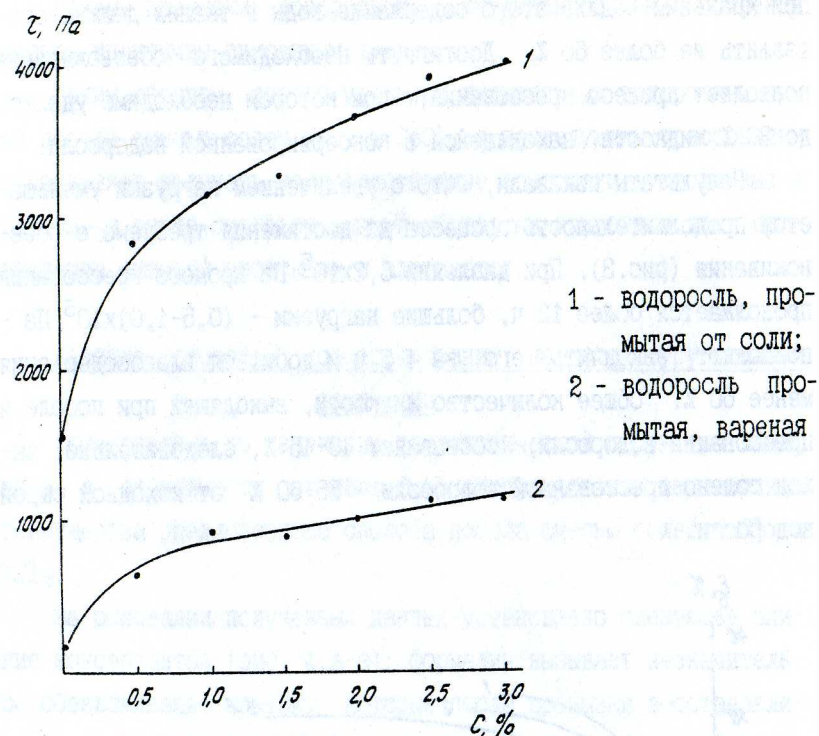


Рис.2. Влияние концентрации  $\text{CaCl}_2$  на прочность тканей водоросли

нем соответствует прочности тканей исходной сырой водоросли.

Подобранная концентрация хлорида кальция была использована для приготовления солевой смеси, состоящей из NaCl и  $\text{CaCl}_2$ .

Установлено, что длительное хранение соленой водоросли предполагает полное покрытие её тузлуком. Однако дополнительное обезвоживание консервированной солевой смесью водоросли позволяет отказаться от обязательного использования тузлука



при хранении. Для этого содержание воды в тканях должно составлять не более 60 %. Достигнуть необходимого обезвоживания позволяет процесс прессования, при котором необходимо удалить до 30 % жидкости, находящейся в консервированной водоросли.

Результаты показали, что с увеличением нагрузки уменьшается продолжительность процесса до достижения требуемого обезвоживания (рис.3). При давлении  $0,2 \times 10^5$  Па процесс прессования продолжается более 12 ч, большие нагрузки -  $(0,5-1,0) \times 10^5$  Па - позволяют закончить его за 4-5 ч и добиться влагосодержания менее 60 %. Общее количество жидкости, выходящей при посоле и прессовании водоросли, составляет 40-45 %, следовательно, выход солено-прессованной водоросли - 55-60 % от исходной сырой водоросли.

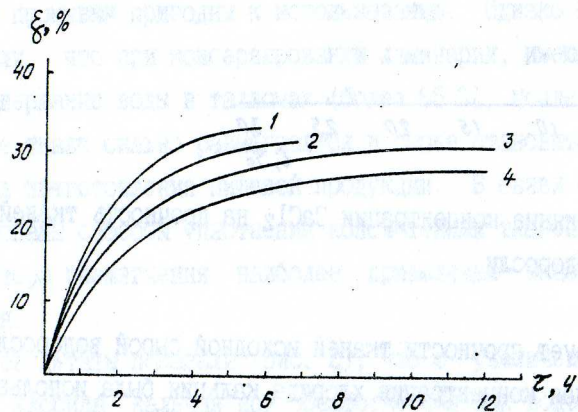


Рис.3. Динамика выделения жидкости из водоросли в процессе прессования при различных нагрузках:

1 - давление  $1 \times 10^5$  Па; 2 -  $0,5 \times 10^5$  Па;

3 -  $0,3 \times 10^5$  Па; 4 -  $0,2 \times 10^5$  Па

Режимы промывки водорослей, консервированных солевой смесью, идентичны описанным выше.

Таким образом, способ удаления жидкости из водорослей путем посола смесью солей NaCl и CaCl<sub>2</sub> с последующим прессованием позволяет получать консервированные водоросли, устойчивые в хранении и после соответствующей обработки пригодные для производства пищевой продукции и альгинатов.

#### Влияние способов консервирования на структуру тканей ламинарии

Исследования по изменению гистологической структуры ламинарии в зависимости от способов консервирования подтвердили преимущества предложенного способа посола смесью солей NaCl и CaCl<sub>2</sub>.

На основании полученных данных установлено следующее влияние консервантов (рис. 4, а-э): формалин вызывает незначительное обезвоживание клеток, которые после промывки восстанавливаются, приобретая правильную форму и строение (рис. 4, а, б); замораживание отрицательно влияет на структуру тканей и клеток, которые после размораживания теряют воду и деформируются (рис. 4, в); после восстановления высушенного слоевища в воде клетки набухают, однако остаются деформированными (рис. 4, г); под воздействием высокой концентрации хлорида натрия происходит сильнейший плазмолиз клеток водоросли (рис. 4, д), в результате которого нарушается структура тканей; после промывки соленого слоевища в воде (рис. 4, е) клетки набухают, оболочки выравниваются, но протоплазма остается в сжатом состоянии, а клеточная стенка размягчается под действием соли; введение ка-

тионов  $Ca^{++}$  при консервировании водорослей в составе солевой смеси приводит к более сильному обезвоживанию тканей, утолщению клеточных стенок, межклеточников (рис. 4, ж) и их укреплению.

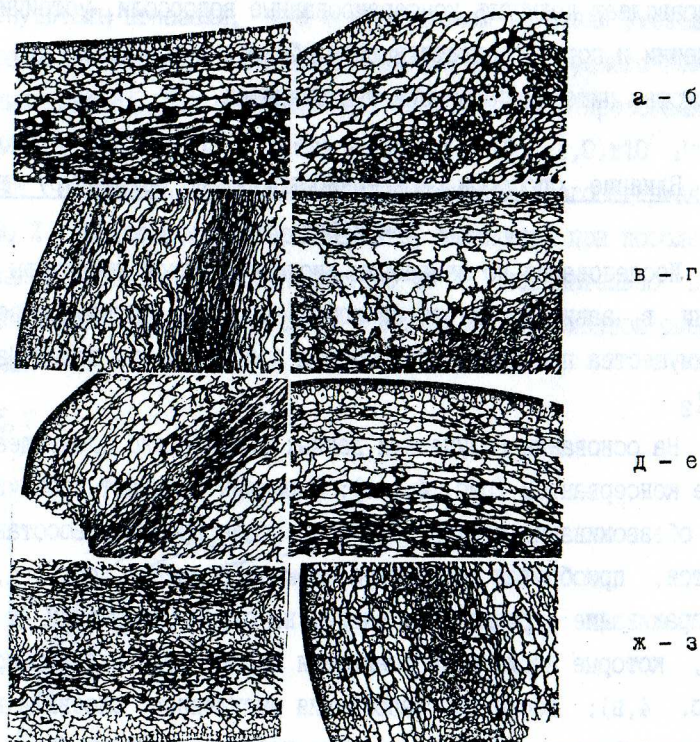


Рис. 4. Гистологическое строение ламинарии японской: а) - консервированная формалином; б) - отмытая от формалина; в) - размороженная; г) - восстановленная в воде после высушивания; д) - консервированная хлоридом натрия; е) - отмытая от хлорида натрия; ж) - консервированная солевой смесью; з) - отмытая от солевой смеси

нию, в результате чего после промывки в воде структура тканей и клеток восстанавливается без нарушения и наиболее близка к нативному (рис. 4, з).

Следовательно, введение катионов кальция обеспечивает противостояние клеточной стенки высокому осмотическому давлению, что препятствует разрыву клеток и нарушению структуры тканей.

Исследование влияния хлорида натрия на свойства альгинатов

Результаты модельного эксперимента по влиянию концентрации хлорида натрия на свойства альгинатов показали (рис. 5), что высокие концентрации консерванта не вызывают деструкции молекулы альгината кальция, но частично разрушают молекулу альгината натрия, о чем свидетельствует снижение его вязкости в 1,4 раза в пределах низких значений концентраций  $NaCl$ .

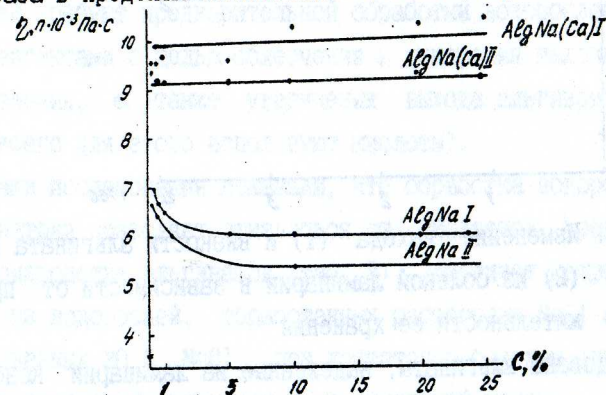


Рис. 5. Зависимость вязкости ( $\eta$ ) альгината от концентрации хлорида натрия (C):  $AlgNa(Ca)$  - альгинат натрия, полученный из альгината кальция; I - альгинаты, обработанные растворами  $NaCl$  в течение 1 сут; II - то же, но в течение 30 сут

Результаты исследования альгинатов, выделенных из консервированных хлоридом натрия водорослей различного срока хранения (рис. 6) показали, что выход альгината натрия не изменяется, но происходит снижение вязкости его раствора в результате деструкции полисахарида в первый месяц хранения. При увеличении срока хранения соленой ламинарии вязкость полученных из нее альгинатов не изменяется, что говорит об отсутствии дальнейших деструктивных процессов в альгинате.

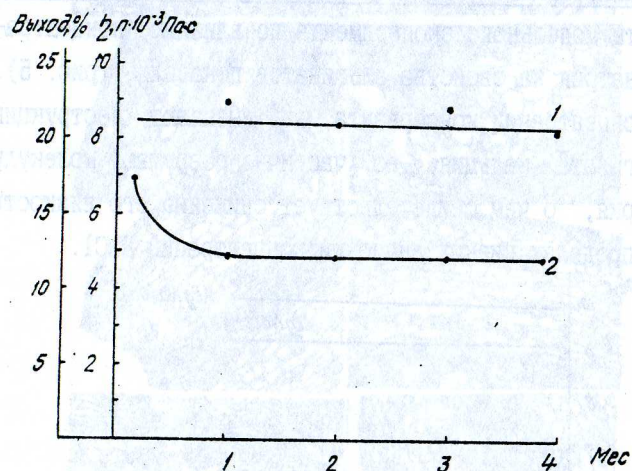


Рис. 6. Изменение выхода (1) и вязкости альгината натрия (2) из соленой ламинарии в зависимости от продолжительности ее хранения

Исследованы альгинаты, выделенные из ламинарии, консервированной смесью солей  $\text{NaCl}$  и  $\text{CaCl}_2$ . Данные показывают, что их выход на 4,0-4,4 % выше, чем из водоросли сушеной и из соленой без добавления  $\text{CaCl}_2$ . Следовательно, введение катионов  $\text{Ca}^{++}$  в солевую смесь при консервировании водорослей обеспечивает сохранение нативных свойств альгината в водоросли и увеличение

выхода.

Изучены состав и соотношение урановых кислот в альгинатах, выделенных из водорослей, консервированных хлоридом натрия. Установлено, что существенных изменений в структуре альгината не происходит. Биологические испытания, проведенные в центре радиационной медицины (г. Киев) показали, что альгинаты из соленых водорослей проявляют сорбционную активность по отношению к радионуклидам и предотвращают их усвоение организмом более чем на 50 %.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об эффективности использования водорослей, консервированных хлоридом натрия и солевой смесью, состоящей из хлорида натрия и хлорида кальция, для производства альгинатов.

Существующие технологии производства альгиновой кислоты и ее солей требуют предварительной обработки водорослей химическими реагентами с целью облегчения и ускорения щелочного экстрагирования, а также увеличения выхода альгиновой кислоты (чаще всего для этого используют кислоты).

Наши исследования показали, что обработка водорослей хлоридом натрия позволяет отказаться от кислотной предобработки при производстве альгинатов (табл. 2). Альгинат натрия, полученный из водорослей, обработанных растворами  $\text{NaCl}$  и из консервированных 20 %  $\text{NaCl}$ , при достаточно большом выходе имеет высокие показатели вязкости и молекулярной массы.

Технология получения альгинатов и альгинатсодержащих продуктов из бурых водорослей, консервированных хлоридом натрия, исключает кислотную предобработку, что значительно ускоряет и упрощает технологический процесс. Такой процесс эколо-

Таблица 2

Влияние предварительной обработки водоросли на качественные показатели альгината натрия

Вид предобработки водоросли	Показатели альгината натрия				
	Вода, %	Минер. вещ., %	Вязкость, $n \cdot 10^3$ Па·с	Мол. масса, тыс. ед.	Выход, %
1 % HCl	13,4	22,5	11,6	190 388	21,5
1 % NaCl	10,9	24,2	26,6	449 976	18,0
10 % NaCl	10,7	25,2	21,4	349 044	18,0

гически более чист и безопасен по санитарным нормам.

Технологическая схема производства консервированных водорослей и их использования

Технологическая схема производства консервированных посолом свежесобраных бурых водорослей представлена на рис. 7.

Посол осуществляется сухим способом и заключается в пересыпании целых или предварительно измельченных (шинкованных) слоевищ солевой смесью, состоящей из хлорида натрия и хлорида кальция.

Технологическая схема включает в себя прессование водорослей в слоевищах, которые укладывают по величине пресс-формы и прессуют до остаточного содержания в них воды - 60%. Это позволяет получать соленые водоросли в виде брикета и хранить

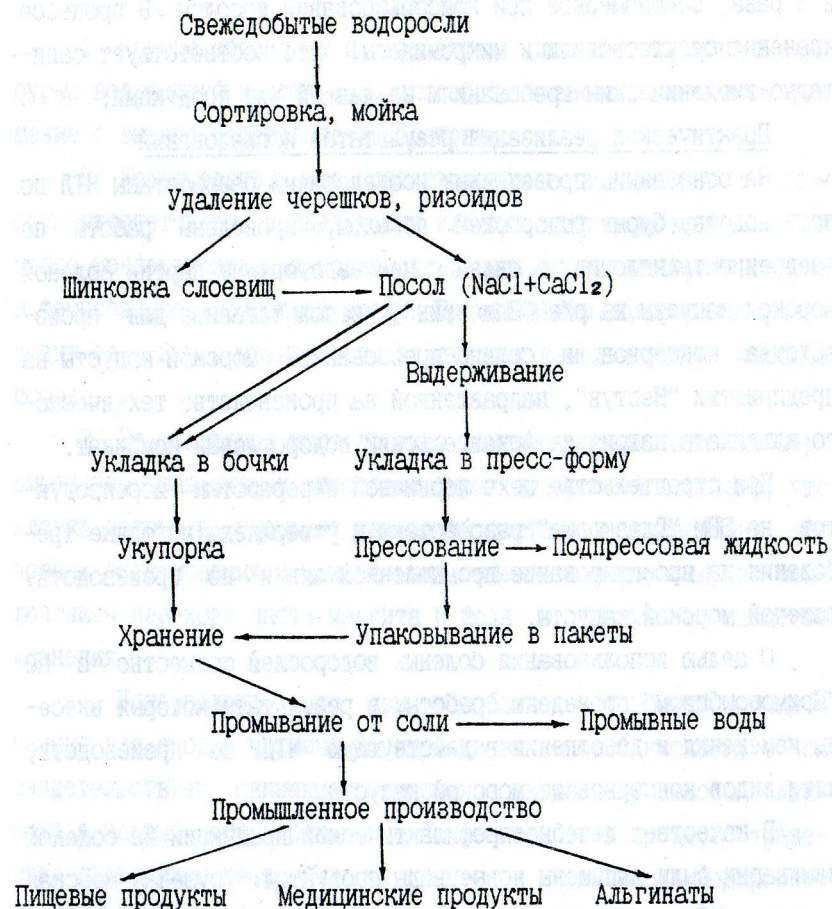


Рис.7. Технологическая схема производства консервированных водорослей и их использования в полиэтиленовых пакетах.

Результаты микробиологической оценки соленой ламинарии показали, что в процессе хранения происходит уменьшение количества мезофильных аэробных бактерий и снижение их численности

в 2 раза, закономерное при консервировании посолом. В процессе хранения отсутствовали и микромицеты, что соответствует санитарно-гигиеническим требованиям на данный вид продукции.

#### Практическая реализация результатов исследований

На основании проведенных исследований разработаны НТД по производству бурых водорослей посолом, проведены работы по внедрению технологии, в связи с чем заготовлены партии соленой морской капусты на р/з "Валентин", использованные для производства консервов и солено-прессованной морской капусты на предприятии "Нептун", направленной на производство технического альгината натрия на Архангельский водорослевый комбинат.

При строительстве цеха первичной переработки морепродуктов на ЭБМ "Глазковка" разработаны и утверждены исходные требования на проектирование промышленной линии по производству соленой морской капусты.

С целью использования соленых водорослей совместно с ПО "Приморрыбпром" проведены работы, в результате которых внесены изменения и дополнения в действующую НТД по производству пяти видов консервов из морской капусты.

В качестве лечебно-профилактической продукции из соленой ламинарии были выпущены новые виды продуктов: сушеная морская капуста "Соломка пикантная", обладающая способностью снижать накопление радионуклидов в организме и выводить их на 38 %, и "Ламиналь" - диетическое и лечебно-профилактическое средство при лечении гастроэнтерологических заболеваний.

Таким образом, применение посола для консервирования водорослей эффективно, так как позволяет расширить объемы заготовки сырья и выпуска продукции различного назначения.

#### ВЫВОДЫ

1. Научно обоснован и разработан способ консервирования бурых водорослей посолом. На способ получено положительное решение о выдаче патента на изобретение.

2. Установлено, что консервирование водорослей посолом осуществляется при концентрации хлорида натрия не менее 20 % к массе консервированных водорослей, отсутствии доступа воздуха и температуре окружающей среды. Просаливание водорослей происходит за 1-2 ч в зависимости от степени измельчения и способа посола.

3. На основании исследования химического состава консервированных различными способами бурых водорослей показано, что хлорид натрия не вызывает изменений состава и содержания основных органических и минеральных веществ в водоросли, за исключением перехода части маннита и йода в тузлук в процессе хранения.

4. Установлено, что при обработке водорослей хлоридом натрия происходит частичный гидролиз альгиновой кислоты, о чем свидетельствует снижение вязкости раствора полученного альгината в первый месяц хранения. Показано, что в процессе хранения дальнейших деструктивных процессов в альгинате водорослей не наблюдается. Показано отсутствие изменений состава и соотношения урсонных кислот в альгинатах под влиянием хлорида натрия.

5. Научно обосновано и экспериментально доказано положительное влияние катионов  $Ca^{++}$  при посоле водорослей солевой смесью на структуру тканей водоросли, что обеспечивает стабильность их консистенции при технологической обработке.

6. Установлено, что введение катионов  $Ca^{++}$  в солевую смесь в результате реакции замещения ими одновалентных катионов в альгинате водоросли обеспечивает сохранение нативных свойств и увеличение выхода альгината.

7. Рекомендовано производить посол водорослей солевой смесью, состоящей из 20 % хлорида натрия и 0,5-1 % хлорида кальция к массе консервированного материала.

8. Исследована возможность использования консервированных посолом водорослей для производства альгинатов. Установлено, что процесс кислотной предобработки при производстве альгинатов из соленых водорослей исключается, что значительно упрощает технологию.

9. Подобраны и обоснованы режимы промывки водорослей от консервантов, позволяющие снизить содержание хлорида натрия в тканях с 20-23 % до 5,8-1,5 %.

10. Разработаны и утверждены ТИ и ТУ N 15-01 994-91, изменение N1 к ТУ "Капуста морская соленая для промышленной переработки", а также "Исходные требования на проектирование опытно-промышленной линии первичной обработки и консервирования ламинарии для производства пищевой, медицинской и кормовой продукции".

11. Технология консервирования водорослей посолом внедрена в промышленное производство. Результаты производственных проверок подтвердили основные закономерности, выявленные при лабораторных исследованиях.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Подкорытова А.В., Константинова Н.Ю. Влияние способов консервирования на свойства альгинатов и других биологически

активных веществ ламинарии японской // Всесоюзное совещание "Биологически активные вещества гидробионтов - новые лекарственные, лечебно-профилактические и технические препараты". - Владивосток, 1991.- С. 108-109.

2. Подкорытова А.В., Константинова Н.Ю. О способах консервирования морских водорослей // Всесоюзное совещание "Рациональное использование биоресурсов Тихого океана". - Владивосток, 1991.- С. 228-229.

3. Константинова Н.Ю. Эффективность применения солевой смеси при консервировании водорослей // Конференция молодых ученых "Биология и рациональное использование гидробионтов, их роль в экосистемах". - Владивосток.- 1993. С. 66-67.

4. Константинова Н.Ю., Подкорытова А.В. Способ консервирования бурых водорослей: Заявка N 92014686/13/061192, положительное решение от 9.06.94.

5. Подкорытова А.В., Константинова Н.Ю. Консервирование бурых водорослей // Рыбное хозяйство.- 1994.- N3.- С. 48-50.

6. Константинова Н.Ю., Подкорытова А.В., Ковалева Е.А. Изменение физических свойств и химического состава соленой ламинарии японской в процессе хранения // Комплексные исследования морских гидробионтов и условий их обитания.- Владивосток: ТИНРО, 1994.- С.151-156.

7. Константинова Н.Ю., Подкорытова А.В. Изменение структуры тканей ламинарии в зависимости от способа консервирования // Растительные ресурсы, 1995 (в печати).