

пуск гелеобразного продукта «Ламиналь» для лечебно-профилактических учреждений г. Владивостока.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Подкорытова А.В., Аминина Н.М., Ковалева Е.А. Комплексная переработка ламинарии японской при производстве сублимированной продукции // Проблемы технологии переработки нетрадиционного сырья из объектов дальневосточного промысла. – Владивосток: ТИПРО, 1989. – С. 116–121.
2. Подкорытова А.В., Ковалева Е.А. Разработка технологии получения вкусовой добавки из водных отходов ламинарии японской // Тез. докл. конф. ВЦБВНТОпп. – Киев, 1991. – С. 37.
3. Подкорытова А.В., Аминина Н.М., Ковалева Е.А. и др. Изменение сорбционной активности альгиновой кислоты при получении лечебно-профилактической продукции // Изв. ТИПРО. – 1992. – Т. 114. – С. 146–149
4. Подкорытова А.В., Аминина Н.М., Ковалева Е.А., Кадникова И.А. Биологически активные вещества морских водорослей и их значение в лечебно-профилактическом питании // Тез. докл. Междунар. конф. «Технология переработки гидробионтов». – М., 1994. – С. 134–135.
5. Пат. № 2041656 РФ. Способ получения пищевого полуфабриката из ламинариевых водорослей / А.В.Подкорытова, Е.А.Ковалева, Н.М.Аминина. Оpubл. 20.08.95.
6. Ковалева Е.А., Долгова О.В., Малыгина О.Г. и др. Новый метод подхода к получению пищевых продуктов из ламинарии японской // Тез. Междунар. студен. науч.-исслед. конф. – Находка: ИТиБ, 1998. – С. 50.
7. Ковалева Е.А., Вишневская Т.И., Подкорытова А.В. Разработка технологии вкусовой быстрорастворимой приправы из *Laminaria japonica* // Изв. ТИПРО. – 1999. – Т. 125. – С. 462–467
8. Ковалева Е.А., Долгова О.В., Малыгина О.Г. Использование природного сырья Приморского края в производстве десертной продукции // Тез. докл. 1-й междунар. научн. конф. творческой молодежи «Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в 21-м веке». – Хабаровск, 1999. – С. 31–32.
9. Ковалева Е.А., Соколова В.М. Некоторые аспекты получения лечебно-профилактических продуктов из бурых водорослей // Тез. докл. науч.-практ. конф. «Новые биомедицинские технологии с использованием биологически активных добавок». – Владивосток, 1999. – С. 44–46.
10. Ковалева Е.А., Чекмазов И.А. Влияние низких температур на структурно-механические свойства «Ламиналя» // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Человек – Культура – Экология». – Находка: ИТиБ, 2000. – С. 13–15.

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр

Владивосток, тутик Шевченко, 4

Подписано в печать 26.06.2000 г. Формат 60x90/16. Уч.-изд.л. 1. Тираж 100. Заказ № 13

КОВАЛЕВА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ  
ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ ЛАМИНАРИИ  
ЯПОНСКОЙ (*LAMINARIA JAPONICA*)**

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

Владивосток – 2000

Работа выполнена в Тихоокеанском научно-исследовательском  
рыбохозяйственном центре (ТИНРО-центр), г. Владивосток

Научный руководитель: доктор технических наук, старший научный  
сотрудник  
А. В. Подкорытова

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Богданов В.Д.  
кандидат химических наук, доцент  
Соколова Л.И.

Ведущая организация – открытое акционерное общество комбинат  
рыбной гастрономии базы активного  
морского рыболовства (ОАО НБАМР КРГ)

Защита состоится “28” июля 2000 г. в 10 час. на заседании  
диссертационного совета К 117.08.03 Дальневосточного государственного  
технического рыбохозяйственного университета по адресу:  
690600, ГСП, г. Владивосток,  
ул. Луговая, 52-Б

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Дальневосточного  
государственного технического рыбохозяйственного университета.

Автореферат разослан “27” июня 2000 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент

Мамедова Т.Д.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Расширение ассортимента и создание новых продук-  
тов лечебно-профилактического направления из бурых водорослей становится  
особенно актуальным в связи с ухудшением экологической обстановки.

Современные данные (Барашков, 1972; Казьмин, 1972, 1989; Кизеветтер  
и др., 1973, 1980; Шмелькова и др., 1973; Воронова и др., 1987, 1991; Корзун и  
др., 1987, 1989, 1992; Подкорытова, 1987, 1992, 1996; Мирошниченко, 1988,  
1992, 1998; Джарвис, 1990; Комисаренко, 1990; Аминина и др., 1994, 1999) о  
химическом составе и фармакологических свойствах нутриентов ламинарии  
японской (*Laminaria japonica*), показывают возможность ее использования в  
качестве сырья для производства пищевых продуктов, обладающих лечебно-  
профилактическими свойствами.

Многие отечественные и зарубежные учёные (Naug, 1967, 1970; Толсто-  
гузов, 1978; Воронова, Рехина, 1987, 1989; Богданов, Сафронова, 1990, 1993;  
Indergaard, 1991) исследовали водоросли и их полисахариды с целью производ-  
ства продуктов с заданными свойствами. Однако очень мало работ посвящено  
их применению в лечебно-профилактических целях.

На момент исследований пищевой промышленностью выпускается не-  
большой ассортимент продукции из ламинарии (несколько наименований кон-  
сервов и кулинарных изделий по типу салатов), но при замачивании, варке и  
термической обработке теряется значительная часть минеральных элементов,  
аминокислот, углеводов и других водорастворимых компонентов. Альгинаты,  
выделенные из бурых водорослей, широко используют как эмульгаторы и ста-  
билизаторы, так как они связывают большое количество воды, увеличивают  
вязкость продуктов, способствуют образованию стойких эмульсионных и геле-  
образных систем. Однако отсутствует технология, позволяющая получать пи-  
щевой продукт из ламинарии, обладающий подобно альгинатам структурообра-  
зующими свойствами. Для ее создания необходимо подобрать условия ионооб-  
менных реакций, которые способствуют очистке функциональных групп альги-



новой кислоты от поливалентных металлов и ее перевода в альгинат натрия в тканях водоросли.

Известно, что функциональные группы альгиновой кислоты водоросли заблокированы двух- и поливалентными металлами и проявляют недостаточную активность по отношению к ионам (Райхенберг, 1968). В реакциях ионообмена, происходящих в стехиометрических количествах, обменивающиеся ионы удерживаются ионитом неодинаково прочно. Поэтому ионит, как правило, переводят в более активную форму, вводя в контакт с ионами, которые необходимо абсорбировать и прочно удержать.

Перечисленные факторы предопределили необходимость создания технологии обработки водоросли, позволяющей сохранить максимальное количество нутриентов ламинарии и получить пищевые продукты, обладающие лечебно-профилактическими свойствами.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы является обоснование и разработка рациональной безотходной технологии переработки морской бурой водоросли ламинарии японской для получения пищевых продуктов с определенными химическими и реологическими свойствами.

Для реализации этой цели были поставлены и решены следующие задачи:

- разработать технологию продуктов из ламинарии японской, содержащих вещества, обладающие лечебно-профилактическими свойствами;
- научно обосновать и создать условия ионообменных реакций структурно-связанной альгиновой кислоты в тканях ламинарии японской;
- разработать параметры создания гелеобразующей системы из ламинарии японской с использованием природных свойств альгиновой кислоты;
- исследовать влияние температуры обработки на химические и реологические характеристики гелеобразующего продукта;
- исследовать сорбционную способность разработанных пищевых продуктов из ламинарии;

- изучить лечебно-профилактические свойства разработанных продуктов из ламинарии и разработать рекомендации по их применению в качестве лечебно-профилактических.

Научная новизна работы. Научно обоснована, с учетом свойств и состава сырья, технология получения пищевых продуктов с лечебно-профилактическими свойствами из морской бурой водоросли *Laminaria japonica*.

Исследовано влияние различных факторов (рН, температуры, гидромодуля, продолжительности) на выделение растворимых веществ из тканей водоросли и обоснован способ их концентрирования.

Исследованы условия ионообменных реакций структурно связанной альгиновой кислоты в тканях *Laminaria japonica*; установлено необходимое значение рН, обеспечивающее достаточную степень перевода альгиновой кислоты в альгинат натрия.

Разработаны и обоснованы технологические режимы получения сублимированных, гелеобразных продуктов из водоросли.

Научно обоснована и экспериментально подтверждена сорбционная активность *in vitro* и *in vivo* пищевых продуктов из ламинарии «Соломки пикантной» и «Приправы вкусовой быстрорастворимой» в сравнении с сорбционной активностью *Laminaria japonica*.

Научная новизна, положенная в основу разработанных технологических процессов, подтверждена патентом РФ № 2041656 «Способ получения пищевого полуфабриката из ламинариевых водорослей».

Практическая значимость работы. На основе результатов исследования разработаны технологии сублимированных продуктов, гелеобразного продукта «Ламиналя» - и пищевых продуктов эмульсионного типа на его основе.

Разработаны и утверждены нормативные документы на технологию производства «Ламиналя» и продуктов на его основе:

ТУ 9284-102-00472012-97 «Ламиналь», ТИ № 476-92;

ТУ 9284-103-00472012-97 «Ламиналь мороженный»;

ТУ 9284-104-00472012-97 «Ламиналь пресервы»;  
ТУ 9284-033-00472012-95 «Пюре изумрудное»;  
ТУ 9284-034-00472012-95 «Соуса «Ламинариевый», «Новинка»»,  
ТИ № 36-30-95;  
ТУ 9284-175-00472012-2000 «Ламиналь (биогель из морской капусты)»,  
ТИ № 36-166-99;

Н 36-2-97 нормы расхода сырья, материалов и тары при производстве «Ламиналя».

С целью комплексного извлечения из ламинарии веществ, обладающих сорбционными свойствами, разработаны и утверждены:

ТУ 8490-006-00472012-93 «Соломка пикантная», ТИ № 36-5-93;  
ТУ 8400-007-00472012-93 «Приправа вкусовая быстрорастворимая»,  
ТИ № 36-6-93.

Получено разрешение Минздрава РФ на применение «Ламиналя (биогеля из морской капусты)» в качестве лечебно-профилактического продукта в комплексной терапии гастроэнтерологических заболеваний (гигиеническое заключение № 77.9.916.П.8828.2.00 от 15.02.2000).

Разработаны рекомендации по употреблению «Ламиналя (биогеля из морской капусты)» при профилактике и лечении гастроэнтерологических заболеваний.

Реализация результатов исследования. Разработан «Промышленный регламент на производство «Ламиналя» и продуктов на его основе». На опытно-экспериментальном участке ГУП ТИПРО-Центра установлена линия по производству «Ламиналя» производительностью 50 кг/сут для лечебно-профилактических учреждений г.Владивостока (Заключение ЦГСЭН № 510 от 16.03.99). Лечебно-профилактический продукт «Ламиналь (биогель из морской капусты)» рекомендован для лечения гастроэнтерологических заболеваний у детей и взрослых.

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены на конференциях: «Всесоюзная научно-техническая конференция по БАВ», Киев,

1991 г.; «Технология переработки гидробионтов», Москва, ВНИРО, 1994 г.; «Медицина-99», Владивосток, 1999 г.; «Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в 21-м веке», Хабаровск, 1999 г.; «Человек, экология, культура на пороге 21-го века», Находка, 1998 г.; «Человек – Культура – Экология», Находка, 2000 г.; технических секциях Ученого совета ТИПРО-Центра 1988–1999 гг.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 10 работ, в том числе 3 статьи, патент РФ.

Объем и структура диссертации. Работа состоит из введения, 3 глав, выводов, списка использованной литературы и 32 приложений. Работа изложена на 119 с, включает 28 таблиц, 14 рисунков. Список литературы включает 140 наименований отечественных и зарубежных авторов. Приложения составляют 65 с и содержат нормативные документы, акт выпуска «Ламиналя», заключения о медико-биологических и клинических испытаниях.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Обоснована актуальность проблемы создания пищевых и лечебно-профилактических продуктов на основе морских бурых водорослей.

Обзор литературы. Обобщены литературные данные по химическому составу и фармакологическим свойствам биологически активных веществ морских бурых водорослей.

Значительная часть обзора посвящена физико-химическим свойствам основного структурного полисахарида бурых водорослей – альгиновой кислоты; показаны основные положения теории ионообмена, обоснована сорбционная активность альгиновой кислоты и ее солей.

Кроме того, рассматриваются реологические свойства альгинатов и условия образования гелей (Богданов, Сафронова, 1990, 1993; Грешнов, Взоров, 1997; Подкорытова, Соколова, 1997).

Проанализированы современные технологии получения пищевых продуктов на основе водорослей и их полисахаридов.

Из анализа научной и патентной литературы установлено, что способом, позволяющим переводить структурно-связанную альгиновую кислоту, содержащуюся в тканях водоросли, в альгинат натрия, является ее обработка в кислых и щелочных средах.

Из анализа химического состава, функциональных и фармакологических свойств следует, что бурые водоросли являются уникальным сырьем для производства продуктов лечебно-профилактического назначения.

Бурые водоросли, также как входящие в их состав полисахариды (альгинаты) обладают свойствами структурообразователей, что предопределяет их использование в создании пищевых композиций.

Сформулирована цель и поставлены задачи исследований.

Объекты и методы исследования. В качестве объектов исследований использовали бурые водоросли семейства ламинариевых (*Laminariales*), собранные с естественных зарослей, в промысловый период (июнь- август) в Приморье, Южно-Курильском районе – ламинарию японскую (*Laminaria japonica Aresch*), соответствующую требованиям технических условий ТУ 15-01 206- 89; пищевые и лечебно-профилактические продукты, полученные в процессе разработки, а также альгинаты, выделенные из ламинарии и разработанных продуктов: «Ламиналь», соусы «Новинка» и «Ламинариевый», пюре «Изумрудное», «Соломка пикантная», «Приправа вкусовая быстрорастворимая».

Органолептическую оценку продуктов проводили методом количественной оценки с помощью балльных шкал по пятибалльной шкале.

Исследования химического состава: воды, минеральных веществ, альгиновой кислоты, азотистых оснований, йода, – проводили по ГОСТу 26185-84 и методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-6A (Япония); клетчатки – по модифицированной методике Лазаревского; микробиологический контроль продукции осуществляли стандартными методами.

Аминокислотный анализ осуществляли на аминокислотном анализаторе НТАСНІ-835 (Япония). Биологическую ценность готовых продуктов опреде-

ляли методом расчета аминокислотного сора и сопоставлением со шкалой, рекомендованной объединенным экспертным комитетом ФАО/ВОЗ.

Содержание макро- и микроэлементов – методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на приборе фирмы «Nippon Jargel Ach», модель АА-855 (Япония).

Вязкость альгинатных растворов, гелей, готовых продуктов – методом вискозиметрии на капиллярных вискозиметрах типа ВПЖ с диаметром капилляра от 1,31 до 3,55 мм и ротационном вискозиметре Реотест-2 (ГДР) на измерительных цилиндрах с пределом измерений вязкости 0-380 Па·с.

Сорбционную активность пищевых продуктов в сравнении с таковой в альгинатах определяли в системах  $Ca^{++}$  –  $Sr^{++}$  по модифицированной методике Хауга.

Исследование процессов экстрагирования растворимых нутриентов водоросли, перевода структурно-связанной альгиновой кислоты в альгинат натрия, определение параметров замораживания и сублимационной сушки проводили по общеизвестным методикам, применяемым для данных процессов.

Оценку качества продуктов из ламинарии проводили на дегустационных совещаниях при ТИПРО-Центре, Госкомрыболовства РФ, выставках-дегустациях.

Биологические испытания «Соломки пикантной» и ПВБ осуществляли в лаборатории профилактики внутреннего облучения ВНИИ центра радиационной медицины АМН Украины (г. Киев). Клинические испытания готовых продуктов проводили на кафедре поликлинической педиатрии Владивостокского Государственного Медицинского Университета. Испытания «Ламиналя» – в НИИ Питания АМН РФ (г. Москва).

Для математической обработки результатов экспериментов использовали пакет прикладных программ по статистической обработке экспериментальных данных «Master statistics» для персональной ЭВМ типа Apple II.

Общая схема проведения экспериментальных работ приведена на рис. 1.

На основании, полученных результатов рекомендован способ тепловой вакуумной сушки ламинарии японской при температуре 50 °С в течение 15 ч.

Шинкованную водоросль, после экстрагирования минеральных и органических веществ, направляли на производство «Соломки пикантной». Процесс ее приготовления состоит из внесения вкусовых компонентов; сушки сублимацией; фасования и упаковки готового продукта. Разработаны рецептуры «Соломки пикантной» соленой и сладкой.

Было установлено, что процесс сушки «Соломки пикантной» идентичен сушке водоросли. Коэффициенты гидратации, рассчитанные для сублимированной ламинарии и «Соломки пикантной», имели практически одинаковые значения. Поэтому для сушки «Соломки пикантной» рекомендуется температура 50 °С.

Рекомендуемый режим сушки приемлем для ПВБ, так как входящие в нее органические вещества, в том числе маннит, максимально сохраняются при подобранном температурном режиме.

#### Разработка технологии гелеобразных продуктов из ламинарии

Разработка технологии гелеобразных продуктов основана на ионообменных реакциях альгиновой кислоты.

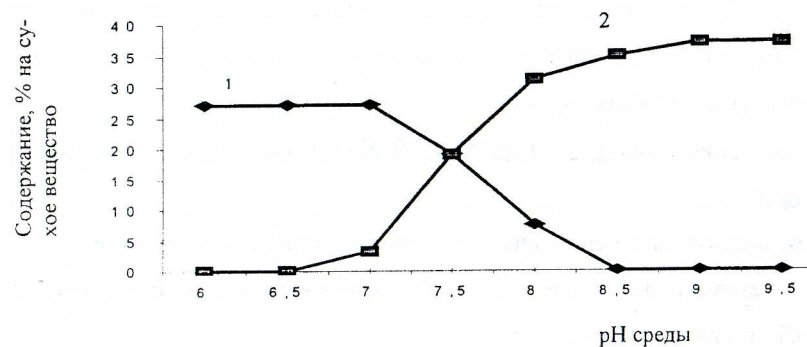
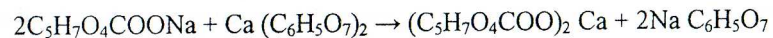
При определении параметров щелочной обработки структурно-связанной альгиновой кислоты в тканях ламинарии установлено, что увеличение pH до 7,5 приводит к сдвигу реакции обмена в сторону образования альгината натрия; при pH 8,5–9,0 альгиновая кислота полностью переходит в альгинат натрия (рис. 4, а).

Повышение температуры процесса выше 95 °С приводит к резкому уменьшению содержания альгиновой кислоты, что, очевидно, связано с ее деструкцией (рис. 4, б).

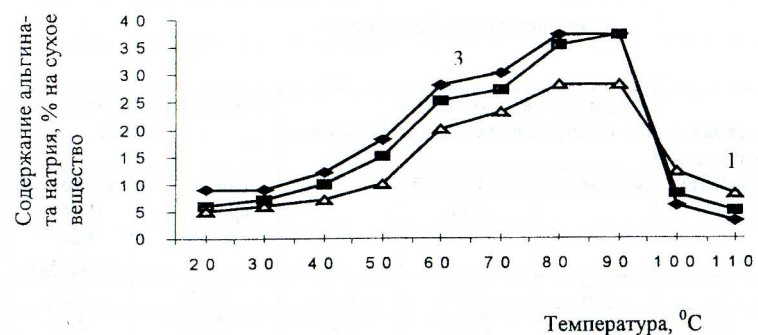
Установлено, что щелочная обработка при гидромодуле 1:2, pH 9, температуре 85–90 °С в течение 1,5–2,0 ч обеспечивает превращение альгиновой кислоты в ее растворимую соль – альгинат натрия.

При дальнейшем измельчении (гомогенизации) водорослевой массы происходит освобождение альгинатов из тканей водоросли с образованием однородной гелеобразной массы.

При введении цитрата кальция в пищевую композицию, в состав которой входит альгинат натрия, в присутствии лимонной кислоты, образуется цитрат натрия, являющийся буфером реакции альгинатов с ионами кальция.



а) 1 – альгиновая кислота;  
2 – альгинат натрия



б) 1 – 1,0 ч; 2 – 1,5 ч; 3 – 2,0 ч

Рис. 4 Влияние условий обработки на процесс перевода альгиновой кислоты в альгинат натрия в тканях водоросли

Введение катионов  $\text{Ca}^{++}$  обеспечивает, в результате реакции замещения, образование геля альгината кальция, что приводит к образованию стойкой гелеобразной системы, вследствие участия катионов кальция в процессе гелеобразования и создания дополнительных, поперечно сшитых альгинатных молекул.

Экспериментально установлено, что нейтрализация водорослевой массы до pH 6,5-7,0 6 %-ным раствором лимонной кислоты и введение цитрата кальция из расчета 0,1 г / г альгината натрия с последующей гомогенизацией в течение 10 мин приводят к образованию однородного гелеобразного продукта, получившего название «Ламиналь».

Исследование влияние температуры обработки на реологические свойства «Ламиналя»

Экспериментально установлено, что температуры до 95 °С и ниже 0 °С оказывают незначительное влияние на физико-химические и реологические свойства «Ламиналя» (табл.2).

Таблица 2

Влияние температурной обработки на физико-химические и реологические свойства «Ламиналя»

Температура, °С	Продолжительность обработки, мин	Содержание, % от массы сухих веществ		Вязкость, Па·с	Характеристика альгината натрия	
		клетчатки	альгиновой к-ты		молекулярная масса, кДа	вязкость 0,2 %-ного р-ра, Па·с
20 ± 5	-	6,4	27,6	2,5	76,0	4,2
70 ± 5	40	6,4	27,6	2,4	75,0	4,2
80 ± 5	40	6,3	27,2	2,4	75,0	4,1
90 ± 5	40	6,3	27,4	2,3	74,0	4,2
105	20	5,1	12,7	0,9	7,0	1,6
110	20	5,7	12,7	0,9	6,9	1,5
Минус 10	180	6,3	30,2	3,0	76,0	5,4
Минус 20	120	6,3	30,2	3,5	76,0	6,3
Минус 30	40	6,3	30,4	4,0	76,0	8,9

Температурный режим более 95 °С разрушает структуру альгинатов, что установлено по уменьшению содержания альгиновой кислоты почти в 3 раза. При этом происходит полная потеря агрегатной устойчивости геля, коллоидные частицы соединяются в крупные агрегаты, образуя плотный осадок - коагулят.

Исследование влияния на продукт низких температур показало, что возрастание скорости замораживания с  $0,22 \cdot 10^{-5}$  м/с до  $1,8 \cdot 10^{-5}$  м/с приводит к некоторому повышению вязкости размороженного продукта (табл. 2), что объяснимо изменением активности альгинатных молекул, а также к уменьшению продолжительности процесса. Его криоскопическая температура, определенная по кривым замораживания, составляет минус 1,1°С.

На основании экспериментальных данных по влиянию температуры на «Ламиналь» предложены методы его консервирования: термообработка (температура 80–85 °С, продолжительность 40 мин) и замораживание (температура минус 20 °С, скорость замораживания  $0,5 \cdot 10^{-5}$  м/с).

Подобраны сроки и условия хранения: «Ламиналь мороженный» – 8 мес при температуре не выше минус 18 °С; «Ламиналь» (укупоренный в банку) – 5 мес при температуре от минус 4 °С до плюс 4 °С; «Ламиналь сушенный» – 12 мес при температуре от 0 °С до 20 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %, – которые подтверждены данными микробиологических анализов.

Для расширения ассортимента разработаны рецептуры соусов и пюре на основе «Ламиналя». Соусы «Ламинариевый», «Новинка» рекомендовано использовать в качестве приправы к мясным и рыбным блюдам, а пюре «Изумрудное» – в качестве десерта и для приготовления коктейлей.

Исследование химического состава продуктов, полученных из ламинарии

Результаты исследования общего химического состава ламинарии японской и продуктов, полученных из нее, показывают, что в продуктах увеличивается концентрация органических веществ (69,6–83,4 %), а минеральных уменьшается (16,6–30,4 %) по сравнению с сырьем, кроме ПВБ (табл. 3).

Химический состав ламинарии японской и продуктов, полученных из нее, % на сухое вещество

Наименование Продукта	Содержание веществ							йода
	сухих	минеральных	органических	альгиновой кислоты	маннита	клетчатки	азотистых (N x 6,25)	
Ламинария япон- ская сырец	18,0	36,4	64,6	28,5	14,4	6,9	8,1	0,32
«Соломка пи- кантная» сладкая	94,6	16,6	83,4	41,7	3,5	6,0	9,3	0,01
«Соломка пи- кантная» соленая	94,9	24,8	75,2	41,4	4,2	6,7	10,2	0,01
Приправа вкусо- вая быстро- растворимая	90,2	45,7	54,3	3,9	35,2	-	7,8	0,1
«Ламиналь» су- шеный	90,5	39,3	60,7	27,3	3,8	6,4	8,1	0,01
Соус «Ламина- риевый»	15,6	30,1	69,9	19,4	2,0	3,1	6,5	0,01
Соус «Новинка»	14,8	30,4	69,6	19,8	2,0	4,3	6,6	0,01
Пюре «Изумруд- ное»	20,3	29,3	70,7	22,5	2,6	5,6	6,1	0,01

18

Поглощение

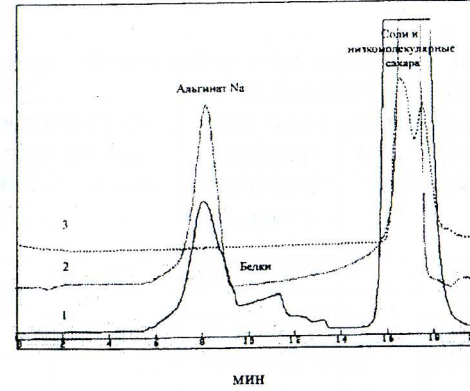


Рис. 5  
Хроматограммы водо-  
растворимой фракции  
«Ламиналя» (1), альгина-  
та натрия (2) и маннита  
(3)

Разработанная продукция отличается высоким содержанием глутаминовой (от 0,92 до 4,2 мг/100 г сухого продукта) и аспарагиновой (от 0,74 до 1,7 мг/100 г сухого продукта) кислот, при этом скор всех незаменимых аминокислот, за исключением лизина, а для «Соломки пикантной» – лейцина и изолейцина, находится в пределах около 100 %, содержит биогенные микроэлементы, такие как молибден, марганец, железо и др.

Хроматографическое исследование «Ламиналя» (1) показало, что его водорастворимая фракция содержит альгинат натрия, азотистые вещества, соли и низкомолекулярные сахара. Пик альгината натрия выходит первым и по времени удерживания совпадает со стандартом (2). Следом несколькими пиками выходят белки, их идентифицировали с помощью УФ-детектора по поглощению при 280 нм. Последними одним пиком выходят соли и низкомолекулярные сахара, этот пик по времени удерживания совпадает со стандартом маннита (3) (рис. 5).

Сравнительная характеристика данных показала, что метод ВЭЖХ можно использовать как экспресс-метод для контроля химического состава на различных стадиях технологического процесса, и позволяет проследить деструкцию альгиновой кислоты.

Исследования сорбционных свойств ламинарии японской, «Соломки пикантной» и ПВБ в экспериментах *in vitro* и *in vivo* показали возможность их



использования в качестве энтеросорбента радионуклидов стронция и цезия (табл. 4, 5).

Таблица 4

Изменение сорбционной активности альгинатсодержащих продуктов в эксперименте *in vitro*

Наименование продукта	Содержание ионов, г/моль				Коэффициент селективности
	[Sr] <sub>i</sub>	[Ca] <sub>i</sub>	[Sr] <sub>g</sub>	[Ca] <sub>g</sub>	
Ламинария японская	0,758	0,922	0,098	0,078	1,6
«Соломка пикантная» рН=7	0,758	0,922	0,718	0,225	3,8
«Соломка пикантная» рН=3	0,758	0,922	0,475	0,068	8,4
Альгиновая кислота	0,758	0,922	0,511	0,068	9,1
Альгинат натрия	0,758	0,922	0,595	0,050	14,3
Альгинат кальция	0,758	0,922	0,076	0,078	1,2

Таблица 5

Изменение сорбционной активности альгинатсодержащих продуктов в эксперименте *in vivo*

Наименование продукта	Количество продукта, вводимого в рацион животных, г	Содержание альгиновой кислоты		Количество связанных радионуклидов, %		Сорбируемость радионуклидов на 1 г альгиновой кислоты	
		%	г	<sup>85</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>85</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
Альгинат натрия	0,4	80,0	0,32	53,8	16,0	24,5	28,5
Альгинат кальция	0,4	85,0	0,34	72,3	21,0	77,4	61,8
«Соломка пикантная»	2,0	40,0	0,80	31,3	27,7	39,0	34,6
ПВБ	0,4	15,0	0,06	37,3	11,6	621,0	193,0

Значительная эффективность выведения радионуклидов из организма обуславливается дополнительным участием кальция и калия в обменных процессах. Результаты исследований *in vitro* показали, что наибольшей сорбционной

активностью по отношению к стронцию обладают альгиновая кислота, «Соломка пикантная» (рН=3) и альгинат натрия, полученные из ламинарии японской. Их коэффициенты селективности более чем в 5 раз превышают коэффициент селективности исходного сырья (табл. 4).

Результаты экспериментов *in vivo* показали, что альгиновая кислота, входящая в органическую часть ПВБ, обладает наибольшей сорбционной активностью к радионуклидам цезия и стронция по сравнению с другими альгинатсодержащими продуктами (табл. 5).

В результате проведенных исследований разработана технологическая схема получения пищевых продуктов с лечебно-профилактическими свойствами при переработке морской бурой водоросли ламинарии японской (рис.6).

На основании биологических и клинических испытаний «Ламиналь (биогель из морской капусты)» получил статус лечебно-профилактического продукта и разрешен Минздравом РФ на применение в комплексной терапии лечения и профилактики гастроэнтерологических заболеваний (Гигиеническое заключение N 77.99.9.916.П.8828.2.00 от 15.02.2000). Биологические испытания «Соломки пикантной» и «Приправы вкусовой быстрорастворимой» в лаборатории профилактики внутреннего облучения ВНИИ центра радиационной медицины АМН Украины (г. Киев) показали, что данные продукты можно использовать в качестве энтеросорбента радионуклидов.

#### ВЫВОДЫ

1. Научно обоснована и разработана рациональная безотходная технология переработки морской бурой водоросли *Laminaria japonica*, основанная на ионообменных реакциях альгиновой кислоты в тканях водоросли.
2. Исследован процесс экстрагирования растворимых веществ из ламинарии японской (*Laminaria japonica*). Установлена прямо пропорциональная зависимость между их выходом в экстракт и параметрами кислотной обработки.

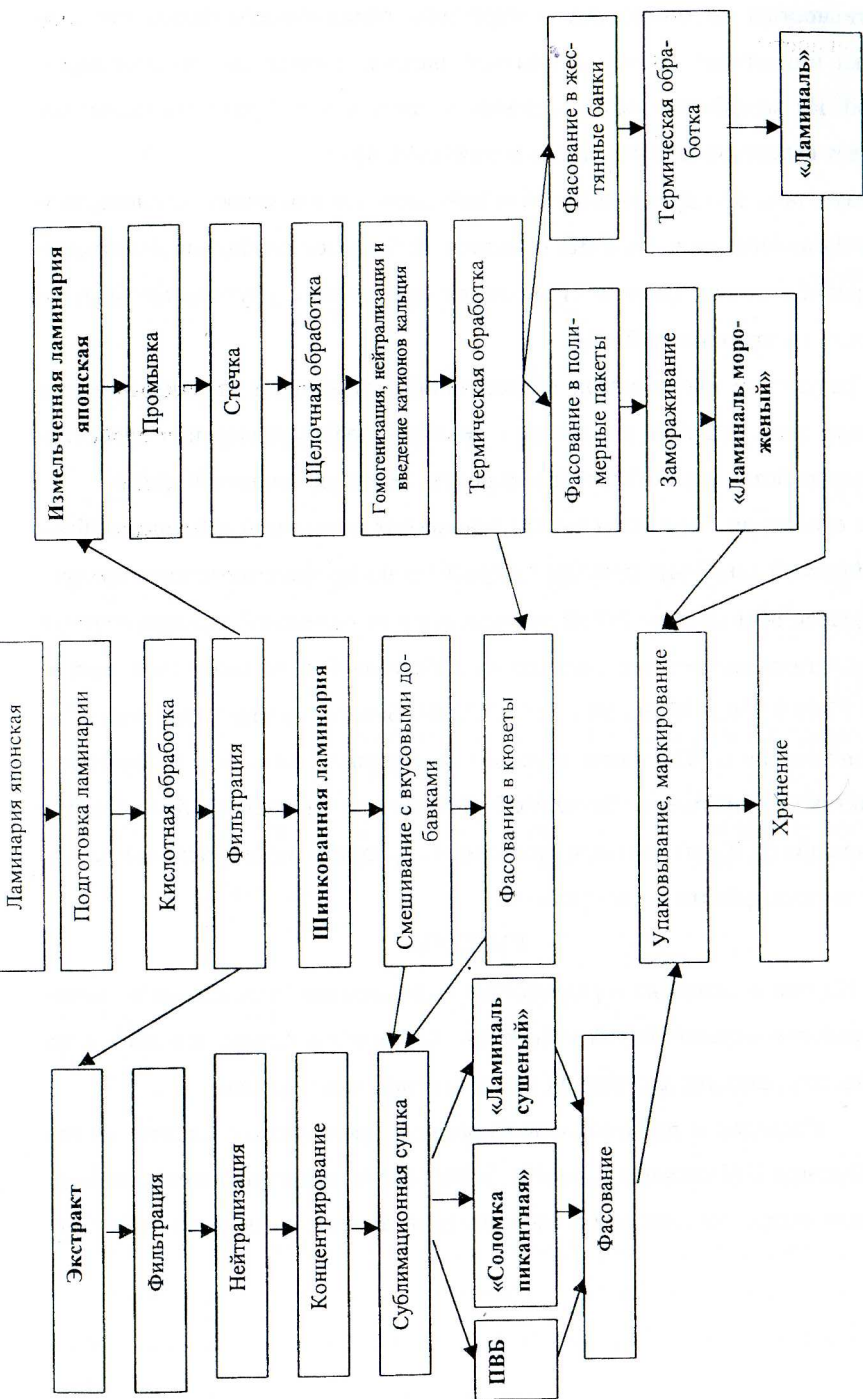


Рис. 6 Схема получения пищевых продуктов из ламинарии японской

22

Показано, что при обработке *Laminaria japonica* кислым раствором (рН 3) при 50 °С в течение 1 ч в экстракт переходит до 37 % минеральных и 25 % органических веществ и происходит перевод альгинатов водоросли в альгиновую кислоту.

3. Разработан способ концентрирования экстракта, включающий упаривание при температуре не выше 60 °С и разрежении 0,7·10<sup>5</sup> Па до плотности 1500 кг/м<sup>3</sup> и последующую сушку сублимацией при температуре не более 50 °С, максимально сохраняющий комплекс органических и минеральных веществ.

4. Исследованы условия получения гелеобразных продуктов из ламинарии японской в результате ионообменных реакций структурно-связанной альгиновой кислоты в тканях водоросли.

Установлено, что обработка ламинарии при гидромодуле 1:2, рН 9, температуре 85-90 °С в течение 1,5-2 ч обеспечивает перевод альгиновой кислоты в ее растворимую соль - альгинат натрия. Снижение рН водорослевой массы до 6,5-7,0 и введения цитрата кальция в количестве 0,1 г/г альгината натрия приводит к образованию устойчивой гелеобразной структуры.

5. Исследовано влияние температуры обработки гелеобразного продукта «Ламиналь» на его качество и реологические свойства. Показано, что повышение температуры обработки гелеобразного продукта выше 95 °С приводит к снижению его вязкости в 3,6 раза, а замораживание способствует незначительному возрастанию вязкости.

Для сохранения качества гелеобразного продукта предложена термическая обработка «Ламиналя», включающая прогрев при 80-85 °С в течение 40 мин и замораживание при минус 20 °С.

6. Испытания сорбционной активности «Соломки пикантной» и «Приправы вкусовой быстрорастворимой» показали их радиозащитные свойства. Коэффициент селективности «Соломки пикантной» в пять раз выше, чем у *Laminaria japonica*.

7. На основании научных исследований разработаны и утверждены нормативные документы на выпуск 9 наименований сублимированных и гелеобразных пищевых продуктов с лечебно-профилактическими свойствами.

8. На основании химического состава и клинических испытаний разработаны рекомендации по применению «Ламиналя биогеля из морской капусты» в качестве лечебно-профилактического продукта при профилактике и лечении гастроэнтерологических заболеваний.

9. Разработан «Промышленный регламент на производство гелеобразного продукта «Ламиналь» и продуктов на его основе». На опытно-экспериментальном участке ТИПРО-Центра установлена линия производительностью 50 кг/сут и налажен вы-