

УДК. 577.114:593.7

А.В. Подкорытова, Е.А. Ковалева*

ВОДОРΟΣЛЕВЫЕ БИОГЕЛИ – ОСНОВА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Морские бурые водоросли содержат комплекс биологически активных веществ, используемых как в виде выделенных чистых компонентов, так и в составе натуральных водорослей. Биологическая активность компонентов водорослей, их свойства и применение (альгиновые кислоты, фукоидан, ламинаран, свободные аминокислоты, биогенные микроэлементы, йод и др.) описаны во многих публикациях и уже практически не требуют доказательств [Guven et al., 1990; Мирошниченко и др. 1996, 1998; Подкорытова, 2001; Подкорытова, Вишневская, 2003].

Наиболее известны свойства альгиновой кислоты и ее солей – альгинатов, получаемых из ламинариевых водорослей в промышленных масштабах и широко используемых в пищевой промышленности в качестве загустителя и стабилизатора пищевых систем при изготовлении рыбных, мясных, молочных, кондитерских продуктов. Технология получения альгинатов многостадийна, требует точного соблюдения режимов и параметров процесса, должна быть обеспечена высокоэффективным оборудованием, особенно на стадиях очистки альгинатных экстрактов и сушки продукта. С другой стороны, при использовании в качестве источника альгинатов ламинариевых водорослей, относящихся к пищевому сырью, получение из них неочищенных биогелей является альтернативой и позволяет решать многие проблемы, связанные с комплексным использованием сырья и обеспечением населения альгинатсодержащими продуктами.

В тканях водоросли альгиновая кислота находится в связанном состоянии с двух- и поливалентными металлами, преимущественно с кальцием. В связи с этим альгинаты в составе клеточных структур водоросли не обладают загущающими, вязкостными и структурообразующими свойствами [Богданов, Сафронова, 1993; Подкорытова др., 1996]. Изменить реологические свойства альгинатов в составе водоросли возможно методом их модификации и получения гелеобразного продукта, содержащего компоненты ламинарии со свойствами загустителя и структурообразователя, что и являлось целью данной работы.

Объекты и методы

В качестве основного объекта использовали двухлетнюю бурую водоросль семейства Laminariales ламинарию японскую *Laminaria japonica* Aresch, соответствующую требованиям технических условий ТУ 15-01 206-89.

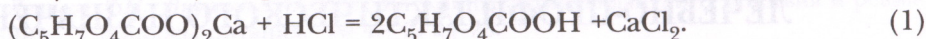
*Филиал ДГАЭиУ, г. Находка

Исследования сырья и готовых продуктов проводили с использованием стандартных (ГОСТ 26185-84) и современных инструментальных методов. Аминокислотный анализ осуществляли на высокоскоростном анализаторе НТАСН-835.

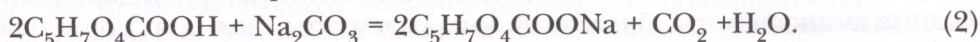
Содержание макро- и микроэлементов определяли методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на приборе фирмы "Nippon Jarrel Ach", модель АА-855. Вязкость 0,2%-ного раствора альгината натрия и относительную молекулярную массу его определяли методом вискозиметрии на вискозиметре Освальда [Бурштейн, 1963], вязкость готовых продуктов — на ротационном вискозиметре Реотест-2 на измерительных цилиндрах с пределом измерений вязкости 0–380 Па·с.

Результаты и их обсуждение

При получении гелеобразного продукта из ламинарии сушеные водоросли (крупные куски и целые слоевища) очищали от механических примесей, тщательно промывали в воде, измельчали на волчке и подвергали обработке в 1%-ном растворе соляной кислоты для удаления катионов металлов, связывающих альгиновую кислоту водоросли в нерастворимый комплекс. Обработка водоросли в растворе кислоты модифицирует альгинаты водоросли, превращая их в кислую форму — альгиновую кислоту по реакции:



Затем измельченные водоросли тщательно промывали в воде от кислоты и подвергали обработке в слабощелочной среде, добавляя в систему воду в соотношении 1:1 (сырые водоросли:вода) и углекислый натрий до рН 8–9. При этом нерастворимая в воде альгиновая кислота в течение 2–3 ч при температуре 85–90°C растворяется в соответствии реакцией:



Завершение реакции приводит к превращению альгиновой кислоты в альгинат натрия и образованию густой вязкой массы, содержащей клетчатку и другие компоненты водоросли. Полнота прохождения реакции образования альгината натрия в водорослевой массе зависит от нескольких факторов: во первых, необходимо выдержать соотношение натрия углекислого и сырой водоросли. Контролировали это соотношение поддержанием рН среды около 8,5 и по накоплению альгината натрия в водорослевой массе. Максимум накопления альгината натрия в водорослевой массе (2,1 % к массе сырой ламинарии) при выбранных условиях (ЖК 1:1; $t = 90^\circ C$; $\tau = 1,5$ ч) происходит при концентрации углекислого натрия 10% к массе сушеной водоросли и рН среды 9 (рис. 1).

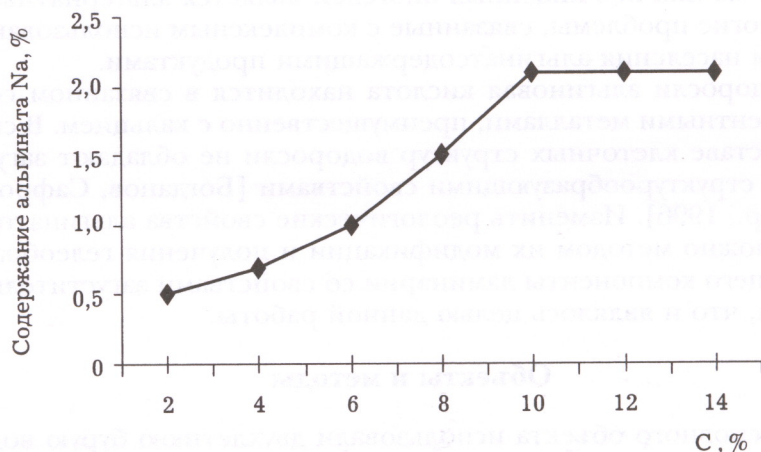


Рис. 1. Зависимость накопления альгината натрия в реакционной среде от концентрации углекислого натрия

Повышение концентрации щелочи нежелательно, так как из-за ее избытка она остается в готовом продукте, и при последующей нейтрализации уксусной или соляной кислотами образуется избыток уксуснокислых или солянокислых солей, повышающих содержание золы в продукте и создающих неприятные вкус, цвет и запах продукта.

С другой стороны, при попытке снизить pH среды ниже 7,0 ионообменные процессы в реакционной массе затормаживаются, растворение альгиновой кислоты прекращается (рис. 2,а).

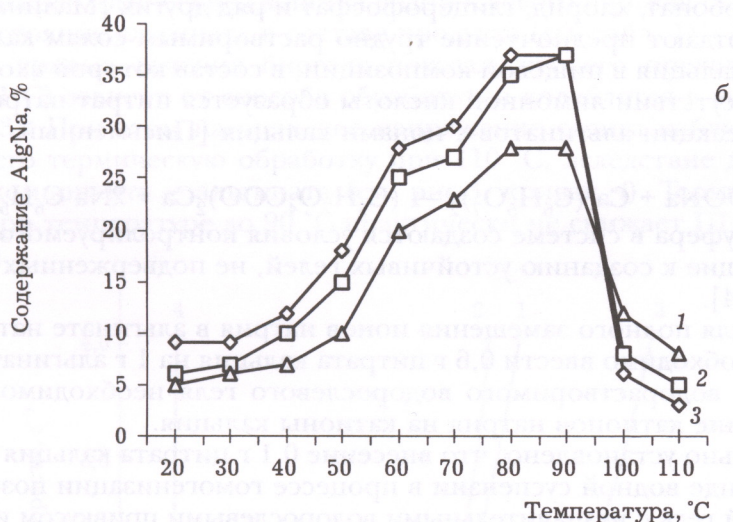
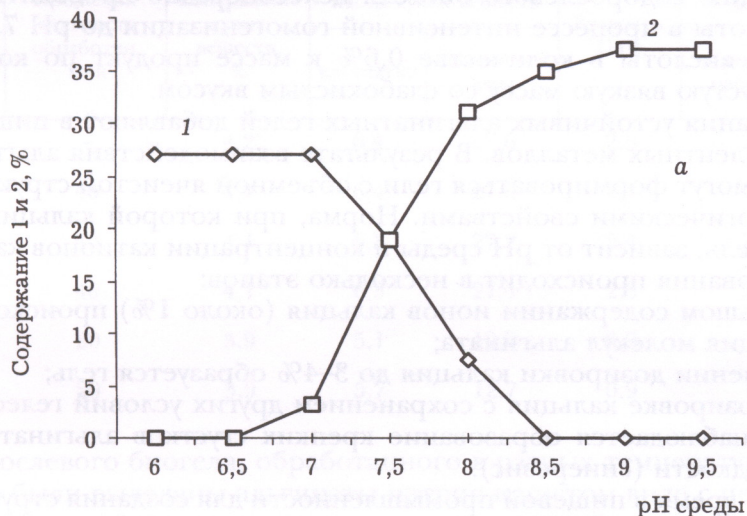


Рис. 2. Зависимость ионообменных реакций альгиновой кислоты от pH среды а (1 – альгиновая кислота; 2 – альгинат натрия) и температуры среды б (1 – 1,0 ч; 2 – 1,5 ч; 3 – 2,0 ч)

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, и завершаются ионообменные реакции альгиновой кислоты в реакционной массе (см. рис. 2,а).

При проведении этой реакции оказалось очень важным поддерживать температуру не выше 90°C, так как ее превышение приводит к деструкции альгиновой кислоты, потере вязкости продукта и к уменьшению содержания альгината в продукте (см. рис. 2,б). Для получения более вязкой, устойчивой массы необходимо выдерживать температурный режим в пределах 85±5 °C.

Продолжительность обработки водоросли при повышенной температуре также влияет на содержание альгината натрия в водорослевом геле (см. рис. 2,б).

При обработке водоросли в течение 1 ч при температуре 85–90 °С содержание альгината натрия в геле составляет 27 %, а при обработке в течение 1,5–2 ч этот показатель достигает максимального уровня – 37 %.

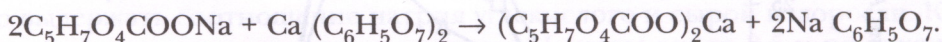
Обработка измельченных водорослей в слабощелочной среде при рН 8,5–9, гидромодуле 1:1 (восстановленная, обработанная в кислоте водоросль : вода), температуре 85–90 °С в течение 1,5–2,0 ч обеспечивает полное превращение альгиновой кислоты в ее растворимую соль – альгинат натрия и приводит к получению густой, вязкой водорослевой массы зеленоватого цвета.

Нейтрализацию водорослевого биогеля целесообразно проводить раствором лимонной кислоты в процессе интенсивной гомогенизации до рН 7. При внесении лимонной кислоты в количестве 0,6% к массе продукт по консистенции представляет густую вязкую массу со слабокислым вкусом.

Для образования устойчивых альгинатных гелей добавляют в пищевые системы соли двухвалентных металлов. В результате взаимодействия альгинатов с ионами кальция могут формироваться гели с объемной ячеистой структурой и различными реологическими свойствами. Норма, при которой кальций с альгинатом образуют гель, зависит от рН среды и концентрации катионов кальция. Процесс гелеобразования происходит в несколько этапов:

- при небольшом содержании ионов кальция (около 1%) происходят сближение и ориентация молекул альгината;
- при увеличении дозировки кальция до 3–4% образуется гель;
- при передозировке кальция с сохранением других условий гелеобразования неизменными наблюдается образование крепких сгустков альгината кальция с отделением жидкости (синерезис).

В настоящее время в пищевой промышленности для создания структуры пищевых систем или их вкусовых качеств используют следующие соли кальция: лактат, цитрат, ацетат, карбонат, хлорид, глицерофосфат и ряд других [Малина, Юшина, 1997]. При этом отдают предпочтение трудно растворимым солям кальция. Используют цитрат кальция в пищевой композиции, в состав которой входит альгинат натрия, в присутствии лимонной кислоты образуется цитрат натрия, являющийся буфером реакции альгинатов с ионами кальция [Письменный, Колеснов, 1996]:



При наличии буфера в системе создаются условия контролируемого гелеобразования, приводящие к созданию устойчивых гелей, не подверженных синерезису [Постнова, 2004].

Теоретически для полного замещения ионов натрия в альгинате натрия на катионы кальция необходимо ввести 0,6 г цитрата кальция на 1 г альгината натрия.

Для получения водорастворимого водорослевого геля необходимо провести неполное замещение катионов натрия на катионы кальция.

Экспериментально установлено, что внесение 0,1 г цитрата кальция на 1 г альгината натрия в виде водной суспензии в процессе гомогенизации позволяет получить устойчивый гель с незначительными водорослевыми привкусом и запахом.

Для сохранения качества водорослевого биогеля были исследованы разные способы консервирования: термическая обработка, стерилизация, замораживание, сушка.

Для этого продукт фасовали в:

- жестяную банку № 6, закатывали и проводили термическую обработку при температуре от 70–110 °С;
- пакеты из полимерных материалов, запаивали под вакуумом. Упакованный продукт замораживали при температурах минус 10, 20 и 30 °С.

Сравнительные исследования реологических характеристик исходного продукта и биогеля, обработанного при разных температурах, показали, что термообработка водорослевой массы влияет на ее реологические свойства, определяемые вязкостью альгината натрия. Известно, что альгинатные растворы с повышением концентрации проявляют свойства Бингамова тела и их вязкость находится в степенной зависимости от молекулярной массы, концентрации и обратно пропорциональна температуре [Подкорытова и др., 1997].

Экспериментально установлено, что обработка биогеля при температуре не выше 90 °С оказывает незначительное влияние на его физико-химические свойства, вязкость продукта не изменяется и составляет 2,4–2,5 Па·с. Содержание альгиновой кислоты также практически не изменяется (табл. 1, рис. 3).

Таблица 1. Влияние температурной обработки на физико-химические характеристики водорослевого биогеля

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

Из водорослевого биогеля, обработанного в разных температурных условиях, и исходного были выделены альгинаты натрия в чистом виде с целью исследования вязкостных свойств их растворов и молекулярной массы. Результаты показали, что на реологические свойства водорослевого биогеля главное влияние оказывает состояние альгината в составе продукта (см. табл. 1).

Анализ кривых течения биогеля показал, что его предельное напряжение сдвига (ПНС) зависит от способа обработки и колеблется в широком диапазоне (см. рис. 3). При этом наименьшее напряжение сдвига наблюдается у биогеля, прошедшего термическую обработку при 110 °С, вследствие деструкции его основного компонента – альгината (см. рис.3, кривая 4). Термическая обработка биогеля при температуре до 90 °С практически не снижает ПНС по сравнению с исходным.

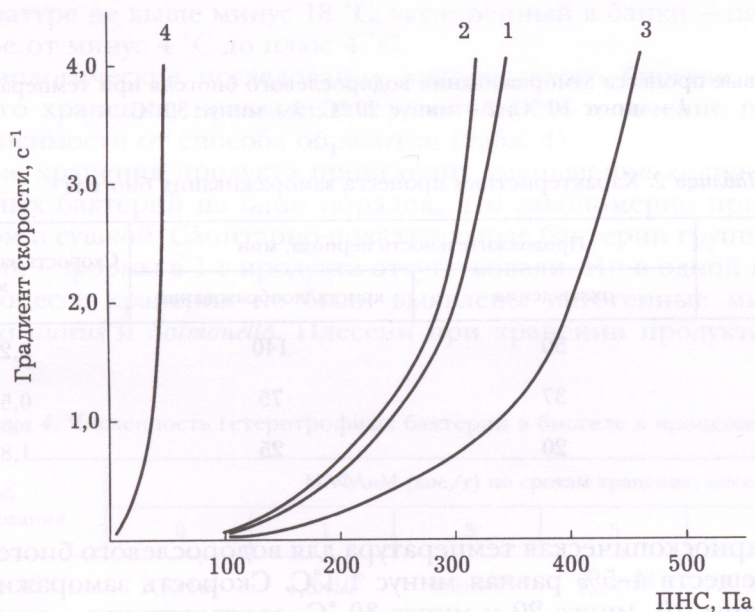


Рис. 3. Реологические свойства биогеля в зависимости от термической обработки:

1 — исходный продукт (t = 20±5 °С); 2 — термически обработанный (t = 80±5 °С); 3 — замороженный (t = минус 20±5 °С); 4 — термически обработанный (t = 110 °С)

Вязкость и молекулярная масса альгината, выделенного в чистом виде из водорослевого биогеля, также стабильны при температуре от 20 до 95 °С, обработка при температуре выше 100 °С приводит к его деструкции (см. табл. 1).

Термообработка продукта при температуре выше 95 °С, и особенно под давлением (стерилизация), приводит к резкой потере вязкости как самого продукта, так и выделенного альгината в связи с потерей агрегативной устойчивости геля, коллоидные частицы соединяются в крупные агрегаты, образуя плотный осадок — коагулят. Температурный режим более 100 °С разрушает структуру альгинатов, что приводит к резкому изменению реологических свойств и молекулярной массы.

Замораживание водорослевого биогеля проводили при температурах минус 10, 20 и 30 °С с последующим хранением в течение пяти месяцев при минус 18 °С. Процесс замораживания проходит в три периода: охлаждение, кристаллообразование и замораживание (рис. 4; табл. 2).

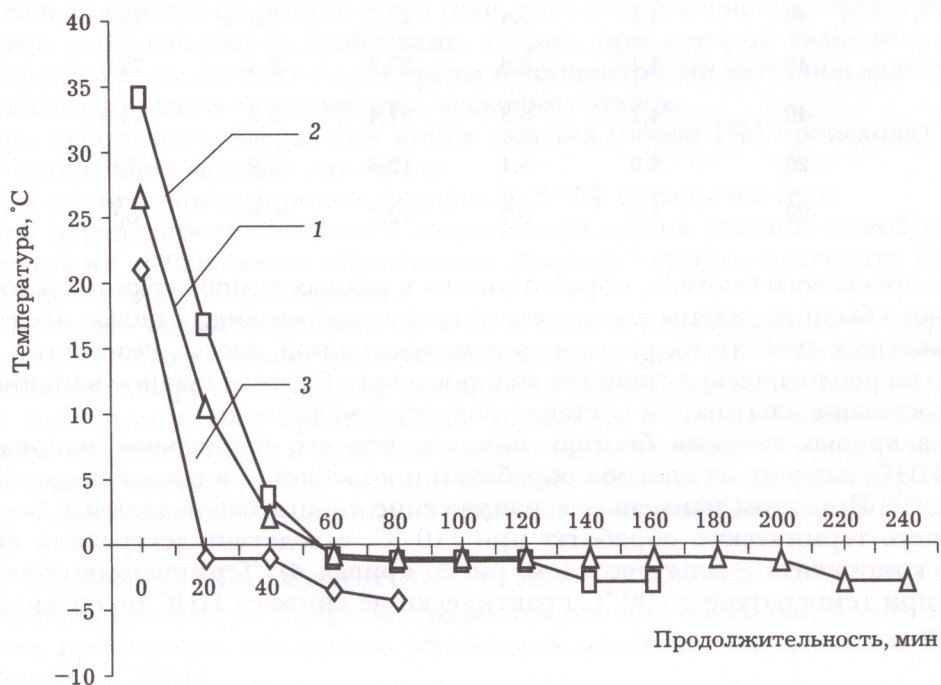


Рис. 4. Кривые процесса замораживания водорослевого биогеля при температуре: 1 — минус 10 °С; 2 — минус 20 °С; 3 — минус 30 °С

Таблица 2. Характеристики процесса замораживания биогеля

Температура, °С	Продолжительность периода, мин		Скорость замораживания, м/с
	охлаждения	кристаллообразования	
Минус 10	50	140	$0,2 \cdot 10^{-5}$
Минус 20	37	75	$0,5 \cdot 10^{-5}$
Минус 30	20	25	$1,8 \cdot 10^{-5}$

Установлена криоскопическая температура для водорослевого биогеля с содержанием сухих веществ 4–5% равная минус 1,1 °С. Скорость замораживания при температурах минус 10, минус 20 и минус 30 °С, соответственно, равна $0,2 \cdot 10^{-5}$; $0,5 \cdot 10^{-5}$; $1,8 \cdot 10^{-5}$ м/с (табл. 3). Потери воды при этом составляют 0,7%, 1,0 % и 2,0 %, соответственно, вязкость размороженного продукта несколько выше, чем исходного (см. табл. 3).

Изменение скорости замораживания в пределах от $0,2 \cdot 10^{-5}$ до $1,8 \cdot 10^{-5}$ м/с (см. табл. 2) приводит к некоторому повышению вязкости размороженного продукта (см. табл. 3).

Эффект стабилизации водорослевого геля обусловлен его коллоидно-химическими свойствами. В условиях низких температур под влиянием межмолекулярных сил альгинаты частично приобретают упорядоченное состояние, цепи молекул становятся достаточно гибкими и происходит более плотная их упаковка [Тагер, 1963; Постольски, Груза, 1978]. Вязкость размороженного биогеля, содержащего свободный альгинат натрия, несколько выше, чем вязкость исходного продукта, т.к. вследствие межмолекулярного взаимодействия удерживается свободная вода.

Таблица 3. Физико-химические свойства водорослевого биогеля после размораживания

Температура, °С	Содержание сухих веществ	Содержание, % от массы сухих веществ		Вязкость, Па·с	Характеристика, выделенного альгината натрия	
		клетчатки	альгиновой к-ты		молекулярная масса, кДа	вязкость 0,2%-ного р-ра, Па·с
Минус 10	4,1	6,3	30,2	3,0	76,0	5,4
Минус 20	4,2	6,3	30,2	3,5	76,0	6,3
Минус 30	4,3	6,3	30,4	4,0	76,0	8,9

С понижением температуры межмолекулярные силы альгинатов возрастают, что приводит к увеличению вязкостных характеристик готового продукта.

Таким образом, установлены режим замораживания водорослевого биогеля (температура минус 20 °С, скорость замораживания $0,5 \cdot 10^{-5}$ м/с) и его криоскопическая температура (минус 1,1 °С).

На основании исследований установлены режимы консервирования водорослевых биогелей, наиболее приемлемые для данного вида продукта – термическая обработка при температуре 85–90 °С в течение 40 мин, замораживание при температуре минус 18–20 °С.

Водорослевые биогели относятся к растительным пищевым продуктам. Сроки и режимы их хранения аналогичны таковым продуктов из наземных растений. Биогель мороженный хранится без изменения качества в течение восьми месяцев при температуре не выше минус 18 °С; укупоренный в банки – пять месяцев при температуре от минус 4 °С до плюс 4 °С.

Микробиологические исследования водорослевого биогеля, проведенные в процессе его хранения, показали его устойчивость в течение пяти–восьми месяцев в зависимости от способа обработки (табл. 4).

В течение хранения продукта происходит уменьшение количества мезофильных аэробных бактерий на один порядок, что закономерно при консервировании холодом и сушкой. Санитарно-показательные бактерии группы кишечной палочки и коли – формы в 1 г продукта отсутствовали. Ни в одной пробе изначально и в процессе хранения не были выявлены патогенные микроорганизмы: *Staphylococcus aureus* и *Salmonella*. Плесени при хранении продукта отсутствуют в 100 г.

Таблица 4. Численность гетеротрофных бактерий в биогеле в процессе хранения

Способ консервирования	МАФАНМ (кое/г) по срокам хранения, месяцы					
	0	1	3	5	8	12
Мороженный (-18 °С)	$3,6 \times 10^1$	$1,8 \times 10^2$	$4,9 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$5,5 \times 10^1$	–
Укупоренный в банку	$4,4 \times 10^1$	$2,6 \times 10^2$	$5,8 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$	–	–
Сушеный	$3,2 \times 10^1$	$4,1 \times 10^2$	$5,6 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$4,8 \times 10^2$	$3,1 \times 10^1$

Водорослевый биогель содержит свободный альгинат натрия до 5 г на 100 г продукта, обладает высокой эмульгирующей способностью. Реологические свойства биогеля могут быть использованы при производстве соусов и десертных продуктов. Технология получения водорослевого биогеля и эмульсионных продуктов на его основе запатентована [Подкорытова и др., 1996]. Способ получения соусов включает следующие процессы: введение вкусовых компонентов в биогель, гомогенизация, пастеризация, фасовка.

Наиболее приемлемые рецептуры изготовления соусов и десертных продуктов показаны в табл. 5. После смешивания компонентов их гомогенизируют в течение 25 мин. Затем готовые продукты фасуют.

Таблица 5. Рецептура приготовления пищевых продуктов на основе водорослевого биогеля, г на 100 г продукта

Компоненты	Соус		Пюре “Изумрудное”
	“Ламинариевый”	“Новинка”	
“Ламиналь”	39,9	40,4	65,3
Растительное масло	19,9	10,1	–
Яичный порошок	13,3	10,1	–
Сахар	1,5	1,7	32,7
Глутаминат натрия	0,5	0,4	–
Соль	0,2	1,0	–
Лимонная кислота	0,8	–	0,7
Томатная паста	–	18,1	–
Перец красный	–	0,1	–
Вода	23,9	18,1	1,3

Примечание. Соусы сметанообразной консистенции с вкраплениями частиц водоросли, с приятным вкусом и за пахом. Цвет соуса “Ламинариевого” белый с зеленоватыми вкраплениями, соуса “Новинка” – темно-красный. Пюре “Изумрудное” имеет желеобразную консистенцию, зеленоватый цвет, кисло-сладкий вкус и приятный за пах.

Рекомендуется использовать соусы в качестве приправы к салатам, а также к мясным и рыбным блюдам, пюре “Изумрудное” – в качестве самостоятельного десертного продукта и для приготовления коктейлей. Химический состав биогеля “Ламиналь” и продуктов на его основе показан в табл. 6.

В связи с тем, что водорослевый биогель “Ламиналь” содержит альгинат натрия в свободном состоянии и на основании заключения Института Питания РАМН был разрешен к применению в качестве добавки к пище, проведены клинические испытания кафедрой педиатрии Владивостокского медицинского университета под руководством д-ра мед. наук, проф. Мирошниченко В.А.

Пастообразный продукт “Ламиналь” назначали в натуральном виде или с вкусовыми добавками за 30–40 мин до еды 3–4 раза в день в зависимости от выраженности заболеваний. Его применяли для профилактики и лечения детей и взрослых, страдающих хроническим колитом с сопутствующими заболеваниями, такими как дискинезия желчевыводящих путей, гастрит, гастроудоденит, язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки, хронический гепатит, аллергии, различные формы иммунодефицитов.

В результате проведенных исследований установлены антимикробные свойства “Ламиналя”, способность создавать мукоидную защиту, а также связывать и выводить токсичные вещества.

Установлены спазмолитические, антисептические, антимикробные, противовоспалительные свойства альгинатсодержащих продуктов. Альгинат в составе биогеля “Ламиналь” оказывает обволакивающее действие и способствует значительному ослаблению патологических рефлексов, в том числе болевых, особен-

но при введении биогеля натошак, за 30–40 мин до еды. Поступление в желудочно-кишечный тракт альгината натрия в составе биогеля “Ламиналь” и смешивание с соляной кислотой желудочного сока создают условия для образования гелевой структуры, которая покрывает слизистую по типу желудочной повязки, а также регулирует деятельность рН рецепторов, связывая H^+ ионы и препятствуя их выходу в желудок. Ежедневный прием 50 г биогеля “Ламиналь” в течение 15–30 дней показал значительное улучшение состояния и функций желудочно-кишечного тракта и других показателей здоровья (табл. 7).

Таблица 6. Химический состав биогеля “Ламиналь” и продуктов на его основе, % на сухое вещество

Продукт	Вещества		Сумма органических веществ	В том числе					Йода
	сухие	минеральные		альгината	маннита	фукоидана	клетчатки	белка (N×6,25)	
Биогель “Ламиналь”	4,5	23,3	76,7	47,3	3,8	1,72	6,4	6,8	0,001
Соус “Ламинариевый”	15,6	30,1	69,9	19,4	2,0	1,2	3,1	6,5	0,001
“Новинка”	14,8	30,4	69,6	19,8	2,0	1,2	4,3	6,6	0,01
Пюре “Изумрудное”	20,3	29,3	70,7	22,5	2,6	1,4	5,6	6,1	0,001

Таблица 7. Терапевтическая эффективность лечения биогеелем “Ламиналь” хронических заболеваний кишечника

Показатели	Количество	
	абс. (69 чел.)	%
Значительное улучшение	54	78,3
Улучшение	13	18,8
Без перемен	2	2,9

Дальнейшие наблюдения за состоянием здоровья людей, принимавших биогель “Ламиналь”, показали, что частота обострений через год после проведения лечения снизилась до 26%, в то время как в контрольной группе, получавшей обычное лечение, частота обострений составила 80%. Отмечалось значительное улучшение процессов регенерации и репарации кожи и слизистых.

После первого курса лечения биогеелем “Ламиналь” наблюдались нормализация показателей клеточного иммунитета и тенденция к выравниванию гуморального иммунитета. Больные, получавшие антибиотики в комплексе с биогеелем “Ламиналь”, имели меньше осложнений химиотерапии или вовсе их не имели, т.к. альгинат натрия и другие биологически активные вещества, входящие в его состав, активно участвуют в обменных процессах и выводят из организма токсины и избыток лекарственных средств.

Таким образом, включение биогеля “Ламиналь” в комплексную терапию позволяет купировать симптомы острого воспаления, интоксикации и диспепсического синдрома, ускорить процессы регенерации слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, энтероколита, колита. Появляется возможность уменьшить дозировки антибактериальной терапии и сократить их прием на два–три дня.

Выводы

Разработан способ получения водорослевого биогеля “Ламиналь” из бурых морских водорослей. Установлены режим замораживания водорослевого биогеля “Ламиналь” (температура минус 18–20 °С, скорость замораживания $0,5 \cdot 10^{-5}$ м/с) и его криоскопическая температура (минус 1,1 °С).

Предложены режимы консервирования биогеля “Ламиналь”, наиболее приемлемые для данного вида продукта – термическая обработка при температуре 85–90 °С в течение 40 мин, замораживание при температуре минус 18–20 °С.

Предложены способы и рецептуры получения соусов для рыбных и мясных продуктов, а также десертных.

На основании клинических испытаний водорослевого биогеля “Ламиналь” разработаны рекомендации по его применению для профилактики и лечения гастроэнтерологических заболеваний.

Литература

- Богданов В.Д., Сафронова Т.М.* 1993. Структурообразователи в технологии рыбных продуктов.– М.: Изд-во ВНИРО.– 172 с.
- Бурштейн А.И.* 1963. Методы исследования пищевых продуктов. Киев: Госмедиздат УССР.– С. 59–61.
- Малина В.П., Юшина Е.А.* 1997. Содержание кальция в консервах для детского питания // Пищевая промышленность.– № 3.– С. 62–63.
- Мирошниченко В.А., Янсон Т.Я., Устименко О.А и др.* 1996. Применение биологически активных веществ (БАВ) морских гидробионтов в гастроэнтерологической практике // Рег.ассамблея “Здоровье населения Дальнего Востока”. Владивосток: Уссури.– С. 112–113.
- Мирошниченко В.А. и др.* 1998. Дифференцированный подход к выбору тактики лечения гастродуоденальной патологии с применением биологически активных веществ морских гидробионтов // Новые биомедицинские технологии с использованием биологически активных добавок: Сборник материалов Российской научной конференции.– С. 146–150.
- Письменный В.В., Колеснов А.Ю.* 1996. Применение солей лимонной кислоты // Пищевая промышленность.– № 2.– С. 12–13.
- Подкорытова А.В.* 2001. Лечебно-профилактические и биологически активные добавки из бурых водорослей // Рыбное хозяйство.– № 1.– С. 51–52.
- Подкорытова А.В., Аминина Н.М., Соколова В.М.* 1996. Лечебно-профилактические и структурообразующие продукты из бурых водорослей // Рыбное хозяйство.– № 5.– С. 63–64.
- Подкорытова А.В., Аминина Н.М., Ковалева Е.А.* 1996. Способ получения пищевого полуфабриката из ламинарии японской // Пат. РФ № 204165 . Оpubл. 20.08.96. Б.И. № 23.
- Подкорытова А.В., Соколова В.М., Вишневская Т.И.* 1997. Реологические свойства альгинатсодержащих пищевых систем / Известия ТИНРО. Технология и биотехнология гидробионтов.– Т. 120.– Владивосток.– С. 219–223.
- Подкорытова А.В., Вишневская Т.И.* 2003. Морские бурые водоросли – естественный источник йода / Парафармацевтика.– Фармацевтический бюлл.– № 2.– С. 22–23.– № 3.– С. 18–19.
- Постнова И.В.* 2004. Формирование и физико-химические свойства гомогенных альгинатных гелей // Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. хим. наук.– Владивосток.– 24 с.
- Постольски Я., Груза З.* 1978. Замораживание пищевых продуктов.– М.: Пищевая промышленность.– 606 с.
- Тагер А.А.* 1963. Физико-химия полимеров.– М.: ГНТИ химической литературы.– 528 с.
- Guwen K.C., Guwener B., Guler E.* 1990. Pharmacological activities of marine algae // Introduction to Applied Phycology, SPB Academic Publishing by The Hague. The Netherlands.– P. 67–92.