
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.95 : 582.272.46

Е.А. Ковалева¹, Д.А. Родионов¹, Т.Г. Сахарова², О.В. Сахарова²

¹Институт технологии и бизнеса, 692900, г. Находка, ул. Дальняя, 14

²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

НОВЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ САХАРИНЫ ЯПОНСКОЙ

Представлена разработка технологии полуфабриката из сахарины японской для кулинарной продукции на основе использования щадящих режимов температурной обработки с применением процесса деминерализации пищевыми кислотами исходного продукта.

Ключевые слова: сахарина японская, деминерализация, пищевые кислоты, первичная обработка.

E.A. Kovaleva, D.A. Rodionov, T.G. Saharova, O.V. Saharova
A NEW APPROACH TO CREATING CULINARY PRODUCTS
FROM SACCHARINA JAPONICA

Development of technology of semi-finished product of presented saccharina japonica for culinary products through the use of gentle temperature processing modes using the foods acids demineralization of the original product.

Keywords: saccharina japonica, demineralization, foods acids, primary processing.

Для приготовления пищевой продукции из водорослей в России используют семейство ламинариевых (*Laminariaceae*) – сахарину японскую, или сахаристую – сырец, воздушно-сушеную, мороженую или соленую.

Отварная водоросль является полуфабрикатом для производства широкого ассортимента кулинарных изделий. Ткани водоросли представляют собой капиллярно-пористые тела, которые в процессе первичной обработки подвергаются водному экстрагированию, сопровождающемуся диффузионными, осмотическими процессами, и массопереносу. Термическая обработка приводит к снижению жесткости тканей, в экстракт переходят водорастворимые соли и органические вещества, потери которых нежелательны, так как они обладают ценными физиологическими свойствами. Учитывая вышесказанное, необходимо применять щадящие режимы к обработке водоросли.

Целью работы являлось исследование процесса химической модификации альгинатов в структуре сахарины японской и обоснование технологических режимов ее обработки. Объектом была выбрана сахарина японская (*Saccharina japonica*), добываемая в прибрежной зоне дальневосточных морей, воздушно-сушеная, мороженая и соленая. Органолептические свойства и химический состав сырья и готовой продукции определяли по стандартным методикам. Относительную биологическую ценность (ОБЦ) готового продукта – импедиметрическим методом.

Альгиновая кислота, которая является основным структурным элементом бурых водорослей, содержит карбоксильную группу, способную образовывать в клеточной оболочке

межмолекулярные связи через ионы двухвалентных металлов, меняющие консистенцию водоросли. Из литературных данных известно, что микро- и макроэлементы связаны с альгиновой кислотой водоросли в прочные комплексы – альгинаты, чем выше ее содержание в сырье, тем больше минеральных веществ [5, 6]. Модификация структуры альгинатов в тканях водоросли происходит в кислой среде за счет отщепления в основном катионов кальция [1, 4].

После водной экстракции в тканях сахарины остается преимущественно альгинат кальция, нерастворимый в воде [1, 7, 8]. Известно, что в кислой среде происходит отщепление катионов кальция, структурно связанных с альгиновой кислотой, вследствие ионообменных реакций [1, 7, 8]. По степени извлечения катионов кальция и их остаточному содержанию в тканях водоросли учеными ФГУП «ТИНРО-Центр» была экспериментально подобрана концентрация уксусной кислоты, которая позволила перевести альгинаты сахарины японской в альгиновую кислоту в тканях водоросли без нарушения тканевого слоя [4]. Исследования ученых показали, что повышение температуры и pH (концентрации раствора уксусной кислоты) сокращает продолжительность процесса извлечения катионов кальция из сахарины в два раза [1, 4]. Практически полное отщепление катиона кальция от альгиновой кислоты достигается путем обработки водоросли в трехпроцентном растворе уксусной кислоты (pH 2) при температуре 50 °С в течение 1 ч [1, 4].

Водоросли при первичной обработке (дефростации, отмачивании, замачивании) содержат большое количество слизи, которая является хорошей средой для развития микроорганизмов, что приводит в дальнейшем к порче продукта. Процесс деминерализации разрушает углеводные вещества, входящие в состав слизи и помогает от нее избавиться [6].

Учеными ФГУП «ТИНРО-Центр» было установлено влияние уксусной кислоты на консистенцию водоросли без учета начального содержания альгиновой кислоты и условий первичной обработки водоросли [3]. Ученые ФГУП «ВНИРО» разбивают процесс предварительной обработки бурых водорослей на водную экстракцию раствором лимонной кислоты при температуре 18-20 °С в течение 6-12 ч и дальнейшей деминерализации трехпроцентным раствором соляной кислоты при температуре 20 °С в течение 2 часов, что приводит к модификации структуры и свойств альгиновой кислоты в тканях водоросли [3, 5, 9].

В своей работе процесс деминерализации водоросли проводили 3%-ми растворами пищевых кислот (лимонной, уксусной, молочной и аскорбиновой). Выбор кислот основан на их свойствах. Они обладают антиокислительным действием и улучшают вкус готового продукта, также лимонная, молочная и аскорбиновая кислоты являются синергистами антиокислителей, аскорбиновая кислота повышает пищевую ценность готового продукта. Использование выбранной концентрации обосновано тем, что при снижении кислотности антимикробный эффект становится максимальным. Проведенные нами исследования показали, что наибольшим изменениям массы в сторону увеличения обладают образцы, обработанные уксусной и аскорбиновой кислотами, уплотняется структура тканей за счет повышения водосвязывающей способности альгинатов, увеличивается содержание минеральных веществ в 1,5-2 раза, а альгиновой кислоты – в 1,5 раза (рис. 1, 2, 3).

Данные, приведенные на рис. 1-3 показывают, что у сахарины мороженой, деминерализованной уксусной и аскорбиновой кислотами, содержание альгиновой кислоты и минеральных веществ увеличивается, у сушеной, деминерализованной уксусной кислотой, соленой, деминерализованной уксусной и аскорбиновой кислотами, самые высокие показатели.

Большое содержание альгиновой кислоты в водоросли обеспечивает прочность тканей, и при варке деструкции не наблюдается. Термическую обработку подготовленных образцов (обработанных аскорбиновой кислотой) проводили до приобретения приемлемой консистенции, согласно нормативной документации. Сахарину японскую подвергали термическому гидролизу при соотношении водоросли и воды 1:3, температуре 90 и 100 °С, продолжительность обработки варьировалась от 5 до 30 мин.

Исследования показали, что при обработке водоросли в течение 15 мин и температуре 90 и 100 °С получаем водоросль с необходимыми органолептическими качествами. Понижение температуры обработки до 90 °С ведет к снижению потерь альгиновой кислоты от 3 до 6 %, минеральных веществ от 7 до 13 % (табл. 1).

На основе анализа полученных данных можно сделать вывод, что повышение температуры обработки водоросли приводит к деструкции альгиновой кислоты. В связи с разрушением комплексов альгинатов идут потери минеральных веществ, что ведет к снижению прочности консистенции водоросли и ухудшению органолептических свойств.

После термической обработки произошло изменение массы образцов (рис. 4).

Изменение массы можно объяснить строением сахарины японской. В химическом отношении ее клеточная стенка представлена целлюлозой, которая формирует в основном внутренние слои и организована в элементарные фибриллы – фибриллярный каркас. Полисахариды (в основном соли альгиновой кислоты) и гемицеллюлозы формируют внешние, основное вещество – матрикс, масса которого в набухшем состоянии превышает 80 % сырой массы всей оболочки [2], что объясняет устойчивость к действию химических реагентов. В процессе замораживания образуются кристаллы льда, нарушающие целостность клеточной стенки. Последующее размораживание приводит к потере клеточного сока. Оболочка клетки сжимается, приобретает складчатое строение, межклеточное пространство уменьшается, сердцевина утончается. Высушивание обезвоживает клетки, они сморщиваются, слипаются, оболочки присыхают друг к другу. При помещении сушеного слоевища в воду происходит его набухание и заполнение клеток. У многих клеток оболочки разрушены под действием сильного давления воды. Процессы консервирования водоросли при температурной обработке приводят к снижению ее технологической ценности, что подтверждается данными рис. 4.

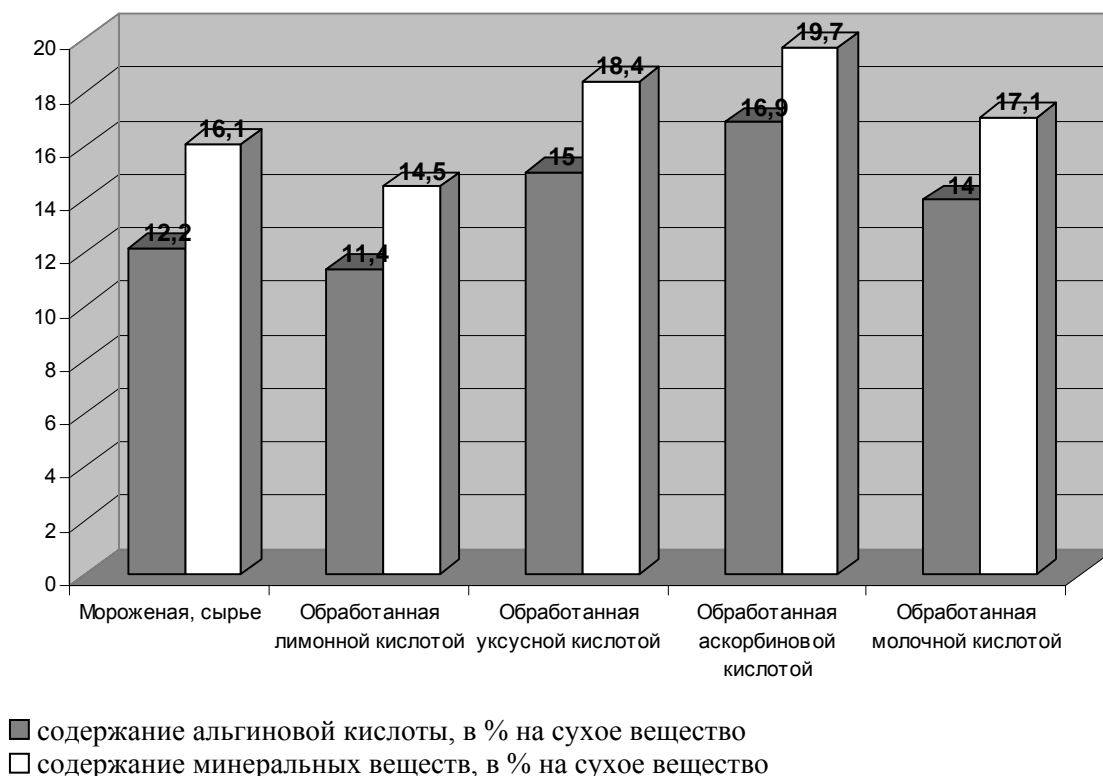


Рис. 1. Изменения содержания альгиновой кислоты и минеральных веществ в сахарине японской мороженой в процессе деминерализации

Fig. 1. Changes of the alginic acid and minerals in saccharina japonica frozen in demineralization

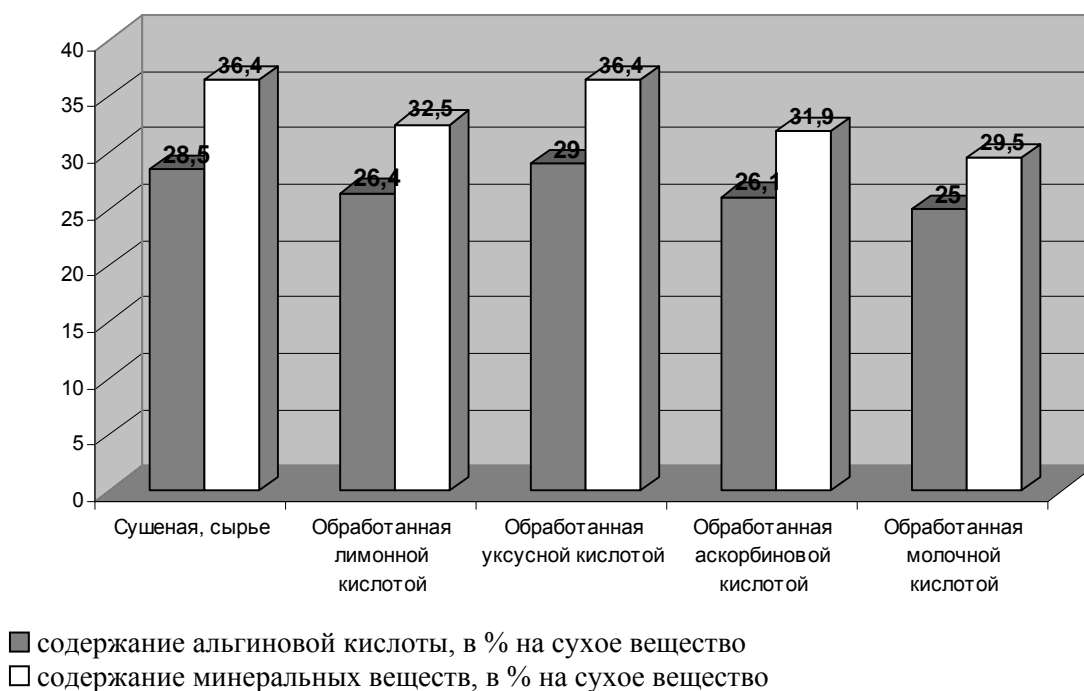


Рис. 2. Изменения содержания альгиновой кислоты и минеральных веществ в сахарине японской сушеной в процессе деминерализации
Fig. 2. Changes of the alginic acid and minerals in saccharina japonica dried in demineralization

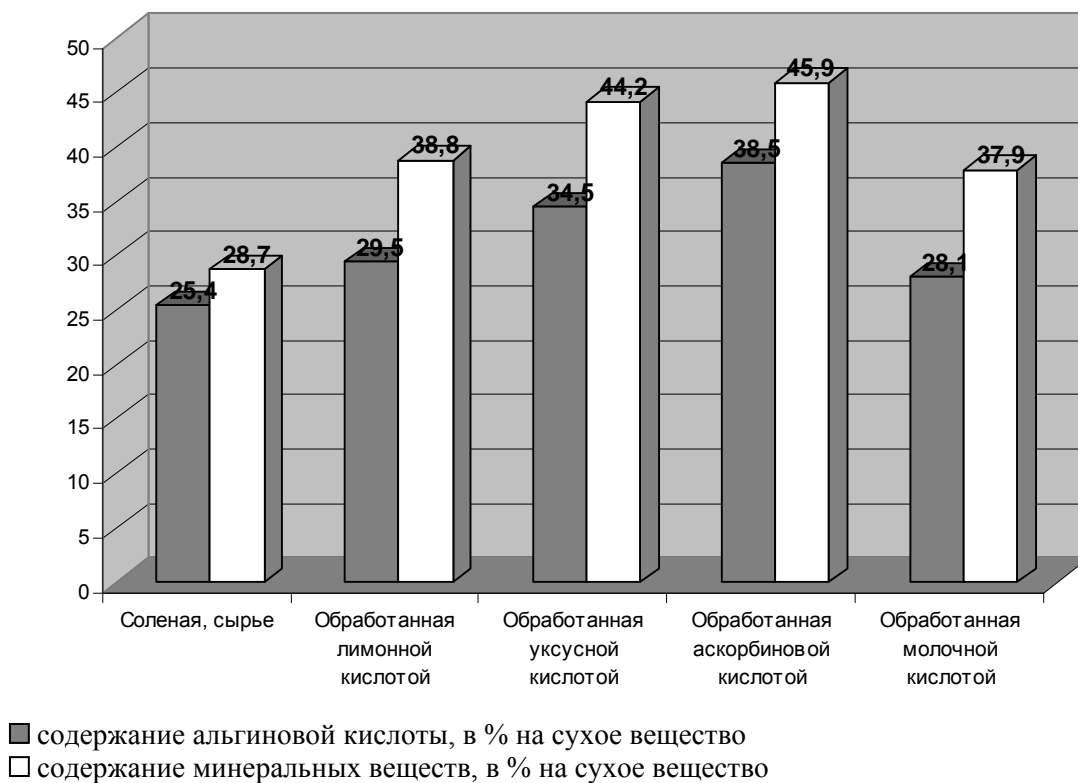


Рис. 3. Изменения содержания альгиновой кислоты и минеральных веществ в сахарине японской соленой в процессе деминерализации
Fig. 3. Changes of the alginic acid and minerals in salted saccharina japonica demineralization process

Таблица 1
**Количество извлеченных веществ при термической обработке сахарины японской
 (% от исходного содержания)**

Table 1
**The number of extracted substances when heat treatment saccharina japonica
 (% of original content)**

Название образца	Время, мин	Содержание минеральных веществ		Содержание альгиновой кислоты	
		90 °С	100 °С	90 °С	100 °С
Сушеная	5	4,65	12,29	3,76	11,27
	10	4,65	16,62	3,76	15,03
	15	6,65	22,26	5,64	17,85
	20	7,98	30,57	7,05	23,95
	30	10,64	38,87	7,05	27,7
Мороженая	5	6,69	16,07	1,36	9,51
	10	8,48	21,88	1,81	10,86
	15	16,52	36,17	2,72	16,29
	20	20,54	44,65	2,72	19,46
	30	22,77	51,79	7,69	22,63
Соленая	5	4,53	23,12	0,56	6,15
	10	8,05	28,65	0,56	15,65
	15	12,57	45,73	3,36	22,91
	20	22,11	56,28	5,03	29,61
	30	25,63	60,81	6,71	32,97

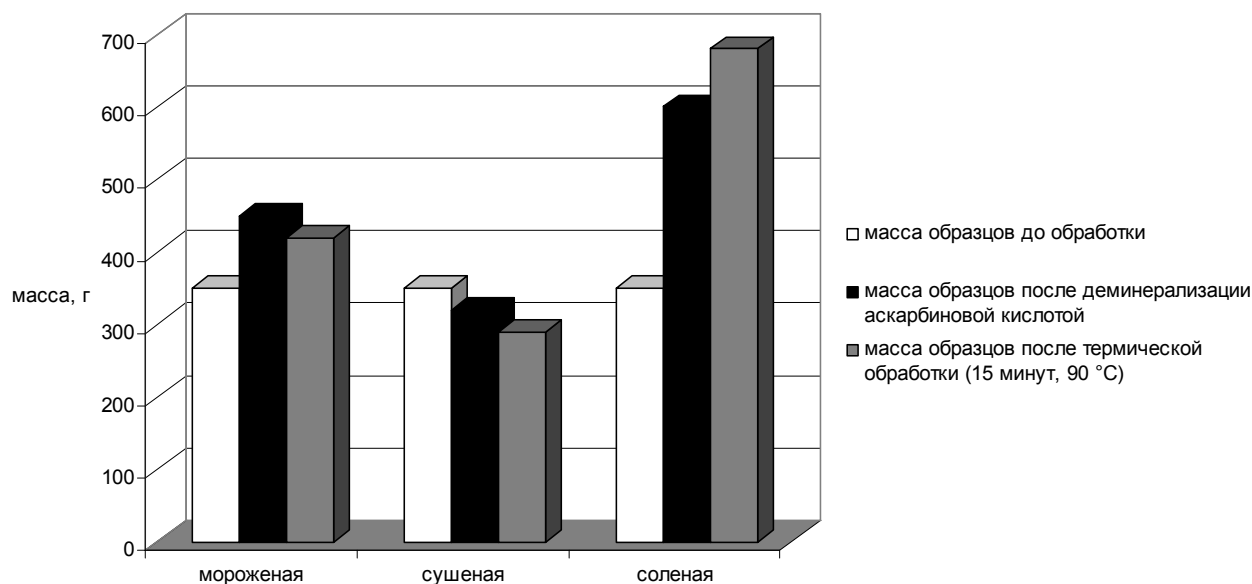


Рис. 4. Диаграмма изменения массы сахарины японской до и после обработки
 Fig. 4. Mass changing chart saccharina japonica before and after treatment

Полученные образцы сахарины японской, деминерализованные различными органическими кислотами и термически обработанные при температуре 90 °С в течение 15 мин, были исследованы на микробиологические показатели и общую биологическую ценность (ОБЦ). Результаты приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 показывает, что наибольшим антисептическим действием обладают аскорбиновая и уксусная кислоты. Общая биологическая ценность образцов, обработанных аскорбиновой кислотой, самая высокая.

Таблица 2

Биологическая ценность и микробиологические показатели сахарины японской после предварительной обработки

Table 2

Biological and microbiological values saccharina japonica after pretreatment

Название образца	ОБЦ, %	КМАФАнМ, КОЕ/г, масса, г, мл	БГКП (колиформы), КОЕ/г, масса, г, мл
Сушеная с уксусной кислотой	78,1	1,0x10 ²	Не обнаружено
Сушеная с молочной кислотой	84,6	1,0x10	Не обнаружено
Сушеная с аскорбиновой кислотой	93,3	1,0x10	Не обнаружено
Сушеная с лимонной кислотой	86,2	1,0x10	Не обнаружено
Соленая с уксусной кислотой	80,1	1,4x10 ³	Не обнаружено
Соленая с молочной кислотой	88,4	3,0x10	Не обнаружено
Соленая с аскорбиновой кислотой	96,5	1,0x10	Не обнаружено
Соленая с лимонной кислотой	88,7	1,0x10	Не обнаружено
Мороженая с уксусной кислотой	69,3	1,0x10	Не обнаружено
Мороженая с молочной кислотой	78,8	1,0x10	Не обнаружено
Мороженая с аскорбиновой кислотой	88,4	1,0x10	Не обнаружено

В результате проведенных исследований установлено, что деминерализация 3%-м раствором аскорбиновой кислоты в соотношении «водоросль:раствор кислоты» 1:2 в течение двух часов при температуре 40 °С и последующая термическая обработка при температуре 90 °С в течение 15 мин являются оптимальными.

Кулинарный продукт – это готовый продукт к употреблению, обладающий хорошими потребительскими свойствами. Поэтому далее нами были разработаны рецептуры салатов, в состав которых вошли ингредиенты, приведенные в табл. 3. Процесс стандартной варки был заменен тушением со всеми компонентами при температуре 90 °С в течение 20 мин.

Таблица 3

Рецептура кулинарной продукции (кг/100 кг готового продукта)

Table 3

Recipe culinary products (kg/100 kg of finished product)

Наименование ингредиентов	Наименование образца			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Сахарина японская после деминерализации	65	65	70	70
Морковь шинкованная	8	8	-	-
Свекла шинкованная	-	-	15	15
Масло растительное для тушения	11	11	11	11
Лук репчатый	13	13	-	-
Соевый соус	3	3	4	4
Перец черный молотый	0,1	-	0,2	-
Перец красный молотый	0,1	-	0,1	-
Соль поваренная	0,3	0,3	0,4	0,4
Чеснок	1	1	1	1

Исследования химического состава и расчет энергетической ценности разработанных образцов (табл. 4) показали, что предложенная кулинарная продукция обладает высокой пищевой ценностью за счет сохранения биологически активных веществ и низкой калорийности.

Полученные данные послужили основанием для разработки способа направленной химической модификации альгинатов в структуре сахарины японской с целью получения полуфабриката с повышенной пищевой ценностью для кулинарной продукции.

Таблица 4

Пищевая ценность кулинарной продукции

Table 4

Nutrition value of culinary products

Наименование образца	Содержание нутриентов, % на сухое вещество			Калорийность, ккал/100 г
	минеральных веществ	альгиновой кислоты	йода	
№ 1	24,9	20,9	0,03	145,5
№ 2	24,5	21,3	0,03	145,5
№ 3	25,1	21,5	0,03	154,8
№ 4	24,3	21,1	0,03	154,8

Список литературы

1. Водорослевые биогели – основа для приготовления пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения / Е.А. Ковалева, А.В. Подкорытова // Тр. ВНИРО. – 2004. – Т. 143. – С. 156-165.

2. Консервирование морских водорослей / А.В. Подкорытова, Н.Ю. Константинова // Рыб. хоз-во. – 1994. – № 3. – С. 48-50.

3. Пантелева А.П. Некоторые закономерности взаимодействия альгиновой кислоты с катионами металлов // Радиационная и химическая экология гидробионтов. – Киев: Наук. думка, 1972. – С. 112-115.

4. Пат. Российская Федерация, № 2041656. Способ получения пищевого полуфабриката из ламинариевых водорослей / А.В. Подкорытова, Е.А. Ковалева, Н.М. Аминина. Заявл. 20.08.1995.

5. Получение водорослевого геля и БАВ из бурых водорослей *Laminaria spp.* Их использование в лечебно-профилактическом питании и производстве пищевых продуктов / А.В. Подкорытова, Л.Х. Вафина, Е.А. Ковалева, В.И. Михайлов // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов: сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 162-165.

6. Слуцкая Т.Н. Общая характеристика гидробионтов, пути их использования / Т.Н. Слуцкая, Е.А. Ковалева, А.В. Югай. – Находка: ИТиБ, 2009. – 124 с.

7. Bird G.M., Haas P. On the nature of the cell wall constituents of *Laminaria sp.* manuronic acid. // Biochem J. – 1981. – Vol. 7, № 25. – P. 403-410.

8. Haug A., Smidsröd O. Strontium, calcium and magnesium in brown algae // Nature. – 1967. – Vol. 215, № 5106. – P. 1167-1168.

9. Production of algal gels from the brown alga, *Laminaria japonica* Aresch., and their biotechnological applications / A.V. Podkorytova, L.H. Vafina, E.A. Kovaleva, V.I. Mikhailov // Journal of Applied Phycology. Springer Netherlands. – 2007. – Vol. 19, № 6. – P. 827-830.

Сведения об авторах: Ковалева Елена Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: biogel@mail.ru;

Родионов Данила Александрович, специалист кафедры технологии продуктов питания, e-mail: dan.maggot@mail.ru;

Сахарова Татьяна Григорьевна, доцент;

Сахарова Ольга Валентиновна, кандидат технических наук, доцент.