

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

УДК 528.26.08639.4.043.2

И. А. Кадникова, Н. М. Аминина, Н. Д. Мокрецова, А. М. Рогов

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ ВОДОРΟΣЛЕЙ В СОСТАВЕ КОРМОВ ДЛЯ МОЛОДИ ТРЕПАНГА

Исследовано применение разных видов водорослей (анфельция, цистозира, сахарина) для замены саргассума в кормах для молоди трепанга. Показано отличие химического состава саргассума от состава других видов используемых красных и бурых водорослей. Саргассум содержит максимальное количество минеральных веществ (31,7 %), небелкового азота (0,58 %), белка (11,8 %), легкогидролизуемых полисахаридов (20,8 %) и минимальное – альгиновой кислоты (12,5 %). Белки саргассума характеризуются высоким содержанием незаменимых аминокислот (26,9 % от суммы аминокислот). В белках анфельции обнаружено высокое количество глицина (10,4 г/100 г белка), пролина (9,2 г/100 г белка), аргинина (7,1 г/100 г белка), лейцина (5,8 г/100 г белка), лизина (5,2 г/100 г белка). Представлены результаты исследования химического состава экспериментальных кормов и данные их биологических испытаний на молоди трепанга. Химический состав предложенных вариантов кормов значительно отличается содержанием минеральных веществ, белка, полисахаридов в соответствии с составом введенных водорослей. Корм на основе анфельции отличается повышенным содержанием белка (20,6 %), на основе саргассума – минеральных веществ (28,9 %) и легкогидролизуемых полисахаридов (30,3 %), на основе сахарины – содержанием альгиновой кислоты (19,1 %). Проведена оценка эффективности кормов с использованием разных видов водорослей по приросту массы молоди трепанга. Максимальный прирост массы молоди трепанга дает корм на основе цистозир, минимальный – на основе сахарины. При использовании разных видов водорослей в рецептурах кормов необходимо учитывать отличия в их химическом составе и корректировать состав кормов за счет введения других компонентов.

Ключевые слова: саргассум, цистозира, сахарина, анфельция, корм, молодь трепанга.

Введение

В Приморском крае важным направлением марикультуры стало разведение трепанга. В настоящее время предприятия, занимающиеся искусственным воспроизводством трепанга, используют для молоди корма китайского производства. С дальнейшим развитием промышленного разведения этого ценного объекта появляется потребность в кормах отечественного производства.

Морские водоросли – основной компонент в питании трепанга с момента оседания личинок до получения жизнестойкой молоди [1]. В странах Юго-Восточной Азии, где интенсивно развивается марикультура, в составе кормов для молоди трепанга чаще всего используют саргассум [2], который относится к фукусовым водорослям. Однако в Приморском крае саргассум не имеет массового распространения и относится к потенциально промысловым водорослям. Для промышленного производства кормов необходимо использовать водоросли, запасы которых оцениваются как промысловые [3]. Наибольший интерес для замены саргассума в составе корма представляют бурые водоросли – сахарина (ламинария) японская, цистозира толстоногая и красная водоросль – анфельция тобучинская [4].

Целью исследования являлось изучение возможности замены саргассума в составе кормов для молоди трепанга на другие виды водорослей.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучение химического состава водорослей;
- исследование влияния разных видов водорослей на химический состав кормов;
- проведение биологических испытаний кормов с использованием разных видов водорослей.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований служили 4 вида водорослей – анфельция тобучинская *Ahnfeltia tobuchiensis*, сахарина (ламинария) японская *Saccharina (Laminaria) japonica*, цистозира толстоногая *Cystoseira crassipes*, саргассум бледный *Sargassum pallidum*, а также корма для молоди трепанга на основе исследуемых водорослей.

В образцах водорослей и кормов на их основе определяли содержание воды, минеральных веществ по ГОСТ 26185-84 [5].

Общее содержание азотистых веществ в водорослях и кормах определяли по методу Кьельдаля на приборе «Kjeltec auto» 10 SO Analyzer (Tecator, Япония).

Для оценки биологической ценности белков водорослей и кормов определяли содержание аминокислот, в том числе незаменимых. Подготовку проб для анализа аминокислотного состава белка осуществляли методом кислотного гидролиза водорослей 6 N HCl [6, 7]. Аминокислотный состав водорослей определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе L-8800 (Hitachi, Япония).

Небелковый азот определяли после экстракции водорослей и кормов 20 %-м раствором трихлоруксусной кислоты и последующим определением азота в экстракте методом Кьельдаля на приборе «Kjeltec auto» 10 SO Analyzer (Tecator, Япония).

Общее содержание липидов определяли по методу Блайя – Дайера [8].

Содержание альгиновой кислоты определяли титрометрическим методом согласно методическим рекомендациям [9].

Количество фукозы в водорослях определяли спектрофотометрически по цветной реакции фукозы с L-цистеином и серной кислотой [10, 11]. Для определения фукоидана в биомассе водоросли количество фукозы умножают на 2, исходя из условного среднего содержания фукозы в фукоидане, равного 50 % [11].

Содержание клетчатки определяли методом Кюршнера и Ганака после гидролиза смесью концентрированной азотной и 80 %-й уксусной кислот в соотношении 1 : 10 [12].

Содержание легкогидролизуемых полисахаридов (ЛГП) в водорослях и кормах определяли антроновым методом [13, 14].

При проведении биологических испытаний кормов в качестве объектов исследований использовали пигментированную молодь трепанга (возраст 2 мес.). Для экспериментов были отобраны образцы молоди в количестве 10 экз. Молодь взвешивали, помещали в сосуды емкостью 1 л, кормили в течение 30 дней. Новую порцию корма давали при условии его 70 %-го поедания, что происходило через 24 часа с момента его подачи. При замене корма новой порцией остатки корма от предыдущего кормления полностью удаляли из сосуда и одновременно с этим проводили смену воды в сосуде.

Результаты исследований и их обсуждение

Основным компонентом водорослей являются углеводы, представленные главным образом полисахаридами – альгиновой кислотой в бурых водорослях и агаром в красных водорослях.

Сравнительный анализ химического состава водорослей показал, что содержание углеводов изменяется от 44,3 % в саргассуме до 59,2 % в цистозире (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав исследуемых водорослей

Водоросль	Содержание, % сухого вещества							
	Минеральные вещества	Белок (белковый азот × 6,25)	Небелковый азот	ЛГП	Альгиновая кислота/агар	Фукоидан	Липиды	Клетчатка
Саргассум	31,7	11,8	0,58	20,8	12,5	2,0	1,1	9,0
Цистозира	24,9	3,7	0,332	11,0	30,5	9,0	0,6	8,7
Сахарина	24,3	5,5	0,300	8,6	38,3	1,9	1,2	9,5
Анфельция	18,0	19,8	0,292	22,9	12,0	–	0,5	12,0

Содержание альгиновой кислоты максимально в сахарине – 38,3 %, минимально в саргассуме – 12,5 %, в цистозире ее количество составляет 30,5 %. Максимальное количество фукоидана характерно для цистозире – 9,0 %, минимальное – для сахарины – 1,9 %. Количество клетчатки в исследуемых водорослях находится приблизительно на одном уровне – 8,7–9,5 %.

Половина общего содержания углеводов в саргассуме приходится на ЛГП – 20,8 %, в сахарине их количество минимально – 8,6 %, в цистозире – 11,6 %. В анфельции также установлено высокое содержание ЛГП – 22,9 %, т. е. выше, чем в саргассуме. Половину от общего количества углеводов в анфельции составляют агар – 12,0 % и клетчатка – 12,0 %.

Анфельция характеризуется высоким содержанием азотистых веществ: 19,8 % приходится на белок и 0,29 % на небелковый азот. На втором месте по количеству азотистых веществ находится саргассум: 11,8 % составляет белок и 0,58 % небелковый азот. В ламинарии содержание азотистых веществ невелико и составляет 8,4 %, в том числе белок – 5,5 %. Среди исследуемых водорослей меньше всего белка содержит цистозира – 3,7 %, небелковый азот составляет в среднем 0,33 %.

Известно, что биологическая ценность белка зависит от баланса его аминокислотного состава. В табл. 2 приведены данные по аминокислотному составу белков исследуемых морских водорослей.

Самое высокое содержание аминокислот в водорослях при пересчете на 100 г белка было обнаружено в анфельции – 93,9 %. У бурых водорослей их количество изменяется от 71,8 % (цистозира) до 89 % (сахарина), у саргассума количество аминокислот составляет 77,9 %.

Сравнительный анализ показал, что все исследуемые водоросли содержат примерно равное количество треонина, аланина, валина, изолейцина, тирозина и значительно отличаются по содержанию таких аминокислот, как аспарагиновая кислота, цистин, серин, аргинин. Среди бурых водорослей максимальное количество серина, гистидина обнаружено в цистозире – в 2 раза больше, чем в саргассуме.

Таблица 2

Аминокислотный состав белков водорослей

Водоросль	Анфельция	Саргассум	Цистозира	Сахарина
Аспаргиновая кислота, г на 100 г белка				
Asp	11,9	9,3	6,3	15,7
Thr	3,9	3,9	4,2	3,4
Ser	6,0	7,2	15,4	8,4
Glu	13,1	13,3	6,5	26,6
Gly	10,4	6,2	7,6	5,46
Ala	6,5	6,5	6,8	6,6
Cys	1,1	0,8	0,4	0,65
Val	3,1	3,6	3,1	2,7
Met	0,4	–	–	–
Ile	2,0	2,26	1,75	1,58
Leu	5,8	4,9	3,0	3,36
Tyr	3,9	3,5	3,3	2,6
Phe	3,3	2,6	1,9	1,98
Lys	5,2	3,7	2,5	2,6
His	1,0	1,2	2,5	1,28
Arg	7,1	3,6	1,4	1,8
Pro	9,2	5,3	5,2	4,3
Сумма аминокислот	93,9	77,9	71,8	89,0
Сумма незаменимых аминокислот	23,7 (25,2 %)*	20,9 (26,9 %)*	16,4 (22,9 %)*	15,6 (17,5 %)*

* % суммы незаменимых аминокислот от суммы аминокислот.

Саргассум содержит больше аспарагиновой и глутаминовой кислоты, цистина по сравнению с цистозирой. В отличие от других исследуемых водорослей сахарина характеризуется самым высоким количеством моноаминодикарбоновых кислот, которые имеют большое значение в обмене веществ живых организмов. В белках анфельции обнаружено самое высокое количество глицина, пролина, аргинина, лейцина, лизина.

В саргассуме преобладают минеральные вещества – 31,7 %, в цистозире их 24,9 %, сахарине 24,5 %, анфельция содержит минимальное количество – 18 %.

В исследуемых образцах водорослей обнаружено 0,5–1,2 % липидов, что сопоставимо с данными по этому показателю для других видов водорослей залива Петра Великого [15]. Больше всего их обнаружено в саргассуме и сахарине.

Таким образом, среди бурых водорослей максимальным содержанием минеральных веществ, небелкового азота, белка и ЛПП и минимальным количеством альгиновой кислоты отличается саргассум. Самое высокое содержание белка, ЛПП, клетчатки и минимальное содержание минеральных веществ обнаружено в анфельции.

Сахарину, цистозире и анфельцию вводили взамен саргассума в рецептуру корма (табл. 3). Было составлено 4 варианта кормов, которые отличались только видом водорослей.

Таблица 3

Рецептура корма на основе водорослей

Ингредиенты	Количество, г на 100 г смеси
Водоросли	50
Минеральная добавка	5,0
Белковые добавки	20,0
Биологически активные добавки	20,0
Ил природный	5,0

Исследования показали, что корма значительно отличаются содержанием минеральных веществ, белка, полисахаридов в соответствии с составом введенных водорослей (табл. 4). Корм на основе анфельдии отличается повышенным содержанием белка, на основе саргассума – минеральных веществ и ЛПП, на основе сахарины – содержанием альгиновой кислоты.

Таблица 4

Химический состав кормов на основе водорослей

Основа корма	Содержание, % сухого вещества					
	Минеральные вещества	Белок (белковый азот × 6,25)	Небелковый азот	Липиды	ЛПП	Альгиновая кислота/агар
Анфельдия	13,2	20,6	0,516	1,7	21,9	12,0
Сахарина	20,7	14,3	0,460	3,0	21,2	19,1
Цистозира	20,5	13,6	0,465	2,7	14,4	15,2
Саргассум	28,9	11,8	0,524	2,6	30,3	10,0

Белки корма на основе анфельдии содержат максимальное количество незаменимых аминокислот, на основе саргассума – минимальное (табл. 5). Корма на основе сахарины и цистозиды по сумме незаменимых аминокислот занимают промежуточное положение.

Таблица 5

Аминокислотный состав кормов на основе исследуемых водорослей

Аминокислота, г/100 г корма	Водоросль	Анфельдия	Цистозира	Сахарина	Саргассум
	Asp		2,4	1,6	1,7
Thr		0,8	0,6	0,6	0,4–0,5
Ser		1,2	0,8	0,8	0,6
Glu		2,7	2,2	2,1	1,8–1,9
Gly		2,1	1,4	1,5	1,1–1,3
Ala		1,3	0,8	1,0	0,7
Cys		0,2	0,06	0,1	0,14–0,1
Val		0,6	0,4	0,4	0,3–0,5
Met		0,8	0,02	0,02	0,02
Ile		0,4	0,2	0,3	0,2–0,3
Leu		1,1	0,8	0,88	0,6–0,75
Tyr		0,96	0,5	0,48	0,4–0,46
Phe		0,7	0,5	0,5	0,4
Lys		1,0	0,7	0,7	0,57–0,63
His		0,2	0,2	0,2	0,14–0,16
Arg		1,5	0,7	0,8	0,6–0,64
Pro		1,9	1,0	1,1	0,8–0,9
Сумма аминокислот		19,1	12,5	13,2	10,5–10,7
Сумма незаменимых аминокислот		5,4 (24,5%)*	3,2 (25,7%)*	3,4 (25,7%)*	2,5 (24,0%)*

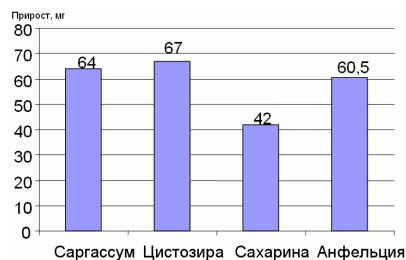
* % суммы незаменимых аминокислот от суммы аминокислот.

С учетом результатов анализа химического состава водорослей было сделано предположение, что для роста и развития молоди трепанга корма на основе сахарины и саргассума должны быть сопоставимы по их эффективности, а корма из цистозиды и анфельдии могут отличаться по этому признаку, причем в сторону снижения эффективности.

Биологические испытания для оценки кормовой эффективности продолжительностью до 30 дней проходили в сентябре 2014 г. на базе ОАО «ДальСТАМ» (о. Русский).

Эффективность использования разных видов водорослей в составе кормов оценивали по изменению массы тела молоди трепанга в течение 30 суток (рис.).

Максимальный прирост массы тела трепанга наблюдался при кормлении кормом на основе цистозиры – в среднем 67,0 мг, при использовании саргассума – 64,0 мг. Корма с анфельцией давали прирост чуть ниже – 60,5 мг. Самый низкий прирост показал корм на основе сахарины – 42,0 мг.



Эффективность использования разных видов водорослей в составе кормов

В ходе исследований было установлено, что из корма с сахаринной в морской воде выделяются вязкие вещества, предположительно высокомолекулярные полисахариды, препятствующие потреблению корма молодью трепанга. Вероятно, это является причиной пониженной эффективности корма с сахаринной. Следовательно, в корма для молоди трепанга предпочтительнее добавлять фукусовые водоросли.

Заключение

Химический состав исследованных видов водорослей (анфельция, саргассум, цистозира, сахарина) значительно отличается по содержанию минеральных веществ, белка, углеводов. Среди бурых водорослей максимальное количество минеральных веществ, небелкового азота, белка, ЛПП и минимальное количество альгиновой кислоты содержит саргассум. Для анфельции характерно самое высокое содержание белка, ЛПП и минимальное содержание минеральных веществ.

Состав кормов меняется в зависимости от используемого вида водоросли. Добавление анфельции увеличивает в кормах содержание белка, но уменьшает количество минеральных веществ. Саргассум повышает содержание минеральных веществ и ЛПП, но снижает содержание белка. С учетом этого при составлении рецептур кормов рекомендуется учитывать отличия в химическом составе водорослей и корректировать их состав за счет введения других компонентов.

Анализ биологических показателей выращенной молоди трепанга позволил оценить эффективность использования разных видов водорослей в составе продукционного корма. Прирост молоди зависит от вида водоросли, используемой в корме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sudong Xia*. Feeding preferences of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) on various seaweed diets / Xia Sudong, Zhao Peng, Chen Kang, Li Yong, Liu Shilin, Zhang Libin, Yang Hongsheng // *Aquaculture*. 2012. Vol. 344–349. P. 205–209.
2. *Joo-Young Seo*. Availability of Dietary Ingredient for juvenile sea cucumber *Stiphopus japonicus* / Seo Joo-Young. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. Marine Biotechnology, Graduate School, Kangnung National University, 2009. 106 p.
3. *Состояние* промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2014 г. (краткая версия). Владивосток: ТИПРО-центр, 2014. 354 с.
4. *Суховеева М. С.* Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки: моногр. / М. С. Суховеева, А. В. Подкорытова. Владивосток: ТИПРО-центр, 2006. 243 с.
5. *ГОСТ 26185-84*. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандарт, 1984. 53 с.
6. *Баратова Л. А.* Определение аминокислотного состава белков. Методы биохимического эксперимента / Л. А. Баратова, Л. П. Белякова. М.: МГУ, 1974. С. 1–36.
7. *Остерман Л. А.* Хроматография белков и нуклеиновых кислот / Л. А. Остерман. М.: Наука, 1985. 536 с.
8. *Blight E. G.* A rapid method of total lipid extraction / E. G. Blight, W. J. Dayer // *Canad. J. Biochem. Physiol.* 1959. 37 (8). P. 911–917.
9. *Аминина Н. М.* Методы определения содержания альгиновой кислоты и соотношения в ней урновых кислот. Методические рекомендации / Н. М. Аминина. Владивосток: ТИПРО, 1991. 16 с.
10. *Dische Z.* A specific color reaction of methylpentoses and a spectrophotometric micromethod for their determination / Z. Dische, L. B. Shettles // *J. Biol. Chem.* 1948. Vol. 175. P. 595–603.

11. Усов А. И. Полисахаридный состав некоторых бурых водорослей Камчатки / А. И. Усов, Г. П. Смирнова, Н. Г. Клочкова // Биорганическая химия. 2001. Т. 27, № 6. С. 444–448.
12. Бурштейн А. И. Методы исследования пищевых продуктов: моногр. / А. И. Бурштейн. Киев: Госмедиздат, 1963. 643 с.
13. Крылова Н. Н. Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения / Н. Н. Крылова, Ю. Н. Лясковская. М.: Пищ. пром-сть, 1965. С. 34–38.
14. ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. М.: Стандартиформ, 1991. 10 с.
15. Хотимченко С. В. Красные водоросли залива Петра Великого как источник арахидоновой и эйкозапентаеновой кислот / С. В. Хотимченко, Э. С. Гусарова // Биология моря. 2004. Т. 30, № 3. С. 215–218.

Статья поступила в редакцию 20.07.2015

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кадникова Ирина Арнольдовна – Россия, 690091, Владивосток; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр; д-р техн. наук, старший научный сотрудник; ведущий научный сотрудник лаборатории проблем рационального использования водорослей; kadnikova@tinro.ru.

Аминина Наталья Михайловна – Россия, 690091, Владивосток; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр; канд. биол. наук, старший научный сотрудник; зав. лабораторией проблем рационального использования водорослей; aminina@tinro.ru.

Мокрецова Нина Дмитриевна – Россия, 690091, Владивосток; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр; канд. биол. наук, старший научный сотрудник; ведущий научный сотрудник лаборатории воспроизводства беспозвоночных; mokretsova@tinro.ru.

Рогов Александр Максимович – Россия, 690091, Владивосток; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр; аспирант; aleksandr.rogov@tinro-center.ru.



I. A. Kadnikova, N. M. Aminina, N. D. Mokretsova, A. M. Rogov

USE OF VARIOUS ALGAE SPECIES IN THE FEED COMPOSITION FOR SEA CUCUMBER JUVENILES

Abstract. Use of various algae species for replacement of the *Sargassum* in the sea cucumber juveniles feed is studied. Difference the *Sargassum pallidum* chemical composition from that of other red and brown algae species is shown. *S. pallidum* contains the maximum number of minerals (31.7 %), non-protein nitrogen (0.58 %), protein (11.8 %), readily hydrolysable polysaccharide (20.8 %) and minimum of alginic acid (12.5 %). *Sargassum* proteins have a high content of essential amino acids (26.9 % of the amount of amino acids). The high amount of glycine (10.4 g/100 g of protein), proline (92 g/100 g of protein), arginine (7.1 g/100 g of protein), leucine (5.8 g/100 g of protein), lysine (5.2 g/100 g of protein) was found in the *Ahnfeltia tobushiensis* proteins. Data on the chemical composition of the experimental feed and the results of their biological tests on the sea cucumber juveniles are presented. Chemical composition of feeds significantly different in the content of minerals, protein, polysaccharides depending on the introduced algae composition. Feed based on *A. tobushiensis* differs in the increased protein content (20.6), based on *S. pallidum* – in the increased content of minerals (28.9 %) and readily hydrolysable polysaccharides (30.3 %), *Saccharina japonica* – in the increased content of alginic acid (19.1 %). Assessment of the feed efficiency with various algae species by the criterion of the sea cucumber juveniles mass gain is given. The maximum gain of the sea cucumber juvenile body mass is provided by the feeds on *Cystoseira crassipes* basis and the minimum one – based on *S. japonica*. When using various algae species in feed recipes it is necessary to consider the differences in their chemical composition and to adjust the feed composition by the introduction of other components.

Key words: sargassum, cystoseira, saccharina, ahnfeltia, feed, sea cucumber juveniles.

REFERENCES

1. Sudong Xia, Peng Zhao, Kang Chen, Yong Li, Shilin Liu, Libin Zhang, Hongsheng Yang. Feeding preferences of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) on various seaweed diets. *Aquaculture*, 2012, vol. 344–349, pp. 205–209.
2. Joo-Young Seo. *Availability of Dietary Ingredient for juvenile sea cucumber Stiphopus japonicus*. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. Marine Biotechnology, Graduate School, Kangnung National University, 2009. 106 p.
3. *Sostoianie promyslovyykh resursov. Prognoz obshchego vylova gidrobiontov po Dal'nevostochnomu rybokhoziaistvennomu basseinu na 2014 g. (kratkaia versiia)* [State of commercial resources. Forecasting of total catch of hydrobionts in Far East fishery basin in 2014 (brief version)]. Vladuvostok, TINRO-tsentr, 2014. 354 p.
4. Sukhoveeva M. S., Podkorytova A. V. *Promyslovye vodorosli i travy morei Dal'nego Vostoka: biologiya, rasprostraneniye, zapasy, tekhnologiya pererabotki* [Commercial algae and herbs of the Far East seas: biology, distribution, stocks, processing technology]. Vladuvostok, TINRO-tsentr, 2006. 243 p.
5. *GOST 26185-84. Vodorosli morskoye, travy morskoye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza* [Sea algae, sea plants and products of their processing. Methods of analysis]. Moscow, Standart Publ., 1984. 53 p.
6. Baratova L. A., Beliakova L. P. *Opreделение aminokislotochnogo sostava belkov. Metody biokhimicheskogo eksperimenta* [Determination of amino acid composition of proteins. Methods of biochemical experiment]. Moscow, Izd-vo MGU, 1974. P. 1–36.
7. Osterman L. A. *Khromatografiya belkov i nukleinykh kislot* [Chromatography of proteins and nucleic acids]. Moscow, Nauka Publ., 1985. 536 p.
8. Blight E. G., Dayer W. J. A rapid method of total lipid extraction. *Canad. J. Biochem. Physiol.*, 1959, 37 (8), pp. 911–917.
9. Aminina N. M. *Metody opredeleniya sodержaniya al'ginovoi kisloty i sootnosheniya v nei uronovykh kislot. Metodicheskie rekomendatsii* [Methods of determination of the composition of alginic acid and co-relation of uronic acids. Methodical recommendations]. Vladuvostok, TINRO, 1991. 16 p.
10. Dische Z., Shettles L. B. A specific color reaction of methylpentoses and a spectrophotometric micro-method for their determination. *J. Biol. Chem.*, 1948, vol. 175, pp. 595–603.
11. Usov A. I., Smirnova G. P., Klochkova N. G. *Polisakharidnyi sostav nekotorykh burykh vodoroslei Kamchatki* [Polysaccharides composition of some brown algae in Kamchatka]. *Bioorganicheskaya khimiya*, 2001, vol. 27, no. 6, pp. 444–448.
12. Burshtein A. I. *Metody issledovaniya pishchevyykh produktov* [Methods of study of food products]. Kiev, Gosmedizdat, 1963. 643 p.
13. Krylova N. N., Liaskovskaya Iu. N. *Fiziko-khimicheskie metody issledovaniya produktov zhivotnogo proiskhozhdeniya* [Physical and chemical methods of studying the products of animal origin]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1965. P. 34–38.
14. *GOST 26176-91. Korma, kombikorma. Metody opredeleniya rastvorimykh i legkogidrolizuemykh uglevodov* [Feed, combined food. Methods of determination of soluble and easily hydrolyzable carbohydrates]. Moscow, Standartinform Publ., 1991. 10 p.
15. Khotimchenko S. V., Gusarova E. S. *Krasnye vodorosli zaliva Petra Velikogo kak istochnik arakhidonovoi i eikozapentaenovoi kislot* [Red algae of the bay Peter the Great as a source of arachidonic and eicosapentaenoic acids]. *Biologiya moria*, 2004, vol. 30, no. 3, pp. 215–218.

The article submitted to the editors 20.07.2015

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kadnikova Irina Arnoldovna – Russia, 690091, Vladivostok; Pacific Scientific Research Fishery Center; Doctor of Technical Sciences, Senior Scientist; Leading Scientist of the Laboratory of the Problems of Algae Rational Utilization; kadnikova@tinro.ru.

Aminina Natalya Mikhailovna – Russia, 690091, Vladivostok; Pacific Scientific Research Fishery Center; Candidate of Biology, Senior Scientist; Head of the Laboratory of the Problems of Algae Rational Utilization; kadnikova@tinro.ru.

Mokretsova Nina Dmitrievna – Russia, 690091, Vladivostok; Pacific Scientific Research Fishery Center; Candidate of Biology, Senior Scientist; Leading Scientist of the Laboratory of the Reproduction of Invertebrates; mokretsova@tinro.ru.

Rogov Alexander Maksimovich – Russia, 690091, Vladivostok; Pacific Scientific Research Fishery Center; Postgraduate Student; aleksandr.rogov@tinro-center.ru.

