

---

---

# ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

---

---

УДК 664.959.5

**В.Д. Богданов, С.Н. Максимова, Е.В. Шадрина**

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

## ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОРСКИХ ЗВЕЗД КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ КОМБИНИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

*Рассмотрены морские звезды, обитающие в дальневосточных морях, как сырье для производства кормовой добавки в рационе птиц. С этой целью осуществлена оценка химического состава этих морских объектов: определено содержание белка, липидов, минеральных веществ, аминокислотный состав белков. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о целесообразности получения из них кормовой (минеральной или белковой) добавки.*

**Ключевые слова:** морские звезды, технология, комбинированный метод, кормовая добавка.

**V.D. Bogdanov, S.N. Maksimova, E.V. Shadrina**

## STUDIES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE SEA STARS AS RAW MATERIAL FOR OBTAINING FEED ADDITIVES BY COMBINED METHOD

*In the article the sea stars, living in the Far Eastern seas, examines as raw material for the production of feed additives in diet of birds. With this objective, assess chemical composition of these marine objects to determine the content of protein, lipids, mineral substances, amino acid composition of proteins. Analysis of experimental data indicates the feasibility of generating the feed (mineral or protein) supplements.*

**Key words:** sea stars, technology, combined method, feed additive.

Морские звезды – это класс типа иглокожих. Их ближайшими родственниками являются другие иглокожие: голотурии, морские ежи и морские лилии. Все они возникли более 450 миллионов лет назад и распространены повсеместно – от Северного Ледовитого океана и вод, омывающих Антарктиду, до тропических и экваториальных зон океана. В настоящее время известно около 1500 видов морских звезд, из которых около 170 видов и подвигов обитает в дальневосточных морях России [1].

Японское море у берегов Приморья имеет большие отличия между летней и зимней температурами, поэтому на литорали в зал. Петра Великого встречаются только несколько видов (не более 10) морских звезд. Чаще всего встречаются патирия гребешковая (*Patiria pectinifera*) и эвастерия колючая (*Evasterias echinosoma*).

Патирия гребешковая – звезда с короткими лучами синего цвета, с рассыпанными по спинной поверхности красно-оранжевыми пятнами. Патирия бывает пяти-, шести- и даже семилучевой, распространена в Японском море. Эти небольшие звезды образуют многочисленные скопления на дне, особенно в июле – августе, в период их нереста.

Самая крупная у берегов Приморья морская звезда – эвастерия колючая – достигает в размахе лучей 40–50 см и более. Она живет на глубинах от 4 до 100 м, распространена в Японском море от зал. Посьета до Татарского пролива [2].

На плантациях по разведению устриц и гребешков морские звезды наносят ущерб морскому хозяйству, скапливаясь возле морских огородов и поедая урожай. Учитывая постоянно увеличивающиеся колонии морских звезд в расположении объектов аквакультуры моллюсков, их можно рассматривать как перспективное сырье для промышленной переработки. Направление использования и способ переработки морских звезд зависят от их химического состава, который может варьироваться в зависимости от их вида, времени и места вылова.

Целью настоящих исследований является определение химического состава морских звезд, обитающих в бухте Северной, как сырья для получения комбинированным способом кормовой добавки в рацион птиц.

В работе использовали два вида звезд: патирия гребешковая, эвастерия колючая.

Исследование химического состава (массовая доля воды, содержание минеральных веществ) образцов проводили согласно стандартным методам (ГОСТ 7636-85) [3].

Массовую долю липидов определяли по методу Блайя и Дайэра [4].

Аминокислотный состав белков определяли после кислотного гидролиза [5] на высокоскоростном анализаторе Hitachi L-8800.

Определение содержания макро- и микроэлементов и токсичных металлов в образцах осуществляли стандартными методами (ГОСТ 26927, 26929, 26930, 26932, 26933, 30178, 30538, Р 51301) на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы Nippon Jarell Ach модель АА-885. В качестве атомизатора использовали однощелочную горелку и пламя ацетилен-воздух.

В экспериментальных исследованиях определяли химический состав разных частей тела морских звезд, выловленных в летний период (табл. 1).

Таблица 1

**Химический состав морских звезд, %**

Table 1

**Chemical composition of sea stars, %**

Образец	Вода/ сухие вещества	Белок (общ. азот)	Липиды	Минер. вещ-ва	Аминосахара (галактозамин + глюкозамин)	Сумма аминокислот (% на сухое вещество)
Панцирь эвастерии	71,90 / 28,10	9,50 (1,520)	0,88	17,07	0,46 + 0,38 = 0,84	2,79±0,15
Внутренности эвастерии	74,70 / 25,30	14,34 (2,295)	6,11	2,41	1,16 + 0,99 = 2,16	8,29±0,25
Икра эвастерии	83,80/ 16,30	11,59 (1,855)	1,86	2,39	0,69 + 0,58 = 1,27	7,51±0,25
Панцирь патирии	56,74/ 43,31	9,66 (1,545)	0,77	32,04	0,41 + 0,33 = 0,74	1,65±0,05
Внутренности патирии	80,60 / 19,40	10,25 (1,640)	1,35	7,67	0,45 + 0,38 = 0,83	4,22±0,05
Икра патирии	81,25 / 18,81	13,15 (2,105)	3,80	1,32	0,75 + 0,64 = 1,39	7,14±0,25

Как видно из представленных данных, различие в содержании сухих веществ связано с повышенной минерализацией покровной ткани патирии гребешковой. Во внутренностях морских звезд содержание сухих веществ находится приблизительно на одном уровне.

Количество белка в покровной ткани эвастерии колючей и патирии гребешковой почти одинаково и составляет 9,5–9,7 %. Во внутренностях морских звезд количество белка различное – от 10,25 до 14,34 %.

Содержание липидов в покровной ткани звезд незначительно. Во внутренностях эвастерии количество липидов достаточно велико и превышает в 4,5 раза содержание липидов во внутренностях патирии.

Количество минеральных веществ в покровной ткани эвастерии почти в 2 раза ниже, чем в ткани патирии. Во внутренностях морских звезд содержание минеральных веществ также заметно различается, однако их количество невысокое.

Содержание макро- и микроэлементов в исследуемых образцах морских звезд представлено в табл. 2.

Таблица 2

**Содержание макро- и микроэлементов, мг/кг (в сырой ткани)**

Table 2

**The content of macro – and microelements, mg/kg (raw tissue)**

Образец	P	Na	Ca	K	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni
Панцирь эвастерии	1332,2	276,8	2009,0	83,15	116,07	5,32	63,78	55,21	18,66	0,11
Внутренности эвастерии	152,9	190,1	0,8	95,05	18,37	0,28	112,8	36,73	5,43	0,08
Икра эвастерии	180,1	235,5	0,64	106,42	24,55	0,58	16,83	20,07	1,91	0,09
Панцирь патирии	775,8	194,3	2049,1	48,43	226,54	37,66	67,25	11,34	9,98	0,07
Внутренности патирии	101,2	161,4	3,1	124,0	26,60	1,36	216,9	41,42	3,95	0,08
Икра патирии	92,8	231,9	36,2	130,74	23,28	0,19	71,69	22,69	3,14	0,09

Анализ полученных результатов показывает, что особенностью покровной ткани эвастерии колючей является более высокое содержание фосфора. Покровная ткань патирии богаче магнием по сравнению с эвастерией почти в два раза. Данные по содержанию кальция у двух объектов – одного порядка. По сравнению с покровной тканью внутренние органы обоих видов звезд отличаются более высоким содержанием калия и железа. Содержание натрия во всех частях тела звезд приблизительно одинаково.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что по количеству минеральных веществ (особенно кальция) морские звезды могут покрывать суточную потребность в них животного организма и являются ценным сырьем для получения минеральной кормовой добавки для птиц.

Оценка химического состава морских звезд позволяет охарактеризовать их и как ценное белковое сырье.

В табл. 3 представлен аминокислотный состав белков морских звезд.

Как видно из представленных результатов, белки обеих морских звезд содержат все незаменимые аминокислоты. Их общее количество в покровной части звезд составляет 36,4–39,4 % от суммы аминокислот, во внутренностях патирии гребешковой и эвастерии колючей – 40,3 и 44,3 % соответственно. В икре морских звезд содержание незаменимых аминокислот составляет 40,0–41,0 %.

В тканях морских звезд отмечается большое количество лизина – от 5 до 7 %, который способствует всасыванию кальция, благотворно влияет на обмен белков и состояние нервной системы, участвует в синтезе белков, необходимых для образования скелетных тканей и ферментов, является важным компонентом нескольких пептидных гормонов. При недостатке лизина у животных снижается использование азота корма, замедляется рост и продуктивность взрослых животных, снижается концентрация свободного лизина в мышцах, гемоглобина в крови [7, 8].

Таблица 3

**Аминокислотный состав белков образцов, % к белку**

Table 3

**Amino acid composition of proteins in samples, % protein**

Амино-кислота*	Панцирь эвастерии	Внутренности эвастерии	Икра эвастерии	Панцирь патирии	Внутренности патирии	Икра патирии	Эталон* ФАО/ВОЗ, г/100г белка
Thr	4,95	5,31	4,68	4,40	5,23	5,00	2,3
Ile	4,18	4,31	4,10	3,27	4,16	4,06	3,0
Leu	6,88	6,35	6,50	5,28	6,70	6,73	5,9
Val	5,38	6,65	5,63	4,55	5,53	5,39	3,9
Lys	7,05	7,10	7,04	4,98	7,25	7,11	4,5
His	2,32	1,98	1,81	1,48	2,22	2,04	1,5
Tyr + Phe	3,32 + 4,00	4,19 + 4,65	3,25 + 4,10	5,03 + 3,25	4,46 + 4,24	3,85 + 4,09	3,8
Met + Cys	0,50 + 0,78	3,24 + 0,47	2,53 + 1,04	1,22 + 2,95	0,22 + 0,29	1,32 + 0,45	2,2
Незаменимые аминокислоты	39,36	44,25	40,68	36,41	40,3	40,04	27,1
Glu	13,69	12,11	12,37	12,39	12,69	12,56	–
Gly	13,58	12,64	17,71	12,72	12,55	17,05	–
Ala	4,38	2,86	2,55	5,14	4,73	4,76	–
Asp	9,45	9,66	9,14	8,66	9,71	8,76	–
Ser	4,39	3,72	3,57	4,38	4,28	3,84	–
Arg	5,60	5,00	5,31	5,53	4,77	5,33	–
Pro	7,19	6,76	6,38	9,49	6,43	5,96	–
Сумма	58,28	52,75	57,03	58,31	55,16	58,26	–

\* Protein and amino acid... [6].

Значительно отличается содержание незаменимых аминокислот в панцире патирии, где их количество на 18–41 % ниже, чем в других частях.

Среди заменимых аминокислот преобладают глицин и глутаминовая кислота, которые участвуют в обменных процессах, биосинтезе белков.

Высокие значения аспарагиновой и глутаминовой кислот приближают морские звезды к водорослям, в частности, к ламинариевым, и играют важнейшую роль в обменных процессах организма.

Исследования содержания токсичных элементов (табл. 4) свидетельствуют о возможности использования морских звезд для получения кормовых продуктов.

Таблица 4

**Содержание токсичных элементов, мг/кг (в сырой ткани)**

Table 4

**The content of toxic elements, mg/kg (raw tissue)**

Образец	As	Pb	Cd	Hg
Панцирь эвастерии	1,46	0,28	0,013	-
Внутренности эвастерии	3,14	0,25	0,056	-
Панцирь патирии	3,50	0,50	0,095	-
Внутренности патирии	2,65	0,20	0,012	-
Нормы по ТР ТС 2011	5,00	10,0	2,0	0,2

В целом, на основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности использования всех частей тела морских звезд (высокоминерализованной белковой покровной ткани и внутренних органов, богатых биологически ценными липидами, белками) для получения кормовой добавки (минеральной и белковой) для птиц. При этом для разработки комбинированной технологии, подразумевающей как биотехнологическое, так и химическое воздействие на сырье, должны быть учтены особенности химического состава и показателей безопасности этих биологических объектов.

### Список литературы

1. Жизнь животных: в 6 т. / под ред. проф. Н.А. Гладкова, А.В. Михеева. – М.: Просвещение, 1970.
2. Явнов, С.В. Атлас морских звезд дальневосточных морей России / С.В. Явнов; под ред. В.А. Ракова. – Владивосток: Русский остров, 2010. – 240 с.
3. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 139 с.
4. Bligh E.G., Dayer W.J. A rapid method of total lipid extraction // *Canad. J. Biochem. Physiol.* – 1959. – № 37. – P. 911–917.
5. Остерман, Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот: монография / Л.А. Остерман. – М.: Наука, 1985. – 536 с.
6. Protein and amino acid requirements in human nutrition : Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO technical report series № 935. – Geneva, Switzerland : World Health Organization, 2007. – 265 p.
7. Игнатова, Г.В. Низкопротеиновые комбикорма для яичных кур / Г.В. Игнатова, С.Н. Колодяжная // *Вопр. повышения эффективности кормления с.-х. птицы.* – Загорск: ВНИИ-ТИП, 1989. – С. 48–57.
8. Езерская, А.В. Влияние различных уровней лизина и метионина в рационах на продуктивность бройлеров / А.В. Езерская // *Науч. основы технологии производства бройлеров: сб. науч. тр. ВНИТИП.* – Сергиев Посад, 1994. – С. 139–148.

**Сведения об авторах:** Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;  
Максимова Светлана Николаевна, доктор технических наук, профессор, e-mail: maxsvet61@mail.ru;  
Шадрина Екатерина Васильевна, аспирант, e-mail: katyashadrina83@mail.ru.