

ISSN 0203—4646

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ

1871



ИНБЮМ

36

1990

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ МИДИЙ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА

Методом эмиссионного спектрального анализа исследовано содержание 15 микроэлементов и золы в мягкой части тела мидий, культивируемых в Одесском заливе в районе м. Большой Фонтан, а также естественных поселений того же района. Содержание ряда микроэлементов у мидий, выращенных на веревочных коллекторах, выше, чем у моллюсков естественных субстратов. Наибольшие концентрации микроэлементов найдены у молодых особей мидий с длиной раковины менее 2 см. Различия микроэлементов состава у мидий разной окраски раковины незначительны. У мидий коллекторов и естественных поселений содержание микроэлементов колеблется в зависимости от размера раковины моллюсков и времени года.

Мидии являются одним из перспективных объектов марикультуры в Азово-Черноморском бассейне. Они обладают высокими питательными и лечебными свойствами, высокой плодовитостью. В северо-западной части Черного моря условия для культивирования мидий менее благоприятны по сравнению с побережьями Крыма и Кавказа в связи с более резкими колебаниями гидрологического режима и коротким вегетационным периодом [4]. Возрастающее антропогенное воздействие в северо-западной части моря ведет к деградации донных биоценозов и осложняет опытно-промышленное выращивание моллюсков [5]. Однако, как показал опыт культивирования мидий в районе м. Большой Фонтан, возможно выращивание моллюсков на коллекторах Одесского залива. Несмотря на небольшие размеры (длина раковины мидий 2—4 см) мидии уже нашли применение в практике сельского хозяйства для подкормки животных.

При использовании выращиваемых мидий в качестве пищевого и кормового объекта важно знать химический состав их тела. В плане этих исследований были выполнены анализы микроэлементного состава мидий коллекторов и естественных поселений в сравнительном аспекте. Некоторые сведения о химическом составе мидий марихозяйства Крымского и Одесского побережья приводились нами ранее [1, 2]. А. А. Диденко и Н. Д. Рубцова [3], исследовав химический макро- и микроэлементный состав беспозвоночных искусственного и естественного воспроизводства (гребешок, устрица, кальмар), нашли, что в мускуле гребешка искусственного разведения повышено содержание влаги, а в мускуле, мантии и внутренностях понижено содержание золы по сравнению с моллюсками естественного воспроизводства. По данным этих авторов, содержание натрия, кальция, железа и марганца в мускуле гребешка естественных поселений выше, чем при искусственном разведении. Однако у моллюсков естественных поселений в мускуле было больше ванадия, олова, никеля и калия.

Материал и методика. С конца 1982 г. начато исследование содержания 15 микроэлементов в мидиях, выращенных на коллекторах и собранных на естественном субстрате в том же районе у м. Большой Фонтан в Одесском заливе. В течение 1983 и 1985—1986 гг. систематически отбирались пробы мидий разных размерных групп с длиной раковины 1—6 см в разные сезоны года (кроме зимы). Анализировалась также паста, изготовленная из мелких мидий вместе с раковинами, а также створки раковин. Мягкая часть тела мидий измельчалась и высушивалась при 105 °С, а затем озолялась в муфельной печи при 450—500 °С. Рассчитывалось содержание золы на сухую массу. Определение микроэлементов проводили методом эмиссионного спектрального анализа на спектрографе ИСП-28. Спектрограммы расшифровывались на микрофотометре МФ-2. Результаты исследований приведены в таблице.

Результаты и обсуждение. Определение содержания золы в мягкой части тела мидий показало, что моллюски, выращенные на коллекто-

Микроэлементы мидий Одесского залива,

Дата сбора	Район сбора	Длина раковины, см	Фено-тип	Cu	Mn	Fe	Al	Zn	Ba
19.11.82 г.	Коллекторы	3—4		2,9	19	240	390	190	6,3
	м. Б. Фонтан	4—5		3,2	31	280	1000	140	9,5
25.05.83 г.	Там же	2—3		8,0	30	36	80	230	4,5
		3—4		5,6	22	37	79	290	4,6
		4—5		5,4	11	35	72	250	4,4
		5—6		4,2	11	40	79	180	4,4
30.06.83 г.	Там же	2—3		3,9	39	31	86	170	7,0
		3—4		4,5	15	28	83	94	5,0
		4—5		3,8	13	34	82	47	5,2
18.08.83 г.	Там же	1—2		3,9	43	49	110	78	8,9
		2—3		3,8	65	36	110	120	10,0
		3—4		2,5	30	32	110	56	6,1
		4—5		2,4	42	28	110	50	4,9
		5—6		2,1	34	31	110	18	5,4
09.04.85 г.	Естественный суб-страт	3—4	В	10,0	6,4	53	58	1000	7,6
		3—4	С	6,6	5,2	60	97	630	7,6
		4—5	В	8,1	14,0	81	47	1000	7,5
		4—5	С	5,5	12,0	69	59	1000	7,8
	Коллектор	3—4	В	10,0	13,0	190	76	1000	8,1
		3—4	С	11,0	5,4	100	38	1000	7,4
		4—5	В	9,0	6,4	89	63	1000	7,5
25.04.85 г.	Естественный суб-страт	3—4	Открытое море	6,4	19,0	80	76	580	7,5
	Коллектор	3—4	Внутри траверса	5,9	24,0	67	72	380	7,1
				6,5	28,0	45	62	190	Сл.
04.06.85 г.	Естественный суб-страт	3—4	В	5,4	13,0	65	68	220	5,7
		3—4	С	5,3	17,0	50	39	300	5,5
		4—5	В	6,1	19,0	65	45	230	5,5
19.07.85 г.	Там же	2—3	В	10,0	24,0	150	210	290	5,7
		3—4	В	7,2	22,0	120	160	270	5,9
		3—4	А	10,0	24,0	130	95	400	5,5
		4—5	В	7,7	27,0	100	82	250	5,3
03.09.85 г.	Естественный суб-страт	3—4	А	4,7	15	48	49	220	5,2
		3—4	В	5,2	28	45	50	300	5,2
		4—5	А	4,7	26	40	37	230	5,2
		4—5	В	4,1	18	42	43	160	5,2
03.10.85 г.	Коллектор	2—3	А	3,8	20	30	91	180	5,7
		2—3	В	4,5	22	30	64	100	5,5
	Естественный суб-страт	3—4	А	3,2	27	52	250	230	5,5
		3—4	В	3,9	23	48	120	140	5,5
13.05.86 г.	Коллектор	2	В	21,0	11	57	96	—	—
		2—3		12,0	11	35	68	—	—
		3—4		13,0	8	32	53	—	—
	Естественный суб-страт	2		25,0	6,7	39	50	—	—
		2—3		9,5	6,8	19	21	—	—
		3—4		8,7	3,7	19	25	—	—
31.07.86 г.	Коллектор	3—4		5,1	11	82	100	—	—
		4—5		4,0	7,2	31	80	—	—
	Естественный суб-страт	3—4		15,0	26	33	40	—	—
		4—5		12,0	24	36	40	—	—
31.08.86 г.	Коллектор	3—4		9,2	6,1	17	12	—	—
		4—5		6,4	9,1	18	10	—	—
18.09.86 г.	„	3—4		7,9	15,0	19	13	—	—
		4—5		14,0	13,0	24	12	—	—
09.85 г.	Паста из мидий			0,5	32,0	38	140	—	5,2
13.05.86 г.	Створки раковин мидий		А	1,0	4,2	9,3	3,3	—	—
			В	1,0	4,8	0	2,8	—	—
			С	1,0	5,0	0	2,4	—	—

мг % на золу

Sr	Pb	Ti	V	Li	Ni	Cr	Co	Ag	Процент зола на сухую массу
17	0,7	3,2	0,5	7,5	1,2	—	39	0	8,3
29	2,4	4,6	0,6	7,5	1,1	—	130	0	6,9
15	1,2	1,6	0,7	6,8	1,7	—	7,7	0,3	5,9
19	1,3	1,7	0,5	7,6	2,2	—	8,8	0,2	5,9
16	1,2	1,1	0,5	6,8	1,5	—	7,2	0,2	5,8
14	0,8	0,5	0,5	6,9	1,7	—	8,1	0,2	5,4
63	3,3	1,1	0,9	6,0	0,7	—	8,6	0,2	8,6
31	0,9	1,9	0,5	6,6	0,7	—	8,3	0,2	6,4
25	0,9	1,6	0,6	6,6	0,7	—	9,5	0,2	9,6
39	0,9	1,8	0,7	6,0	1,3	—	11,0	—	7,6
78	0,9	3,8	0,9	5,7	0,7	—	12,0	—	11,6
25	0,7	2,0	0,6	5,6	0,7	—	12,0	—	13,8
24	1,0	2,0	0,7	5,8	0,7	—	11,0	—	15,5
29	0,7	1,6	0,6	5,8	0,6	—	11,0	—	16,3
32	2,4	6,5	0,7	7,5	2,4	1,7	0	0,8	5,5
28	1,2	9,2	0,8	7,7	2,9	2,0	0	0,4	6,2
42	5,0	7,9	0,8	8,4	3,0	2,3	0	1,9	6,6
44	1,4	6,6	0,7	6,9	1,8	1,7	0	0,8	7,3
53	2,1	11,0	1,2	8,7	2,6	9,0	0	0,3	8,1
21	2,3	6,6	0,7	8,2	2,8	4,4	0	0,3	9,0
29	1,7	7,9	0,8	8,1	2,4	7,2	0	0,3	8,1
56	1,1	8,9	2,1	8,1	2,1	1,7	0	0	9,3
40	1,1	8,3	1,3	7,1	2,3	1,5	0	0	10,9
38	0,9	5,9	2,1	6,9	1,8	1,9	0	0	11,6
10	1,0	5,7	1,0	6,9	3,5	1,3	—	0	7,3
16	1,1	4,7	1,0	7,1	3,8	1,0	—	0	5,2
12	1,2	5,5	1,0	7,0	4,2	1,8	—	0	8,8
36	1,5	12,0	1,0	7,2	3,9	1,6	—	0	6,1
29	1,3	10,0	1,0	7,8	3,0	1,5	—	0	8,2
24	1,3	8,3	1,0	7,8	3,0	1,1	—	0	7,3
21	1,2	8,6	1,0	8,0	3,2	1,2	—	0	7,1
12	0,9	7,7	1,0	7,8	4,4	1,0	—	0	9,0
15	1,0	6,6	1,0	7,8	6,1	0,9	—	0	12,3
15	0,8	5,5	1,0	7,2	5,0	0,9	—	0	11,4
29	0,9	8,3	1,0	7,3	4,4	1,0	—	0	9,6
26	0	7,6	1,0	5,8	1,2	0,8	—	0	7,7
18	0	9,4	1,0	5,6	1,0	0,9	—	0	12,7
32	0	8,4	1,0	5,9	1,5	0,8	—	0	4,4
25	0	7,9	1,0	5,9	1,4	0,7	—	0	9,6
15	—	7,9	2,8	9,9	8,3	1,2	0	0	9,4
14	—	3,0	2,9	9,9	8,4	1,1	0	0	7,6
13	—	3,7	4,6	10,0	7,0	1,1	0	0	8,1
15	—	5,0	7,2	10,0	8,1	1,1	0	0	7,6
11	—	2,2	3,0	10,0	5,9	1,0	0	0	7,7
12	—	2,1	3,5	9,1	6,5	1,0	0	0	7,3
24	—	20,0	0,8	10,0	7,1	0,8	0	0	8,2
20	—	4,8	0,7	10,0	5,9	0,8	0	0	6,2
66	—	2,4	0,9	—	8,7	1,0	10	0	8,8
43	—	3,0	0,9	9,8	8,0	1,1	10	0	6,5
15	—	2,2	0,7	11,0	5,2	0	0	0	7,1
13	—	1,9	0,7	0	5,5	0,8	0	0	7,6
19	—	2,2	0,7	9,3	5,4	0,8	0	0	6,9
20	—	2,6	0,7	9,1	5,8	0,8	10	0	7,2
75	—	6,9	1,0	0	Сл.	Сл.	0	0	73,0
60	—	2,1	1,9	0	0	0	0	—	95,3
63	—	2,0	1,9	0	0	0	0	0,4	97,1
65	—	2,5	2,0	0	0	0	0	0,4	94,0

рах, имеют более высокое содержание минеральных веществ (6,2—12,7% сухой массы), чем мидии естественных поселений того же района (4,4—10,9%). Исследование микроэлементного состава и содержания золы в мидиях Одесского залива района м. Большой Фонтан показало различия в количественном содержании отдельных элементов в разные годы, месяцы и в зависимости от длины раковины и ее окраски (таблица).

В ноябре 1982 г. у мидий коллекторов с длиной раковины 4—5 см содержание ряда микроэлементов (марганца, бария, стронция, свинца, титана) было в 1,5—2,5 раза выше, чем у моллюсков с длиной раковины 3—4 см, однако содержание золы было ниже (см. таблицу). У обеих групп мидий обнаружены значительные концентрации железа, алюминия, кобальта и лития. Летом 1983 г. у мидий разных размерных групп (от 1—2 до 5—6 см) накопление меди, цинка, бария, ванадия, титана и других элементов происходило в большей степени у молодых особей 1—3 см. Содержание золы было более высоким у моллюсков 4—6 см, чем 1—4 см (см. таблицу).

Более высокие концентрации меди, никеля и цинка отмечены у мидий хозяйств в мае 1983 г., что можно связать с выносом этих элементов речным стоком и накоплением в морской среде. В августе наибольшие концентрации микроэлементов были в младших возрастных группах. Максимальное содержание золы отмечено в августе (11—16%), минимальное в мае (5,4—5,9%).

В начале и конце апреля 1985 г. содержание золы у мидий коллекторов размером 3—5 см было выше (8,0—11,5%), чем у моллюсков естественных поселений (5—10%). Содержание золы в апреле и сентябре выше, чем в летние месяцы.

В 1985 г. впервые были исследованы микроэлементы мидий разной окраски раковин: коричневые (А), фиолетовые (В) и полосатые (С) по описанной системе [8]. Как показали результаты исследований, в апреле мидии коллекторов 3—4 см фиолетовой и полосатой окраски раковин содержали более высокие концентрации железа, лития и хрома, чем мидии естественных поселений. Мидии группы В содержали больше марганца, алюминия, титана и ванадия по сравнению с группой С, в последних же было больше меди, цинка и свинца. Мидии естественных поселений открытого моря содержали более высокие концентрации некоторых элементов, чем мидии, собранные внутри траверса. Мидии коллекторов такого же размера характеризовались меньшим содержанием многих элементов. В июне у мидий естественных поселений 3—4 см значительных различий в содержании микроэлементов в группах В и С не отмечено. В июле у мидий естественных субстратов большее количество алюминия, стронция и титана было у моллюсков группы В, чем А. В сентябре у мидий 3—4 см группы В оказалось более высоким содержание марганца, никеля и золы, чем в группе А. Моллюски 4—5 см группы А были несколько богаче по содержанию марганца, цинка и золы, чем группы В, последние содержали больше стронция и титана. В конце октября у коллекторных мидий группы В было несколько больше меди, титана и золы, а у мидий группы А — алюминия, цинка и стронция. Мидии естественных поселений были богаче по содержанию ряда элементов, чем коллекторов.

В мае 1986 г. в разных размерных группах мидий коллекторов содержание ряда элементов было выше, чем у моллюсков естественных поселений. Молодые особи менее 2 см длиной раковины были богаче по содержанию меди, железа, алюминия и титана, чем более старые мидии коллекторов. Та же закономерность отмечалась для мидий естественных поселений.

Анализируя данные разных лет, можно заметить, что большее накопление микроэлементов в мидиях коллекторов и естественных поселений наблюдается весной и летом. Осенью накопление химических элементов в большинстве случаев снижается. Наибольшее содержание

зола в мягкой части тела мидий наблюдалось в конце лета и осенью (10—16%), наименьшее — в мае (5—6%).

Анализ пасты из мидий показал, что содержание золы в ней составляет 73% сухой массы за счет створок мидий, богатых минеральными веществами. Высоким также было содержание в пасте марганца и особенно стронция (за счет раковины), более низким — меди, никеля и хрома. Содержание золы в створках мидий в мае 1985 г. составило 92—97% сухой массы и было выше в раковинах группы В. Раковины бедны медью, железом и алюминием, по сравнению с мягкими тканями в них не обнаружены литий, никель, хром и кобальт. Однако высоким является содержание в створках ванадия, стронция и серебра по сравнению с мягкими тканями.

Сравнивая микроэлементный состав мидий Одесского залива и Крымского побережья района Карадага, можно отметить большее накопление ряда элементов мидиями района Кузьмичей Карадага. Так, содержание меди, железа, алюминия и свинца составляло у них соответственно 0,01%; 0,2—0,4; 0,4 и 0,003% на золу, в то время как у мидий Одесского залива эти концентрации составляли 0,004—0,007%; 0,03—0,1; 0,2 и 0,001%. На ставниках Карадага содержание химических элементов в теле мидий уменьшалось с увеличением длины раковины от 4—5 до 6—7 см. Содержание золы составило у мидий Пограничной бухты 8,5%, района Кузьмичей — 10—12%. Сходным было содержание железа, алюминия, цинка, свинца и лития у мидий Одесского и Крымского побережий, количество меди, марганца, стронция было выше у мидий Одесского залива.

Содержание химических элементов у мидий разной окраски раковин не имело четких и значительных различий. В ряде случаев содержание железа, марганца, алюминия, стронция, титана, ванадия и хрома было выше у мидий Одесского залива группы В по сравнению с группой С и сходными были концентрации меди, свинца, никеля, лития и серебра. В большинстве проб мидий Одесского и Крымского побережья содержание железа и хрома выше в теле моллюсков группы В по сравнению с группой С.

Сравнивая микроэлементный состав мидий коллекторов м. Большой Фонтан (Одесса) и Нового Света (Крым), можно отметить, что осенью 1982 г. содержание ряда элементов (меди, алюминия, бария, стронция, свинца, ванадия) у них было близким, концентрации же железа, лития и титана были выше у мидий Одесского залива в 3—4 раза, титана и цинка — в 4—6 раз, марганца и кобальта — в 8 и более раз.

В литературе имеются указания [7] на более высокие концентрации металлов у мидий экспериментального хозяйства в заливе Восток Японского моря для однолетних особей по сравнению с двухлетними, что объясняется большей скоростью обменных процессов и удельной поверхностью тела у молодых особей. В работе [5] указывается на незначительное влияние субстрата (металлической бочки и инертных субстратов коллекторов), на котором прикреплены мидии, на содержание металлов в теле моллюсков.

У гребешка коллекторов [3] содержание некоторых химических элементов ниже, чем на естественных поселениях (натрий, кальций, железо, марганец). По нашим данным, в ряде случаев содержание многих микроэлементов в теле мидий коллекторов оказалось выше, чем у мидий естественных субстратов.

На основании полученных данных по микроэлементному составу мидий искусственных и естественных субстратов районов Одессы и Крыма можно заключить, что мидии, выращенные на веревочных коллекторах в районе м. Большой Фонтан, характеризуются полноценным микроэлементным составом, не уступающим, а в ряде случаев и превосходящим по количественному содержанию ряда микроэлементов такой мидий естественных поселений. Количественное содержание эле-

ментов подвержено колебаниям у моллюсков коллекторов и естественных субстратов в зависимости от места обитания, размера (возраста) моллюсков, сезона года, и незначительно отличается у моллюсков разной окраски раковин.

1. Анцупова Л. В., Петкевич Т. А., Головенко В. К. и др. Кормовая ценность мидий естественных и искусственных популяций Одесского залива // Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным. — М.: Наука, 1986. — С. 177—178.
2. Анцупова Л. В., Степанюк И. А., Головенко В. К. и др. Значение биохимических исследований моллюсков для развития марикультуры на Черном море // Тез. докл. V съезда ВГБО. — Куйбышев. — 1986. — С. 55—56.
3. Диденко А. А., Рубцов Н. Д. Химический макро- и микроэлементный состав беспозвоночных искусственного и естественного воспроизводства // Рыб. хоз-во. — 1983. — № 9. — С. 77—78.
4. Золотницкий А. П., Кузнецов Ю. В., Борисов Л. А., Крючков В. Г. Культивирование мидий в Черном море // Там же. — № 11. — С. 45—46.
5. Кавун В. Я., Христофорова Н. К. О влиянии природы субстрата на содержание тяжелых металлов в мягких тканях съедобной мидии // Биология моря. — 1987. — № 3. — С. 5—8.
6. Патин С. А. Марикультура в СССР // Рыб. хоз-во. — 1984. — № 2. — С. 22—25.
7. Христофорова Н. К., Кавун В. Я. Микроэлементный состав съедобной мидии, выращиваемой в заливе Восток Японского моря // Биология моря. — 1987. — № 3. — С. 9—13.
8. Щурова Н. М., Золотарев В. Н. Соотношение фенотипов черноморских мидий в природных популяциях // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по теме: «Морфология, систематика, филогения и экогенез двустворчатых моллюсков». — М.: Изд-во Палеонтол. ин-та АН СССР, 1984. — С. 110—111.

Одес. отд-ние Ин-та биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Получено 19.10.88

Т. А. РЕТКЕВИЧ

MICROELEMENTS IN CULTIVATED MUSSELS OF THE ODESSA BAY

Summary

Studies in the microelement composition and content of ash in the soft part of the body of mussels cultivated on rope-like collectors in the Odessa bay (the region of cape Bolshoi Fontan) have shown that in most cases mussels of collectors were characterized by higher concentrations of some microelements and higher content of ash than mussels of natural settlements of the same region collected at the same time. Young mussels (the length of the shell less than 2 cm) concentrate microelements to a greater extent than molluscs of 2—3 and 3—4 cm. Differences in the content of microelements in mussels with colour-different shells (brown, violet, striped) are insignificant.

УДК 577.1:639.1(262.5)

И. А. СТЕПАНЮК, В. К. ГОЛОВЕНКО,
В. П. ПОЛУДИНА

БЕЛКОВО-АМИНОКИСЛОТНЫЙ ФОНД МИДИЙ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА

Изучено содержание белка, свободных аминокислот и органического вещества в теле мидий, выросших на искусственных и естественных субстратах. Показана изменчивость белково-аминокислотного фонда моллюсков в связи с их экологией, физиологическим состоянием и длиной раковины. Полученные данные обсуждаются с точки зрения питательной ценности культивируемых мидий.

Рост народонаселения на нашей планете и потребности в белковой пище обязывают не только расширять промысловое освоение биологических ресурсов Мирового океана, но и усилить целенаправленное выращивание ценных морских животных. Не вызывает сомнений и необходимость комплексного использования морских организмов в народном хозяйстве [6].

Развитию мировой марикультуры, в том числе и на Черном море, в последние годы уделяется большое внимание [10, 12]. Одним из