

ПРОВ 2010

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

ПРОВ 98

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 18

БИОЛОГИЯ ОБРАСТАНИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ — 1970

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИ- И ОЛИГОСАХАРИДОВ В ТКАНЯХ МИДИЙ

С.А.Горомосова

В ряде работ показано, что содержание углеводов, являющихся основным источником энергии у мидий /как и у большинства моллюсков/, подвержено значительным колебаниям в зависимости от сезона и степени половозрелости моллюска /Виноградова, 1949; Moniour, Huguet, Gras, 1958; Bourcart et Lubet, 1965; Горомосова, 1968/. Установлено, что углеводы у мидий представлены гликогеном и олигосахаридами, и исследована динамика обоих этих компонентов (Fraga y Lopes-Caront, 1958; Fraga, 1958/.

Значительно меньше данных имеется относительно содержания и изменчивости поли- и олигосахаридов в отдельных органах и тканях моллюсков. Большинство проведенных в этом плане работ является чисто химическими исследованиями локализации гликогена в мантии мидий (Renzoni, 1961; Bourcart et Lubet, 1964, и др.). Получены также некоторые данные о содержании поли- и олигосахаридов в мантии и гепатопанкреасе (Solere, From, Huguet, 1964). Между тем сведения о содержании и динамике углеводов в отдельных тканях моллюсков могут дать более полное представление об их физиологической роли в процессах метаболизма в различные периоды биологического цикла.

Целью настоящей работы является исследование содержания и изменчивости суммарных углеводов, гликогена и олигосахаридов в некоторых тканях мидий в связи с их биологией.

Материал и методика

Содержание суммарных углеводов определяли в тканях мидий, обитающих в Керченском проливе, в период с июля 1965 по июль 1966 г. Исследовались гонады, гепатопанкреас, мышцы /мускул-замыкатель и нога/, ресничный край мантии и жабры.

Содержание углеводов и гликогена определяли в гепатопанкреасе, гонадах и мышцах мидий из Севастопольской бухты в период с июня 1966 по ноябрь 1967 г. Содержание олигосахаридов рассчитывали по разности между содержанием углеводов и гликогена.

Анализы проводили методами Кемп и Китс ван-Хейнинген (Kemp a.kits van-Hajningen, 1954) в модификации Шринивасан и Кришнасвами (Shrinivasan a.Krishnaswamy, 1961). Систематически производили биологический анализ мидий: у 20-30 экз. микроскопически

определяли стадию зрелости гонад и пол. Исследовались экзemplяры с преобладающей в массе стадией зрелости гонад. Ежемесячно проводили не менее двух-трех анализов, каждый анализ включал 3-4 параллельных пробы. Всего было проведено 380 определений.

Результаты исследований

Содержание углеводов в тканях мидий исследованных районов неодинаково: у мидий Керченского пролива оно выше, чем у мидий Севастопольской бухты, в среднем в 1,5 раза. Более высокое содержание углеводов в тканях мидий Керченского пролива объясняется исключительно благоприятными кормовыми условиями прибрежных вод этого района. Однако соотношение между содержанием и характером сезонной динамики углеводов в тканях мидий сходны, несмотря на разные годы и районы исследования (рис. 1,2).

Наиболее высокий уровень содержания углеводов на протяжении годового цикла наблюдался в гонадах (за исключением ноября, марта и апреля, когда у мидий Севастопольской бухты он такой же или несколько ниже, чем в гепатопанкреасе). По среднегодовым показателям в гонадах мидий Керченского пролива содержится 8,3%, а в гонадах мидий Севастопольской бухты - 5,6% углеводов на сырой вес ткани. Второе место по содержанию углеводов занимает гепатопанкреас (4,4 и 2,9% соответственно), за ним следуют ресничный край мантии (3,6%), мышцы (2,0 и 1,5%) и жабры (1,3%).

Сезонная динамика углеводов во всех исследованных тканях имеет общий характер, однако следует отметить и некоторые различия. Полученные кривые изменения содержания углеводов можно разделить на три типа. Первый характеризуется резким подъемом, одним летним максимумом и резким спадом. К этому типу относятся гонады (рис. 1,а; 2,а). Максимальное содержание углеводов приходится на три летних месяца - июнь, июль и август. В это время количество их достигает 10-13% на сырой вес и в 5-6 раз превышает осенне-зимние минимальные величины. В апреле-мае и сентябре-ноябре содержание углеводов занимает промежуточное положение между максимальным и минимальным.

Второй тип кривых характеризуется наличием двух пиков: весеннего (апрель) и летнего (июнь - сентябрь). Максимальное содержание углеводов составляет 5-7% и отличается от минимального в 6-7 раз. К этому типу относятся гепатопанкреас и ресничный край мантии (рис. 1,б,в; 2,б).

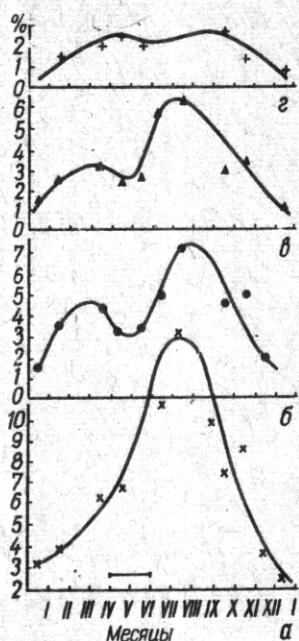


Рис. 1. Сезонная динамика содержания углеводов в тканях мидий Керченского пролива (в % на сырой вес ткани):

а — гонады, б — гепатопанкреас, в — ресничный край, г — мышцы.

В гонадах I-II стадий зрелости оно было более чем в два раза выше, чем в гонадах III-IV стадий зрелости. У неполовозрелых самцов оно несколько выше, чем у неполовозрелых самок.

Для выяснения распределения запасов углеводов в теле мидий определяли их количество во всех тканях в абсолютных величинах. Поскольку гонады одной и той же стадии зрелости сильно варьируют в размере и весе, для исследования были взяты экземпляры с плотными, рыхлыми и тонкими гонадами II стадии зрелости. Оказалось, что вес гонад составляет 22 — 43% веса тела, а содержание угле-

Третий тип кривых отличается наиболее стабильным и самым низким содержанием углеводов (1-2% на сырой вес). Однако, как и на кривых первых двух типов, отмечаются весенне-летний максимум (апрель — октябрь) и зимний минимум, а у мидий Керченского пролива намечаются даже два летних пика, подобно второму типу. Такого типа динамика углеводов наблюдается в мышцах (рис. 1, г; 2, в). Как видно из рисунков, изменение содержания углеводов во всех исследованных тканях почти синхронно, лишь в гепатопанкреасе весенний подъем на месяц опережает содержание углеводов в гонадах и мышцах.

Содержание углеводов в гонадах мидий, исследованных в одно и то же время, заметно различалось в зависимости от их стадии зрелости (табл. 1).

водов в них — 43 — 77% (табл. 2). В остальных тканях у мидий I и II групп количество углеводов не превышает 8% общего, и только у мидий с тонкими гонадами в гепатопанкреасе и мышцах содержится столько же углеводов, сколько в гонадах, т.е. большая часть углеводов у неполовозрелых мидий депонируется в гонадах (около 2/3 общего количества).

Содержание гликогена и олигосахаридов определяли в гонадах, гепатопанкреасе и мышцах мидий из Севастопольской бухты. Оказалось, что в гонадах и мышцах гликоген составляет по среднегодовым данным 86–91% общего содержания углеводов, тогда как в гепато-

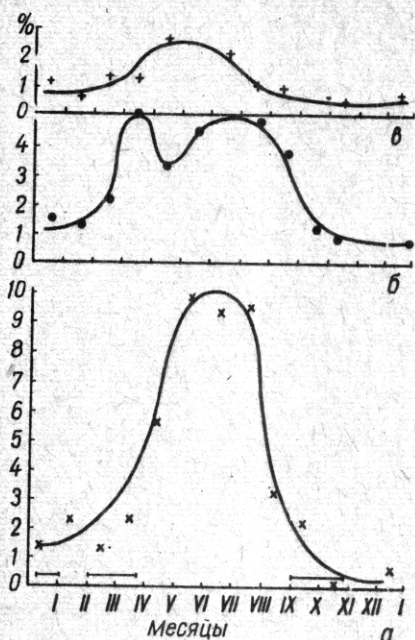


Рис. 2. Сезонная динамика содержания углеводов в тканях мидий Севастопольской бухты (в % на сырой вес ткани):

а — гонады, б — гепатопанкреас, в — мышцы.

панкреасе — всего 54,5%. Самое низкое содержание олигосахаридов отмечено в мышцах — 0,2% на сырой вес ткани (среднее), несколько выше в гонадах — 0,6% и самое высокое в гепатопанкреасе — 1,2%. Высокое содержание олигосахаридов в гепатопанкреасе отмечено Солер Прок, Хуге (1964).

Динамика содержания гликогена в исследованных тканях анало-

Т а б л и ц а I

Содержание гликогена в гонадах на разных
стадиях зрелости (в % на сырой вес)

Дата	Пол и стадия зрелости			
	♂ I-II	♂ III-IV	♀ I-II	♀ III-IV
1965 г.				
14.VI	10,4	-	9,6	-
28.VI	13,3	-	-	-
3.VII	15,1	-	14,2	-
15.X	9,4	3,2	5,6	-
20.XI	10,3	6,5	-	6,5
1966 г.				
31.I	5,7	2,8	2,7	1,4
19.II	3,9	2,8	-	4,6
20.IV	10,6	5,9	6,9	-
6.V	9,0	-	-	-
26.V	9,9	4,6	-	6,5
8.VI	9,4	-	-	-
5.VII	10,2	-	-	-

гична рассмотренной выше для углеводов, динамика олигосахаридов, наоборот, за етно отличается (рис. 3). В гонадах отмечаются три пика в содержании олигосахаридов: в феврале - марте, мае и сентябре - октябре, т.е. в те месяцы, когда содержание углеводов находится на низком или среднем уровне (рис. 3,а). В гепатопанкреасе также наблюдаются три максимума - в апреле, июне и сентябре, причем два основных - апрельский и сентябрьский - на месяц опережают повышение содержания олигосахаридов в гонадах (рис. 3,б). Наконец, в мышцах, несмотря на незначительные колебания, также можно отметить повышение содержания олигосахаридов в феврале и апреле (рис. 3,в).

Обсуждение результатов

Связь динамики углеводов в теле мидий с их половой цикличностью несомненна и подтверждена рядом исследований (Moniour ,

Количество гликогена в органах мидий (в мг)

Показатели	Гонады	Гепатопан- кreas	Мышцы	Ресничный край мантии	Кишечник	Все тело
Мидии с плотными гонадами						
Вес органа, мг	2550 (43%)	910	830	820	750	5850
Количество гликогена, мг	273	31	12	26	9	351
Процент от общего количества	77,7	8,9	3,7	7,4	2,5	100
Мидии с рыхлыми гонадами						
Вес органа, мг	1460 (31%)	593	821	820	961	4790
Количество гликогена, мг	161	18	15	14	11	218
Процент от общего количества	73,8	8,2	6,9	6,4	5,1	100
Мидии с тощими гонадами						
Вес органа, мг	859 (22%)	706	797	637	825	3824
Количество гликогена, мг	55	23	28	18	3	127
Процент от общего количества	43,3	18,1	22	14,2	2,4	100

Euguet, Gras, 1958; Renzoni, 1961; Bourcart et Lubet, 1965, и др.). При рассмотрении динамики углеводов в отдельных органах и тканях мидий эта связь выступает еще более четко.

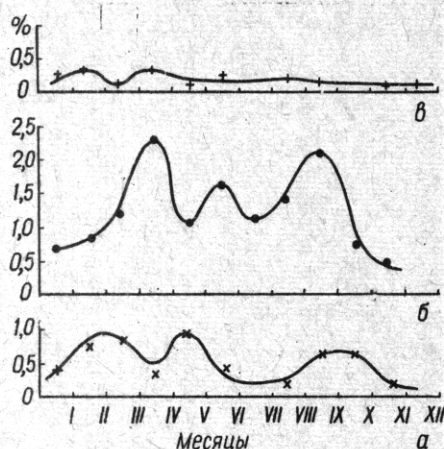


Рис. 3. Сезонная динамика содержания олигосахаридов в тканях мидий Севастопольской бухты (в % на сырой вес ткани).

Обозначения такие же, как на рис. 2; (—) — периоды размножения мидий.

Годичный половой цикл черноморской *Mytilus galloprovincialis* Lam делится на два периода—подобно тому, как это отмечено для средиземноморских мидий (Bourcart et Lubet, 1965): первый—период полового покоя — длится с июня по август и характеризуется либо полным отсутствием половых клеток, либо наличием мало развитых клеток, остающихся в таком состоянии в течение всего этого периода; второй период — период половой активности — длится с сентября по май. В это время происходит процесс гаметогенеза, созревания половых продуктов и размножения мидий.

Несмотря на неодновременность созревания гамет у мидий, данные биологического анализа позволяют определять сроки их массового размножения. В Керченском проливе, где температурные условия зимой суровые (температура воды близка к 0^0), наблюдаются два пика

размножения мидий: осенний (октябрь – декабрь) и весенний (апрель – май). В Севастопольской бухте отмечается еще третий, зимний пик (январь – март).

Из приведенного по динамике углеводов материала следует, что максимальное содержание углеводов во всех тканях мидий приходится на период полового покоя. Особенно много углеводов накапливается в это время в гонадах (до 10–13% на сырой вес ткани). С началом гаметогенеза содержание углеводов в гонадах понижается и ни в один из девяти месяцев этого периода не достигает прежнего уровня. Наиболее низкое содержание углеводов в гонадах наблюдается в период осеннего и зимнего размножения.

В гепатопанкреасе помимо летнего пика содержания углеводов отмечается еще один в апреле, который совпадает с повышением температуры воды и началом активного питания мидий. Однако в мае содержание углеводов в гепатопанкреасе резко падает, в основном за счет понижения содержания олигосахаридов. В гонадах же, наоборот, в мае наблюдается повышение содержания олигосахаридов и гликогена, несмотря на гаметогенез и размножение. В период осеннего размножения (октябрь) также наблюдается резкое понижение содержания углеводов в гепатопанкреасе, причем этому предшествует сентябрьский пик олигосахаридов.

Таким образом, повышенное содержание олигосахаридов в гепатопанкреасе, очевидно, свидетельствует об активизации метаболических процессов, в частности об усиленном распаде гликогена. Олигосахариды являются той формой углеводов, которая потребляется наиболее интенсивно в качестве энергетического материала. Высокое содержание углеводов в гепатопанкреасе и направленность их динамики свидетельствуют о том, что гепатопанкреас помимо пищеварительных функций несет еще функции депо и снабжает организм энергетическим материалом, подобно печени высших животных. В отличие от гепатопанкреаса высокое содержание олигосахаридов в гонадах наблюдается в периоды минимального содержания углеводов, т.е. в периоды размножения.

На обратную зависимость между динамикой углеводов и олигосахаридов в теле мидий указывает Фрага (1958). Автор отмечает, что в конце октября содержание углеводов падает, а содержание олигосахаридов повышается, зимой – наоборот. Все эти факты говорят о высоких энергетических затратах у мидий в период созревания половых продуктов и размножения, являющегося для них важнейшим биологическим актом.

ВЫВОДЫ

Содержание суммарных углеводов, гликогена и олигосахаридов в исследованных тканях мидий неодинаково. Больше всего углеводов содержится в гонадах /в среднем 8,3% на сырой вес у мидий Керченского пролива и 5,6% - у мидий Севастопольской бухты/. В гепатопанкреасе содержится примерно в два раза меньше углеводов, чем в гонадах, на последнем месте стоят мышцы /1,5-2,0%/.

Углеводы гонад и мышц состоят на 87% из гликогена, в гепатопанкреасе же 45,5% общего содержания углеводов составляют олигосахариды. В среднем за год содержание олигосахаридов в гепатопанкреасе составляет 1,2% в гонадах - 0,6% и в мышцах - 0,2% на сырой вес ткани.

Сезонные изменения содержания углеводов в тканях мидий тесно связаны с репродуктивным циклом. В период полового покоя /июнь-август/ содержание углеводов в гонадах максимальное /10-13%. По мере созревания половых продуктов оно понижается и во время осеннего и зимнего размножения /январь - март, октябрь - ноябрь/ бывает минимальным /0,5-1,5%/. Содержание олигосахаридов в гонадах, наоборот, в эти периоды бывает максимальным /до 1%/.

В гепатопанкреасе наблюдаются два пика в содержании олигосахаридов и суммарных углеводов - весенний /апрель/ и летний /июнь - сентябрь/. Понижение содержания углеводов происходит в периоды, предшествующие размножению мидий, в основном за счет олигосахаридов, которые потребляются, вероятно, в качестве энергетического материала.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградова З.А. О химическом составе беспозвоночных Черного моря и его изменениях. - В кн.: Тр. Карадагской биол. ст., 7, 1949.

Горомосова С.А. Содержание и сезонная динамика углеводов у черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. - В кн.: Биологические науки, 2. "Высшая школа", М., 1969.

Bourcart C. et Lubet P. Cycle sexual et evolution des reserves chez *Mytilus galloprovincialis* Lmk. (mollusque bivalve). - Rapp. et proc. - verb. reun. commiss. internat. explorat. scient. Mer mediterr., 18, 2, 1965.

Conteaux-Bargeton M. Variations du taux de glycogene dans differents organes de l'huître. - Bull. Soc. Zool. Fr., 71, 1946.

F r a g a F. Variacion estacional de la composicion quimica del mejillon (*M. edulis*). 2. Hidratos de carbono. Inv. Pesqu, 11, 1958.

F r a g a F., L o p e s - C a p o n t M. Oligosacaridos en el mejillon (*M. edulis*). Inv. Pesqu, 11, 1958.

K e m p A., a. K i t s v a n - H e i j n i n g e n A. A colorimetric micromethod for the determination of glucose. - The Bioch. J., 56, 4, 1954.

M o n i o u r P., H u g u e t R., G r a s J. Le glycogène chez *Mytilus galloprovincialis* Lmk. Etude cytochimique et biochimique. - C. B. Soc. Biol., 152, 12, 1959.

R e n z o n i A. Osservazioni sulle gonadi di mitilö (*M. galloprovincialis* Lam.). I. Variazioni stagionali del glycogeno. - Pubbl. Staz. zool. Napoli, 32, 1, 1961.

S o l e r e M., P r o m T., H u g u e t R. Glucides de l'hepatopancreas et du manteau de *Mytilus galloprovincialis* Lmk. - Trav. soc. pharmac. Montpellier, 24, 1, 1964.

S r i n i w a s a n V. a. K r i s h n a s w a m y S. A simple method of determination of glycogen content of marine animals. - Current Science, 30, 9, 1961.

T u s e t O., M a n i e r J. F. et G r a s J. J. Localisation du glucogene dans le manteau de quelques Lamellibranches. - Bull. Inst. Oceanogr., Monaco, 55, 1959.

ОБ АКТИВНОСТИ АМИЛАЗЫ В ГЕПАТОПАНКРЕАСЕ И МЫШЦАХ МИДИЙ

С. А. Горомосова, А. З. Шапиро

Расщепление гликогена в организме происходит, как известно, двумя путями - амилолитически и фосфоролитически. Под действием фосфорилазы от гликогена отщепляются молекулы глюкозы, которые фосфорилируются с образованием глюкозо-1-фосфата. При гидролити-