

УДК 577.164.12.001.5:591

**А. К. БУДНЯК**, канд. биол. наук, доцент,  
**З. Е. ЗАХАРИЕВА**, канд. биол. наук, доцент,  
**С. А. ПЕТРОВ**, д-р биол. наук, профессор  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра биохимии,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

## МЕТАБОЛИЗМ ВИТАМИНА С В ОРГАНАХ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛИПОВОЙ КИСЛОТЫ

Изучено влияние липоевой кислоты на содержание метаболитов аскорбиновой кислоты в органах черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis*. Липоевая кислота уменьшает содержание метаболитов витамина С в органах мидий и изменяет их соотношение на 30-й и 60-й минутах опыта.

**Ключевые слова:** аскорбиновая кислота, метаболиты, липоевая кислота, *Mytilus galloprovincialis*.

Содержание витаминов и их функции у беспозвоночных, в отличие от позвоночных, изучено недостаточно и рассматривается только с точки зрения пищевой ценности этих организмов [6], в связи с чем у черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* обычно исследуют содержание жирорастворимых витаминов, аминокислот, жирных кислот. Много исследований посвящено изучению содержания в организме мидий тяжелых металлов и других токсикантов, а также их влиянию на различные ферментные системы, чаще всего отражающие состояние антиоксидантной системы клеток [3]. Публикации, посвященные механизмам функционирования витамина С в тканях мидий, в литературе немногочисленны.

Благодаря своей структуре витамин С способен вступать в окислительно-восстановительные реакции. Он является частью антиоксидантной системы клеток, в связи с чем высока его роль в организме в качестве антиоксиданта [4]. Аскорбиновая кислота (АК), окисляясь, обратимо превращается в дегидроаскорбиновую кислоту (ДАК). Дальнейшее ее окисление приводит к разрушению ДАК и образованию дикетогулоновой кислоты (ДКГК), не обладающей витаминными свойствами [1, 2]. Соотношение этих метаболитов аскорбиновой кислоты в организме мидий не изучено.

Известно, что липоевая кислота влияет на клеточные метаболические процессы, может воздействовать на редокс статус клеток и взаимодействовать с тиолами и другими антиоксидантами, способна восстанавливать аскорбиновую кислоту в окислительно-восстановительных реакциях позвоночных [8]. Публикаций, посвященных изучению влияния липоевой кислоты на содержание метаболитов аскорбиновой кислоты в тканях мидий, нет.

В связи с вышеизложенным целью нашей работы было исследовать действие липоевой кислоты на содержание витамина С и его метаболитов в органах черноморских мидий в динамике.

### Материал и методы исследований

Черноморских мидий размером 3—4 см собирали в сентябре 2009 года в прибрежной зоне акватории Одесского залива. Их помещали в аквариумы из расчета 1 мидия на 1 дм<sup>3</sup> морской воды, адаптировали при искусственной аэрации в течение 2 суток. Далее в водную среду добавляли липоевую кислоту (натриевая соль) из расчета 1 ммоль/л. Через 30 минут, 1, 2, 4 и 24 часа мидий брали в опыт и в их органах (жабрах, мантии, гепатопанкреасе, ноге) определяли содержание и соотношение метаболитов аскорбиновой кислоты: сумму АК, ДАК и ДКГК (далее — САК), собственно АК, ДАК, ДКГК по методу [7]. Контролем служили показатели у мидий, определенные до добавления липоевой кислоты. Результаты обрабатывали статистически [5].

### Результаты исследований и их анализ

Внесение липоевой кислоты в морскую воду вызывало уменьшение показателей САК, АК уже к 30-й минуте в мантии и к 30-й и 60-й минутам опыта в жабрах (табл.).

Уровень метаболитов аскорбиновой кислоты (мкг/г) в органах мидий под действием липоевой кислоты ( $n = 5-7$ )

Орган	Показатель Время	САК	АК	ДАК	ДКГК	%АК	АК/ДАК
Жабры	Контроль	14,04±1,25	4,50±0,80	3,24±0,55	6,30±0,53	32,05	1,39
	30 минут	11,70±0,79	1,08±0,38*	5,76±0,52*	4,86±0,42	9,23	0,19
	60 минут	10,26±1,10*	1,08±0,13*	4,68±0,31*	4,50±0,40*	10,53	0,23
	2 часа	10,98±1,20	3,06±0,24	3,24±0,28	4,68±0,43*	27,87	0,94
	4 часа	11,70±1,20	3,42±0,25	3,24±0,26	5,04±0,46	29,23	1,06
	24 часа	14,94±1,10	5,40±0,53	3,60±0,35	5,94±0,55	36,14	1,50
Мантия	Контроль	9,90±0,98	7,02±0,83	0,96±0,11	1,92±0,16	70,91	7,31
	30 минут	7,02±0,62*	1,98±0,22*	1,26±0,07*	3,78±0,34*	28,21	1,57
	60 минут	8,46±0,68	3,42±0,33*	0,96±0,09	4,08±0,36*	40,43	3,56
	2 часа	9,00±0,82	3,78±0,34*	1,62±0,10*	3,60±0,33*	42,00	2,33
	4 часа	8,28±0,79	3,60±0,88	1,44±0,12*	3,24±0,29*	43,48	2,50
	24 часа	10,80±0,96	4,86±0,55	1,98±0,18*	3,96±0,32*	45,00	2,45

Примечания:

- \* — отличия с контролем достоверны,  $p \leq 0,05$ .
- САК — сумма аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и diketogulonовой кислот, АК — аскорбиновая кислота, ДАК — дегидроаскорбиновая кислота, ДКГК — diketogulonовая кислота, %АК — доля АК от САК, %.

Снижение суммы кислот от контрольного значения в жабрах составило 17% через 30 минут и 27% — через 60 минут.

В мантии содержание САК уменьшалось соответственно на 30 и 15%. Содержание аскорбиновой кислоты в обоих органах на 30-й минуте опыта снижалось на 72—73% в сравнении с контролем. Далее к 24 часам показатели фактически возвращались к норме. Количество ДАК к 30-й минуте увеличилось в 1,8 раза в жабрах и в 1,3 раза в мантии. К концу опыта ее уровень восстанавливался к исходному в жабрах, а в мантии еще больше повышался. Уровень ДКГК в мантии к 60-й минуте опыта увеличивался в 2,1 раза и был повышенным до конца опыта, а в жабрах этот показатель понижался на 29%, но к концу опыта возвращался к уровню контроля. В гепатопанкреасе и ноге показатели

САК, АК и ДАК менялись волнообразно и менее значимо при общем уменьшении САК и АК к 30-й минуте опыта и небольшого увеличения содержания ДАК после действия липоевой кислоты. Более наглядно описанные результаты иллюстрируют соотношения АК/ДАК и долю АК от САК в процентах (% АК). Показано, что соотношение АК/ДАК и % АК в обоих органах уменьшается уже на 30-й минуте опыта, а восстановление показателей наблюдается на 24-й час опыта только в жабрах. Видно, что липоевая кислота сильнее нарушает метаболизм аскорбиновых форм в мантии.

Таким образом, липоевая кислота, внесенная в морскую воду, вызывала изменение концентрации и соотношения форм аскорбиновой кислоты в органах черноморских мидий. Вероятно, такой эффект может быть объяснен общим увеличением расхода метаболитов витамина С, а также повышенным окислением собственно аскорбиновой кислоты под действием липоевой кислоты.

### Выводы

1. Липоевая кислота уменьшает общее содержание метаболитов витамина С в органах мидий на 30-й и 60-й минутах опыта. При этом содержание АК уменьшалось, а ДАК увеличивалось к 30-й минуте опыта в жабрах и мантии.

2. Содержание ДКГК к 60-й минуте увеличивалось в мантии и снижалось в жабрах. Показатели ДАК и ДКГК в мантии были повышены до конца опыта.

3. Соотношение АК/ДАК и % АК в жабрах и мантии уменьшались на 30-й минуте опыта, а восстановление показателей наблюдалось через сутки только в жабрах.

### Литература

1. Адашев А. А., Колесова О. А. Витамин С в экстремальных условиях. — Алма-Ата: Гылым, 1991. — 112 с.
2. Морозкина Т. С., Мойсеенок А. Г. Витамины: Краткое руководство для врачей и студентов мед., фармацевт. и биол. специальностей. — Мн.: ООО «Асар», 2002. — 112 с.
3. Горомосова С. А., Шапиро А. З. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 120 с.
4. Витамины / Под ред. М. И. Смирнова. — М.: Медицина, 1974. — С. 384—414.
5. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. — Москва, Практика, 1998. — 459 с.
6. Смоляр В. И. Рациональное питание. — К.: Наукова думка, 1991. — 368 с.
7. Соколовский В. В., Лебедева Л. В., Лиэлуп Т. В. О методе отдельного определения аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогулоновой кислот в биологических тканях // Лабораторное дело. — 1974. — № 3. — С. 160—162.
8. Шульпекова Ю. О., Иващенко Н. Ю. Все ли мы знаем о лечебных возможностях антиоксидантов? // РМЖ. — 2000. — Т. 8, № 4. — С. 182—185.

**О. К. Будняк, З. Є. Захарієва, С. А. Петров**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, кафедра біохімії,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

### МЕТАБОЛІЗМ ВІТАМІНА С В ОРГАНАХ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ПІД ВПЛИВОМ ЛІПОЄВОЇ КИСЛОТИ

#### Резюме

Вивчено вплив ліпоєвої кислоти на вміст метаболітів аскорбінової кислоти в органах чорноморських мідій *Mytilus galloprovincialis*. Ліпоєва кислота зменшує вміст мета-

А. К. Будняк, З. Е. Захарієва, С. А. Петров

---

болітів вітаміна С в органах мідій та змінює їх співвідношення протягом 30—60 хвилин досліджу.

**Ключові слова:** аскорбінова кислота, метаболіти, *Mytilus galloprovincialis*.

**О. К. Budnyak, Z. E. Zaharieva, S. A. Petrov**

Odessa Mechnikov National University, Department of Biochemistry,  
Dvoryanskaya Str., 2, Odessa, 65082, Ukraine

**METABOLISM OF VITAMIN C IN THE ORGANS MUSSELS  
*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* UNDER LIPOIC ACID ACTION**

**Summary**

The effect of lipoic acid on concentrations of vitamin C metabolites in the organs of the Black Sea mussels *Mytilus galloprovincialis* was studied. The common amount of vitamin C and ascorbic acid decrease for 30—60 minutes after beginning of the experiment. During 24 hours almost all the indices went back to the norm.

**Key words:** ascorbic acid, metabolites, *Mytilus galloprovincialis*.