

Отношение ФХ и ФЭА, у теплолюбивого представителя хрящевых рыб (м. кот) находится примерно в паритетных отношениях $\text{ФХ} \approx \text{ФЭА}$. Однако, у холодолюбивой хрящевой рыбы (м. лисица) это отношение такое же, как и у костистых рыб, где $\text{ФХ} > \text{ФЭА}$. Такая же тенденция была отмечена шведскими исследователями (Bolis, Fange, 1979), которые показали преобладание ФХ над ФЭА в плазматических мембранах у 6 видов океанических костистых и одной хрящевой рыбы.

Фосфолипиды, обладающие повышенной кислотностью и в связи с этим, несущие отрицательный заряд: фосфатидилсерин (ФС), монофосфоинозитид (МФИ) и фосфатидная кислота (ФК) у исследованных рыб относятся к минорным компонентам плазматических мембран их эритроцитов. ФК присутствует в эритроцитарных мембранах рыб в очень низких или следовых количествах. ФС больше в мембранах костистых рыб, тогда как в отношении (МФИ) прослеживается обратная тенденция. Небольшой отрицательный заряд, при нейтральном pH, несет и ФЭА. Поэтому общий заряд липидной составляющей этих мембран – отрицательный.

Сфингомиелин (СФМ) также может быть отнесен к минорным компонентам мембран эритроцитов рыб. В эритроцитах м. кота его содержание составляет 12,1%, тогда как у остальных исследованных рыб содержание СФМ колебалось в пределах 3,0–6,2%.

Полученные данные по фосфолипидному составу мембран эритроцитов хрящевых и костистых рыб, отражают особенности строения их липидного матрикса. Соотношение главных и второстепенных компонентов плазматических мембран, свидетельствуют о необходимости «подстройки» состава мембран, для выполнения своих функций у рыб разной экологии.

CHARACTERISTIC PROPERTY OF THE PHOSPHOLIPIDS COMPOSITION OF PLASMATIC MEMBRANE OF ERYTHROCYTES FROM SOME MARINE FISHES OF DIFFERENT ECOLOGY

Yu. A. Silkin, Ye.N. Silkina

Karadag natural reserve of Ukraine National Academy of Sciences, Feodosia, Ukraine
ysilkin@mail.ru

Characteristic property of the phospholipidic composition of erythrocytes from 2 species of Chondrichthyes class of fish and 3 species of fish of the class Osteoichthyic was analysed. It was indicated, that the phosphatidylcholine and the phosphatidylethanolamin were major components and they presented the 70–80% of all phospholipids of plasmatic membranes. The group of minor components of erythrocyte membranes was presented by phosphatidylserin, monophosphoinozitid, sphingomielin and phosphatic acid. This data showed that the phospholipids composition of plasmatic membranes of erythrocytes reflected the important characteristic properties of lipid matrix structure of Chondrichthyes and Osteoichthyic fishes.

The correlation of dominant and minor components of plasmatic membranes indicated the necessary of adjustment of membrane composition for the function assurance of fishes of different ecology.

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ФОСФОЛИПИДОВ ПЛАЗМАТИЧЕСКИХ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ НЕКОТОРЫХ ХРЯЩЕВЫХ И КОСТИСТЫХ РЫБ ЧЕРНОГО МОРЯ

Ю.А. Силкин, Е.Н. Силкина

Карадагский природный заповедник НАН Украины, Феодосия, Украина
ysilkin@mail.ru

Исследовали жирнокислотный (ЖК) состав фосфолипидов плазматических мембран эритроцитов двух видов хрящевых и трех видов костистых рыб. Два вида черноморских скатов – морская лисица (*Raja clavata* L.) и морской кот (*Dasyatis pastinaca* L.) различались по температурным параметрам биотопа обитания (Световидов, 1971). Морская лисица держится на относительно больших глубинах (60–70 м) и относится к более холодолюбивому виду по сравнению с морским котом, предпочитая температурный диапазон +10 – +15°C. Морской кот, прибрежный

вид, обитает до 20-ти метровой глубины и часто, даже в летнее время, подходит к берегу. Легко переносит прогрев воды до $+25 - +27^{\circ}\text{C}$. Исследованные костистые рыбы были теплолюбивыми видами, но различались по своей подвижности. Скорпена (*Scorpaena porcus L.*) – оседлый, прибрежный хищник, засадчик. Смарида (*Spicara flexuosa Raf.*) – хищник, прибрежная, маневренная рыба, больших миграций не совершает. Ставрида (*Tracurus mediterraneus ponticus Aleev*) – активная пелагическая рыба, хищник, совершает длительные и протяженные миграции. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Основные группы жирных кислот суммарных фосфолипидов плазматических мембран эритроцитов черноморских рыб (%)

Название	Хрящевые рыбы		Костистые рыбы		
	М. лисица	М. кот	Скорпена	Ставрида	Смарида
Насыщенные	44,1	35,0	54,2	48,9	41,7
C _{12:0}	–	0,4	–	–	–
C _{14:0}	1,9	0,3	4,0	1,4	9,5
C _{15:0}	–	–	1,2	0,3	2,4
C _{16:0}	33,2	15,3	21,6	34,8	20,3
C _{17:0}	–	3,0	–	–	–
C _{18:0}	9,0	16,0	27,4	12,4	9,5
Ненасыщенные	55,9	65,0	45,8	51,1	58,3
Моноеновые	19,0	20,0	17,4	39,4	21,2
Диеновые	2,9	1,7	3,7	–	1,6
Триеновые	–	–	0,6	2,8	1,6
Тетраеновые	22,0	19,3	10,8	4,1	23,3
Пентаеновые	7,4	10,2	5,0	4,8	10,6
Гексаеновые	4,6	13,8	8,3	–	–
ИДС	1,8	2,3	1,5	0,9	1,8
Коэф. ненасыщен.	1,3	1,9	0,6	1,0	1,4

В состав фосфолипидов (ФЛ) мембран эритроцитов рыб входят как насыщенные, так и ненасыщенные жирные кислоты (ЖК) (см. таблицу 1). Плазматические мембраны эритроцитов м. лисицы содержат в сумме больше насыщенных ЖК (44,1%) по сравнению с мембранами м. кота (35,0%). Среди костистых рыб, больше всего насыщенных ЖК в мембранах скорпены (54,2%), ставрида занимает промежуточное положение (48,9%), а в мембранах смариды их меньше всего (41,7%). Для фосфолипидов мембран хрящевых и костистых рыб основными компонентами среди насыщенных ЖК являются пальметиновая (C_{16:0}) и стеариновая (C_{18:0}) кислоты. Их сумма в мембранах м. лисицы, м. кота, скорпены и ставриды составляет от 89% до 98%. В мембранах эритроцитов смариды эта сумма равна 71%, а доля других насыщенных кислот выше, чем у других рыб.

В состав ненасыщенных ЖК фосфолипидов мембран эритроцитов рыб входят моно-, ди-, три-, тетра-, пента- и гексаеновые кислоты. У хрящевых рыб, суммы моно-, ди-, тетра-, пентаеновых кислот практически совпадают (51,3% – у м. лисицы и 51,2% – у м. кота). Основное различие вносит трехкратно более высокое содержание гексаеновых кислот в мембранах эритроцитов м. кота. Гексаеновые кислоты представлены в ФЛ рыб докозогексаеновой кислотой. Наличие в составе ФЛ мембран эритроцитов м. кота высокого содержания докозогексаеновой кислоты обеспечивает у этого ската самый высокий индекс двойных связей (ИДС) и коэффициент ненасыщенности. У костистых рыб, основную долю ненасыщенных ЖК составляют моно-, тетра- и пентаеновые кислоты. Докозогексаеновая кислота присутствует только в мембранах эритроцитов скорпены. Тем не менее, в отличие от м. кота, наличие этой кислоты хотя и повышает ИДС, однако коэффициент ненасыщенности у скорпены оказался самым низким среди исследованных рыб. У ставриды, основной вклад среди ненасыщенных кислот принадлежит моноеновым кислотам (39,4%), а у смариды моно- (21,2%), тетра- (23,3%) и пентаеновым кислотам (10,6%). Исходя из ИДС и коэффициента ненасыщенности самыми «текучими» оказались мембраны м. кота и смариды. В отношении м. лисицы этот результат отчасти не совпадает с установленной закономерностью структурного адаптивного ответа мембран более холодолюбивых видов, которые показаны,

например, в исследованиях Крепса Е.М. (Крепс, 1979) и Хочачки П. и Сомеро Дж. (Хочачка, Сомеро 1977, 1988). В соответствии с этими исследованиями структурные перестройки фосфолипидов клеточных мембран тканей у холодолюбивых видов происходят за счет увеличения двойных связей в углеродной цепи кислот и/или увеличения короткоцепочечных кислот. У м. лисицы, в эритроцитарных мембранах мы отмечаем высокое содержание пальмитиновой кислоты ($C_{16:0}$), которая в сумме с другими короткоцепочечными насыщенными ЖК на 9,1% превышает аналогичную сумму кислот у м. кота. Тем не менее, за счет ненасыщенных кислот ИДС и коэффициент ненасыщенности у м. кота выше это, на наш взгляд, свидетельствует о большей «текучести» их плазматических мембран эритроцитов.

Таким образом, проведенные исследования по жирнокислотному составу фосфолипидов плазматических мембран эритроцитов рыб показали, что мембраны эритроцитов рыб имеют достаточно широкий спектр варьирования ЖК. Причины этих различий, на наш взгляд, связаны с особенностями вязкости бислойного матрикса у каждого вида и обеспечения кислородтранспортной функции эритроцитами в соответствии с их эволюционными и экологическими особенностями.

PHOSPHOLIPID FATTY ACID COMPOSITION OF R B C PLASMA MEMBRANES OF SOME CARTILAGINOUS AND BONY FISHES FROM THE BLACK SEA

Yu. A. Silkin, Ye.N. Silkina

Karadag Nature Reserve of Ukraine National Academy of Sciences, Feodosia, Ukraine
ysilkin@mail.ru

The fatty acid composition of phospholipids of the red blood cells plasma membranes of two species of cartilage (*Raja clavata* L. and *Dasyatis pastinaca* L.) and three species of bony fish (*Scorpaena porcus* L., *Spicara flexuosa* Raf. and *Tracurus mediterraneus ponticus* Aleev) was studied. The particular fatty acid composition of phospholipids of fish of different evolutionary and ecological specialization was showed.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКСКРЕТОРНО-СЕКРЕТОРНЫХ ВЕЩЕСТВ НЕКОТОРЫХ ГИДРОБИОНТОВ БЕЛОГО МОРЯ

В.С. Скидченко¹, Р.У. Высоцкая¹, М.Ю. Крупнова¹, В.В. Халаман²

¹ Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия
amelina@bio.krc.karelia.ru

² Учреждение Российской академии наук Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

В условиях лабораторного эксперимента исследовали биохимический ответ тканей мидий (*Mytilus edulis*) на присутствие в среде метаболитов некоторых наиболее массовых видов, характерных для сообществ обрастания Белого моря. Среди них двустворчатые моллюски *Hiatella arctica* и *Mytilus edulis*, губка *Halichondria panicea*, одиночная асцидия *Styela rustica*, морская звезда *Asterias rubens*. Подопытных моллюсков помещали в аквариумы с профильтрованной кондиционированной водой (морская вода, в которой предварительно в течение 2 суток содержали особей одного из перечисленных видов из расчета 100 г живого веса на 1 л воды). Контролем служили мидии, содержащиеся в морской воде, выдержанной без животных. Материал для анализа отбирали через каждые 6 часов воздействия. Общее время экспозиции – одни сутки. Перед началом опыта были взяты пробы тканей мидий для получения исходного уровня исследуемых биохимических показателей («нулевой контроль»). Об изменении биохимического статуса моллюсков судили по изменению активности ряда лизосомальных ферментов, принимающих участие в метаболизме нуклеиновых кислот, белков и некоторых углеводов. Удельную активность ферментов (РНКаза, ДНКаза, β -глюкозидаза, β -галактозидаза, катепсин В, катепсин