

УДК 577.115.4

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРОКСИДАЦИИ В ТКАНЯХ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПОЗВОНОЧНЫХ И БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Гидулянов А.А.

*Южный филиал национального университета биоресурсов и природопользования Украины
«Крымский агротехнологический университет», Симферополь, Республика Крым,
Российская Федерация
E-mail: sgaa@mail.ru*

Проведено сравнительное изучение процессов липопероксидации в мышечной ткани и печени отдельных представителей позвоночных и беспозвоночных животных. Показано, что наиболее активно процессы пероксидации в печени протекают у представителей беспозвоночных животных, в мышечной ткани - у представителей позвоночных животных. При сравнении уровня ТБК – активных продуктов и концентрации общих липидов печени и мышечной ткани представителей классов брюхоногих моллюсков и костных рыб, были получены данные, свидетельствующие о том, что исследуемые процессы преобладают у представителей позвоночных животных.

Ключевые слова: активные формы кислорода, филогенез, перекисное окисление липидов, первичные продукты липопероксидации, общие липиды, малоновый диальдегид.

ВВЕДЕНИЕ

В современной биогеохимии господствует представление о том, что жизнь на Земле зародилась в анаэробных условиях. В таких условиях химическая эволюция соединений углерода совершалась под влиянием таких источников энергии как ультрафиолетовое излучение солнца, космические лучи, энергия излучения естественных и космогенных радионуклидов, электрические разряды в атмосфере, извержение вулканов, удары метеоритов, и привела к постепенному накоплению массы более и менее сложных органических соединений и их комплексов. Она способствовала формированию зачатков таких признаков живого как способность к росту, метаболизму и самовоспроизведению, с использованием массы накопленного органического материала и образованием сложных макромолекулярных комплексов [1, 2]. С появлением фотосинтеза, использующего в качестве источника энергии видимый свет, а в качестве донора электронов – воду, началось непрерывное и прогрессирующее обогащение гидро– и атмосферы Земли свободным кислородом.

Переход от господства восстановительных условий на поверхности древней Земли к условиям преимущественно окислительным открыл богатейшие источники энергии, однако, возникла опасность окислительного разрушения биологических

систем. Свободный кислород представлял собой угрозу органическим структурам простейших организмов [3].

С открытием цепных свободнорадикальных реакций стало понятно, что в норме во всех мембранах осуществляется процесс свободнорадикального окисления (СРО), тесно связанного с метаболизмом клетки, в том числе и обновлением фосфолипидов в мембране. Процессы пероксидации необходимы для нормального функционирования клетки. В норме концентрация продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) очень мала, а в избытке продукты пероксидации чрезвычайно токсичны [4].

Гораздо менее выяснена роль ПОЛ в функционировании нормальных физиологических систем клетки. Значение ПОЛ в животных клетках связывают с регуляцией проницаемости мембран, скоростью клеточного деления и состоянием окислительного фосфорилирования, синтезом простагландинов и стероидов. Несмотря на спонтанный, неферментативный по химической природе характер ПОЛ в физико-химических системах и биомембранах, в последние годы появились данные, свидетельствующие о возможности участия ферментативных систем клетки как в активации, так и в обрыве свободнорадикальных реакций [5].

Целью нашего исследования было сравнительное изучение интенсивности протекания процессов ПОЛ в тканях представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований была печень и мышечная ткань представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp.). Первичные продукты ПОЛ оценивали по методу Плацер З. в модификации Гаврилова В.Б., Мишкорудной М.А. [6]. Содержание общих липидов определяли колориметрическим методом [6]. Содержание ТБК-активных продуктов определяли тиобарбитуровым методом по Ohkava H. et al. [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что структура мембран резко затрудняет доступ молекулярного кислорода в клетку вследствие сильно замедленной диффузии его через липидный бислой, а также в результате активного функционирования системы регуляции стационарного уровня кислорода в клетке. Уровень содержания в клетке молекулярного кислорода составляет всего 10^{-6} М, еще ниже уровень активных форм кислорода, что и обеспечивает протекание полезных окислительных биологических процессов, а также нормального течения свободнорадикальных процессов липопероксидации в биологических мембранах [8]. Несмотря на неполноту современных знаний о роли ПОЛ в норме, в настоящее время установлено, что свободнорадикальные реакции ПОЛ, поддерживаемые специальными регуляторными системами на низком стационарном уровне,

принимают участие в нормальных метаболических процессах и регуляции функции клетки [9].

При изучении содержания общих липидов, гидроперекисей и ТБК – активных продуктов в гомогенате мышечной ткани и печени представителей беспозвоночных животных *Eubania vermiculata*, *Helix albescens* и представителей позвоночных животных *Cyprinus carpio*, *Carassius* sp. получены данные, представленные в таблице 1.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что процессы пероксидации протекают у всех исследуемых групп животных, как у представителей позвоночных, так и беспозвоночных. Как видно из полученных данных, у представителя беспозвоночных *Eubania vermiculata* прослеживается достоверное снижение уровня первичных продуктов ПОЛ относительно *Helix albescens* в печени на 34,5%, а мышечной ткани - на 38,6%.

Таблица 1

Содержание гидроперекисей, общих липидов и ТБК – активных продуктов в гомогенате мышечной ткани и печени представителей класса брюхоногие моллюски (*Eubania vermiculata* и *Helix albescens*) и класса костные рыбы (*Cyprinus carpio* и *Carassius* sp), (M±m)

| Объекты исследования | Гидроперекиси, усл. ед./мг липидов | | Общие липиды, мг/мл | | ТБК – активные продукты, усл. ед./мг липидов | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------|---------------------|------------|--|-------------|
| | печень | мышцы | печень | мышцы | печень | мышцы |
| <i>Helix albescens</i> (n=30) | 1,45±0,04 | 3,5± 0,04 | 35,3±1,4 | 31,45±0,4 | 3,25±0,13 | 2,7± 0,18 |
| <i>Eubania vermiculata</i> (n=30) | 0,95±0,04* | 2,15±0,07* | 39,5±1,97 | 33,5±2,34 | 2,35±0,16* | 1,45±0,07* |
| <i>Cyprinus carpio</i> (n=30) | 1,2±0,05** | 4,2±0,12** | 42,5± 2,5* | 39,2±2,3** | 3,2±0,13** | 2,5±0,12** |
| <i>Carassius</i> sp. (n=30) | 1,3±0,03** | 4,7±0,18** | 45.2±1,4** | 42,2±1,3** | 3,7±0,11** | 2,9±0,09*** |

Примечание: * - достоверность различий показателей *Eubania vermiculata*, *Cyprinus carpio* и *Carassius* sp. относительно *Helix albescens* (p<0,05); ** - достоверность различий показателей *Cyprinus carpio* и *Carassius* sp. относительно *Eubania vermiculata* (p<0,05); *** - достоверность различий показателей *Carassius* sp. относительно *Cyprinus carpio* (p< 0,05).

У представителя позвоночных карпа *Cyprinus carpio* в печени прослеживается достоверное снижение уровня первичных продуктов ПОЛ по сравнению с *Helix albescens* на 17,2% и преобладание уровня ПОЛ относительно показателей *Eubania vermiculata* на 26,3%. В мышечной ткани карпа наблюдается достоверное

повышение уровня гидроперекисей по сравнению с *Eubania vermiculata* на 95%, по сравнению с *Helix albescens* - на 20%. В печени *Carassius sp.* наблюдается тенденция к повышению уровня первичных продуктов ПОЛ на 8% по сравнению с *Cyprinus carpio* и достоверное повышение - на 36,8% по сравнению с *Eubania vermiculata*.

Сравнивая исследуемые показатели в печени *Carassius sp.* и *Helix albescens* прослеживается достоверное снижение уровня первичных продуктов ПОЛ на 10,3%. Можно проследить достоверное повышение уровня первичных продуктов ПОЛ в мышечной ткани у представителя класса костные рыбы *Carassius sp.* по сравнению с *Helix albescens* на 34%, на - 119% по сравнению с *Eubania vermiculata* и на 12% по сравнению с *Cyprinus carpio*.

Данные, полученные при исследовании уровня общих липидов (ОЛ) свидетельствуют об их достоверном преобладании у *Eubania vermiculata* по сравнению с *Helix albescens* в печени и мышечной ткани на 12% и на 6,5% соответственно. При сравнении уровня общих липидов в тканях *Cyprinus carpio* относительно данного показателя *Eubania vermiculata* и *Helix albescens*, прослеживалось достоверное повышение уровня ОЛ в печени на 7,6% и на 20,4% соответственно, в мышечной ткани на 17% и на 24,6% соответственно. Сравнивая уровень ОЛ в мышечной ткани *Carassius sp.* прослеживается достоверное повышение по сравнению с *Helix albescens* на 34,2%, с *Eubania vermiculata* на 26%, с *Cyprinus carpio* на 7,7%. В печени прослеживается понижение концентрации ОЛ в направлении *Carassius sp.* → *Cyprinus carpio* → *Eubania vermiculata* → *Helix albescens*.

При сравнении уровня ТБК – активных продуктов печени и мышечной ткани представителей класса брюхоногие моллюски были получены данные, свидетельствующие о том, что у *Eubania vermiculata* уровень вторичных продуктов ПОЛ снижался по сравнению с *Helix albescens* на 27,7% в печени и в мышечной ткани на 46%. У представителя класса костные рыбы карпа *Cyprinus carpio* в печени уровень ТБК – активных продуктов достоверно превышал показатели *Eubania vermiculata* на 36,2%, в мышечной ткани – на 72,4%. Сравнивая уровень ТБК – активных продуктов *Cyprinus carpio* относительно показателей *Helix albescens*, прослеживалась тенденция к снижению в печени на 1,5% и в мышечной ткани - на 7,4%.

Сравнивая уровень вторичных продуктов ПОЛ *Carassius sp.* относительно показателей *Helix albescens* прослеживается достоверное повышение на 14% в печени и тенденция к повышению на 7,4% в мышечной ткани. При сравнении с *Eubania vermiculata* уровень ТБК – активных продуктов в печени и мышечной ткани достоверно повышается на 57% и на 100%, соответственно. При сравнении изученных показателей у *Carassius sp.* и *Cyprinus carpio* прослеживается достоверное повышение на 16,6% в печени и на 16% в мышечной ткани.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее активно процессы пероксидации в печени протекают у представителя беспозвоночных животных (*Helix albescens*) и снижаются в ряду *Helix albescens* → *Carassius sp.* → *Cyprinus carpio* → *Eubania vermiculata*. В мышечной ткани исследуемый процесс наиболее активен у представителей позвоночных животных

(*Carassius* sp и *Cyprinus carpio*), и снижается в направлении *Carassius* sp → *Cyprinus carpio* → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*.

Таким образом, проведенные исследования позволяют предположить, что процессы пероксидации липидов в печени и мышечной ткани отдельных представителей класса брюхоногие моллюски и класса костные рыбы характеризуются как видовой, так и межклассовой специфичностью.

Более активное протекание реакций липопероксидации в мышечной ткани рыб может быть обусловлено филогенетическими, эволюционно–приобретенными особенностями липидного состава клеточных мембран и внутриклеточного содержимого исследованной ткани – преобладание по сравнению с наземными видами полиненасыщенных жирных кислот, являющихся одними из основных субстратов для протекания реакций пероксидации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что процессы пероксидации липидов в печени и мышечной ткани отдельных представителей класса брюхоногие моллюски и класса костные рыбы характеризуется видовой специфичностью.
2. Показано наличие тканеспецифических различий свободнорадикальных процессов, отраженное в наиболее активном протекании процессов липопероксидации в печени представителя беспозвоночных животных (*Helix albescens*) и снижении в ряду *Helix albescens* → *Carassius* sp. → *Cyprinus carpio* → *Eubania vermiculata*. В мышечной ткани исследуемый процесс наиболее активен у представителей позвоночных животных (*Carassius* sp и *Cyprinus carpio*), и снижается в направлении *Carassius* sp. → *Cyprinus carpio* → *Helix albescens* → *Eubania vermiculata*.
3. Показано преобладание концентрации общих липидов и ТБК – активных продуктов печени и мышечной ткани *Carassius* sp. относительно *Eubania vermiculata*, *Cyprinus carpio* и *Helix albescens*. Увеличение уровня ТБК – активных продуктов наблюдалось в направлении *Eubania vermiculata*→*Helix albescens*→ *Cyprinus carpio*→ *Carassius* sp. для всех исследуемых видов животных

Список литературы

1. Барабой В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов / В.А. Барабой // Успехи современной биологии. - 1991. – Т.111, №6. – С.923 – 931.
2. Барабой В.А. Окислительно–антиоксидантный гомеостаз в норме и при патологии: В 2 ч. / В.А.Барабой, Д.А. Сутковой. – Киев, 1997. –Ч1. – 202 с.
3. Арцукевич А.Н. Биохимические аспекты жизнедеятельности биологических систем / А.Н. Арцукевич, А.Н. Мальцев, В.В. Зинчук // Успехи современной биохимии. - 2000.- №6. - С. 19-23.
4. Александрова Т.А. Реакция перекисного окисления ненасыщенных жирных кислот в мембранах эндоплазматического ретикулума печени: Автореф.дис.... канд...наук.- М., 1975.- 2 0 с.
5. Конторщикова К.Н. Перекисное окисление липидов в норме и патологии: Учебное пособие / К.Н. Конторщикова - Н.Новгород, 2000. - 23 с.
6. Гаврилов В.Б. Спектрофотометрическое определение гидроперекисей в плазме крови / В.Б.Гаврилов, М.И. Мишкорудная // Лаб. дело. – 1983. – №3. – С.34–37.