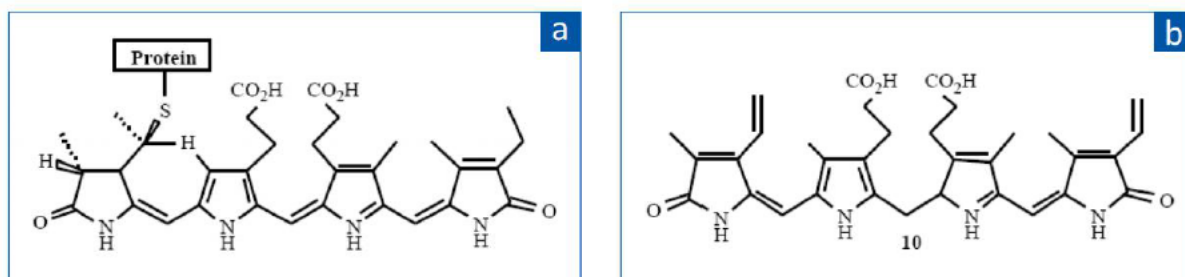


## Введение

Пигмент Фикоцианин является одним из основных компонентов микроводоросли Спирулины, которая используется во многих странах в качестве пищевой добавки, обладающей питательной и лечебной ценностью, что было протестировано, доказано и задокументировано. Спирулина, как известно, имеет преимущества перед другими добавками, т.к. содержит высококачественный белок и другие компоненты, такие как витамины, минералы и незаменимые жирные кислоты, в том числе  $\gamma$ -линоленовую кислоту и  $\beta$ -каротин.

Фикоцианин встречается в качестве основного фикобилинпротеина во многих Цианобактериях и в качестве вторичного фикобилинпротеина в некоторых красных водорослях. Пигмент имеет один видимый максимум поглощения между 615 и 620 нм и максимум излучения флуоресценции при ~650 нм. Его молекулярная масса составляет от 70 000 до 110 000 дальтонов. Пигмент состоит из двух частей  $\alpha$  и  $\beta$ , которые встречаются в равных количествах, но точное количество каждой из частей, которые составляют молекулу может варьироваться в зависимости от вида. Как  $\alpha$ , так и  $\beta$  субъединица содержат только РСВ хромофор. Кроме поглощения света напрямую, этот интенсивно голубой пигмент принимает кванты из фикоэритрина путем передачи люминесцентной энергии в организмы, в которых присутствует Фикоцианин. [1]

Химическая структура билиновых хромофоров в Фикоцианине очень похожа на билирубин. Билирубин считается физиологически важным антиоксидантом против химически активных видов. Он подавляет окислительную модификацию белков плазмы и остатков ароматической аминокислоты. Показано, что очистка кислородных радикалов билирубином защищает альбумин сыворотки крови, а также другие биологические цели.



Химическая структура фикоцианина билин хромофора (с открытой цепью тетрапиррол) (а) и билирубина (б).

## Свободная радикало-антиоксидантная активность Фикоцианина

Из этого анализа был сделан вывод о том, что микромолярные концентрации Фикоцианина способны снизить устойчивую концентрацию свободных радикалов наполовину, что свидетельствует о высокой антиоксидантной активности Фикоцианина. [2]

## Влияние фитоциана на перекисное окисление липидов

Считается, что перекисное окисление липидов при посредничестве ROS является важной причиной разрушения и повреждения клеточных мембран. Показано, что Фикоцианин существенно тормозит перекисное окисление липидов при концентрации 500 мкм в микросомах крыс. Фикоцианин также уменьшается СС14-индуцированного перекисного окисления липидов инвиво.

### Гепатопротекторное действие фитоциана

Исследователи показали, что внутрибрюшинное введение Фикоцианина (50-200 мг/кг мас.тела) за 3 ч до введения  $CCl_4$  привело к значительному снижению производства малондиальдегида, чем было обнаружено у крыс, получавших только  $CCl_4$ . Известно, что при интоксикации  $CCl_4$  свободные радикалы, возникающие в результате его биотрансформации, вызывают перекисное окисление липидов.

### Противовоспалительное действие фитоциана

Главной ролью фитоциана является его противовоспалительная активность. Показано, что он проявляет активность, действуя на фермент COX-2 [3]. Испытания на крысах показали многообещающие результаты. Фикоцианин также оказывает противовоспалительное и анти-артритное действие в стимулированной зимосан-индуцированного артрита у мышей.[4]

Общеизвестно, что расширенная активация тромбоцитов, индуцированной различными индукторами например, тромбоцитаактивирующим фактором (1-О-алкил-2-ацетил-СН-glycero-3-фосфохолин) играет важную роль в инициации и развитии атеротромбоза и сердечно-сосудистых заболеваний. Исследования различных групп также показали, что фитоциан ингибирует агрегацию тромбоцитов.[5]

### Роль фитоциана в иммунной системе

Фикоциан показал терапевтическое воздействие, направленное на улучшение ослабленных иммунных функций, вызванных применением токсичных препаратов. Фикоциан показал повышение пролиферации и дифференциации клеток кроветворения костного мозга, увеличив тем самым уровни различных цитокинов, таких как IL-1 $\beta$ , IFN-g, GMCSF and IL-3. [7]

### Необходимые ферменты и детоксикация

Показано, что фитоциан повышает активность ферментов и биохимических веществ, необходимых для функций печени и почек. Это повышает детоксикационные свойства фитоциана. [8, 9]

### Цитохром P-450 (CYP)

Цитохром P450- супер группа (аббревиатура CYP) - это большая и разнообразная группа энзимов. Функция большинства энзимов CYP катализировать окисление органических веществ. Субстраты ферментов CYP включают метаболические промежуточные вещества как липиды и стероидные вещества, так и ксенобиотические вещества как лекарства и другие токсические химикаты. CYPы участвующие в метаболизме лекарств и биоактивации, составляют ~75% от общего метаболизма.

### Супер оксид Дисмутаза (SOD)

Супероксиддисмутаза (СОД) представляет собой класс ферментов, которые катализируют дисмутации кислородных радикалов и перекиси водорода. Таким образом, они являются важной антиоксидантной защитой почти во всех клетках, подверженных воздействию кислорода. Проще говоря, СОД выводит из строя реакции супероксида, тем самым защищая клетку от его токсичности.

## Каталаза

Каталаза - фермент найденный почти во всех живых организмах, который катализирует разложение образующегося в процессе биологического окисления перексид водорода на воду и молекулярный кислород. Каталаза один из самых активных ферментов, одна молекула каталазы может конвертировать 40 миллионов молекул перекиси водорода в воду и кислород каждую секунду. Перексид водорода является вредным побочным продуктом многих нормальных метаболических процессов: чтобы предотвратить повреждение, его необходимо быстро преобразовать в другие, менее опасные вещества. С этой целью клетки и используют каталазу.

## Аланин трансаминаза АЛТ/ SGPT

Аланин-трансаминаза (АЛТ), фермент, широко используемый в медицинской практике для лабораторной диагностики повреждений печени. Или аланинаминотрансфераза (АЛАТ) - это фермент, присутствующий в гепатоцитах (клетках печени). Когда клетка повреждена, она передает этот фермент в кровь, где он и определяется. АЛТ резко повышается при остром повреждении печени, например вирусном гепатите или передозировке парацетамола (ацетаминофена).

## Аспартатаминотрансфераза АСТ/ SGOT

Аспартатаминотрансфераза (АСТ), также называемая Глутамат Оксалоацетат Трансаминаза (СГОТ) или Аспартатаминотрансфераза (АСАТ) похожа на АЛТ тем, что это еще один фермент, связанный с паренхимными клетками печени. Он проявляется при остром повреждении печени, но также присутствует в эритроцитах и сердечной и скелетной мышце и поэтому не специфичен печени. Отношение АСТ к АЛТ иногда полезно при дифференциации причин повреждения печени. Повышенные уровни АСТ не являются специфическими для повреждения печени, а АСТ также был использован в качестве сердечного маркера.

## Токсичность Фикоцианина

Хотя установленная эффективная дозировка фикоциана для испытуемых животных составляла от 25 до 300 мг/кг, фикобилинпротеин безопасен. Измеренные значения LD50 оцениваются в более чем 3 г/кг для крыс и мышей. Смертность не была вызвана даже при самой высокой дозе -теста (3 г/кг) Фикоцианина. Однако для определения безопасности Фикоцианина, как потенциального препарата необходимы дальнейшие доклинические фармакологические и токсикологические исследования. [6]

## Резюме

Потребление фикоциана в виде спирулины или добавки приводит к оптимальному здоровью. В нынешней ситуации, когда окружающая среда полна токсинов от загрязнения нефтью, газом, тяжелыми металлами и ядерными изотопами, потребление спирулины/фикоциана более чем необходимо.

## Ссылки на литературу

### 1. Гл. Ромай, 1, Р. Гонсалес<sup>1</sup>, Н. Ледон<sup>1</sup>, Д. Ремирес<sup>1</sup> и В. Римбау<sup>2</sup>

Фикоцитин: Билинпротеин с антиоксидантным, противовоспалительным и нейропротективным действием.

*Нынешняя наука о белках и пептидах, 2003, 4, 207-216*

### 2. Бхат, В. Б. и Мадьяста, К. М. (2000)

С-фикоцианин: мощный пероксильных радикалов в vivo и in vitro.

*Биохимия. Biophys. Res. Commun., 275, 20-25.*

### 3. Мадхава С. Редди, Дж. Subhashini, С. в. К. Mahipal, Б. Vadiraja Бхат, П. Сринивас Редди, г. Kiranmai, К. М. Madyastha, П. Reddanna

С-Фикоцианин, селективный ЦОГ-2 ингибитор, индуцирует апоптоз в липополисахаридах характеристики сыря 264.7 макрофагов

*Биохимические и биофизические исследования Связь 304 (2003 год) 385-392*

### 4. Diadelis RamirezCA, Рикардо Гонсалес, Нельсон Мерино, Сандра Родригес и Одельса Анкета

Ингибиторные эффекты Спирулины в стимулированной ОЗ-индуцированного артрита у мышей.

*Медиаторов воспаления, 11, 75-79 (2002)*

### 5. Хуэй-Фэнь Chiu<sup>1</sup>, Ши-пинг Yang<sup>2</sup>, Ю-Линг Kuo<sup>3</sup>, Юань-Шу Lai<sup>4</sup> и TZ-Чун Чоу

Механизмы, участвующие в антиагрегантное действие с-фикоцианина.

*Британский журнал питания (2006), 95, 435-440*

### 6. С. Ромай, Н. Ледон и Р. Гонсалес V

Дальнейшие исследования по противовоспалительной активности фитоциана в некоторых моделях воспаления животных.

*Том 47, № 8, 334-338, Исследование воспаления*

### 7. Осаму Hayashi<sup>1</sup>\*, Седзи Оно, Кеко Ишии, YanHai Ши, Томохиро Hirahashi & Тошимицу Katoh

Усиление пролиферации и дифференцировки кроветворных клеток в костном мозге с помощью Спирулины (*Arthrospira*) platensis с у мышей.

*Журнал прикладной Альгологии (2006) 18: 47-56*

### 8. ОУ Г, Чжэн Ю, Лин Л., Цзян Вопрос, Ян Х

Защитный эффект с-фикоцианина против четыреххлористого-углерода, вызванной повреждения гепатоцитов в пробирке и в естественных условиях.

*Хим Биол Взаимодействовать. 2010 29 апреля;185(2):94-100. Epub 2010 Mar 12*

### 9. Рой КР, Nishanth РП, Sreekanth д Редди ГВ Reddanna П. Гепатол

С-Фикоцианин улучшает 2-acetylaminofluorene индуцированный окислительный стресс и экспрессию MDR1 в печени белых беспородных мышей.

*Резолюция 2008 года, май;38(5):511-20. Epub 2007 21 ноября.*