

УДК: 546.21

АКТИВНЫЕ ФОРМЫ КИСЛОРОДА, ИХ РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ

*Прокопьева Е.А., студентка 2 курса факультета ветеринарной
медицины и биотехнологии
Научный руководитель – Любин Н. А., доктор биологических
наук, профессор
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: *активные формы кислорода, механизмы нейтрализации АФК, биохимическая система, супероксид, синглетный кислород, гидроксильные радикалы.*

Большинство живых организмов на Земле не могут обойтись без кислорода, который играет ключевую роль в энергии и является окислителем для питательных веществ. В этой статье рассказывается про его активные формы.

Молекулярный кислород обычно находится в относительно инертном триплетном состоянии O_2 , так как у парных электронов каждого атома кислорода спины параллельны. Молекулярный кислород не токсичен для клеток, но продукты его неполного окисления, активные формы кислорода (АФК), опасны [1-5].

Все живые организмы производят АФК в течение своей нормальной жизни. Помимо того, что АФК являются вредными побочными продуктами, они играют важную роль в метаболизме живых организмов. Патогенные бактерии и грибы производят АФК, разрушая ткани организма хозяина. Грибы, водоросли и водные организмы выделяют АФК в окружающую среду, чтобы защитить их от патогенных микроорганизмов и сапрофитов. У высших растений и животных АФК является сигнальной молекулой, которая регулирует транспорт ионов.

АФК - это виды кислорода с чрезвычайно высокой реакционной способностью (благодаря наличию неспаренного электрона на внешнем электронном уровне), которые могут окислять практически все классы биологических молекул - белки, мембранные липиды, молекулы ДНК [2-7].

Активные формы кислорода (АФК) включают супероксид (O_2^-), синглетный кислород, H_2O_2 и гидроксильные радикалы (OH^-). У людей и животных первичная АФК - это супероксид, который происходит при восстановлении молекулярного кислорода на один электрон. Супероксид превращается в H_2O_2 с помощью супероксиддисмутазы, а H_2O_2 не-

ферментативно дает OH^- в присутствии ионов Fe^{2+} или Cu^+ . OH^- является сильнейшим окислителем (окислительно-восстановительный потенциал около +1,35 В), который может разрушить практически любое органическое вещество биологического происхождения.

Активные формы кислорода могут образовываться как в результате процесса «разделения» на цитохроме P-450, так и при окислении некоторых эндогенных субстратов. Функции активных форм кислорода, которые образуются во время стимулирования канцерогенеза, несколько:

- стимуляция митоза,
- блокирование межклеточных коммуникаций, препятствующее апоптозу,
- освобождение из ферритина ионов железа, катализирующих образование гидроксирадикалов,
- высвобождение свободной арахидоновой кислоты из мембраны с последующим ее метаболизмом на цитохроме P-450 с образованием высокоактивных метаболитов [1- 8].

Имеющаяся информация показывает, что митогенный эффект и блокирование межклеточной коммуникации под действием активных форм кислорода реализуется путем совместного соединения посредством активации продукта гена *c-src*. Однако вопрос о том, как работает этот процесс активации, остается открытым. Неизвестно, существует ли специальный рецептор для активных форм кислорода. В настоящее время, благодаря созданию линии мышей с «нокаутированным» геном *src*, можно четко оценить роль этого гена в биологических эффектах, вызванных активными формами кислорода и индукторами цитохрома P-450.

АФК образуется во всех частях растительной клетки. Это связано как с неферментативными процессами (например, окислительно-восстановительными реакциями фенолов, хинонов, флавинов, автоокислением гема и SH-содержащих соединений), так и с ферментативными процессами. Важный вклад в формирование АФК вносит также функция цепей переноса электронов в мембранных структурах клетки.

Синглетный кислород, супероксидный радикал и затем перекись водорода постоянно образуются в цепи переноса электронов хлоропластов, что неразрывно связано с процессами фотосинтеза в тилакоидной мембране (фотолиз воды, активация хлорофилов, восстановление НАДФ).

В митохондриях образование супероксидных радикалов, а затем перекиси водорода связано с функцией дыхательной цепи транспорта электронов во внутренней митохондриальной мембране во время производства убихинона.

Механизмы нейтрализации АФК, которые связаны с функцией антиоксидантной системы (АОС), осуществляются в клетках.

Биохимическая система АО подразделяется на специфическую и неспецифическую:

1. специфическая АО система направлена на разрушение образующихся АФК и продуктов их дальнейших превращений;

2. неспецифическая - предотвращает условия и возможности утечки электронов и генерации АФК в ходе окислительно-восстановительных реакций (в рамках окислительного фосфорилирования) или в процессе аутоокисления субстратов (микросомальное окисление) [1-8].

Библиографический список:

1. Дежаткина, С. В. Обмен веществ и продуктивность при использовании комплексной подкормки / С. В. Дежаткина, Н. А. Любин, М. Е. Дежаткин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 1 (41). - С. 79-85.
2. Никитина, И. А. Продуктивный эффект натуральной добавки в индейководстве / И. А. Никитина, С. В. Дежаткина, Н. В. Шаронина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 3 (43). - С.180-183.
3. Ахметова, В. В. Показатели углеводного обмена при коррекции минерального и энергетического питания свиней / В. В. Ахметова, Н. А. Любин, М. Е. Дежаткин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 4 (44). - С.123-126.
4. Дежаткина, С. В. Влияние препарата «Аminobiol» на молочную продуктивность коров / С. В. Дежаткина, А. З. Мухитов, Н. В. Шаронина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 2 (46). - С.179-183.
5. Качественный состав молока коров при скармливании препарата «Аminobiol» / В. В. Ахметова, Л. П. Пульчеровская, Е. В. Свешникова, М. Е. Дежаткин // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 238, № 2. – С. 13-19.
6. Григорьев, В. С. Динамика факторов резистентности у свиней разных генотипов в постнатальном онтогенезе / В. С. Григорьев, И. Н. Хакимов, С. В. Дежаткина // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 240, № 4. – С. 65-70.
7. Физиологические механизмы и эффект действия добавки-соевой окары на организм свиней / С. Дежаткина, А. Дозоров, Н. Любин, М. Дежаткин // Зоотехния. - 2018. - № 7. - С. 21-24.

8. Application of sedimentary zeolite in dairy cattle breeding / N. A. Lyubin, S. V. Dezhatkina, V. V. Akhmetova, A. Z. Muchitov, M. E. Dezhatkin, S. R. Zyalalov // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. - 2020. - N 1 (97). - С. 113-119.

ACTIVE OXYGEN FORMS, THEIR ROLE IN THE ORGANISM

Prokopyeva E.A.

Key words: *reactive oxygen species, ROS neutralization mechanisms, biochemical system, superoxide, singlet oxygen, hydroxyl radicals.*

Most living organisms on Earth cannot do without oxygen, which plays a key role in energy and is an oxidizing agent for nutrients. This article talks about its active forms.