

## АНТИОКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АСТАКСАНТИНА ПРИ ФОТОИНДУЦИРОВАННОМ ОКИСЛЕНИИ ХЛОРОФИЛЛА *A* В АЦЕТОНЕ

**Вязов Е.В.<sup>1</sup>, Гончарик Р.Г.<sup>1</sup>, Куликов Е.А.<sup>2</sup>, Алешин С.В.<sup>2</sup>, Селищева А.А.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

<sup>3</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Кетокаротиноид астаксантин является эффективным природным антиоксидантом. На данный момент слабо изучены различия в антиоксидантной активности цис- и транс-изоформ астаксантина и его эфиров и практически не изучено их влияние на окисление хлорофилла светом или различными окислителями. Мы предполагаем, что функции астаксантина (и его эфиров) определяются как структурой самой молекулы, так и окружающей её средой, в первую очередь, её диэлектрической проницаемостью.

В данной работе изучено влияние астаксантина на фотоиндуцированное окисление хлорофилла *a* в 100%-ном ацетоне ( $\epsilon = 21$ ). Хлорофилл *a* экстрагировали ацетоном из клеток *Spirulina platensis*. Эфиры астаксантина экстрагировали 100%-ным гексаном из клеток *Haematococcus pluvialis*, а затем разделяли с помощью колоночной хроматографии в силикагеле с размером частиц 60-200 мкм, используя в качестве подвижной фазы смесь гексан:ацетон (в соотношении по объёму 97:3, затем 95:5). Фракции моно- и диэфиров астаксантина определяли с помощью ВЭЖХ, упаривали и перерастворяли в 100%-ном ацетоне. Для приготовления раствора свободного астаксантина использовали коммерческий транс-астаксантин (Sigma). Часть раствора свободного транс-астаксантина освещали белым светом 2 ч и 4 ч (3000 лк), что приводило к частичной изомеризации (после 2 ч освещения появлялось 5%, а после 4 ч – 7% цис-изомеров астаксантина). В опытах использовали растворы астаксантина с одинаковой оптической плотностью при 470 нм. К 500 мкл экстракта хлорофилла *a* (концентрация – 26 мкг/мл) добавляли по 500 мкл растворов астаксантина (в положительном и отрицательном контролях добавляли 500 мкл ацетона) и освещали 2 ч 20 мин белым светом люминесцентной лампы (3000 лк) при 24°C. Положительный контроль не освещали.

Для всех форм астаксантина (свободный с разным соотношением транс/цис, моноэфиры, диэфиры) выявлено дозозависимое подавление фотоиндуцированного окисления хлорофилла *a* по сравнению с отсутствием астаксантина (отрицательный контроль). Так, при 5 мкг астаксантина в смеси (в пересчёте на свободный транс-астаксантин) подавление составляло 33-36%, при 10 мкг – 42-53%, при 20 мкг – 59-64%. Ранее в тех же условиях показано подавление фотоиндуцированного окисления хлорофилла *a* при использовании специфического ингибитора синглетного кислорода – азида натрия. Это означает, снижение концентрации хлорофилла в данной системе обусловлено именно окислением под действием генерируемого на свету синглетного кислорода. Также показано, что при использовании красного света (от 610 нм и более) эффект астаксантина не исчезает, что исключает действие по механизму экранирования.

Таким образом, показано, что все изученные формы астаксантина проявляют антиоксидантное действие в системе фотоиндуцированного окисления хлорофилла *a* в ацетоне. Дальнейшие опыты с использованием растворителей с другой диэлектрической проницаемостью позволят изучить влияние этого параметра на антиоксидантные свойства форм астаксантина.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант №Б19РМ-010) и Российского фонда фундаментальных исследований (грант №19-54-04003).