**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ НАНОЧАСТИЦ В КАЧЕСТВЕ ФОТОФИЛЬТРОВ СОЛНЦЕЗАЩИТНОЙ КОСМЕТИКИ**

Беловол А.Н., Ткаченко С.Г.

***Харьковский национальный медицинский университет***

[*dermacosmkhnmu@gmail.com*](mailto:dermacosmkhnmu@gmail.com)

Использование солнцезащитной косметики, на сегодняшний день, является не только методом профилактики фотостарения кожи, но снижает риск развития пигментных и беспигментных форм рака кожи. Наиболее востребованными в дерматологии сегодня являются минеральные фотопротекторы, поскольку они химически инертны, обладают низким аллергическим потенциалом и хорошей переносимостью, не абсорбируются кожей и не генотоксичны. Именно поэтому, фотопротекторы, содержащие минеральные фильтры, предпочтительны для детей, беременных, при ряде аллергодерматозов и состояниях гиперчувствительности кожи. Однако ряд свойств физических фотофильтров в значительной мере ограничивают их широкое использование: комедогенность, белый липкий налет, который остается на коже при применении косметического продукта.

Микронизация минеральных фотофильтров может стать эффективным способом преодоления таких нежелательных эффектов. Исследования последних лет показали, что сверхмелкие частицы диоксида титана (менее 100 нм) более эффективно отражают ультрафиолетовые лучи, пропуская видимый свет, что улучшает как солнцезащитные, так и эстетические свойства конечного продукта. Наночастицы диоксида титана в косметическом средстве прозрачны и обеспечивают лучшую фотозащиту. В то же время, изучение физико-химических свойств наночастиц диоксида титана выявило ряд новых опасных свойств: генотоксическое и фотокаталитическое действие с пролонгированным оксидативным стрессом, возможность трансдермальной пенетрации и токсического поражения внутренних органов, нервных и лимфобластных клеток, что делает такую косметику потенциально опасной для здоровья человека.

В связи с этим, на сегодняшний день, перспективными являются три пути решения проблемы использования нанофотофильтров в косметологии: использование оптимального с точки зрения эффективности и безопасности размера наночастиц; использование специальных покрытий, ограничивающих пенетрацию наночастиц в кожу, использование альтернативных безопасных нанофотофильтров.

Современные исследования показали относительную безопасность наночастиц диоксида титана при размере более 100 нм, некоторые авторы считают оптимальным размер нанофотофильтра 50 нм, в то же время на косметическом рынке представлены фотофильтры диоксида титана с размером частицы 15 нм. В настоящее время отсутствуют информативные методы исследований in vivo и in vitro оценки риска воздействия наноматериалов, присутствующих в косметических средствах. Тем не менее, директива ЕС обязала всех производителей солнцезащитной косметики пройти тест на наличие наночастиц в рецептуре, предоставить данные исследований безопасности продуктов.

Специальные покрытия наночастиц блокируют проникновение их вглубь эпидермиса. Чаще всего для этих целей используются оксид алюминия, диметикон, глицерин, диоксид кремния и триметоксифенил. Использование этой технологии с одной стороны сохраняет фотопротекторные и эстетические достоинства микронизированного диоксида титана, а другой предотвращает нежелательные взаимодействия его с другими косметическими ингредиентами в присутствии солнечного света, тем самым повышая стабильность формулы средства.

Альтернативой использования сверхмалых частиц диоксида титана в качестве минерального фильтра сегодня считается диоксид церия. Предварительные исследования фотопротекторных свойств нанокристаллов СеО2 в гидроколлоидной форме показали более высокую его эффективность в УФ-диапазоне, по сравнению с известными минеральными фотофильтрами. Кроме того, не был выявлен присущий нанодиоксиду титана фотокаталитический эффект, но были обнаружены антиоксидантные свойства сверхмалых частиц диоксида церия, максимальные для частиц СеО2 размером менее 5 нм. В условиях оксидативного стресса наночастицы диоксида церия демонстрируют энзимоподобное действие, сравнимое с работой каталазы и супероксиддисмутазы. Дальнейшие эксперименты подтвердили способность наночастиц диоксида церия размером 3–5 нм в концентрациях 1 мМ и 10 мкМ инактивировать как супероксидный, так и гидроксильный радикалы. При этом скорость инактивирования исследованных свободных радикалов напрямую зависела от размера частиц и пропорционально возрастала с их уменьшением.

На токсичность нанодиоксида церия влияет размер частицы. Уменьшение размеров частиц ниже 10 нм сопровождается резким уменьшением их токсичности. Исследование на животных частиц нанодиоксида церия размером менее 9 нм показало отсутствие токсического действия частиц, а в некоторых экспериментах их кардиопротекторное и противовоспалительное действие. Снижение токсичности частиц диоксида церия и рост антиоксидантной активности наблюдается вплоть до достижения частицами размеров 0,6–0,8 нм. С точки зрения возможного токсического влияния на биологические объекты наиболее безопасными являются наночастицы диоксида церия размером 1–6 нм. Именно низкая токсичность, наряду со специфическими окислительно-восстановительными и противорадикальными свойствами, а также выраженные защитные свойства наночастиц диоксида церия в отношении фотоповреждения тканей, позволяют рассматривать его как перспективный компонент фотозащитной косметики.