

DISPOSITIVO FOTO-REACTOR DE INTENSIDAD ULTRAVIOLETA (UV)

CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente invención se ubica dentro del campo técnico del análisis del factor de protección solar en formulaciones, más específicamente dispositivos para llevar a cabo dicho análisis o pruebas por medio de radiación UV.

Así, la presente invención está dirigida a un dispositivo foto-reactor de intensidad
10 ultravioleta (UV), el cual ocasiona fotorreacción (por síntesis o degradación) de los componentes presentes en una disolución o suspensión que pueden interactuar, absorber o utilizar la radiación UV y disipar parte de la energía incidente y que, como consecuencia, ofrecen factor de protección solar (SPF). Simultáneamente, registra la pérdida de la capacidad de protección solar o la
15 degradación de los componentes de la formulación bajo ensayo como un cambio (desaparición o disminución) de la absorbancia UV en respuesta a la incidencia de un haz monocromático de luz UV. El registro de esta fotorreacción sirve para establecer el tiempo efectivo de protección contra luz UV al interior de un espacio de prueba que puede ser asimilado como una área expuesta (por ejemplo de piel
20 humana) y permite aproximar el factor SPF por medio de una correlación entre absorbancia inicial medida y valores SPF de formulaciones conocidas, con lo que el dispositivo descrito reemplaza el uso de paneles sensoriales con seres vivos y crea una línea de tiempo en función de la persistencia del factor de protección solar. Así, el dispositivo de la invención permite que unas muestras
25 de formulaciones que pueden proveer de algún factor de protección solar, específicamente contra radiación ultravioleta (UV) sean dosificadas en un depósito de vidrio (vidrio común, borosilicato o cuarzo) que permite una profundidad (espesor de capa aplicada) igual o menor a 500 micrómetros. La muestra de la formulación se encapsula por medio de una cubierta también de
30 vidrio. El depósito conformado por estas placas de vidrio debe permitir el paso de luz UV sin absorción o con una absorción suficiente para que la luz UV incida en la muestra bajo ensayo y pueda ser registrada la fotorreacción ocasionada

por medio de un haz de luz UV emitido por una fuente de luz UV y sensado por un foto-receptor acoplado a un transductor de intensidad.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5

Actualmente, la medida del factor de protección solar (SPF, por su sigla en inglés) ha requerido el uso de superficies cutáneas simuladas para determinar el momento de enrojecimiento de la piel (eritema solar). Sin embargo, en la mayoría de los casos la determinación de dicho SPF solo se puede llevar a cabo haciendo una serie de simulaciones, o incluso, haciendo pruebas en animales o humanos, lo cual puede traer consigo una serie de inconvenientes y es totalmente indeseable, teniendo en cuenta que se requieren entonces de animales de prueba y personas que asumen el riesgo de sufrir daños cutáneos durante dichos ensayos o control de calidad.

15

De acuerdo con esto, las empresas que desarrollan productos cosméticos tienen la necesidad de establecer el efecto de sus formulaciones sobre pieles de organismos vivos. En ocasiones, las formulaciones causan protección contra radiación ultravioleta, ya sea por casualidad o por diseño específico. Con miras a eliminar el uso de paneles sensoriales sobre humanos y causar eritemas como señal de la eficiencia o ineficiencia de la formulación, se han desarrollado dispositivos que simulan el factor SPF o que determinan la posible aparición de eritemas.

20

25

Así, la patente JP2006071580 describe un dispositivo que puede establecer la existencia de radiación UV incidente sobre una superficie. Es una aproximación al principio de detección de dosis de irradiación inapropiadas para la salud cutánea. Otro ejemplo de esta iniciativa se describe en la patente CA2178543. La patente KR1020040072507, US20170303845 y la patente US5365068 determinan el tiempo de exposición mínima a luz UV que puede ocasionar eritemas en pieles humanas, o al menos reacciones adversas o manchado cutáneo. Otras invenciones se especializan en determinar exclusivamente un

30

valor SPF aproximado, a partir de la transmisividad de luz UV en una muestra o formulación, por ejemplo, la patente JP1995167781.

Del mismo modo, con el propósito de determinar conjuntamente factor SPF por el método de transmisión o absorción de luz UV se encuentran el dispositivo descrito en la patente EP2204646, el cual usa el espectro IR-VIS-UV como fuente de radiación y evalúan qué longitud de onda puede generar daño cutáneo (por ejemplo, eritema). La patente KR1020200038591 describe un dispositivo que permite inferir el valor numérico SPF por medio de una correlación absorbancia/tiempo, y aunque estos dispositivos pueden considerarse un foto-reactor de onda variable o específica, no dan respuesta al tiempo seguro de exposición a luz UV.

Se han propuesto fotorreactores que utilizan fuentes de luz UV en un entorno confinado o aislado de luz solar (natural), con el propósito de estimular el crecimiento de material biológico, como el descrito en la patente ES2353830, donde se incorporan al medio de crecimiento pigmentos que presentan absorción de la luz a longitudes de onda en torno a 450 nm (UV). La patente CO4560377 describe un dispositivo con semejanza de funcionamiento al anteriormente descrito, denominado 'transorbador' e incluye un medio colorante que interactúa con luz UV. Aunque los dispositivos que abordan las patentes son fotorreactores de onda variable o específica en el rango de la luz UV, son específicos para fomentar el crecimiento de biomasa y no sirven para la registrar la pérdida de la capacidad de potencial de protección solar o la degradación de los componentes colorantes o pigmentos que hacen parte del sistema de reacción.

Así las cosas, en el estado del arte existe una pluralidad de divulgaciones relacionadas con dispositivos o sistemas para hacer pruebas de formulaciones con SPF, dentro de las que se encuentra el documento NC 2017/0007374 que describe un método para la determinación del factor de protección solar (FPS) in vitro cuyo fin es lograr reproducibilidad y exactitud en las determinaciones y

reemplazar el uso de pruebas sobre seres vivos. Para ello se hace uso del ácido hialurónico, un sustrato natural presente en la piel humana, el cual se prueba en solución o como película sólida, en concentraciones inferiores al 1% p/v y usando de un espectrofotómetro. Una vez calibrado se ha utilizado para corroborar el factor de protección ofrecido por bloqueadores solares comerciales. Así, el método se lleva a cabo realizando pruebas sobre cuatro materiales constituyentes de la piel que son susceptibles a daño por radiación UV, tal como colesterol, colágeno, elastina y ácido hialurónico. En este método se utiliza un montaje para la evaluación de un sustrato en estado líquido que se aplica sobre una celda de cuarzo estándar, el cual es transparente a la radiación UV y es usado como soporte para aplicar el producto que sirve de protector. Luego, la muestra se somete a condiciones de radiación UV controladas y después se evalúa el efecto de la radiación sobre el ácido hialurónico mediante la verificación de su transmitancia en el rango UV del espectro electromagnético.

Sin embargo, esta anterioridad presenta el inconveniente que hace uso de un monocromador y un estroboscopio para alterar la luz proveniente de la lámpara UV, sin presentar un receptor como tal para la medición de la recepción de a luz UV, al tiempo que los datos no son enviados a un circuito que se conecta a un dispositivo externo que los interpreta de acuerdo con el tiempo, y finalmente, se hace uso de una capa de ácido hialurónico y se mide es la incidencia sobre éste, no el tiempo que se demora en degradar el producto con SPF, por lo que no permite tener un resultado adecuado.

De otra parte, se tiene el documento US 20120153179 relacionado con un dispositivo de monitoreo que se une o está integrado con un cuerpo contenedor de producto, tapa, o unidad de rociado con un circuito integrado de alarma con indicador de sensado que indica y emite una indicación de audio sobre la efectividad de un producto cuando se ha reducido por debajo de un valor o nivel predeterminado. El producto puede ser un material de protección solar en la forma de un líquido, crema o loción u otros materiales en la forma de medicinas, alimentos, etc. El dispositivo puede alertar al usuario cuando se expone a

radiación ultravioleta por un periodo específico, que ellos necesitan volver a aplicarse el material protector solar, reduciendo así los riesgos asociados con la exposición excesiva a radiación UV. El dispositivo de monitoreo también puede indicar al usuario que el producto está o ha pasado su fecha de vencimiento y ayuda a prevenir el uso del producto antes que sea peligroso.

No obstante, la invención definida en esta anterioridad presenta la desventaja que es un dispositivo que es usado por el usuario o que requiere manipulación de un usuario, y aunque mide el nivel de exposición a UV y el SPF, requiere de un usuario para su manipulación y lectura adecuada. Además, no cuenta con una fuente de luz UV, sino que depende de la radiación o asume la radiación recibida por el usuario, por lo que las medidas no son precisas y no puede ser usada para probar productos cosméticos.

Ahora bien, la publicación internacional WO 2012037158 divulga unas composiciones que pueden imitar ADN y/o ARN en células de un sujeto y métodos para usarlas como un sustrato en la prueba de la eficacia de una o más composiciones a la hora de reducir y/o prevenir la radiación, tal como daño de ADN o ARN causado por radiación UV de dicho sujeto. Así, el método comprende los pasos de suministrar una fuente de radiación UV; suministrar una o más composiciones de diagnóstico de radiación; exponer dicha composición de diagnóstico de radiación a dicha radiación que pasa a través de una o más composiciones de protección, donde la composición de protección se ubica entre la composición de diagnóstico de radiación y la fuente de radiación; y analizar el daño de ADN y/o ARN de dicha composición de diagnóstico de radiación

Sin embargo, aunque esta anterioridad menciona pruebas que no son realizadas directamente en usuarios, se basa en la medición de una imitación de ADN y/o ARN para determinar el daño en las células, lo cual es una clara desventaja por la complejidad y el alto grado de especificidad que se requiere para realizar la prueba, hecho que se traduce en altos costos y el requerimiento de personal altamente calificado y entrenado.

Finalmente, se tiene el documento US 20060289779 que enseña un sistema indicador de radiación ultravioleta que incluye una comunicación adaptada a un teléfono inalámbrico con una red de comunicación inalámbrica que tiene un sistema de posicionamiento, tal como una función mejorada de servicios de emergencia. Una pluralidad de sensores de radiación que detectan la radiación ultravioleta están dispuestos en áreas predeterminadas. Los sensores de radiación están adaptados para la comunicación con la red de comunicación inalámbrica. La red de comunicación inalámbrica proporciona al menos un índice de radiación ultravioleta (índice UV) basado en las lecturas de los sensores ubicados más cerca del teléfono inalámbrico, transmitiéndose el índice UV al teléfono inalámbrico. En el caso de que el teléfono inalámbrico esté lo suficientemente lejos de los sensores más cercanos para cruzar un umbral, la Oficina Meteorológica envía al usuario información general para una designación geográfica particular, como un código postal, ciudad, parte de la ciudad, etc. El indicador de radiación ultravioleta puede proporcionar el índice UV al teléfono inalámbrico cuando el usuario recibe una solicitud del teléfono inalámbrico, o el usuario puede suscribirse a la superficie. Alternativamente, el usuario puede recibir actualizaciones no solicitadas por un período de tiempo posterior a la primera solicitud, o cuando las condiciones cambien significativamente.

No obstante, dicha anterioridad se basa principalmente en un sistema para alertar las condiciones meteorológicas y la radiación UV a un usuario por medio de mensajes al teléfono, pero presenta el inconveniente que no cuenta con una fuente de luz UV ni un sensor para medir dicha luz y determinar la efectividad del producto, por lo que no es adecuada para probar formulaciones ni el tiempo de incidencia del SPF sobre las mismas.

A partir de la información anterior, es claro que los documentos existentes en el estado del arte corresponden a una serie de métodos o sistemas para la medición de la radiación UV en un usuario o para la determinación de la efectividad de un producto con SPF para alertar a un usuario sobre el uso de

este. También estos documentos permiten informar al usuario cuando es necesario aplicar nuevamente protector solar con SPF o cuando los productos pueden ser nocivos, dependiendo de la calidad de éstos o la determinación de su efecto sobre una composición determinada.

5

Así las cosas, se puede ver que las divulgadas del arte previo relacionadas presentan todas el inconveniente y la desventaja que los dispositivos o divulgaciones relacionadas y existentes no dan respuesta al tiempo seguro de exposición a luz UV basados en el uso real de una formulación (sobre piel en simulación “in vitro”) que ofrece factor de protección contra radiación ultravioleta (UV), ni el tiempo en que esta formulación ha sido degradada o modificada fotónicamente y cumple su ciclo de uso seguro.

Por lo tanto, en el estado del arte, existe una clara problemática relacionada con la determinación de cuándo una formulación que pretende ofrecer protección contra la radiación UV de la luz solar u otras fuentes naturales o artificiales de este tipo de radiación, y de igual forma verificar o contrastar el factor SPF de cualquier formulación nueva que sea candidata a dar protección contra radiación solar directa o indirecta. Existe un dispositivo que recibe irradiancia solar y estima el tiempo seguro de permanencia bajo luz solar directa, pero no realiza mediciones reales sobre formulaciones que ofrecen protección SPF.

De acuerdo con la información anterior, es claro para el experto en la materia que en el estado del arte existe una necesidad por diseñar e implementar un dispositivo que permita la medición del tiempo de efectividad de una formulación con FPS o SPF mediante el uso de una fuente de luz UV que simule de forma precisa y concreta la radiación que recibiría un usuario a la hora de usar dicha formulación, al tiempo que cuente con algún elemento para tomar esa medición y permitir el envío de los datos para su interpretación y análisis posterior ayudándose o apoyándose en aparatos tecnológicos existentes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Considerando los problemas y/o necesidades anteriores mencionadas, los presentes inventores han propuesto un nuevo dispositivo foto-reactor de intensidad ultravioleta (UV), el cual ocasiona y registra la pérdida de la capacidad de protección solar o la degradación de los componentes de la formulación bajo ensayo como un cambio la absorción de luz UV de los componentes que ofrecen potencial factor de protección solar (SPF) y monitorea su degradación fotónica como respuesta a la incidencia de un haz monocromático de luz UV y sirve para establecer el tiempo efectivo de protección contra luz UV en la piel humana y aproxima el factor SPF por medio de una correlación entre absorbancia y valores SPF de formulaciones conocidas, con lo que el dispositivo descrito evita el uso de paneles sensoriales con seres vivos.

De este modo, el dispositivo de la presente invención permite que unas muestras de formulaciones que pueden proveer de algún factor de protección solar, específicamente contra radiación ultravioleta (UV) sean dosificadas en un depósito de vidrio que permite una profundidad (espesor de capa) igual o menor a 500 micrómetros. La muestra de la formulación se encapsula por medio de una cubierta también de vidrio (de la misma naturaleza que el soporte). El depósito conformado por estas placas de vidrio debe permitir el paso de luz UV sin absorción o con una absorción suficientemente baja para que incida en la muestra bajo ensayo y pueda ser registrada la fotorreacción ocasionada en la muestra de formulación por medio de un haz de luz UV emitido por una fuente de luz UV y sensado por un foto-receptor acoplado a un transductor de intensidad.

En este sentido, el emisor y el receptor del dispositivo deben ser aislados del entorno lumínico por medio de casquetes, de forma que la radiación emitida por la fuente de luz UV incida en la formulación contenida en el soporte y sea recibida por el receptor sin interferencia de haces luminosos diferentes a la fuente emisora del dispositivo. Tanto el emisor como el receptor reciben su alimentación eléctrica de una fuente externa de voltaje fijo.

De este modo, el receptor se vincula a un circuito que actúa como transductor de la intensidad de radiación UV en función del tiempo de reacción de degradación (fotorreacción) de la formulación que se encuentra bajo prueba.

5 Existen dispositivos que pueden transformar la señal eléctrica del receptor y transformarla en valores numéricos que se registran en vectores de datos y son almacenados en una hoja de cálculo, por ejemplo, por medio de un procesador. Con la información almacenada en el procesador es posible establecer una correlación entre factor de protección solar y el tiempo de foto-degradación
10 causada al material contenido en el depósito de vidrio. Esta correlación se denomina “absortigrama”.

El absortigrama obtenido con el dispositivo fotorreactor de intensidad UV que cumple con el uso descrito puede ser también utilizado para sensar y monitorear
15 posibles procesos de síntesis orgánica impulsada o catalizada por longitudes de onda variable o específica en UV que presenten en sí mismas capacidad (o carencia) de protección UV.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

20

La presente invención se entiende de forma más clara a partir de las siguientes figuras donde se muestran los componentes asociados al presente sistema, dispositivo y/o aparato, así como los elementos novedosos con respecto al estado del arte, en donde las figuras no pretenden limitar el alcance de la
25 invención, el cual está únicamente dado por las reivindicaciones adjuntas, en donde:

La Figura 1 corresponde a un esquema general del dispositivo foto-reactor de intensidad ultravioleta UV de la presente invención, en donde se muestran todos
30 los elementos o componentes involucrados y que forman parte del mismo.

La Figura 2 corresponde a un gráfico que muestra un ejemplo de absortigrama; El eje vertical presenta unidades de tiempo y el eje vertical dispone valores normalizados de absorción de luz UV.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está dirigida a un dispositivo foto-reactor de intensidad ultravioleta (UV), el cual permite la degradación de los componentes que ofrecen factor de protección solar (SPF o FPS por sus siglas en inglés) y monitorea su
10 desaparición como respuesta a la incidencia de un haz monocromático de luz UV y sirve para establecer el tiempo efectivo de protección contra luz UV en la piel humana y aproxima el factor SPF por medio de una correlación entre absorbancia y valores SPF de formulaciones conocidas y relacionadas.

15 De esta forma, la Figura 1 muestra un dispositivo foto-reactor en uso, con todos los elementos, el cual está compuesto, comprende o consiste esencialmente, en general, sin limitaciones, de las siguientes partes o componentes:

- 20 • Una fuente de luz ultravioleta UV (1) que corresponde básicamente a una lámpara UV que emite un haz de luz UV para poder hacer la prueba sobre la formulación con potencial SPF a analizar;
- Un sensor receptor de luz UV (2) ubicado en la parte inferior (y enfrentado perpendicularmente) de la fuente de luz UV (1), donde dicho sensor receptor UV (2) corresponde a una foto-resistencia que recibe la luz UV
25 emitida por la fuente (1);
- Una fuente de alimentación (3) conectada y que alimenta la fuente de luz UV (1) y el sensor receptor UV (2) para que estos funcionen de forma adecuada y con el voltaje correcto para su funcionamiento;
- 30 • Un depósito conformado por una base (4) y una cubierta (4') que se ubica entre la fuente de luz UV (1) y el sensor receptor UV (2), y que corresponde al elemento en el cual se confina una muestra de formulación que puede proveer de algún factor de protección solar (FPS o SPF),

- específicamente contra radiación ultravioleta, donde dicha muestra es dosificada en el depósito, y permite una profundidad o espesor de capa igual o menor a 500 micrómetros. Así, la muestra de la formulación se encapsula por medio de la cubierta (4') y el depósito debe ser fabricado en un material que permite el paso de luz UV sin absorción o con una absorción suficientemente baja para que pueda incidir la radiación en la muestra bajo ensayo y ser degradado foto-químicamente, tal como vidrio común, vidrio borosilicato, o cuarzo, preferiblemente vidrio borosilicato o cuarzo;
- Unos casquetes (5, 5') que se ubican en cada lado de la fuente UV (1) y el sensor receptor (2) aislándolos del entorno lumínico, de forma que la radiación emitida por dicha fuente UV (1) incide en la formulación contenida en el depósito (4, 4') y es recibida adecuadamente por el sensor receptor (2) sin interferencia de haces luminosos diferentes a la fuente emisora del dispositivo;
 - Un circuito electrónico (6) conectado al sensor receptor (2), donde dicho circuito (6) actúa como transductor de la intensidad de radiación UV en función del tiempo de reacción de degradación de la formulación que se encuentra bajo prueba; y
 - Un procesador (7) que se conecta al circuito electrónico (6) y permite la recolección e interpretación de los datos recibidos directamente del sensor receptor (2) para poder ser analizados y mostrados a un usuario.

Así las cosas, el dispositivo de la presente invención permite evaluar en tiempo real, y con certidumbre aceptable, el momento en que una formulación (que se espera ofrezca protección SPF) ya no es efectiva porque sus componentes que tienen absorbanza UV específica han sido degradados mediante fotorreacción. La información de esta degradación fotónica es necesaria para estimar no solamente el factor SPF sino los ciclos de aplicación que generan un uso seguro de cada formulación. De este modo, el dispositivo de la invención evita el uso de paneles sensoriales o pruebas con seres vivos.

En una modalidad preferida, el procesador (7) corresponde a un dispositivo externo de procesamiento, tal como un computador personal (de escritorio o portátil), un servidor, un dispositivo móvil, una tableta, un teléfono inteligente, o similares que permitan transformar la señal eléctrica del sensor (2) y transformarla en valores numéricos que se registran en vectores de datos y son almacenados, preferiblemente, pero no de forma limitante, en una hoja de cálculo. De este modo, con la información almacenada en el dispositivo procesador (7) es posible establecer una correlación entre el factor de protección solar (FPS o SPF) y el tiempo de foto-degradación causada al material contenido en el depósito (4, 4').

Ahora bien, para el uso o funcionamiento del dispositivo de la presente invención, primero que todo debe verificarse que no se hallan impurezas, suciedad o material que ocasione interferencia o absorción de luz UV. Así, aproximadamente 1/20 de ml es suficiente para colmatar el contenedor de vidrio (formado por la base (4), el cual es fabricado preferiblemente en vidrio borosilicato de baja absorción de luz UV.

Luego, la muestra líquida a degradarse foto-químicamente se debe ser confinada mediante presión entre la base (4) y la cubierta (4') formando así el depósito, de forma que no se formen burbujas de aire al interior del contenedor y se desarrolle una película continua.

Esta película se degrada foto-químicamente por medio de luz UV emitida por la fuente de luz UV (1), de preferencia monocromática, y la fotorreacción es registrada con el sensor (2) que puede ser, una foto-resistencia sensible a radiación UV. En tanto la muestra de prueba se degrada, la intensidad de luz UV emitida puede incrementar en el tiempo hasta hacerse constante (o inversamente, la absorción de luz UV disminuye hasta un valor asintótico). Este valor constante indica que la formulación bajo prueba ya no ofrece protección contra luz UV inicialmente prevista en un hipotético sustrato orgánico o piel humana.

En este sentido, la intensidad de luz UV es traducida a valores numéricos y normalizados a valores coherentes por medio de un ensayo semejante al descrito previamente, pero con un contenedor vacío, para establecer el valor
5 máximo de intensidad UV del caso particular de ensayo, y registrando los tiempos. El registro de ensayo de referencia o de prueba, traducido a valores numéricos normalizados se denomina absortigrama. Un ejemplo de absortigrama se muestra en la figura 2; El eje vertical presenta unidades de tiempo y el eje vertical dispone valores normalizados de absorción de luz UV.

10

El dispositivo fotorreactor de intensidad UV y la información de su absortigrama pueden ser también utilizados para monitorear la velocidad de posibles procesos de síntesis orgánica impulsada o catalizada por longitudes de onda variable o específica en UV que presenten en sí mismas capacidad (o carencia) de
15 protección UV en la formulación bajo ensayo.

Aunque la presente invención ha sido definida en términos de las modalidades y/o configuraciones preferidas que permiten obtener el resultado deseado, se entiende entonces que dentro de la presente divulgación se contemplan las
20 múltiples modificaciones y/o alternativas que se puedan derivar de forma evidente para un experto en la materia, razón por la cual el alcance de la presente invención no está definido únicamente por las implementaciones preferidas definidas acá, sino que, por el contrario, el mismo está enteramente definido por las reivindicaciones adjuntas.

25