CUERPO LAMINAR PARA HACER TEJADOS DE INVERNADEROS Y MÉTODO DE CULTIVO EN INVERNADERO

CAMPO DE LA SOLICITUD

La presente invención se relaciona con un cuerpo laminar para hacer tejados de invernaderos y método de cultivo en invernadero.

TÉCNICA PREVIA

Como es sabido, en el cultivo en invernadero es fundamental reducir la temperatura durante el día dentro de los invernaderos, dependiendo de la transmisión luminosa del tejado (película o lámina) y el estado actual del cultivo.

Hasta hoy, la reducción de las temperaturas que exceden los límites de la tolerancia fisiológica se han logrado insertando agentes de dispersión o de filtrado en los tejados.

En todos los casos, los aditivos usados de facto reducen la radiación solar disponible para las plantas y por lo tanto su fotosíntesis con un efecto negativo evidente en las plantas en sí. En los momentos de mayor insolación e irradiación, de hecho debe fomentarse el efecto contrario (es decir, un aumento en la fotosíntesis) para tener una productividad y salubridad aumentadas del cultivo.

Dentro de este marco de trabajo, las películas multicapa han sido propuestas para hacer tejados de invernaderos, diseñadas con una estructura multicapa y una composición química de las capas individuales de manera que aumente la “fotoluminiscencia” de la película con la transformación de las bandas irradiantes del campo de UV al campo visible. Los efectos benéficos en las plantas, sin embargo, son limitados.

El uso de aditivos debe, además, ser evaluado considerando los efectos en la resistencia mecánica y química del cuerpo laminar a ser usado para el tejado.

Esto es aún más importante en el caso de los tejados hechos con películas flexibles, como contra tejados hechos con láminas rígidas o semi-rígidas. Las películas flexibles son más baratas que las láminas rígidas, requieren de

estructuras de soporte menos fuertes y son más fáciles de aplicar pero, al mismo tiempo, son generalmente menos resistentes mecánica y químicamente.

Por lo tanto, la elección del material del tejado y aditivos, es muy importante ya que los diferentes, a veces contrastantes, requerimientos deben ser atendidos. Por ejemplo, la resistencia mecánica se puede aumentar mediante el aumento del espesor, pero esto reduce la transmisión luminosa del cuerpo laminar. Por otra parte, para el mismo espesor, el efecto térmico (entendido como la capacidad de mantener la temperatura en los invernaderos en la noche), por ejemplo de un material tal como el PVC plastificado (ampliamente usado para hacer láminas rígidas) es más del doble que la de otro material tal como polietileno (utilizado para hacer películas flexibles).

A este respecto, podrán ser citados ejemplos de películas realizadas a partir de LDPE, EVA/C, PP, con la adición de aditivos, generalmente silicatos o carbonatos, que impiden o limitan la transmisión directa de la radiación solar (rayos UVA, Visible o IR corto) en las plantas que previenen la quema resultante de la refracción o difracción de los rayos solares.

Estas películas, conocidas como “luz difusa” contienen cargas minerales u otras soluciones que tienen un efecto de reflejar toda la radiación luminosa, incluyendo los rayos UVA, parcialmente dentro y parcialmente fuera del invernadero. Los diversos rebotes de los rayos luminosos determinan una reducción de la energía entrante, pero, al mismo tiempo, una reducción del nivel radiante para las plantas, a pesar de garantizar una cierta uniformidad luminosa y positiva. El efecto final es el de un total descenso de la radiación que, a menudo, puede ser insuficiente para los requerimientos fisiológicos.

Los aditivos utilizados además debilitan la estructura de la película y, para el mismo espesor, reducen su resistencia mecánica.

También se menciona una película basada en un material polimérico que contiene burbujas de gas dispersas. Esta película tiene una resistencia mecánica promedio menor que sus contrapartes producidas con el mismo polímero base. Además, la alta absorción de radiación solar en el campo infrarrojo corto (debido a la presencia de las burbujas que causan una estructura física y química en particular), reduce la entrada de luz directa en el interior del invernadero, determinando

situaciones de baja radiación a veces incompatibles con los requisitos de muchos cultivos. La misma observación aplica también con respecto a la absorbancia casi total en el campo UV.

Como es sabido, otro problema típico de los cultivos de invernadero es la formación de condensación en la superficie interior de los tejados. Este fenómeno es muy perjudicial para los cultivos, dado que ofrece un ambiente ideal para la proliferación de los parásitos, así como daños directos e irreparables resultantes del goteo de las gotas de condensación sobre las hojas o frutos.

En general, la carga electrostática presente en la superficie de las películas normales utilizadas para la fabricación de tejados es incapaz de resolver este serio problema de condensación. Actualmente, el fenómeno es por lo tanto, atenuado por la adición de surfactantes a la película a fin de reducir la tensión superficial, que, sin embargo, tienen una eficacia limitada y una duración relativamente corta.

PRESENTACIÓN DE LA INVENCIÓN

En consecuencia, el propósito de la presente invención es eliminar los inconvenientes de la técnica anterior mencionada más arriba, poniendo a disposición un cuerpo laminar para la fabricación de tejados de invernadero que hace que sea posible aumentar la actividad fotosintética de los cultivos sin reducir el efecto de apantallamiento.

Un objetivo adicional de la presente invención es poner a disposición un método de cultivo de invernadero que hace que sea posible aumentar la actividad de la fotosíntesis de las plantas sin reducir su efecto protector.

Las características técnicas de la invención de acuerdo con los fines antes mencionados pueden ser vistas claramente en el contenido de las reivindicaciones abajo y las ventajas de la misma serán más evidentes a partir de la descripción detallada que sigue.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

De acuerdo con una modalidad general de la invención, el cuerpo laminar para la fabricación de tejados de invernadero comprende por lo menos una capa laminar, que define al menos una superficie principal del cuerpo laminar y comprende una matriz polimérica y nano-partículas de dióxido de titanio en TiO_2 en forma de anatasa y/o rutilo, disperso en la matriz polimérica.

Como se explicará a mayor detalle y más claramente a continuación, para los fines de la invención, en una condición de uso, el cuerpo laminar está orientado con la superficie principal, definido por al menos una capa laminar antes mencionada con nano-partículas, orientado directamente al interior del invernadero.

Las nanopartículas de dióxido de titanio TiO_2 tienen dimensiones no mayores de 100 nm (nanómetros).

El dióxido de titanio está presente en una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz polimérica (es decir, entre 0.003 % y 0.15 % en peso). De hecho, se ha observado que las concentraciones de dióxido de titanio en forma de nano-partículas de más de 1,500 ppm en peso (especialmente si tiene más de un 1% en peso) se vuelven esencialmente perjudiciales debido a su efecto oxidante violento de los enlaces moleculares, destruyendo la película en un tiempo muy corto y reduciendo la transmitancia luminosa de la película a valores inaceptables para el cultivo. Otros efectos negativos serán señalados más adelante en la descripción.

Preferiblemente, el dióxido de titanio está presente en una concentración en peso de entre 300 y 1500 ppm (es decir, entre 0.03 % y 0.15 % en peso) en relación con la matriz polimérica.

Preferiblemente, las nano-partículas de dióxido de titanio TiO_2 tienen dimensiones no superiores a 20 nm, y aún más preferiblemente no más de 10 nm.

Ventajosamente, las nano-partículas de dióxido de titanio están dispersas uniformemente en la matriz polimérica.

Preferiblemente, el dióxido de titanio TiO_2 tiene una pureza de no menos de 99.5 %. Preferiblemente, el dióxido de titanio está libre de elementos contaminantes que podrían tener efectos negativos en la matriz polimérica.

De acuerdo con una solución de modalidad preferida, el dióxido de titanio TiO_2 está en la forma de anatasa.

Es posible prever el uso de una mezcla de dióxido de titanio en la forma anatasa y en la forma de rutilo.

Preferiblemente, la matriz polimérica está hecha de poliolefinas y copolímeros termoplásticos de poliolefinas.

En particular, la matriz polimérica de la capa mencionada anteriormente con nano-partículas comprende uno o más polímeros, tomados por separado o mezclados entre sí, seleccionados del grupo que consiste en polietileno (PE), polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), polipropileno (PP), copolímero de propileno, etilenvinilacetato (EVA), etilenbutilacrilato (EBA), etilenmetilacrilato (EMA), polimetilmetacrilato (PMMA), policarbonato (PC), poliamida (PA), etilen tetrafluoroetileno (ETFE) y fluoruro de polivinilideno (PVDF). El uso de otros polímeros no es excluido.

Preferiblemente, la al menos una capa laminar antes mencionada se obtiene por extrusión o co-extrusión. De la misma manera, incluso en el caso en el que la capa laminar comprende dos o más de dichas capas laminares (como se describirá más adelante en la descripción), tales capas se obtienen individualmente por extrusión (y luego se unen entre sí), o se obtienen ya unidas por co-extrusión.

Ventajosamente, la matriz polimérica comprende en sí aditivos foto-estabilizantes.

Preferiblemente, se utilizan foto-estabilizantes que no tienen propiedades de apantallamiento contra los rayos UV. En particular, dichos estabilizantes son estabilizantes de tipo amina estéricamente impedida, ya sea HALS (estabilizantes de luz de tipo amina impedida) (HALS) o NOR_HALS (Estabilizantes de luz de tipo amina impedida N-alcoximonoméricos).

En lugar de o en combinación con los foto-estabilizantes de no-apantallamiento, los foto-estabilizantes con un efecto de apantallamiento UV (como desactivante de níquel) se pueden usar.

Preferiblemente, los aditivos foto-estabilizantes antes mencionados están presentes en la capa laminar única con una concentración en peso de 0.60 % a 1.25 %.

Ventajosamente, la matriz del polímero de la capa laminar única comprende

dentro de ella aditivos que tienen una función de apantallamiento de UV. Preferiblemente, dichos aditivos con función de apantallamiento UV (adsorción UV) están presentes con una concentración en peso de 0.15 % a 0.35 %. En particular, dichos aditivos con un efecto de apantallamiento UV se eligen del grupo compuesto de triazina (2,4-bis (2, 4-dimetilfenil)-6-(2-hidroxi-4-n-octiloxifenil)-1,3,5-triazina), benzofenona (2-hidroxi-4-n-octoxibenzofenona), triazol (3, 5-Di-(t-butil)-4-hidroxi ácido benzoico, éster hexadecilo) y benzotriazol (-2-(2'hidroxi-3'-t-butil-5'-metilfenil)-5-clorobenzotriazol).

La presencia de los foto-estabilizantes y/o de los aditivos con una función de apantallamiento de UV hace que sea posible calibrar la reactividad de TiO_2 dentro de la capa laminar. Para tal fin, en particular, los aditivos que se utilizan tienen una transparencia a los rayos UV con al menos 25 % de transmitancia de UV de 315 a 400 nm a modo de permitir el efecto catalítico adecuado y contemporáneamente la protección adecuada de los enlaces moleculares para una duración adecuada del uso del cuerpo laminar.

Ventajosamente, la matriz del polímero de la capa laminar única puede comprender en su interior aditivos surfactantes. En particular, los aditivos surfactantes se eligen entre el grupo compuesto por octadecano etil-éster y monoestearato de sorbitán, tomados por separado o mezclados entre sí. Preferiblemente, los aditivos surfactantes antes mencionados están presentes en la capa laminar única con una concentración en peso de 1 % a 1.5 %.

Como se describirá más adelante en la descripción, en el caso en el que el cuerpo laminar comprende dos capas laminares superficiales (de los cuales uno está orientado hacia el interior del invernadero y el otro hacia el exterior del invernadero), los surfactantes están preferiblemente presentes sólo en la capa laminar orientada hacia el interior. El uso de los surfactantes tiene como objetivo mantener constantemente una película de humedad muy fina en la superficie del cuerpo laminar (orientada hacia el interior del invernadero) dicha película de humedad - tal como se especificará más adelante en la descripción - permite que la reacción foto-catalítica que es propagada dentro del invernadero determine un efecto de higienización del ambiente.

A causa de las propiedades híper hidrófilicas del dióxido de titanio en la forma anatasa, el uso de nano-partículas de anatasa TiO_2 con concentraciones en peso sobre una sola capa laminar de más de 1,500 ppm, conduciría a la superficie del cuerpo laminar a estar prácticamente seca. La ausencia de humedad en la superficie del cuerpo laminar prevendría la aparición de las reacciones redox activadas por dichos TiO_2 y por lo tanto el efecto fungicida, antiviral y antibacteriano relacionado con tales reacciones (como se describirá más adelante en la descripción). La presencia de surfactantes dentro de la matriz polimérica de la capa laminar superficial orientada hacia el interior del invernadero tiene como objetivo atenuar las propiedades híper hidrófilicas del dióxido de titanio, a fin de garantizar - como ya se ha dicho - la presencia de una película de humedad.

Ventajosamente, la matriz del polímero de la capa laminar única puede comprender en su interior cuarcita micronizada (también conocida como polvo de cristal de sílice o polvo de dióxido de sílice). En particular, la cuarcita micronizada tiene una dimensión de partícula media de 10 a 20 μm (micrómetros). Preferiblemente, la cuarcita micronizada está presente en la capa laminar única con una concentración en peso de 0.3 % a 0.5 %.

Se ha observado que la cuarcita micronizada presente en el interior de la matriz polimérica actúa en sinergia con las nanopartículas de dióxido de titanio anatasa. Los cristales de cuarcita reflejan parte de la radiación UV sobre la superficie de las nano moléculas de dióxido de titanio. Esto aumenta, en una manera significativa pero calibrada, la fotocatálisis. La formación específica de tales micro cristales no influye en la transmitancia de la capa laminar. Por el contrario, existe evidencia de un cambio probable de radiación luminosa (dentro del espectro visible) causado por tales cristales con ligeros incrementos en la luminosidad total del ambiente del invernadero. En cualquier caso, la presencia de cuarcitas micronizadas y nano-partículas de dióxido de titanio provoca una mayor distribución de la propia luz dentro del invernadero, reduciendo el peligro de la radiación dirigida a las plantas y los operadores pero sin limitar su intensidad, con efectos positivos sobre el ambiente del invernadero.

Además, la presencia de cuarcitas micronizadas incrementa significativamente el efecto barrera para la radiación de IR media a larga (efecto invernadero) de la

capa laminar (y por tanto del cuerpo laminar) con efectos beneficiosos para el uso del invernadero. El cuerpo laminar utilizado como un tejado de invernadero tiene una muy alta retención del calor nuevamente liberado por la tierra y las plantas durante la noche, lo que permite un resultado agronómico mejorado y una actividad catalítica mejorada del cuerpo laminar. Esta última, de hecho, permanece a temperaturas más altas: esto favorece las reacciones de fotocatálisis.

La presencia de la cuarcita micronizada y las nano-partículas de TiO_2 determinan un efecto de barrera significativo contra el efecto de calentamiento de la radiación que entra en el invernadero. La cuarcita y el dióxido de titanio, de hecho, absorben la radiación para llevar a cabo las funciones foto-catalíticas (tanto exotérmicas como endotérmicas). Por lo tanto, se ha encontrado que gracias a tal efecto de barrera de calor, la temperatura dentro de un invernadero con un tejado hecho con el cuerpo laminar según la presente invención siempre sigue siendo muy baja en comparación con los invernaderos con tejados tradicionales. El cuerpo laminar según la presente invención, además mantiene su transmitancia total sustancialmente inalterada en el tiempo sin la necesidad de utilizar otros tipos de aditivos o sustancias químicas, adecuados para crear una barrera a la luz y por lo tanto al calor con consecuencias negativas sobre el cultivo y en la vida del cuerpo laminar en sí.

El cuerpo laminar según la invención, cuando se utiliza como un tejado para invernadero, por lo tanto, explica el efecto de barrera tanto de calor como de agua.

De acuerdo con una solución de modalidad preferida, la al menos una capa laminar antes mencionada con nano-partículas está en forma de película.

Por “película” se entiende una estructura laminar, generalmente flexible, que tiene una extensión de superficie principal y el grosor en el orden de varias decenas de micras hasta varios cientos de micras.

De acuerdo con una solución de modalidad alternativa, la al menos una capa laminar antes mencionada con nano-partículas puede ser en forma de lámina.

Por “lámina” se entiende una estructura laminar rígida o semi-rígida que tiene una extensión de superficie principal y el grosor en el orden de varios milímetros.

Ventajosamente, el cuerpo laminar de acuerdo con la invención puede estar compuesto de una sola capa laminar, en forma de película o lámina. En este caso, la

capa laminar define las dos superficies principales opuestas del cuerpo laminar. En condiciones de uso, dichas superficies deben orientarse una hacia el interior y la otra hacia el exterior del invernadero.

El cuerpo laminar de acuerdo con la invención puede comprender dos o más capas laminares, preferentemente en forma de película. En este caso, preferiblemente, cada capa laminar define una de las dos superficies principales opuestas del cuerpo laminar, que en condiciones de uso, deben orientarse una hacia el interior y la otra hacia el exterior del invernadero.

El cuerpo laminar puede comprender al menos un substrato de soporte al que se une la capa laminar única, o se unen las dos o más capas laminares mencionadas. En el caso de una sola capa sobre el sustrato, la capa laminar única define sólo una de las dos superficies principales del cuerpo laminar.

En el caso de dos capas laminares unidas al sustrato, el sustrato está interpuesto preferiblemente entre las dos capas laminares, de manera que el último defina las dos principales superficies opuestas del cuerpo laminar, de las cuales una se orientará hacia el interior y la otra hacia el exterior del invernadero.

El sustrato de soporte puede estar compuesto de una película de material de polímero o de una lámina de material de polímero.

Ventajosamente, el material de polímero del sustrato de soporte puede ser el mismo que el utilizado para la matriz polimérica de la capa laminar única o una pluralidad de capas laminares.

Se ha observado que el cuerpo laminar de acuerdo con la invención, utilizado para hacer los tejados de invernadero, hace que sea posible lograr resultados agronómicos sorprendentes, si se comparan con las soluciones tradicionales, referibles a un aumento significativo en la actividad fotosintética de los cultivos.

En particular, las pruebas realizadas en los invernaderos utilizados como viveros muestran desarrollo significativamente más temprano en comparación con la tasa normal de maduración de las plantas cultivadas. También ha sido visto que las plantas sean más saludables en términos de la perfección del producto, con un alto grado de uniformidad de las características de las plantas cultivadas. También se observó un alto grado de robustez de las plántulas y el aumento de grosor de la hoja. Las plántulas mostraron además un aparato radicular perfecto, un aspecto

importante para el cultivo exitoso.

Las pruebas también se llevaron a cabo en invernaderos con condiciones muy pobres de luz y humedad. En los invernaderos con tejados hechos con cuerpos laminares según la invención (especialmente películas flexibles) los cultivos continuaron produciendo sin estrés particular. En los invernaderos tradicionales, en condiciones ambientales similares, más bien se observó un bloqueo completo de la producción, a pesar del tratamiento con pesticidas, que no había sido encontrado necesario en los invernaderos según la invención.

Como se especifica más adelante en la descripción, en relación con el método de cultivo de invernadero a la que la presente invención se refiere, los efectos agronómicos descritos anteriormente están conectados a la presencia de una capa laminar en el cuerpo laminar que define al menos una superficie principal del cuerpo laminar en sí y comprende una matriz polimérica con nano-partículas de dióxido de titanio TiO_2 en forma de anatasa y/o rutilo, disperso dentro de ella, con concentraciones en peso comprendidas entre 30 a 1500 ppm y dimensiones de partículas de no más de 100 nm.

Los mejores efectos agronómicos se encontraron con los cuerpos laminares de nano-partículas de anatasa, con concentraciones en peso de alrededor de 1,000 ppm y dimensiones de las partículas de no más de 10 nm.

Tales efectos se pueden atribuir principalmente a las consecuencias de las actividades fotocatalíticas generadas por las nanopartículas de dióxido de titanio, en forma de anatasa y/o forma rutilo, en presencia de radiación solar en y/o cerca de la mencionada capa laminar. El agente de activación es la radiación solar (o incluso la luz artificial).

La actividad fotocatalítica mencionada anteriormente causa procesos de degradación de naturaleza redox de las sustancias orgánicas y/o inorgánicas depositadas sobre la superficie de la capa laminar y/o presente cerca de ésta. De hecho, altas concentraciones de bacterias, virus, contaminantes y sustancias tóxicas (como los pesticidas, en particular, a base de azufre o cloro), que influyen negativamente en la capacidad vegetativa y por lo tanto la actividad fotosintética de los cultivos a menudo se encuentran en el interior de los invernaderos, cerca de los tejados o depositados en ellos.

Los productos de degradación de las sustancias contaminantes orgánicas e inorgánicas ya no constituyen un daño para el ambiente del invernadero, siendo en última instancia, CO_2 y agua y/o sales solubles, tales como carbonatos y nitratos los que se depositan en las superficies donde las reacciones descritas anteriormente han tomado lugar. Dichas sales son fáciles de quitar: pueden ser eliminadas por el agua de riego con facilidad y sin consecuencias en el medio ambiente, o incluso utilizadas directamente por las plantas.

La formación de CO_2 y agua, y por lo tanto la adición de tales sustancias al ambiente de invernadero, además determina un aumento adicional pasivo de la fotosíntesis.

Los fenómenos redox antes mencionados no degradan las nano-partículas de dióxido de titanio dado que interviene indirectamente como un catalizador y no directamente en los procesos de transformación química.

Desde un punto de vista dinámico del proceso, se comienza en el momento en el que la radiación luminosa, de una longitud de onda determinada, involucra las nano-partículas de dióxido de titanio que actúan como semiconductores. Las parejas electrón-hueco se crean de esta manera. Estos últimos causan la oxidación y reducción de las especies químicas adsorbidas en la superficie de soporte (en particular, oxígeno y agua) y de potencial redox apropiado. El proceso químico que se encuentra detrás de esto es, de hecho, una oxidación que se inicia gracias al efecto combinado de la luz (solar o artificial) y el aire (oxígeno) y/o agua. La radiación solar (luz ultravioleta y rayos) activa el contenido de TiO_2 en la capa laminar de matriz polimérica. El titanio interactúa con el oxígeno y con el agua presente en el medio ambiente dentro del invernadero. Las especies químicas generadas por los procesos redox del oxígeno y/o del agua oxidan o reducen las sustancias contaminantes que entran en contacto con las superficies, descomponiéndolas.

Los fenómenos de degradación antes mencionados también determinan los procesos de auto-limpieza de las superficies. Una transmitancia luminosa perfecta del cuerpo laminar es de ese modo mantenida en el tiempo. Las sustancias orgánicas y/o inorgánicas depositadas por fotocatálisis una vez transformadas en sustancias simples, pueden ser fácilmente lavadas por la lluvia. Esto conlleva un

aumento de la producción en comparación con otras películas que naturalmente tienden a volverse sucias progresivamente, disminuyendo la transmitancia de la película, algunas veces inferior al umbral mínimo requerido para la actividad fotosintética.

Estos fenómenos de degradación tienen efectos positivos en la vida del cuerpo laminar. De hecho, al favorecer la degradación de azufre y/o compuestos de cloro (que se derivan especialmente de los pesticidas), reducen la agresividad química de tales compuestos hacia el cuerpo laminar.

La presencia de dióxido de titanio en la superficie del cuerpo laminar hacia el interior del invernadero además crea condiciones de hiperhidrofilia en las superficies interiores del tejado. Esto desencadena un proceso de prevención de goteo natural útil con una reducción drástica de las peligrosas y perjudiciales gotas de condensación que se forman en películas de tejado tradicionales, sin recurrir al uso de surfactantes. Como ya se ha dicho, el uso combinado con agentes surfactantes es sin embargo preferible para la atenuación de las propiedades de hiperhidrofilia del dióxido de titanio.

Los rayos solares, que pasan a través de la capa laminar con nano-partículas de dióxido de titanio son excitados físicamente, como resultado aumenta la actividad fotosintética de las plantas cultivadas.

Al mismo tiempo, las características de efecto invernadero del cuerpo laminar se mantienen y, a menudo aumentan. El aumento en el efecto invernadero está vinculado a la opacidad del TiO_2 a la radiación infrarroja media a larga (7,000-13,000 nm), que es el calor liberado nuevamente por los cuerpos calentados que se suma al efecto invernadero peculiar del cuerpo laminar en sí.

La presencia de nano-partículas de TiO_2, en particular en la forma de anatasa, a las concentraciones especificadas más arriba, tiene la sorprendente característica de “interacción” con la radiación UVA, desactivando parcialmente los efectos de tal radiación, anteriormente responsable, debido a su alta frecuencia de onda (ver efecto microondas), para la destrucción de los enlaces del polímero y de “quema” de las plantas. Un efecto de apantallamiento no filtrante se produce de ese modo (diferente a las soluciones de la técnica anterior), lo que hace posible el uso sin poner en peligro toda la gama de radiaciones luminosas en el interior del

invernadero para el beneficio de los cultivos y por lo tanto de la gestión de la producción económica. La presencia de nano-partículas de TiO_2 dispersas en la matriz polimérica (a las concentraciones especificadas) también tiene un efecto de "difusión" que hace que sea posible mejorar la distribución de la luz dentro del invernadero con el consiguiente aumento en la uniformidad de los productos.

Gracias a su capacidad para atenuar la reactividad de los rayos UVA, la presencia del dióxido de titanio también tiene efectos benéficos sobre la estabilidad química y por lo tanto en la resistencia mecánica del cuerpo laminar. Esto puede conducir a una reducción significativa de los costos de gestión de invernadero y por consiguiente la reducción de la probabilidad de daños a los cultivos debido a la ruptura precoz del material del tejado.

La presente invención se refiere a un método de cultivo en invernadero.

Tal método comprende los siguientes pasos:

a) predisponer un invernadero haciendo el tejado con al menos un cuerpo laminar de acuerdo con la invención, como se describió anteriormente; en particular, el cuerpo laminar comprende al menos una capa laminar, que define al menos una superficie principal del cuerpo laminar y comprende una matriz polimérica con nano-partículas de dióxido de titanio TiO_2 en forma de anatasa y/o forma rutilo, disperso dentro de ella, las nano-partículas tienen dimensiones no mayores que 100 nm y el dióxido de titanio está presente con una concentración en peso de entre 30 y 1500 ppm en relación con la matriz polimérica;

b) orientar el cuerpo laminar en una forma tal que la superficie principal definida por la capa laminar con nano-partículas esté orientada directamente al interior del invernadero; y

c) fomentar el paso de la radiación solar (luz visible y UV) a través de la capa laminar con nanopartículas de dióxido de titanio, con el fin de alentar las reacciones redox antes mencionadas anteriormente, del oxígeno y/o agua presentes al lado de la capa laminar o adsorbido en ella; tales reacciones siendo fotocatalizadas por las nano-partículas de dióxido de titanio y afectando las sustancias orgánicas e inorgánicas que entran en contacto con o que fluyen cerca de la capa laminar, así como para degradar tales sustancias.

En particular, el paso c) de fomentar el paso de la radiación solar puede tomar la forma- durante el paso de hacer el cuerpo laminar- de eliminar o, en cualquier caso reducir el uso de sustancias o aditivos que proyectan la radiación solar, y en particular, la UV y la luz visible a mayor frecuencia cuanto más intensamente estén involucrados en el proceso de fotocatálisis. En particular, como ya se ha dicho, es preferible adoptar aditivos foto-estabilizantes de no apantallamiento tales como HALS o NOR-HALS (por sus siglas en inglés).

De manera operativa, durante el cultivo tal paso c) puede incluso tomar la forma práctica de evitar la aplicación de revestimientos de apantallamiento en el exterior de los invernaderos, tales como soluciones de cal apagada (de uso frecuente en el cultivo de invernadero).

En su forma más general, la invención se propone llevar a cabo que al menos una de las dos superficies principales del cuerpo laminar sea definida por una capa laminar con nano-partículas de dióxido de titanio. En condiciones de uso, como se ha señalado en el paso b) de orientación del método de cultivo, es fundamental para tal superficie principal esté orientada hacia el interior del invernadero para sus principales efectos agronómicos positivos hablando de producción anticipada.

En una forma particularmente ventajosa de la invención, el cuerpo laminar comprende al menos una segunda capa laminar con nano-partículas de dióxido de titanio, que define una segunda superficie principal del cuerpo laminar, en frente de la primera. Por tanto, tal segunda superficie está orientada hacia el exterior del invernadero y hace que sea posible explotar el proceso de auto-limpieza antes mencionado.

Ventajosamente, el método de cultivo de acuerdo con la invención proporciona que en el paso b) de orientación, el cuerpo laminar se coloca con la segunda superficie antes mencionada directamente frente al exterior del invernadero. El paso de la radiación solar determina las reacciones redox antes mencionadas en o cerca de la superficie del cuerpo laminar orientada hacia el exterior del invernadero, de manera que se degradan sustancias orgánicas e inorgánicas presentes cerca o en dicha superficie y por lo tanto mantener alta la transmitancia luminosa del cuerpo laminar.

Preferiblemente, la capa laminar superficial directamente orientada hacia el interior del invernadero tiene una matriz polimérica que comprende los aditivos surfactantes antes mencionados, mientras que la capa laminar superficial directamente orientada hacia la parte exterior del invernadero tiene una matriz polimérica que no contiene aditivos surfactantes.

La invención también se refiere al uso del cuerpo laminar de acuerdo con la invención para la fabricación de tejados de invernadero de acuerdo con los fines y formas de aplicación del cuerpo laminar (comprendido, por ejemplo, como la orientación de las capas laminares en relación con el interior del invernadero) ya descritas.

La presente invención se refiere a una mezcla maestra, en particular para la fabricación de una capa laminar de un cuerpo laminar como fue descrita anteriormente, caracterizada por el hecho de que comprende una base de polímero y nano-partículas de dióxido de titanio TiO_2 en forma de anatasa y/o rutilo, dispersas en la base de polímero, dichas nano-partículas teniendo dimensiones que no sean superiores a 100 nm.

En particular, las nano-partículas tienen dimensiones no superiores a 20 nm, y aún más preferiblemente no más de 10 nm.

Preferiblemente, el dióxido de titanio TiO_2 tiene una pureza de no menos de 99.5 %. Preferiblemente, el dióxido de titanio está libre de elementos contaminantes que podrían tener efectos negativos en la matriz polimérica.

En particular, la matriz polimérica comprende uno o más polímeros seleccionados del grupo que consiste de polietileno, polietileno de baja densidad lineal (LLDPE, por sus siglas en ingles), polipropileno, copolímero aleatorio de polipropileno, etilenvinilacetato, etilenbutilacrilato, etilenmetilacrilato, polimetil metacrilato, policarbonato, poliamida, tetrafluoroetileno de etileno y fluoruro de polivinilideno, tomados por separado o mezclados entre sí.

De manera ventajosa, la mezcla maestra según la invención está en forma de gránulos.

Por último, la presente invención se refiere a un invernadero que se caracteriza por el hecho de que tiene un tejado que comprende al menos un cuerpo laminar de acuerdo con la invención como fue descrita anteriormente. El cuerpo laminar está

orientado de tal manera que la superficie principal definida por la capa laminar con nano-partículas está orientada directamente hacia el interior del invernadero.

La invención de esta manera permite alcanzar numerosas ventajas en parte ya descritas.

La invención hace que sea posible aumentar la actividad fotosintética de los cultivos sin reducir el efecto de apantallamiento. El efecto de apantallamiento, comprendido en particular en términos de atenuación de la transmisión directa de la radiación solar, es de hecho garantizada por la capacidad de las nano-partículas de dióxido de titanio (en particular, en la forma anatasa) para atenuar la reactividad de la radiación UVA, al mismo tiempo determina una especie de “difusión” y perfecta distribución de la luz dentro del invernadero con una relativa uniformidad de irradiación.

El aumento en la actividad fotosintética está vinculado directamente a la excitación física de la radiación solar que pasa a través de la capa laminar sencilla o una pluralidad de capas laminares con nano-partículas, así como al aumento del fenómeno de efecto invernadero causado por la opacidad del dióxido de titanio a las radiaciones infrarrojas medianas a largas (7,000-13,000 nm).

El aumento de la actividad fotosintética está además vinculado indirectamente al enriquecimiento del ambiente del invernadero con agua y CO_2, con un incremento pasivo en la fotosíntesis. La destrucción bacteriana y viral del ambiente en torno a los cultivos causado por el fenómeno de degradación fotocatalítica, indirectamente favorece la actividad vegetativa con productos sanos, eliminado de forma natural parásitos peligrosos que requerirían el uso de pesticidas y/o la destrucción de los productos.

El cuerpo laminar de acuerdo con la invención también hace que sea posible reducir la formación de condensación en el interior del invernadero sin el uso a gran escala de agentes surfactantes o incluso excluirlos por completo.

El cuerpo laminar según la invención es además resistente mecánicamente y químicamente.

El cuerpo laminar para la fabricación de tejados de invernadero es, finalmente, fácil y económico de fabricar.

La invención concebida de este modo, por lo tanto logra los fines establecidos.

Obviamente, en su modalidad práctica puede asumir formas y configuraciones diferentes de lo anterior, permaneciendo dentro del presente ámbito de protección.

Por otra parte, todas las partes podrán sustituirse por partes técnicamente equivalentes y las dimensiones, formas y materiales se pueden variar según se requiera.