

MÉTODOS PARA AUMENTAR EL RENDIMIENTO DEL ACEITE DE PALMA

REFERENCIA CRUZADA A LA SOLICITUD RELACIONADA

[0001] Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud Provisional de EE.UU. 61 / 950,167 presentada el 09 de marzo 2014, cuya exposición se incorpora aquí para referencia

CAMPO DE LA INVENCION

[0002] La presente invención está dirigida a los métodos de uso de aminoetoxivinilglicina ("AVG", aviglicina) y las sales de la misma en la palma de aceite antes de la cosecha para aumentar la producción de aceite

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0003] Las palmas de aceite (*Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, o un cruce de las mismas) son las palmas que se cultivan para producir aceite. Las palmas de aceite crecen hasta 20 metros de altura. Su fruta es de color rojizo y aproximadamente del tamaño de una ciruela. Las frutas crecen en grandes racimos que crecen alrededor de la palma. El tiempo desde la polinización de las flores a la maduración de la fruta es de cinco a seis meses. Las palmas de aceite producen racimos durante todo el año y las frutas se cosechan cuando alcanzan la madurez.

[0004] La fruta de la palma de aceite se compone de una capa exterior carnosa que rodea una nuez de palma. El aceite se extrae de la pulpa de la capa exterior carnosa y de la nuez. La palma de aceite es un cultivo importante para la producción de aceite vegetal y se cultiva en unos 15 millones de hectáreas en todo el mundo (Servicio de Alerta Ambiental Mundial del PNUMA, diciembre de 2011). Se espera que la demanda de aceite de palma se duplique para el año 2020.

[0005] Para satisfacer la creciente demanda de aceite de palma y mejorar la eficiencia, se han desarrollado métodos agronómicos como el espaciado entre los árboles, el aumento de la siembra, la fertilización y el riego, así como el mejoramiento genético para optimizar la producción de aceite (Corley, RHV y PB Tinker, 2003, *The Oil Palm*, 4ª edición, Nueva York, John Wiley and Sons, 590 pp). Sin embargo, todavía hay una necesidad de métodos para aumentar la producción de aceite de las palmas plantadas actualmente. También existe todavía la

necesidad de maximizar la producción de aceite de las plantas producidas a través de la mejora genética. Además, hay una necesidad de aumentar la producción de petróleo de las palmas tratadas con espaciado, aumento de la siembra, fertilización y riego.

[0006] El etileno es una molécula de hidrocarburo gaseoso de dos carbonos que actúa como un regulador del crecimiento y desarrollo de la planta. El etileno juega un papel importante en muchos procesos fisiológicos a lo largo del ciclo de vida de las plantas, incluyendo la promoción de la germinación, la reducción del crecimiento prematuro de las plantas, el aumento en el número de flores masculinas, la abscisión de flores y frutas, y la promoción de la maduración (Abeles, FA, PW Morgan y ME Saltveit, 1992, Ethylene in Plant Biology, 414 pp).

[0007] El efecto de etileno en el contenido de aceite de la fruta de la palma de aceite no se entiende bien, sin embargo, la literatura disponible sugiere que la aplicación de etileno aumenta el contenido de aceite. Por ejemplo, Chan y colaboradores (1972, Ann Appl Biol 71: 243-249) mostraron que la aplicación de etileno antes de la cosecha produce la liberación del agente etefón (ácido fosfónico 2-cloroetil) en los racimos adjuntos aumentando el contenido de aceite de la fruta de la palma de aceite en un 7%. Tranbarger y colaboradores (2011, Plant Physiol 156: 564-584) encontraron un aumento concomitante en el contenido de aceite antes de la cosecha y el nivel de etileno generado endógenamente en la fruta de la palma de aceite. Estos informes sugieren una relación entre el aumento de los niveles de etileno y el incremento en el contenido de aceite en la palma.

[0008] A pesar ser prometedor como una manera de aumentar el contenido de aceite, el etileno tiene numerosos efectos negativos en las plantas que son bien conocidos en la fisiología vegetal. Por ejemplo, el etileno promueve la abscisión de frutas y flores lo que disminuiría el rendimiento y el potencial de rendimiento (Abeles, F. A., P. W. Morgan y M. E. Saltveit, 1992, Ethylene in Plant Biology, 414 pp). En los árboles frutales y los bulbos, el etileno puede causar la enfermedad fisiológica gomosis (Olien, W. C. y M. J. Bukovac, 1983, Acta Hort. 137: 55-64). La gomosis es un trastorno generalizado de los árboles en los que la goma de polisacárido se produce en exceso, es exudada y se deposita en la corteza. La gomosis afecta las relaciones con el agua, promueve la enfermedad, es atractiva para los insectos de la madera, causa la muerte de los brotes, y conduce al decaimiento prematuro de los árboles. Con base en estos efectos, la

aplicación (particularmente la aplicación repetida) de etileno puede no proporcionar un beneficio general en la palma de aceite.

[0009] Como consecuencia, existe una necesidad de métodos prácticos para aumentar la cantidad de aceite que producen los árboles de palma de aceite. Estos métodos deben producir más aceite, sin dañar la palma de aceite y deben ser fáciles de aplicar a la fruta o a la palma de aceite.

RESUMEN DE LA INVENCION

[00010] En un aspecto, la invención está dirigida a métodos para aumentar el contenido de aceite en las frutas de la palma de aceite mediante la aplicación de AVG, o de una de sus sales, a la fruta de la palma de aceite antes de cosechar la fruta de la palma de aceite.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

[00011] La AVG ([S] *-trans-2-amino-4-* (2-aminoetoxi) *-3-butenico*, aminoetoxivinilglicina, aviglicina) es una antagonista conocida del etileno. Se ha demostrado que las formulaciones de AVG (tales como las disponibles de Valent BioSciences Corporation, Libertyville, IL) inhiben la caída de la fruta y retienen la calidad las fruta con hueso y de la fruta del manzano (Silverman y colaboradores, 2004. Plant Growth Reg. 43: 153-161), aumentan el cuaje de las frutas del cerezo y el nogal (Retamales y Petrcek, 2010. Acta Hort 884: 337-341), y aumentan el número de flores masculinas en las cucurbitáceas.

[00012] Los solicitantes descubrieron inesperadamente que el AVG aumenta el rendimiento de aceite de palma de aceite cuando se aplica AVG antes de la cosecha de la fruta. Este hallazgo fue inesperado debido a que la literatura muestra que el etileno aumenta el aceite en la palma de aceite cuando se aplica antes de la cosecha. Esto sugiere que la aplicación de AVG, antagonista de etileno, tendría el efecto contrario debido al etileno en el contenido de aceite de la palma de aceite. Los solicitantes, sin embargo, encontraron que la cantidad de aceite aumentó cuando se aplicó AVG antes de la cosecha de las frutas.

[00013] Los solicitantes también encontraron que la calidad del aceite de las palmas de aceite, tratadas con una forma de sal de AVG, no se vio afectada negativamente por los tratamientos. Por ejemplo, el aceite de las palmas de aceite tratadas con AVG-HCl no tuvo un

mayor contenido de ácidos grasos libres (A. Rath y V. Shashikant, 2014, "PalMega Plant Growth Regulators for Oil Palm. Technical Information from the Experimental Programme," Ejemplo 10, Valent BioSciences Corporation).

[00014] En una realización, la invención se dirige a los métodos para aumentar el contenido de aceite en la fruta de la palma de aceite que comprende aplicar una cantidad eficaz de AVG, o una sal de la misma, a la fruta de la palma de aceite antes de cosechar la fruta de la palma de aceite.

[00015] En una realización preferida, se aplica una solución de AVG preparada con una formulación de AVG-HCl a la fruta de la palma de aceite antes de cosechar la fruta de la palma de aceite.

[00016] El momento de la aplicación de AVG, o de una sal de la misma, a los racimos de fruta es después de la formación de los racimos. Este tiempo no incluye cuando el aceite de palma es una planta de semillero. Preferiblemente, el intervalo de tiempo es de desde floración inicial hasta antes de la cosecha. Más preferiblemente, el intervalo de tiempo es de sólo antes de la primera caída de la fruta a lo largo del principio de la caída de frutas del racimo o racimas más maduros en la palma de aceite. Este tiempo corresponde a aproximadamente de 3 a 4 semanas antes de la cosecha hasta el día de la cosecha. Más preferiblemente aún, el tiempo corresponde a de 1 a 2 semanas antes de la cosecha hasta el día de la cosecha.

[00017] Preferiblemente, la concentración de AVG, o de una sal de la misma, que se aplica a la planta es de aproximadamente de 1 a aproximadamente 10,000 ppm. La concentración más preferida es de aproximadamente 20 a aproximadamente 2,000 ppm. La concentración más preferida aún es de aproximadamente 100 a aproximadamente 500 ppm.

[00018] Preferiblemente, el volumen de la aplicación de AVG, o de una sal de la misma, es de aproximadamente 20 a aproximadamente 2,000 ml por planta de palma. El volumen más preferido de aplicación es de aproximadamente 100 a aproximadamente 600 ml por planta de palma.

[00019] Preferiblemente, la dosis de AVG, o de una sal de la misma, es de aproximadamente 0.02 mg a aproximadamente 20 g por palma por aplicación. La dosis más preferida de AVG, o de una sal de la mismo, es de aproximadamente 0.4 mg a aproximadamente

4000 mg por palma por aplicación. La dosis más preferida aún de AVG, o de una sal de la misma, es de aproximadamente 10 mg a aproximadamente 300 mg por palma por aplicación.

[00020] El intervalo preferido de aplicación es desde aproximadamente cada 7 a aproximadamente cada 21 días. El intervalo más preferido de aplicación es desde aproximadamente cada 10 hasta aproximadamente cada 14 días.

[00021] Los adyuvantes tales como tensioactivos, humectantes, adhesivos, esparcidores, urea, aceites y sales se pueden incorporar en una composición que contenga AVG para mejorar el rendimiento.

[00022] La AVG (o una sal de la misma), o una composición que contenga AVG (o una sal de la misma), puede aplicarse vía foliar a las partes aéreas de la palma de aceite incluyendo racimos y hojas por métodos tales como pulverizadores de mochila, nebulizadores, pulverizadores de varilla telescópica, pulverizadores montados en tractores o en vehículos todo terreno o en vehículos utilitarios, o puede aplicarse por vía aérea en una aeronave de ala fija, un helicóptero o un avión teledirigido (dron). La aplicación foliar más preferida está dirigida a los racimos de frutas más antiguos de la palma. La AVG (o una sal de la misma), o una composición que contenga AVG (o una sal de la misma), puede aplicarse al suelo mediante riego por goteo o ferti-irrigación con nutrientes o puede aplicarse inyectándolo al tronco o a los racimos.

[00023] Tal y como se utiliza en este instrumento, "rendimiento" se refiere a la cantidad de aceite que se produce a partir de la palma de aceite.

[00024] Tal y como se utiliza en este instrumento, "antes de la cosecha", "anterior a la cosecha", y "previo a la cosecha" se refieren todos a un tiempo antes de que los racimos más maduros y sus frutas se cosechen de la palma de aceite.

[00025] A lo largo de la solicitud, las formas singulares "un", "una" y "la" incluyen la referencia al plural, salvo que el contexto indique claramente lo contrario.

[00026] Tal y como se utilizan en este instrumento, todos los valores numéricos relativos a cantidades, porcentajes de peso y similares, se definen como "cerca de" o "aproximadamente" cada valor en particular, más o menos 10%. Por ejemplo, la frase "al menos 5.0% del peso" se ha de entender como "al menos de 4.5% a 5.5% del peso." Por lo tanto, cantidades dentro del 10% de los valores declarados están abarcados por el alcance de las declaraciones.

[00027] Estas formas de realización representativas no son en modo alguno limitativas y se describen únicamente para ilustrar algunos aspectos de la invención.

[00028] La invención se demuestra mediante los siguientes ejemplos representativos. Los siguientes ejemplos se ofrecen a manera de ilustración y no a manera de limitación.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

[00029] Material vegetal: un estudio de campo fue ejecutado en una plantación en Malasia para comparar los efectos de las aplicaciones repetidas de AVG dirigidas a los racimos contra racimos de control sin tratar (UTC). En este estudio, la AVG se proporcionó en una formulación como AVG-HCl a una concentración de 20% P / P. Para ambos tratamientos, se utilizaron 148 palmas por bloque con 4 filas por bloque que cubrían aproximadamente 1.1 hectáreas. Las palmas DxP biclonales tenían de 3 a 4 años de edad.

[00030] Aplicación del tratamiento: Se utilizó un atomizador motorizado para aplicar la AVG (500 ppm, a 600 ml / palma o 300 mg / palma / aplicación) a las filas más bajas y más maduras de racimos de cada palma.

[00031] El tiempo requerido para aplicación por pulverización de 360 grados alrededor de cada palma fue de alrededor de 30 segundos. Las pulverizaciones se aplicaron cada 10 días los que coincidieron con la frecuencia de la cosecha en este bloque. Los tratamientos se aplicaron de septiembre a noviembre de 2013.

[00032] Cosecha: La cosecha se recolectó cada diez días. Los racimos se recolectaron en el punto de caída de fruta inicial. Durante la cosecha, los racimos UTC habían perdido un promedio de 34.8 frutas/racimo y los racimos tratados con AVG habían perdido 33.9 frutas/racimos. El peso de racimos se registró para seis recolecciones de cosecha de las 10 palmeras representativas que fueron etiquetados para cada tratamiento.

[00033] Contenido de Aceite: En cada recolección de cosecha, a partir del cuarto intervalo de recolección de cosecha, se seleccionaron racimos y embolsaron, etiquetaron y transfirieron al laboratorio de forma individual para determinar el contenido de aceite. Las muestras de los racimos de cada cosecha se analizaron en el laboratorio para contenido de aceite

utilizando los métodos estándar (Blaak, *et al.*, 1963, J. West African Institute of Oil Palm Research, 4:146-155).

[00034] Resultados: Los efectos sobre el contenido de aceite y el peso por racimo de la aplicación precosecha repetida con AVG en la palma africana se encuentran en el Cuadro 1.

[00035] Contenido de Aceite: El contenido de aceite de la fruta de la palma se incrementó de forma sorprendentemente en un 2.7% por aplicación de AVG precosecha a toda la palma comparado con el UTC (Cuadro 1). El contenido de aceite era 0.284 peso del aceite /peso del racimo para el tratamiento AVG y 0.277 peso del aceite/peso del racimo para el UTC.

[00036] Peso del Racimo: El peso del racimo de palma de aceite se incrementó en un 8.3% por aplicación de AVG precosecha a toda la palma comparado con el UTC (Cuadro 1). El peso del racimo era de 10.02 kg/racimo para el tratamiento AVG y 9.25 kg/racimo para el UTC.

[00037] Rendimiento del Aceite: El rendimiento del aceite se determinó como $\text{kg aceite/racimo} = \text{contenido de aceite} * \text{peso del racimo}$. El rendimiento de aceite se incrementó en un 11.2 % por aplicación precosecha de AVG comparado con el UTC (Cuadro 1). El rendimiento de aceite era de 2.85 kg/racimo para el tratamiento de AVG y 2.56 kg/racimo para el UTC. El Cuadro 1 muestra que la aplicación repetida de AVG en la palma de aceite incrementó el contenido de aceite y resultó en un rendimiento de aceite mayor.

Cuadro 1. Efectos en el contenido de aceite y peso del racimo de aplicación repetida precosecha de AVG en palma de aceite.

Tratamiento	Contenido de Aceite Promedio (peso del aceite /peso del racimo)	Peso por Racimo Promedio (kg/racimo)	Rendimiento de Aceite (kg aceite/racimo)
UTC	0.277	9.25	2.56
AVG	0.284	10.02	2.85
Diferencia en Porcentaje (AVG/UTC)	+2.7%	+8.3%	+11.2%

Ejemplo 2

[00038] Material vegetal: Se realizó un segundo estudio de campo en una plantación en Malasia para comparar los efectos de aplicaciones repetidas de AVG directas en los racimos con los no tratados de control (UTC). Para ambos tratamientos, se utilizaron 148 palmas por bloque con 4 filas por bloque con una cobertura de 1.1. Las palmas biclonales DxP eran de 3 a 4 años.

[00039] Aplicación del Tratamiento: Se utilizó un soplador de vapor para aplicar el AVG (500 ppm en 600 mL/planta o 300 mg/palma/aplicación) a las to filas de racimos más bajas y maduras de cada planta de palma. El tiempo requerido para una aplicación de rociado de 360 grados por palma era de aproximadamente 30 segundos. Los tratamientos se aplicaron cada 20 días y la cosecha de las palmas tratadas se realizó 10 días después de los tratamientos. Los racimos no tratados se cosecharon cada 10 días. Los tratamientos se aplicaron desde septiembre hasta noviembre de 2013.

[00040] Resultados: Los efectos en el contenido de aceite y peso del racimo por aplicación de AVG repetido precosecha en el aceite de palma en el Segundo estudio de campo se presentan en el Cuadro 2.

[00041] Contenido de Aceite: El contenido de aceite de la fruta de la palma se incrementó de forma sorprendentemente en un 4.5% por aplicación de AVG precosecha a toda la palma comparado con el UTC (Cuadro 2). El contenido de aceite era 0.299 aceite wt/peso del racimo para el tratamiento AVG y 0.286 aceite wt/peso del racimo para el UTC.

[00042] Peso del Racimo: El peso del racimo de palma de aceite se incrementó en un 6.6% por aplicación de AVG precosecha a toda la palma comparado con el UTC (Cuadro 2). El peso del racimo era de 9.36 kg/racimo para el tratamiento AVG y 8.78 kg/racimo para el UTC.

[00043] Rendimiento del Aceite: El rendimiento del aceite se determinó como $\text{kg aceite/racimo} = \text{contenido de aceite} * \text{peso del racimo}$. El rendimiento de aceite se incrementó en un 11.6 % por aplicación precosecha de AVG comparado con el UTC (Cuadro 2). El rendimiento de aceite era de 2.80 kg/racimo para el tratamiento de AVG y 2.51 kg/racimo para el UTC. El Cuadro 2 muestra que la aplicación repetida de AVG en la palma de aceite incrementó el contenido de aceite y resultó en un rendimiento de aceite mayor.

Cuadro 2. Efectos en el contenido de aceite y peso del racimo de alternar asperciones de AVG repetidas precosechas cada 20 días y cosechas de palma de aceite

Tratamiento	Contenido de Aceite Promedio (peso del aceite /peso del racimo)	Peso por Racimo Promedio (kg/racimo)	Rendimiento de Aceite (kg aceite/racimo)
UTC	0.286	8.78	2.51
AVG	0.299	9.36	2.80
Diferencia en porcentaje (AVG/UTC)	+4.5 %	+6.6 %	+11.6 %