

ALIMENTACIÓN A BASE DE ALGAS PARA GANADO A DOSIS BAJAS PARA PRODUCIR NIVELES ALTOS DE OMEGA 3 EN CARNE DE RES

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los cardiólogos exhortan a los consumidores a comer pescado diariamente para tener una alta ingesta de los omega 3 DHA (ácido docosahexanoico) y EPA (ácido eicosapentanoico). Los ácidos grasos de Omega 3, particularmente DHA y EPA, ayudan a la salud cardiovascular, cerebral y ocular y proporcionan beneficios de salud adicionales. Sin embargo, el consumo diario de pescado también proporciona al consumidor las malas consecuencias en la salud de mercurio, otros metales pesados y PCB. Además, el abastecimiento mundial de pescado disminuye debido al exceso de pesca. La piscicultura pretende sustituir la disminución en las poblaciones de peces oceánicos, pero pone una presión creciente en el abastecimiento de cebo para peces. Los piscicultores deben usar comida de pescado obtenida capturando con redes grandes cantidades de peces pequeños en el océano, es decir, cebo para peces. El cebo para peces contiene ácidos grasos de Omega 3 en sus tejidos grasos que se depositan cuando estos peces más pequeños comen zooplancton. El zooplancton come algas y absorben los ácidos grasos de Omega 3 de las algas, ya que es la base de la cadena alimenticia de Omega 3. La comida de pescado se necesita en piscicultura para abastecer los Omega 3 a los peces cultivados más grandes.

En suma, la captura con redes de cebo para peces para comida de pescado para acuicultura no es sostenible a largo plazo. Se necesitan nuevos métodos para obtener más Omega 3 en la dieta humana. Particularmente se necesitan nuevas maneras económicas para producir Omega 3 en alimentos naturales.

Las algas, que normalmente ocurren en el océano y en agua dulce, son la fuente fundamental de DHA y EPA de Omega 3. La mayoría de las algas usan luz solar en la fotosíntesis para convertir CO₂ y H₂O en carbohidratos, que se proceden dentro de las algas en lípidos, que se procesan adicionalmente en los

ácidos grasos de Omega 3 poliinsaturados, en particular DHA y EPA. Algunas algas también pueden consumir azúcares directamente, y entonces procesar los azúcares en lípidos y Omega 3. Muchas compañías han desarrollado maneras para cultivar algas en tierra en estanques abiertos, o en sistemas de contención para cultivar algas en condiciones sanitarias. Algunas compañías han desarrollado maneras de alimentar azúcar a las algas en tanques cerrados, usualmente en un procedimiento de fermentación.

La mayoría de las invenciones de alimentación de algas están diseñadas para alimentar muy pequeñas cantidades para incrementar la salud del ganado. Alternativamente, los Omega 3 se introducen a partir de comida de pescado, después que la comida de pescado se encapsula, de modo que los Omega 3 están protegidos de la biohidrogenación (procesado en grasas saturadas) en el rumen (estómago). USP 8,797,916 de Smith divulga el uso de microalgas enteras para alimentar al ganado en cantidades relativamente grandes. La patente de Smith '916 divulga la cantidad óptima para alimentar ganado para obtener las cantidades más altas de DHA y EPA en la carne de res que está entre aproximadamente 0.36 kg y 0.54 kg de algas por día en una ración de corral de engorda que contiene cantidades significativas de maíz. La cantidad de algas (que son altas en grasa) que una vaca ingerirá por día está limitada a una cantidad entre la cantidad de grasa en la ración con maíz, y la grasa máxima que el ganado comerá. Debido a que el ganado autorregula la cantidad de grasa que consumirán como un porcentaje de su ración de alimento total a 8 %, y debido a que el maíz contiene casi 6 % de grasa, Smith divulga que sustituir otros granos bajos en grasa para maíz permitirá alimentar más algas. El trigo o la cebada contienen aproximadamente 36 % tanta grasa como el maíz. Así, Smith divulga que sustituir trigo o cebada con maíz entero permitirá la alimentación de aproximadamente 0.91 kg a 1.36 kg de algas por día, manteniendo al mismo tiempo la misma ingesta de alimento total por parte del ganado.

La patente '916 de Smith maximiza el nivel de contenido de ácido graso de Omega 3 en la carne de res. Ahora se ha descubierto que una dosis más baja de algas en la ración de alimento del ganado puede producir cantidades muy

significativas de ácidos grasos de Omega 3 en la carne de res, y ser económicas. Los niveles están debajo del máximo producido por medio del método divulgado en la patente '916 de Smith, pero lo hacen más eficientemente. Es decir, los nuevos métodos producen Omega 3 en la carne de res con menos ingreso de algas, es decir, a un costo más bajo por miligramo de ácidos grasos de Omega 3.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Los niveles previamente divulgados de alimentación de algas a ganado produjeron muy altas cantidades de DHA y EPA de Omega 3 en la carne de res. Sin embargo, el costo de esta alimentación fue relativamente alto. El alimentar 0.45 kg de algas por 30 a 90 días, por ejemplo, cuesta aproximadamente \$150 a \$450, lo cual agrega aproximadamente \$0.37 a \$1.12 por kilogramo al costo de producción de carne deshuesada (en lo sucesivo referida como Carne Omega 3).

Ahora se ha descubierto que el alimentar una pequeña ración de algas al ganado como complemento de su alimentación puede producir carne de res que contiene niveles altos de ácidos grasos de Omega 3 a un costo por unidad significativamente inferior de Omega 3 por kilogramo de carne de res. El alimentar al ganado aproximadamente 0.02 y 0.36 kilogramos de algas por día y más preferiblemente entre aproximadamente 0.09 y 0.27 kilogramos de algas por día, y más preferiblemente entre aproximadamente 0.09 y 0.18 kilogramos de algas por día resulta en que la carne Omega 3 tenga niveles más altos de ácidos grasos de Omega 3 y reduzca significativamente el costo del contenido de ácidos grasos de Omega 3 por kilogramo de la carne de res.

Los siguientes ensayos de alimentación ilustran la invención. Éstos son ejemplos y no limitan la invención.

CUADRO 1

Dosis alternas de algas y niveles alternos de Omega 3 en carne de res
(DHA y EPA in mg por 0.23 kg de filete)

Línea	Plan de alimentación complementario	Algas totales por plan- (kg)	Costo Total de Algas (\$)	DHA (mg)	EPA (mg)	DHA+EPA (mg)	DHA+EPA (mg)/kg. de algas alimentadas	Costo de algas/mg DHA+EP A depositados.	Costo de algas por kg. de carne de res
1.	0.27 a 0.54 kg a 90 días	72	\$360	47	94	141	1.9	\$2.55	\$0.90
2.	0.4 duran 30 días	12	\$60	31	27	58	4.8	\$1.03	\$0.15
3.	0.09 a 0.18 kg a 90 días	24	\$120	31	50	81	3.4	\$1.48	\$0.30
4.	0.18 a 0.36 kg a 90 días	48	\$240	41	81	125	2.6	\$1.92	\$0.60

La línea 1, Cuadro 1, muestra que maximizar DHA y EPA de Omega 3 en la carne de res se logra alimentando el ganado por 60 días (días del 90 al 31 antes de la matanza) a 0.27 kilogramos de algas por día, y después 0.54 kilogramos de algas por día por los últimos 30 días justo antes de la matanza. Esto resulta en 141 mg de DHA más EPA por una porción de 0.23 kg de filete. Sin embargo, sólo 1.9 mg de DHA y EPA se producen por kilogramo de algas alimentadas durante los 90 días. El costo de algas por mg de DHA más EPA en el filete es de \$2.55.

Protocolo

Una modalidad preferida de la invención se ilustra en el experimento reportado en la Línea 2 el Cuadro 1: Línea 2, Cuadro 1, muestra que la alimentación de 0.18 kilogramos de algas solamente para los últimos 30 días justo antes de la matanza resulta en 58 mg de DHA y EPA por 0.23 kg por porción de filete. 4.83 mg de DHA y EPA se producen por kilogramo de algas alimentadas durante los 30 días. El costo de las algas es de \$1.03 por mg de DHA y EPA en el filete.

La línea 4, Cuadro 1 muestra que la alimentación de 0.01 kilogramos de algas por día por 60 días, seguida por alimentación de 0.02 kilogramos por día por los últimos 30 días resulta en 125 mg de DHA a EPA en una porción de 0.23 kg de filete. El costo de las algas es de \$1.92 por mg de DHA y EPA.

Otra modalidad preferida de la invención se divulga en el ensayo de alimentación reportado en la Línea 3 del Cuadro 1.: La línea 3 del Cuadro 1 muestra que la alimentación de 0.09 kilogramos de algas por 60 días seguida por la alimentación de 0.18 kilogramos de algas por día por los últimos 30 días resulta en 81 mg de DHA más EPA. El costo de las algas es de \$1.48 por mg de DHA y EPA en una porción de 0.23 kg de filete.

Los puntos de datos producidos en los ejemplos anteriores se pueden usar para predecir de forma científica los efectos de dosis incluso más bajas. Se espera que una dosis de 0.05 kilogramos por día durante 30 a 90 días produzca EPA más DHA de 25 mg en una porción de 0.23 kg de filete. Se predice que una dosis de 0.02 kilogramos por día durante 30 a 90 días produzca EPA más DHA de 14 mg.

Mientras que mi patente anterior (US 8,747,916) divulga la alimentación de algas de 0.36 a 0.54 kilogramos por día, la presente invención indica que las dosis tan bajas como 0.02 kilogramos por día son extremadamente efectivas para crear niveles altos de Omega 3 en la carne de res a costo bajo y alimentando menos algas para cada miligramo de Omega 3 creado en la carne de res. Basándose en los puntos de datos anteriores, las cantidades de alimentación tan bajas como 0.05 kilogramos por día producirá un incremento medible en DHA más EPA por filete, y cantidades tan bajas como 0.02 kilogramos por día aún producirá cantidades medibles.

La presente invención establece que existen protocolos de alimentación de algas más económicos que el que maximiza la cantidad de EPA y DHA en la carne de res. La alimentación de algas entre 0.36 y 0.54 kilogramos por día por 90 días (en total 32.66 kilogramos de algas) requiere 0.23 kilogramos de algas para producir 1 mg de DHA más EPA en una porción de 0.23 kilogramos de filete (Línea 1 anterior). En contraste, la alimentación entre aproximadamente 0.09 y 0.18 kilogramos por día de algas por 90 días (línea 3 anterior) (en total 10.89 kilogramos de algas) requiere 0.13 kilogramos de algas para producir 1 mg de DHA más EPA en una porción de 0.23 kilogramos de filete. Y la alimentación de 0.18 kilogramos por los últimos 30 días solamente requiere 0.09 kilogramos para

producir 1 mg de DHA más EPA en una porción de 0.23 kilogramos de filete (Línea 2 anterior).

Varios nuevos productos anuncian su alto contenido de Omega 3. La investigación indica que la carne de res producida en un corral de engorda regular contiene de aproximadamente 7 mg de DHA más EPA por porción de 0.23 kilogramos de filete. La carne de res alimentada con pasto produce aproximadamente 14 mg de DHA más EPA. En el otro extremo el hipogloso produce aproximadamente 295 mg, y el salmón natural contiene aproximadamente 500 a 800 mg de DHA más EPA por porción de 0.1 kilogramos.

Los huevecillos de Omega 3, los cuales alimentan las mismas algas usadas en la patente '916 de Smith y la invención actual, contienen aproximadamente 180 mg de DHA más EPA. Un producto comercialmente disponible (leche Horizon Organic) rico en Omega 3 contiene aproximadamente 32 mg de DHA por porción de 0.23 kilogramos. El aceite de DHA, el cual se mezcla en la leche se ha extraído de la misma especie de algas usada en la patente 916 de Smith y la invención actual. En el extremo más inferior, una cadena de supermercados de gama alta vende una barra de chocolate anunciando el contenido de DHA de Omega 3 como aproximadamente 12 mg por porción, en donde el aceite de DHA extraído se ha mezclado en el dulce del mismo tipo de algas usado en el método de la presente invención.

Las algas preferidas para usarse en la presente invención son *Schizochytrium* pero cualquier otra alga: 1. que tenga una pared celular que sea relativamente indigerible en el rumen; 2. con una cantidad alta de DHA y/o EPA en peso (por ejemplo, mayor que 10 %); y 3. una alta proporción de EPA más DHA en peso de grasas totales (por ejemplo, 20 a 50 %) se pueden usar para practicar la presente invención. El porcentaje de paredes celulares de algas que sobreviven el paso a través del rumen del intestino variará dependiendo del contenido del rumen y la dieta de cada animal. Sin embargo, en general la mayoría del contenido de Omega 3 de las algas con paredes celulares relativamente indigeribles sobreviven el paso a través del rumen. Las algas que se pueden usar al practicar el método de la invención incluyen, por ejemplo; *Phaedactylum tricornatum*, *Spirulina*, *Chlorella*,

Nannochloropsis, *Monodus subterraneus*, *Crypthecodinium cohnii*, *Schizochytrium*, *Thraustochytrium aggregatum* y *Ulkenia* sp. Las algas se pueden administrar como parte de la ración de alimentación diaria (que puede ser, por ejemplo, maíz, alfalfa de soya, paja, destiladores de granos húmedos que son productos secundarios de la industria de etanol, cebada o trigo). En muchos casos el trigo y/o cebada se prefieren como la ración de corral de engorda regular en lugar de maíz. Las algas se pueden presentar en la ración de alimentación estándar en forma seca o húmeda o formada y administrada como pella.

La columna 7 del Cuadro 1 presenta el costo adicional de la cantidad de algas alimentadas para cada protocolo por kilogramo de carne deshuesada. En estos cálculos, en aras de la simplificación se asume que una dirección de 635.03 kilogramos proporcionará aproximadamente 181.44 de carne deshuesada, y carne de res molida. Maximizar la cantidad de DHA más EPA de Omega 3 en la carne de res a 141 mg cuesta \$0.90 adicionales por kilogramo de carne de res deshuesada. En comparación, el protocolo más económico cuesta solamente \$0.15 adicionales por kilogramo de carne de res deshuesado, pero abastece 81 mg de DHA y EPA en comparación con los 141 mg de la ración de algas más alta. En efecto, para el nivel máximo de Omega 3, se le pedirá al consumidor pagar 6 veces el costo adicional para recibir 74 % más de Omega 3.

Es posible que algunos consumidores prefieran maximizar el Omega 3 en la carne de res que compran, y otros buscarán la oferta más económica de un incremento moderado en Omega 3.

Los números específicos en los ejemplos proporcionados anteriormente se pueden usar generalmente para describir protocolos de alimentación de algas que son más pequeños y más grandes que los números específicos divulgados. Existe un número casi infinito de cantidades de alimentación de algas entre 0.02 kilogramos por día y 0.36 kilogramos por día que caen dentro de la presente invención.

El siguiente ejemplo de trabajo ilustra que las paredes celulares fuertes en *Schizochytrium* y *Nannochloropsis* funcionan para proteger los ácidos grasos de Omega 3 dentro de las algas de la liberación en el rumen en donde se

hidrogenarían y se volverían inútiles en el intestino delgado.

EJEMPLO

Tres cabezas de ganado vacuno se alimentaron con una ración estándar que incluyen maíz, gluten de maíz, heno y minerales. Un animal de control se alimentó solamente con una ración estándar. Además de la ración estándar, un segundo animal recibió un lodo de 80 % de agua y 20 % de algas *Nannochloropsis* (equivalente a 0.09 kilogramos de algas por día) administrado directamente en el rumen del intestino a través de una cánula. Un tercer animal se alimentó con la ración estándar y también recibió 0.09 kilogramos de algas *Schizochytrium* por día a través de una cánula directamente en el rumen. Los animales se alimentaron por 8 días (del 24 de diciembre al 1 de enero). El 23 de diciembre es el día anterior al inicio. Las muestras del 1 de enero de sólidos y fluidos intestinales se recolectaron usando una cánula y después se analizaron para contenido combinado de DHA y EPA (como porcentaje de ácidos de Omega 3 presentes). Los ácidos de Omega 3 en el fluido del rumen se liberan de células de algas rotas. Los ácidos de Omega 3 en los sólidos del rumen son el ácido de células de algas intactas que no se han roto. Los resultados de los análisis se muestran a continuación en forma tabulada:

Porcentaje de DHA y EPA

<u>Fluido de Rumen</u>	<u>12/23</u>	<u>12/29</u>	<u>1/1</u>
control	13.2	12.5	10.2
nanno	14.4	16.5	17.3
schizo	16.4	14.2	14.8

Porcentaje de DHA y EPA

Sólido de Rumen

control	22.2	12.9	13.9
nanno	13.2	20.3	21.9
schizo	6.72	15.1	14.8

Los resultados muestran que *Schizochytrium* y *Nannochloropsis* funcionan en el método de la invención y que *Schizochytrium* tuvo una pared celular más fuerte que *Nannochloropsis* que funcionó de alguna manera mejor para proteger los ácidos de Omega 3 en las algas de la liberación en el rumen.