



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0034358

(51)⁷ A01G 31/00

(13) B

(21) 1-2018-04231

(22) 14/09/2016

(86) PCT/JP2016/077170 14/09/2016

(87) WO 2017/168789 05/10/2017

(30) 2016-073734 31/03/2016 JP

(45) 26/12/2022 417

(43) 25/01/2019 370A

(73) MAEZAWA KASEI INDUSTRIES CO., LTD. (JP)

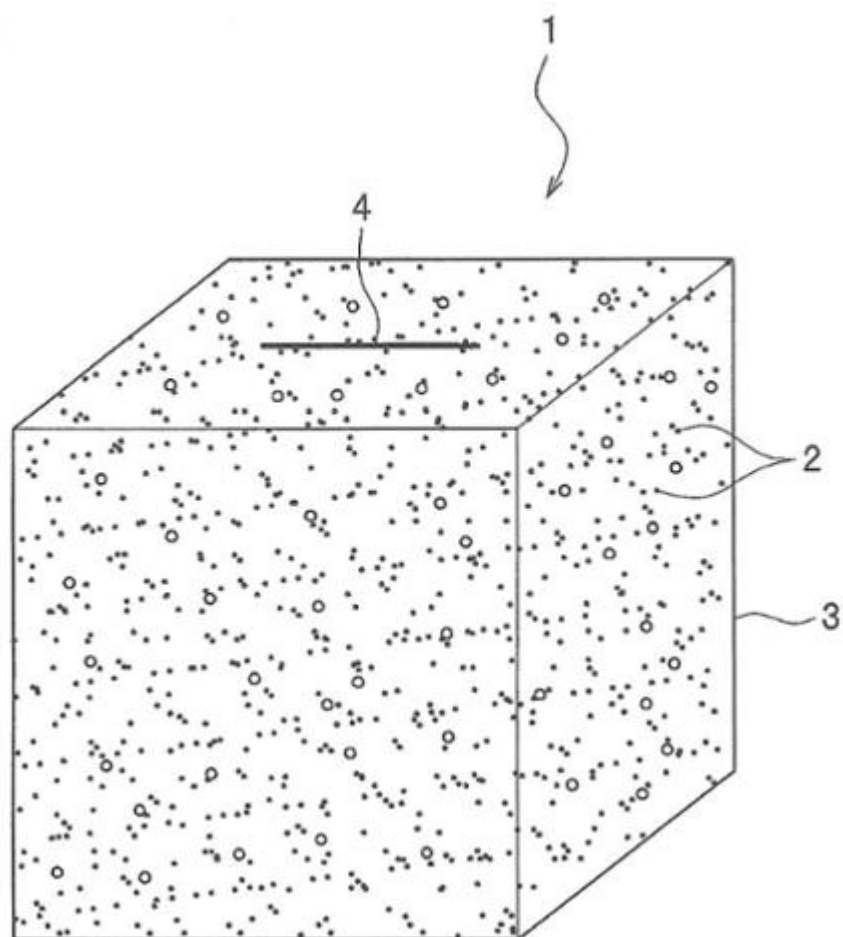
7-1, Nihonbashi Honcho 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 1030023, Japan

(72) Takayuki Ooba (JP); Hidekazu HANABUSA (JP); Youhei OSANAI (JP).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS HANOI)

(54) GIÁ THỂ TRỒNG THỦY CANH

(57) Giá thể trồng thủy canh (1) theo sáng chế bao gồm: xốp nhựa (3) chứa Zn, mà là dưỡng chất vi lượng thiết yếu cần thiết cho sự sinh trưởng của cây trồng, ở dạng các hạt ZnO (2) có thể hòa tan trong axit xitric (kẽm oxit). Các hạt ZnO (2) có kích thước hạt trung bình nằm trong khoảng (không nhỏ hơn 0,02 μm và không lớn hơn 0,7 μm) mà gây ra tán xạ cho bước sóng ánh sáng mà chất diệt lục của tảo hấp thụ. Hàm lượng hạt ZnO (2) trong xốp nhựa (3) không nhỏ hơn 4,5mg/mảnh và không lớn hơn 15,0 mg/mảnh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến giá thể trồng thủy canh có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng và hiệu quả kháng tảo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, việc canh tác trong các nhà máy thực vật đã thu hút sự chú ý như hệ thống có khả năng sản xuất thực vật quanh năm mà không ảnh hưởng đến sự thay đổi khí hậu. Các nhà máy thực vật thường sử dụng canh tác thủy canh.

Phương pháp đã biết để thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng được canh tác trong các nhà máy thực vật bao gồm phương pháp sử dụng nguồn sáng phát ra bước sóng hiệu quả cho quá trình quang hợp của cây trồng và phương pháp tạo ra các loại và số lượng các nguyên tố được pha trộn trong dung dịch dinh dưỡng để canh tác (sau đây, được gọi là "dung dịch dinh dưỡng") mà là các dưỡng chất đa lượng thiết yếu và các dưỡng chất vi lượng thiết yếu. "Các dưỡng chất đa lượng thiết yếu" ở đây đề cập đến các nguyên tố cần cho cây trồng với số lượng lớn, như N, P và K. "Các dưỡng chất vi lượng thiết yếu" ở đây đề cập đến các nguyên tố mà không yêu cầu lượng lớn nhưng thiết yếu cho sự sinh trưởng của cây trồng. Các dưỡng chất vi lượng thiết yếu cho cây trồng bao gồm, ví dụ, Fe, Mn, B, Zn, Mo, Cu, và Cl.

Các dưỡng chất vi lượng thiết yếu cần cho thực vật với lượng rất nhỏ nhưng đóng vai trò quan trọng. Trong canh tác dưới đất, vì đất thường chứa các dưỡng chất vi lượng thiết yếu, thực vật ít khi phát triển thiếu hụt. Tuy nhiên trong canh tác thủy canh, như đã nêu trên, các dưỡng chất vi lượng thiết yếu cần được cung cấp cho cây trồng bằng các thiết bị sản xuất hòa trộn các dưỡng chất vi lượng thiết yếu trong các dung dịch dinh dưỡng hoặc theo các cách khác.

Các dưỡng chất vi lượng thiết yếu tác động đến cây trồng với lượng rất nhỏ nhưng dễ dàng gây ra các dấu hiệu dư thừa. Điều này rất khó khăn cho các thiết bị sản xuất để quản lý các dung dịch dinh dưỡng bằng cách đưa riêng lẻ từng dưỡng chất vi lượng thiết yếu. Với lý do này, tài liệu sáng chế 1 ví dụ, đề xuất vật liệu môi trường cho sự sinh trưởng của cây trồng, giá thể trồng thủy canh và các vật liệu tương tự mà

được sản xuất bằng cách nhào trộn các thành phần phân bón có hiệu quả lên sự sinh trưởng của cây trồng và tương tự thành xốp nhựa axetat xenluloza và hình dạng tương tự. Ngoài ra, tài liệu sáng chế 2, ví dụ, đề xuất phương pháp sử dụng khối được nung kết chứa thành phần kim loại là Cu hoặc Zn như tầng canh tác cây trồng.

Tuy nhiên, nếu các thành phần phân bón và các thành phần tương tự được bổ sung vào môi trường canh tác để có được hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng như tài liệu sáng chế 1, các sinh vật không mong muốn như tảo cần các thành phần phân bón tương tự như thực vật được tạo ra. Sự lan truyền của tảo, như loài sinh vật không mong muốn ngoài cây trồng, làm ô nhiễm băng trồng và giá thể trồng thủy canh được sử dụng trong canh tác thủy canh, do sự gia tăng số lượng tế bào có thể tồn tại, và giảm khả năng khai thác và làm giảm sự xuất hiện. Hơn nữa, tảo hấp thụ các thành phần (dinh dưỡng) của dung dịch dinh dưỡng, mà lẽ ra được cây trồng hấp thụ, cản trở sự sinh trưởng của cây trồng và gây bệnh.

Để cung cấp hoạt tính kháng khuẩn và kháng tảo, không bị giới hạn ở thiết bị cho canh tác thủy canh, phương pháp được sử dụng mà thành phần kim loại để rửa giải các ion kim loại kháng khuẩn được cung cấp như được mô tả trong tài liệu sáng chế 2. Để cung cấp hiệu quả kiểm soát các sinh vật không mong muốn, như tảo (hiệu quả kháng tảo), cần phải được bổ sung nhiều thành phần kim loại (Cu, Zn, Ag, và các kim loại tương tự) vào môi trường chỉ định để có hiệu quả này. Trong bản mô tả này, "hiệu quả kháng tảo" đề cập đến hiệu quả ức chế sinh trưởng, tạo ra tảo, lan truyền tảo hoặc phá hủy tảo.

Trong tài liệu sáng chế 2, hiệu quả kiểm soát các sinh vật không mong muốn thu được bằng cách bổ sung Cu hoặc Zn vào tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng mà là thiết bị thủy canh cho canh tác thủy canh. Như đã mô tả ở trên, Cu và Zn là các dưỡng chất vi lượng thiết yếu của cây trồng nhưng cần cho cây trồng với lượng rất nhỏ. Nếu Cu hoặc Zn được cung cấp vượt quá nhu cầu của cây trồng, cây trồng phát triển các dấu hiệu dư thừa. Ví dụ, rau diếp, mà được trồng rộng rãi trong canh tác thủy canh, phát triển các dấu hiệu dư thừa khi nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng lớn hơn hoặc bằng 3 phần triệu (part per million - ppm).

Theo tài liệu sáng chế 2, để thu được hiệu quả kiểm soát các sinh vật không mong muốn bằng cách sử dụng các ion kim loại của các hợp chất Cu và Zn, các hợp chất kim loại với lượng 225 mg được đưa vào tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng. Trong thử nghiệm canh tác với mười cây hành xanh nhỏ trong cốc, lượng hợp chất kim loại mỗi cây trồng là 22,5 mg. Thử nghiệm sử dụng các cây hành xanh nhỏ trong tài liệu sáng chế 2 được báo cáo là có kết quả sinh trưởng tốt. Các tác giả của sáng chế đã trồng cây sử dụng xốp polyuretan dẻo được mô tả sau đây thay cho tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng và cho ZnO với lượng 18,6 mg vào xốp polyuretan dẻo. Các tác giả đã quan sát thấy sự xuất hiện của màu vàng như dấu hiệu dư thừa Zn.

Lượng ion kim loại phân tán ra khỏi tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng không được biết đến trong tài liệu sáng chế 2. Nếu không có dấu hiệu dư thừa Zn, lượng ion kim loại được rửa giải có thể rất nhỏ. Do đó cần phải tăng lượng hợp chất kim loại được bổ sung vào tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng. Những thay đổi về lượng ion kim loại được rửa giải tăng nguy cơ có các dấu hiệu dư thừa.

Theo tài liệu sáng chế 2, các thử nghiệm trồng rau diếp lá đỏ và các thử nghiệm nảy mầm củ cải đã được thực hiện trong hệ thống canh tác thủy canh sử dụng tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng. Các thử nghiệm này đã sử dụng nước. Tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng chứa các dưỡng chất vi lượng thiết yếu được đặt trong nước không chứa phân bón hoặc các chất khác mà chứa các nguyên tố thiết yếu cho cây trồng. Do đó, sau đó tầng canh tác được nung kết có lỗ rỗng thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng. Canh tác thủy canh thường sử dụng dung dịch dinh dưỡng chứa sự cân bằng tốt các phân bón gồm các loại nguyên tố thiết yếu khác nhau. Tài liệu sáng chế 2 không mô tả hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của dung dịch dinh dưỡng. Hơn nữa, ví dụ, lượng sinh vật không mong muốn như tảo được tạo ra khi cây trồng được trồng sử dụng dung dịch dinh dưỡng không so sánh được với lượng sinh vật khi cây trồng được trồng sử dụng nước. Tài liệu sáng chế 2 không mô tả việc kiểm soát các sinh vật không mong muốn trong trường hợp sử dụng các dung dịch dinh dưỡng.

Đối với tảo là một loại sinh vật không mong muốn, có các phương pháp kiểm soát sự lan truyền tảo khác với hiệu quả kháng khuẩn của các ion kim loại và tương tự. Một trong các phương pháp này là tạo màu giả thể thực vật để kiểm soát sự quang hợp

của tảo. Theo phương pháp này, cần phải giảm độ sáng của giá thể. Tuy nhiên, khi độ sáng của giá thể được giảm, sự phản xạ của ánh sáng lên trên cây trồng giảm. Ở đây, "độ sáng" đề cập đến "độ sáng" mà là một trong ba thuộc tính màu sắc: "sắc độ", "độ sáng" và "sự bão hòa". Bản mô tả này sử dụng L^* như giá trị độ sáng trong khoảng màu sắc L^*a^*b trong số các khoảng màu sắc khác nhau.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn đăng ký sáng chế Nhật Bản số 2001-247866

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn đăng ký sáng chế Nhật Bản số 2010-239898

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được thực hiện theo quan điểm của các tình huống nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất giá thể thực vật có hiệu quả thúc đẩy sinh trưởng cây trồng và hiệu quả kháng tảo.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, các tác giả của sáng chế đã tìm thấy rằng việc bổ sung các hạt kẽm oxit (ZnO) với kích thước hạt trung bình được kiểm soát trong khoảng cụ thể vào trong giá thể trồng thủy canh cung cấp các hiệu quả hoạt động như sau. Cụ thể, giá thể theo sáng chế có tác dụng tạo ra hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng hữu hiệu và hiệu quả kiểm soát sự sinh trưởng và lan truyền của tảo với lượng rất nhỏ hợp chất kim loại được đưa vào môi trường canh tác và không gây ra nguy cơ có các dấu hiệu dư thừa của cây trồng trong khi sử dụng các phân bón chứa dung dịch dinh dưỡng có sự cân bằng tốt các nguyên tố thiết yếu và tương tự.

Giá thể trồng thủy canh theo sáng chế giải quyết các vấn đề nêu trên, bao gồm

xốp nhựa chứa kẽm oxit với lượng không nhỏ hơn 4,5 mg/mảnh và không lớn hơn 15,0mg/mảnh có kích thước hạt trung bình không nhỏ hơn 0,02 μm và không lớn hơn 0,7 μm .

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, giá thể trồng thủy canh có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng và hiệu quả kháng tảo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là hình phối cảnh minh họa phương án của giá thể thủy canh theo sáng chế.

Fig. 2 là biểu đồ kết cấu dạng sơ đồ minh họa kết cấu của hệ thống thử nghiệm cây con.

Fig. 3 là biểu đồ kết cấu dạng sơ đồ minh họa kết cấu của thiết bị cho các thử nghiệm tuần hoàn.

Fig. 4 là biểu đồ kết cấu dạng sơ đồ minh họa kết cấu của thiết bị cho các thử nghiệm tuần hoàn nhỏ.

Fig. 5 là biểu đồ kết cấu dạng sơ đồ minh họa kết cấu của thiết bị cho các thử nghiệm rửa giải axit ở rễ cây.

Fig. 6 là biểu đồ kết cấu dạng sơ đồ minh họa kết cấu của thiết bị cho các thử nghiệm quang hợp.

Fig. 7 là biểu đồ kết cấu dạng sơ đồ minh họa kết cấu của thiết bị để xác nhận hiệu quả kháng tạo.

Fig. 8 là biểu đồ kết cấu dạng sơ đồ minh họa kết cấu của phép đo quang dựa trên độ sáng.

Fig. 9 là biểu đồ minh họa nồng độ của các ion Zn được rửa giải trên số lượng ô.

Fig. 10 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa nồng độ CO₂ [phần triệu - ppm] và tốc độ quang hợp [$\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$] theo giá thể theo sáng chế và ví dụ so sánh 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương án của giá thể trồng thủy canh theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với việc tham chiếu đến các hình vẽ khi cần.

Giá thể trồng thủy canh

Fig. 1 là hình phối cảnh minh họa phương án của giá thể trồng thủy canh theo sáng chế.

Như được minh họa trên Fig. 1, giá thể trồng thủy canh 1 (sau đây, được gọi là "giá thể 1") theo phương án được tạo thành từ xốp nhựa 3 chứa các hạt ZnO 2 có kích thước hạt trung bình mà gây ra ít nhất một trong số sự tán xạ Mie và tán xạ Rayleigh cho các bước sóng ánh sáng mà chất diệp lục của tảo hấp thụ. Xốp nhựa 3 tốt hơn là xốp polyuretan dẻo sẽ được mô tả sau nhưng không giới hạn là xốp polyuretan.

"Một mảnh" theo sáng chế đề cập đến một giá thể 1 được sử dụng để canh tác một cây trồng.

Giá thể 1 tốt hơn là có dạng cột hình chữ nhật để sản xuất hiệu quả và dễ dàng vận chuyển. Với kích thước của giá thể 1, mà không bị giới hạn cụ thể, mỗi kích thước tốt hơn là dài khoảng từ 10 đến 80 mm và tốt hơn là dài từ 20 đến 40 mm. Giá thể 1 có kích thước như vậy tạo điều kiện cho việc gieo hạt và đỡ cây trồng thích hợp. Hơn nữa, giá thể một đảm bảo số lượng cây trồng được canh tác.

Như được minh họa trên Fig. 1, giá thể 1 tốt hơn là gồm phần giữ 4 mà giữ hạt của cây trồng sẽ được trồng thủy canh. Phần giữ 4 được tạo thành bằng cách cắt giá thể 1 thành hình chữ I hoặc hình chữ thập khi nhìn từ trên xuống hoặc ấn giá thể 1 xuống thành hình bán cầu hoặc hình chữ nhật. Fig. 1 minh họa phần giữ 4 có hình chữ I khi nhìn từ trên xuống. Độ sâu của phần giữ 4 có thể, ví dụ, được thiết lập bằng 1/2 chiều cao của giá thể 1 từ bề mặt của giá thể 1, nhưng không bị giới hạn ở độ sâu này.

Các dung dịch dinh dưỡng thường được sử dụng trong canh tác thủy canh chứa nitơ, photpho và kali, là ba nguyên tố chính thiết yếu cho cây trồng, và canxi và magie là các dưỡng chất thiết yếu thứ hai. Do đó, ngay cả nếu giá thể 1 chứa các nguyên tố thiết yếu này, cũng không có được hiệu quả sinh trưởng tốt cho cây trồng.

Dung dịch dinh dưỡng thường được sử dụng này không chứa các dưỡng chất vi lượng thiết yếu với lượng lớn. Điều này bởi vì sự thay đổi rất nhỏ về lượng của mỗi dưỡng chất vi lượng thiết yếu cũng ảnh hưởng đáng kể đến sự sinh trưởng của cây trồng. Theo sáng chế, các dưỡng chất vi lượng thiết yếu được chứa trong giá thể 1 và giá thể 1 có hiệu quả sinh trưởng tốt trên cây trồng.

Các dưỡng chất vi lượng thiết yếu được chứa trong giá thể 1 có thể được chứa ở dạng hợp chất. Dạng hợp chất chứa các dưỡng chất vi lượng thiết yếu bao gồm các

oxit, các clorua, hydroxit, nitrit, và sunfit. Đề giá thể 1 có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng cao, giá thể 1 tốt hơn là chứa hợp chất có thể hòa tan trong axit xitric của các dưỡng chất vi lượng thiết yếu. Trong số các hợp chất có thể hòa tan trong axit xitric của các dưỡng chất vi lượng thiết yếu, ZnO là tốt hơn cả, mà có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng cao đặc biệt. Nếu giá thể 1 chứa hợp chất có thể hòa tan trong nước thay vì hợp chất có thể hòa tan trong axit xitric nêu trên, các dưỡng chất vi lượng thiết yếu trong giá thể 1 nhanh chóng hòa tan vào trong dung dịch dinh dưỡng. Do đó khó để có hiệu quả thúc đẩy sinh trưởng trong thời gian dài.

Độ hòa tan của axit xitric

"Độ hòa tan của axit xitric" theo sáng chế đề cập đến đặc tính có thể tan vào dung dịch axit xitric nồng độ 2,0% trọng lượng/trọng lượng (w/w%) (ở nhiệt độ 20°C, độ pH khoảng 2,1) nhưng không tan trong nước. Các hợp chất có thể hòa tan trong axit xitric tan dần dần trong các axit hữu cơ khác nhau (ở đây cũng đề cập đến "các axit từ rễ cây" được tiết ra từ rễ cây trồng. "Các axit hữu cơ" ở đây là thuật ngữ chung cho các axit của các hợp chất hữu cơ, như axit carboxylic. Các axit từ rễ cây là các axit hữu cơ được tiết từ rễ cây trồng. Canh tác trong đất và canh tác tương tự không chỉ sử dụng các dưỡng chất vi lượng thiết yếu mà còn sử dụng các hợp chất tan trong axit citric này như phân bón giải phóng chậm. Trong canh tác thủy canh, rễ thực vật được nhúng trong dung dịch dinh dưỡng tuần hoàn, và các axit từ rễ được tiết ra từ rễ không thể giữ lại trong vùng rễ của cây trồng. Các hợp chất có thể tan được trong axit xitric không hòa tan và khó hấp thụ. "Vùng rễ" ở đây đề cập đến vùng bị ảnh hưởng bởi rễ cây trồng.

Việc sử dụng giá thể 1 theo phương án của sáng chế cho phép cây trồng hòa tan hiệu quả và hấp thụ các hạt ZnO 2 trong khoảng thời gian dài, cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng so với việc canh tác chỉ sử dụng các dung dịch dinh dưỡng. Xốp polyuretan dẻo được sử dụng như giá thể 1 giữ nước. Dòng chảy của nước trong giá thể 1 cực kỳ chậm so với dòng chảy của dung dịch dinh dưỡng trong máng canh tác. Rễ mà tỏa ra khắp giá thể 1 với sự sinh trưởng của cây trồng tiết ra các axit hữu cơ. Vì nước chảy chậm trong giá thể 1, các axit hữu cơ không chảy đi ngay lập tức. Các hạt ZnO 2 được đỡ bởi giá thể 1 hòa tan trong các axit hữu cơ sẽ được hấp thụ bởi rễ cây.

Xốp polyuretan dẻo ở đây là xốp polyuretan mà biến dạng linh hoạt bởi tải trọng bên ngoài và quay trở lại hình dạng ban đầu khi tải trọng được dỡ bỏ. "Xốp polyuretan dẻo" thường chứa các ô siêu nhỏ liên tiếp và nhờ đó gây ra hoạt động mao dẫn để gây ra khả năng giữ nước. Xốp polyuretan dẻo do đó thích hợp để sử dụng làm giá thể 1.

Giá thể 1 do đó chứa thích hợp các dưỡng chất vi lượng thiết yếu, mà không thể được áp dụng cho canh tác thủy canh thông thường, như các hạt ZnO 2 là hợp chất có thể hòa tan trong axit xitric. Các hạt ZnO 2 màu trắng và không gây ảnh hưởng bất lợi đến màu sắc của giá thể 1. Nếu oxit sắt hoặc oxit đồng không hòa tan trong nước được sử dụng, lượng rất nhỏ các thành phần hòa tan trong trước hoặc trong dung dịch nước chứa axit xitric với hàm lượng 2,0% trọng lượng/trọng lượng được hấp thụ bởi cây trồng và có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng trong một số trường hợp. Tuy nhiên, các hợp chất, chẳng hạn như các oxit sắt và các oxit đồng bản thân chúng có màu sắc, và do đó khó để tạo thành giá thể 1 có màu tùy ý. Do đó, các dưỡng chất vi lượng thiết yếu được chứa trong giá thể 1 tốt hơn là các hạt ZnO 2.

Hàm lượng hạt ZnO

Lượng hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 được thiết lập để không nhỏ hơn 4,5 mg/mảnh và không lớn hơn 15,0 mg/mảnh. Lượng hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 được thiết lập để tốt hơn là không nhỏ hơn 4,84 mg/mảnh và không lớn hơn 14,1 mg/mảnh. Khi lượng hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 nhỏ hơn 4,5 mg/mảnh, cây trồng không nhận được hiệu quả thúc đẩy sinh trưởng đủ. Khi lượng hạt ZnO 2 lớn hơn 15,0 mg/mảnh, cây trồng phát triển các dấu hiệu dư thừa.

Với hiệu quả của các hạt ZnO 2 trong canh tác cây trồng, lượng hấp thụ của các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 là quan trọng, không phải là nồng độ. Nếu nồng độ các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 được xác định, khoảng hàm lượng hạt ZnO 2 nêu trên (không nhỏ hơn 4,5 mg/mảnh và không lớn hơn 15,0 mg/mảnh), mà cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng, không thể được thực hiện phụ thuộc vào tỷ trọng biểu kiến của xốp nhựa 3 như chất nền của giá thể 1.

Khi giá thể 1 có tỷ trọng biểu kiến thấp, ví dụ, khoảng hàm lượng của các hạt ZnO 2 nêu trên có thể được thực hiện bởi việc tăng kích thước của giá thể 1. Tuy nhiên, việc tăng kích thước của giá thể 1 có nguy cơ giảm khả năng làm việc hoặc tăng

sự chiếm chỗ của giá thể 1 trong không gian canh tác. Ngoài ra, các axit từ rễ cây được tiết ra từ rễ cây trồng có thể không được phân phối đủ khắp giá thể 1 và không đủ để hòa tan các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1.

Khi giá thể 1 có tỷ trọng biểu kiến thấp, khoảng hàm lượng của các hạt ZnO 2 nêu trên có thể cũng được thực hiện bằng cách tăng nồng độ của các hạt ZnO 2 chứa trong giá thể 1. Tuy nhiên, việc tăng nồng độ có thể làm suy giảm khả năng tạo hình trong sản xuất của xốp nhựa 3. Ngoài ra, các hạt ZnO 2 có thể kết tụ lại và phân tán không đều.

Khi giá thể 1 có tỷ trọng biểu kiến cao, ví dụ, khoảng hàm lượng của các hạt ZnO 2 nêu trên có thể được thực hiện bởi việc giảm kích thước của giá thể 1. Trong trường hợp này, giá thể 1 bị giảm kích thước không thể giữ đủ cây trồng hoặc sinh ra các bất lợi khác.

Khi giá thể 1 có tỷ trọng biểu kiến cao, khoảng hàm lượng của các hạt ZnO 2 nêu trên có thể cũng được thực hiện bằng cách giảm nồng độ của các hạt ZnO 2 chứa trong giá thể 1. Tuy nhiên, lượng hạt ZnO 2 được thêm vào xốp nhựa 3 trở nên nhỏ. Do đó, các hạt ZnO 2 trong xốp nhựa 3 được phân tán không đồng đều hoặc gây ra các thay đổi về lượng hạt ZnO tăng lên. Giá thể 1 không thể có hiệu quả thúc đẩy sinh trưởng.

Các cây trồng có thể sinh trưởng trong canh tác thủy canh

Các cây trồng có thể sinh trưởng trong canh tác thủy canh với giá thể 1 theo phương án ví dụ là cây trồng C₃. "Cây trồng C₃" ở đây đề cập đến cây trồng mà đưa CO₂ trong không khí trực tiếp vào chu trình Calvin-Benson (chu trình phosphat pentoza tái tạo) để quang hợp. Hầu hết cây trồng sinh trưởng thủy canh trong các nhà máy thực vật và tương tự là các cây trồng C₃. Các cây trồng C₃ thực hiện quang hợp trong lục lạp được chứa trong các tế bào thịt lá. Việc trồng cây trong nhà kính trong các nhà máy thực vật và tương tự đã thực hiện các nghiên cứu để thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng, chẳng hạn như tăng nồng độ carbon dioxid trong môi trường hoặc thay đổi nguồn sáng. Giá thể 1 theo sáng chế tăng tốc độ quang hợp của cây trồng độc lập với các yếu tố bên ngoài đó.

Ở đây, xem xét việc đưa ra cơ chế hoạt động của hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của các hạt ZnO 2 chứa Zn trong giá thể 1.

Cây trồng C_3 có chu trình Calvin-Benson, là chu trình cơ bản cho quang hợp, trong lục lạp. Việc cố định CO_2 trong chu trình Calvin-Benson xảy ra như sau:

D-ribuloza-1,5-bisphosphat (RuBP) + CO_2 + H_2O → hai phân tử axit photphoglyxeric Công thức 1

Để thúc đẩy sự quang hợp của cây trồng, cần kích hoạt ribuloza 1,5-bisphosphat carboxylaza/oxygenaza (RubisCO) mà xúc tác phản ứng của công thức 1. Nghĩa là kích hoạt RubisCO, cung cấp CO_2 mà là cơ chất của RubisCO, có thể được tăng. CO_2 được đưa vào trong lục lạp được chuyển hóa thành các ion bicarbonat bởi carbonic anhydrataza (sau đây, được viết tắt là "CA" và được lưu trữ tạm thời trong chất nền của lục lạp. Các ion bicarbonat được lưu trữ trong chất nền một lần nữa được chuyển hóa thành carbon dioxit bởi CA, hỗ trợ cung cấp CO_2 cho chu trình Calvin-Benson.

Phản ứng bởi CA như sau:

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+ \dots$ Công thức 2

Công thức 2 là phản ứng thuận nghịch. CA xúc tác phản ứng này bao gồm các ion Zn tại trung tâm kích hoạt. Vì giá thể 1 chứa các hạt ZnO 2 chứa Zn, người ta phỏng đoán rằng việc tăng cung cấp các ion Zn cho cây trồng làm tăng sản xuất CA, nhờ đó thúc đẩy thêm phản ứng theo công thức 2.

Trong khi CO_2 được đưa vào trong chất nền được chuyển hóa tạm thời thành các ion bicarbonat bởi CA, CA tăng lên thúc đẩy phản ứng mà chuyển hóa các ion bicarbonat, mà là phản ứng nghịch của công thức 2. Điều này tăng cung cấp CO_2 như cơ chất của RubisCO và thúc đẩy phản ứng của công thức 1 như phản ứng ban đầu của chu trình Calvin-Benson, thu được sự thúc đẩy chính chu trình Calvin-Benson. Khi phản ứng của công thức 1 được thúc đẩy, nồng độ CO_2 trong chất nền giảm. Cây trồng sau đó mở lỗ khí để tăng tiếp nhận CO_2 để tiếp tục thúc đẩy quang hợp.

Trọng lượng cây trồng tăng theo hàm số mũ. Lượng CA cần để duy trì hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng do đó tăng lên. Nếu sự cung cấp các ion Zn dừng lại trong quá trình sinh trưởng, lượng tương ứng của CA trong cây trồng giảm.

Việc giảm này của CA làm giảm đáng kể tốc độ quang hợp. Điều này bởi vì cây trồng với việc quang hợp được thúc đẩy bởi các hạt ZnO 2 chứa Zn, mà được chứa trong giá thể 1, yêu cầu lượng CO₂ cao hơn. Tốc độ sinh trưởng do đó nhanh chóng chậm lại trong một số trường hợp. Trong trường hợp này, tốt hơn là sử dụng giá thể 1 trong suốt thời kỳ từ lúc gieo hạt đến lúc thu hoạch. Trong một số trường hợp khác, giá thể 1 có thể chỉ được sử dụng trong khoảng thời gian định trước, chẳng hạn từ lúc gieo hạt đến lúc cây con.

Khi việc cung cấp các ion Zn bắt đầu ở giữa giai đoạn sinh trưởng, rất khó để cung cấp hiệu quả thúc đẩy cao vì CO₂ yêu cầu phụ thuộc vào sự sinh trưởng trước đó ở một mức độ nào đó. Để cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của các hạt ZnO 2 chứa Zn, tốt hơn là các ion Zn được cung cấp từ các hạt ZnO 2 trong suốt thời kỳ từ lúc bắt đầu sinh trưởng. Từ quan điểm này, các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 tốt hơn là có thể hòa tan trong axit xitric được mô tả ở trên.

Hầu hết cây trồng trên cạn là cây trồng C₃, và giá thể 1 theo phương án của sáng chế có thể áp dụng cho cây trồng trên cạn bất kỳ. "Cây trồng trên cạn" ở đây đề cập đến nhóm cây trồng xanh sinh trưởng trong đất, bao gồm cây có hạt, rêu và cây không có hoa. Các ví dụ về cây trồng C₃ sinh trưởng thủy canh theo sáng chế bao gồm rau bina Nhật Bản, củ cải, bắp cải (*Brassicaceae*), rau diếp lá (*Asteraceae*), rau bina (*Chenopodiaceae*), hành lá nhỏ (*Liliaceae*), ngò tây Nhật (*Apiaceae*), và tía tô (*Lamiaceae*).

Giá thể 1 theo phương án của sáng chế có thể áp dụng cho cây trồng C₄ bao gồm con đường để tập trung CO₂ trong không khí như bước đầu tiên trước chu trình Calvin-Benson hoặc cây trồng CAM mà lưu trữ CO₂ trong cả đêm và gây ra các phản ứng trong chu trình Calvin-Benson trong cả ngày. "Cây trồng C₄" ở đây đề cập đến cây trồng cho con đường tập trung CO₂ ngoài chu trình Calvin-Benson. Các ví dụ về cây trồng C₄ là cây ngũ cốc (*Poaceae*). "Các cây trồng CAM" ở đây đề cập đến cây trồng mà lưu trữ CO₂ trong cả đêm và giảm CO₂ trong cả ngày. Các ví dụ về cây trồng CAM là cây xương rồng.

Kích thước hạt trung bình

Như được mô tả ở trên, các hạt ZnO 2 được đưa vào giá thể 1 thúc đẩy sự quang hợp để cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng. Hơn nữa, các hạt ZnO 2 giảm tạo ra và lan truyền tảo (hiệu quả kháng tảo).

Tảo được tạo ra trong môi trường thủy canh gây ô nhiễm bằng canh tác 10 hoặc giá thể 1 được sử dụng như môi trường canh tác, gây ra các vấn đề bao gồm tăng vi khuẩn, khả năng làm việc kém và xuất hiện suy thoái. Sự phát triển của tảo yêu cầu "ánh sáng", "nước" và "dinh dưỡng", mà thường giống như nhu cầu của cây trồng được canh tác. Các thành phần của dung dịch dinh dưỡng mà được cung cấp để hấp thụ bởi các cây trồng được canh tác bị thiếu bởi tảo, gây ra sự ức chế sinh trưởng của cây trồng. Việc áp dụng các dưỡng chất thiết yếu để thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng đôi khi thúc đẩy tạo ra và lan truyền tảo.

Theo giá thể 1 của sáng chế, kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 chứa Zn như dưỡng chất vi lượng thiết yếu được thiết lập nằm trong khoảng mà ít nhất một trong số tán xạ Mie và tán xạ Rayleigh diễn ra với bước sóng ánh sáng mà chất diệp lục hấp thụ. Do đó giá thể 1 kiểm soát sự tạo ra và lan truyền tảo.

Ở đây, "chất diệp lục" theo sáng chế bao gồm chất diệp lục a, chất diệp lục b, và tương tự.

"Tán xạ Mie" đề cập đến hiện tượng tán xạ ánh sáng mà diễn ra khi ánh sáng chạm vào hạt có kích thước tương đương với bước sóng của nó. Trong tán xạ Mie, con đường và cường độ của tán xạ khác nhau phụ thuộc vào mối quan hệ giữa bước sóng ánh sáng và kích thước hạt. Khi bước sóng λ so sánh được với kích thước hạt D , tán xạ Mie diễn ra đồng nhất, độc lập với bước sóng của ánh sáng. Tán xạ Mie đạt cực đại khi kích thước hạt D bằng $\lambda/2$ đến λ .

Khi các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 có kích thước hạt trung bình như vậy mà gây ra tán xạ Mie cho bước sóng của ánh sáng mà chất diệp lục hấp thụ, ánh sáng tại bước sóng đó và được sử dụng trong quang hợp bởi chất diệp lục trải qua tán xạ Mie. Các hạt ZnO 2 có kích thước hạt trung bình như vậy giảm sự truyền ánh sáng từ bề mặt trên cùng của giá thể 1 vào trong giá thể 1. Điều này làm cho tảo trong giá thể 1 khó quang hợp, ức chế sự tạo ra và lan truyền tảo (hiệu quả kháng tảo). Khi sự tạo ra và lan truyền tảo bị ức chế, các thành phần của dung dịch dinh dưỡng khó bị tảo

lấy mất. Cây trồng ít phải trải qua sự ức chế sinh trưởng do tảo. Phần ánh sáng bị tán xạ chiếu vào cây trồng để góp phần vào quang hợp trong cây trồng. Hơn nữa, vì các hạt ZnO 2 được đưa vào giá thể 1 có màu trắng, giá thể 1 không bị hóa màu, do đó sử dụng hiệu quả ánh sáng phản xạ hoặc tán xạ từ giá thể 1 đến cây trồng.

Tảo và cây trồng màu xanh chứa ưu việt hơn các chất diệp lục a và chất diệp lục b như sắc tố quang hợp. Thông thường, tỉ lệ chất diệp lục a trên chất diệp lục b là khoảng 3/1. Chất diệp lục a hấp thụ ánh sáng với bước sóng khoảng 440 nm và khoảng 680 nm trong khi chất diệp lục b hấp thụ ánh sáng với bước sóng khoảng 480nm và khoảng 630nm.

Ví dụ, nguồn sáng được sử dụng để canh tác cây trồng là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày) phát ra ánh sáng với bước sóng khoảng 440 nm, khoảng 490 nm, khoảng 550 nm, khoảng 580 nm và khoảng 610 nm. "Đèn huỳnh quang ba dải màu" ở đây đề cập đến đèn mà cung cấp màu sắc tự nhiên hơn bằng cách sử dụng các chất huỳnh quang đắt hiếm cho các dải màu được gọi là ba dải bước sóng của ba màu cơ bản (xanh lam, xanh lá cây và đỏ).

Bước sóng của ánh sáng được hấp thụ bởi chất diệp lục luôn không bằng bước sóng của ánh sáng phát ra từ nguồn sáng. Tuy nhiên, giá thể 1 chứa các hạt ZnO 2 có kích thước hạt mà gây ra tán xạ Mie cho các bước sóng của ánh sáng được hấp thụ bởi chất diệp lục hoặc bước sóng của ánh sáng được phát ra từ nguồn sáng. Điều này ức chế sự tạo ra và lan truyền tảo trong giá thể 1.

Khi nguồn sáng là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày), giá thể 1 được tạo kết cấu để chứa các hạt ZnO 2 có kích thước hạt trung bình mà gây ra tán xạ Mie của ánh sáng tại bước sóng khoảng 440 nm, ánh sáng tại bước sóng 480 đến 490 nm, và ánh sáng tại bước sóng 610 đến 630 nm. Bước sóng khoảng 440 nm tương ứng với bước sóng ánh sáng mà được hấp thụ bởi chất diệp lục a, mà là dư thừa, và bước sóng của ánh sáng được phát ra từ đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Bước sóng 480 đến 490 nm và bước sóng 610 đến 630 nm tương ứng với bước sóng ánh sáng mà được hấp thụ bởi chất diệp lục b, mà là ít dư thừa, và bước sóng của ánh sáng được phát ra từ đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Ở đây, chất

diệp lục a, mà là dư thừa, cũng hấp thụ ánh sáng với bước sóng khoảng 680 nm. Tuy nhiên, không nhất thiết để xem xét sự tán xạ của ánh sáng với bước sóng này vì đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày) không phát ra ánh sáng với bước sóng này.

Tán xạ Mie đạt cực đại khi kích thước hạt D bằng $\lambda/2$ đến λ như được mô tả ở trên. Khi nguồn sáng là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày) để ức chế sự tạo ra và lan truyền tảo trong giá thể 1, các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 tốt hơn là có kích thước hạt trung bình từ 0,2 đến 0,5 μm . Kích thước hạt như vậy tối đa hóa tán xạ Mie của ánh sáng tại bước sóng khoảng 440 nm, mà tương ứng với bước sóng của ánh sáng được hấp thụ bởi chất diệp lục a, mà là dư thừa, và bước sóng của ánh sáng phát ra từ đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Hơn nữa, kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 có thể được xác định bằng cách tính đến tán xạ Mie của ánh sáng với bước sóng 610 đến 630 nm, mà tương ứng với bước sóng của ánh sáng được hấp thụ bởi chất diệp lục b, mà ít dư thừa, và bước sóng của ánh sáng được phát ra từ đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Kích thước hạt trung bình mà gây ra tán xạ Mie của ánh sáng với bước sóng từ 610 đến 630 nm là 0,3 đến 0,6 μm .

Phần mô tả ở trên đã đưa ra kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 để cung cấp hiệu quả kháng tảo trong trường hợp mà nguồn sáng là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Sáng chế không bị giới hạn ở điều này. Đèn huỳnh quang ba dải màu thay đổi loại màu sắc bao gồm ánh sáng ban ngày, ánh sáng trắng tự nhiên và ánh sáng đèn sợi đốt. Đèn huỳnh quang ba dải màu của các loại màu khác nhau phát ra ánh sáng có cùng bước sóng, nhưng khác cường độ trong một số trường hợp. Khi nguồn sáng là đèn huỳnh quang ba dải màu, kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 tốt hơn được lựa chọn phụ thuộc vào loại màu sắc, nghĩa là, cường độ ánh sáng tại mỗi bước sóng. Trong các nhà máy thực vật và các nhà máy khác sử dụng ánh sáng mặt trời, nguồn sáng là ánh sáng mặt trời bao gồm khoảng bước sóng rộng. Đối với các nhà máy thực vật sử dụng ánh sáng tất cả ánh sáng nhân tạo, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để sử dụng các nguồn sáng mới khác ánh sáng huỳnh quang, chẳng hạn như LED, làm nguồn sáng. Bước sóng của ánh sáng phát ra từ nguồn sáng khác thay đổi từ nguồn sáng đến nguồn sáng. Kích thước hạt trung bình

của các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 để cung cấp hiệu quả kháng tảo được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào bước sóng của ánh sáng được hấp thụ bởi chất diệt lục và bước sóng của ánh sáng phát ra từ nguồn sáng. Tốt hơn là, giá thể 1 chứa các hạt ZnO 2 có kích thước hạt từ 0,2 đến 0,7 μm , mà gây ra tán xạ Mie cho bước sóng của ánh sáng được hấp thụ bởi chất diệt lục a. Điều này ức chế sự tạo ra và lan truyền tảo trong giá thể 1.

Theo phương án của sáng chế, giá thể 1 cũng có hiệu quả kháng tảo khi kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 được thiết lập đến kích thước đủ nhỏ để gây ra tán xạ Rayleigh cho các bước sóng của ánh sáng được hấp thụ bởi chất diệt lục a và chất diệt lục b. "Tán xạ Rayleigh" ở đây đề cập đến hiện tượng tán xạ ánh sáng mà chủ yếu diễn ra khi ánh sáng chạm vào hạt với kích thước hạt nhỏ hơn bước sóng của ánh sáng (ví dụ, kích thước hạt $D \leq \lambda/10$). Cường độ của tán xạ Rayleigh tỉ lệ thuận với lũy thừa bậc sáu của kích thước hạt và tỉ lệ nghịch với lũy thừa bậc bốn của bước sóng. Cường độ tán xạ được hạ thấp nếu kích thước hạt quá nhỏ. Cường độ của tán xạ Rayleigh của ánh sáng nằm trong khoảng bước sóng dài không ngắn hơn 600nm mà được hấp thụ bởi chất diệt lục, cũng được hạ thấp. Để cung cấp hiệu quả kháng tảo do tán xạ Rayleigh, kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 tốt hơn là từ 0,02 đến 0,07 μm . Các hạt ZnO 2 có kích thước hạt trung bình từ 0,07 đến 0,2 μm trong trường hợp cả tán xạ Mie và tán xạ Rayleigh. Mỗi cường độ của tán xạ Mie và tán xạ Rayleigh không quá cao. Tuy nhiên, tổng cường độ của tán xạ Mie và tán xạ Rayleigh tạo ra hiệu quả kháng tảo.

Do đó, kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 tốt hơn là được thiết lập từ 0,02 đến 0,7 μm để tạo ra hiệu quả kháng tảo bằng cách gây ra tán xạ Mie hoặc tán xạ Rayleigh cho các bước sóng ánh sáng mà được hấp thụ bởi chất diệt lục được chứa trong tảo và các bước sóng của ánh sáng được phát ra từ nguồn sáng. Kích thước hạt trung bình như vậy cho phép giá thể 1 có hiệu quả kháng tảo hữu hiệu.

Các hạt ZnO 2 có kích thước hạt trung bình được đề cập ở trên có thể được sản xuất bằng cách, ví dụ, phun thành bột hoặc nghiền nhỏ sử dụng máy nghiền bi hoặc tương tự. "Phun thành bột" ở đây đề cập đến quy trình mà đưa chất lỏng được tạo tia

thành dòng chảy kim loại nóng chảy để hình thành bột. "Nghiền bằng máy nghiền bi" đề cập đến quy trình để nghiền vật liệu thành bột bằng cách sử dụng máy nghiền bi như loại máy nghiền. Các hạt ZnO 2 có thể là ZnO có sẵn trên thị trường.

Kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 tốt hơn là được xác định sử dụng, ví dụ kích thước trung bình (D50) như chỉ số. Kích thước hạt trung bình của các hạt ZnO 2 có thể được đo dễ dàng với thiết bị theo JIS Z 8825: 2013 (phương pháp nhiễu xạ phân tích laze kích thước hạt) hoặc tương tự. Theo sáng chế, việc sử dụng kích thước hạt trung bình được đo với thiết bị như thiết bị được ưu tiên vì việc điều chỉnh dễ dàng của các hạt ZnO và tương tự. Do đó, khi kích thước hạt trung bình được đo của các hạt ZnO 2 nằm trong khoảng nêu trên của kích thước hạt, hầu hết các hạt ZnO 2 gây ra tán xạ Mie hoặc tán xạ Rayleigh.

Xốp nhựa

Các hạt ZnO 2 được đỡ và được cố định trong thanh chống nhựa hoặc trên bề mặt của các thanh chống nhựa trong quy trình hình thành xốp nhựa 3 để có hiệu quả thúc đẩy sinh trưởng cây trồng và hiệu quả kháng tảo.

Xốp nhựa 3 có cấu trúc ô mở. Trong xốp nhựa có cấu trúc ô đóng, các ô được cung cấp tách rời nhau. Do đó xốp nhựa có thể không được nhúng trong dung dịch dinh dưỡng. Với cấu trúc ô mở, xốp nhựa 3 có thể chứa dung dịch dinh dưỡng bên trong do hoạt động mao dẫn và giữ lại dung dịch dinh dưỡng. Ngoài ra, xốp nhựa 3 bao gồm vô số thanh chống do cấu trúc ô mở, và dung dịch dinh dưỡng khó xâm nhập vào xốp nhựa 3 từ bên ngoài. Do đó, xốp nhựa 3 có ít khả năng mất đi các axit từ rễ cây được tiết ra từ rễ cây lan bên trong. Nhờ đó xốp nhựa 3 giữ lại một cách thích hợp các ion Zn được tạo ra bởi các axit từ rễ cây và cho phép các ion Zn được tạo ra được hấp thụ bởi rễ cây. Do đó có thể dễ dàng và cung cấp một cách thích hợp cho cây trồng các dưỡng chất vi lượng thiết yếu, việc cung cấp và bổ sung các dưỡng chất vi lượng thiết yếu là khó khăn để kiểm soát trong canh tác thủy canh truyền thống. Xốp nhựa 3 tốt hơn là xốp polyuretan dẻo. Xốp polyuretan dẻo đã được sử dụng rộng rãi trong canh tác thủy canh, và các nhà sản xuất đã quen thuộc với nó. Bằng cách sử dụng xốp polyuretan dẻo này, giá thể 1 có thể có hiệu quả thúc đẩy sinh trưởng của cây trồng ưu việt và hiệu quả kháng tảo mà không thay đổi điều kiện canh tác và phương tiện.

Tỷ trọng biểu kiến của xốp nhựa 3 tốt hơn là được thiết lập để không nhỏ hơn 10 kg/m^3 và không lớn hơn 40 kg/m^3 . Điều này cho phép các hạt ZnO 2 phân tán đồng đều trong xốp nhựa 3, cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng ổn định. Tỷ trọng biểu kiến ở đây đề cập đến khối lượng trên mỗi đơn vị thể tích của mẫu vật bao gồm cả các ô mở và đóng. Tỷ trọng biểu kiến được tính theo JIS K 7222:2005 (nhựa và cao su dạng ô -xác định tỷ trọng (khối lượng) biểu kiến).

Số lượng của các ô của xốp nhựa 3 tốt hơn là, ví dụ, từ 10 đến 100 lỗ/25 mm và tốt hơn nữa là từ 30 đến 70 lỗ/25 mm. "Ô" ở đây đề cập đến lỗ hổng trong cấu trúc của vật liệu có lỗ rỗng như xốp nhựa 3. Xốp nhựa 3 với số lượng ô được mô tả ở trên cải thiện khả năng giữ nước và cung cấp thích hợp nước cho cây trồng cụ thể tại giai đoạn gieo hạt và ngay sau khi nảy mầm. Xốp nhựa 3 với số lượng ô nêu trên ít có khả năng ngăn rễ cây trồng mọc dài, do đó có tác dụng tích cực đến sự trải rộng của rễ cây. Số lượng các ô được tính theo JIS K6400-1: 2004 (vật liệu polyme dạng ô dẹt - xác định tính chất vật lý-phụ lục 1 - xác định số lượng ô).

Độ cứng của xốp nhựa 3 tốt hơn là được thiết lập từ 20 đến 300 N/314 cm^2 và tốt hơn là từ 30 đến 70 N/314 cm^2 . Xốp nhựa 3 với độ cứng được mô tả ở trên thích hợp để đỡ cây trồng. Xốp nhựa 3 với độ cứng mô tả ở trên ít có khả năng ngăn rễ cây trồng mọc dài, do đó có tác dụng tích cực đến sự trải rộng của rễ cây. Hơn nữa, xốp nhựa 3 cải thiện khả năng làm việc của nhà sản xuất khi trồng và cấy ghép cố định. Độ cứng được tính bằng phương pháp D của JIS K 6400-2: 2012 (vật liệu polyme dạng ô dẹt - các đặc tính vật lý - phần 2). Xác định độ cứng (kỹ thuật tạo lõm) và các đặc tính ứng suất trong nén.

Xốp nhựa 3 tốt hơn là xốp polyuretan dẹt sẽ được mô tả sau nhưng không giới hạn là xốp polyuretan. Xốp nhựa 3 có thể là xốp nhựa tổng hợp bất kỳ với số lượng ô và độ cứng bằng số lượng ô và độ cứng của xốp uretan dẹt đã nêu trên. Các ví dụ về xốp nhựa tổng hợp này là xốp polystyren, xốp polyetylen và xốp polypropylen.

Phương pháp sản xuất giá thể

Giá thể 1 theo sáng chế có thể được sản xuất với thiết bị và dưới các điều kiện thông thường được sử dụng để sản xuất giá thể trồng thủy canh. Ví dụ của phương pháp sản xuất giá thể 1 được mô tả cụ thể cho xốp nhựa 3 là xốp polyuretan dẹt.

Đầu tiên, thành phần của polyol, isoxyanat, chất tạo khí, chất ổn định xốp, chất xúc tác, và chất tương tự và hạt ZnO 2 được trộn và tạo xốp bằng thiết bị như máy tạo xốp áp suất thấp hoặc áp suất cao, nhờ đó tạo ra xốp polyuretan dẻo với hình dạng mong muốn, chẳng hạn như xốp tấm hoặc xốp khuôn. "Polyol" ở đây là hợp chất chứa nhóm hydroxyl rượu nhiều lần và là vật liệu thô của polyuretan. "Isoxyanat" là hợp chất chứa cấu trúc một phần $-N=C=O$ và là vật liệu thô của polyuretan với polyol. "Chất tạo khí" là chất mà được thêm vào nhựa gốc để tạo khí và hình thành cấu trúc dạng ô. "Chất ổn định xốp" là để hình thành xốp đồng nhất và mịn. "Xốp tấm" là xốp thu được bằng cách đổ hỗn hợp các nguyên liệu thô lên trên băng truyền liên tục tạo xốp liên tục hỗn hợp thành sản phẩm có mặt cắt hình chữ nhật hoặc về cơ bản hình chữ U theo hướng chiều dọc và sau đó cắt sản phẩm thành mảnh định trước. "Xốp khuôn" là xốp thu được bằng cách bơm hỗn hợp nguyên liệu thô vào khuôn nhựa hoặc tương tự để tạo xốp và lấy sản phẩm xốp khỏi khuôn. Xốp polyuretan dẻo này có thể cũng được sản xuất bằng cách thủ công. "Tạo xốp thủ công" ở đây đề cập đến quy trình để đo mỗi nguyên liệu thô trong cốc hoặc tương tự và khuấy chúng lên để tạo xốp.

Phương pháp trộn các hạt ZnO 2 và các nguyên liệu thô khác không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, các nguyên liệu thô khác isoxyanat được trộn và được phân tán trong polyol trước như hỗn hợp trước polyol, mà sau đó được phản ứng với isoxyanat. Ngoài ra, các vật liệu thô có thể được đo, được trộn và được phản ứng riêng lẻ. Sau đó, các màng ô được loại bỏ bằng cách nghiền vỡ hoặc nổ. "Nghiền vỡ" ở đây đề cập đến quy trình được thực hiện để phá vỡ các màng ô được hình thành tại bước tạo xốp để ổn định hình dạng của sản phẩm được tạo khuôn và ngăn sự co lại của xốp. "Xử lý nổ" đề cập đến việc loại bỏ các màng ô với năng lượng nổ. Xốp nhựa 3 có thể được sản xuất bằng cách sử dụng hợp chất của nguyên liệu thô mà không thể hình thành màng ô tại bước tạo xốp.

Xốp polyuretan dẻo sản xuất trải qua quy trình thứ hai sử dụng máy cắt đứng, máy cắt ngang mỏng, hoặc tương tự thành tấm với độ dày định trước. Tấm xốp polyuretan dẻo được cắt thành kích thước định trước sử dụng máy cắt dạng lưỡi dao hoặc tương tự, nhờ đó sản xuất các giá thể 1. Giá thể 1 có hình dạng mong muốn có thể được sản xuất bằng cách đục lỗ với máy cắt dạng lưỡi dao sử dụng khuôn đột như lưỡi dao Thomson, khoan với máy khoan, và tương tự.

Tại quy trình với máy cắt dạng lưỡi dao, phần giữ 4 có thể được cung cấp tại trung tâm của giá thể 1 khi nhìn từ hình chiếu từ trên xuống. Điều này tạo điều kiện cho quá trình gieo hạt và cho phép rễ của cây trồng đã mọc mầm dễ dàng xuyên qua giá thể 1. Tấm xốp polyuretan dẻo trải qua bước khoan lỗ trước khi hoặc sau khi cắt với máy cắt dạng lưỡi dao để xử lý để tránh hạt khỏi bị di dời khi gieo.

Sử dụng giá thể

Giá thể 1 được sử dụng trong khay thủy canh, chẳng hạn như khay cây con hoặc khay sinh trưởng, hoặc thùng dung dịch dinh dưỡng, hoặc tương tự (xem các Fig. 2 đến 4). Các Fig. 2 đến Fig. 4 được mô tả sau đây. Sau khi hoặc trước khi giá thể 1 được đặt trong khay thủy canh, hạt của cây được gieo trong phần giữ 4. Sau khi gieo, dung dịch dinh dưỡng được tuần hoàn hoặc được thay thế thường xuyên cho canh tác thủy canh. Giá thể 1 có thể được cố định trong lỗ được cung cấp cho bảng canh tác 10 nếu cần thiết. Bảng canh tác 10 ở đây là bảng làm bằng vật liệu như, ví dụ, polystyren được giãn nở hoặc polypropylen được giãn nở theo kỹ thuật dòng chảy sâu. Bảng này có thể nổi trong nước hoặc dung dịch dinh dưỡng. Giá thể 1 được cố định trong lỗ được cung cấp cho bảng, mà được nổi trong dung dịch dinh dưỡng để đỡ và cố định cây trồng. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở ví dụ nêu trên.

Như đã mô tả ở trên, giá thể 1 theo phương án có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng và hiệu quả kháng nấm. Việc sử dụng giá thể 1 theo sáng chế thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng trong các hệ thống thủy canh thông thường (kỹ thuật dòng chảy sâu, kỹ thuật màng dinh dưỡng, hoặc tương tự). Do đó có thể rút ngắn thời gian canh tác cho đến khi cây trồng sinh trưởng đến trọng lượng định mức hoặc tăng trọng lượng thu hoạch trong thời kỳ canh tác định mức.

Hơn nữa, vì giá thể 1 như môi trường canh tác tự nó có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng, sẽ là không cần thiết để bổ sung Zn như dưỡng chất vi lượng thiết yếu, việc bổ sung là khó khăn để điều chỉnh, vào dung dịch dinh dưỡng hoặc để bổ sung Zn vào thùng khác nhau. Giá thể 1 theo phương án giảm sức lao động của nhà sản xuất. Giá thể 1 theo phương án có thể được gom lại khi thu hoạch cây trồng, được phân phối và được loại bỏ. Do đó, ở lần canh tác kế tiếp, giá thể 1 mới được bổ sung. Do đó có thể cung cấp Zn liên tục và ổn định mà không chú ý đến thời

gian thay thế của vật liệu đã cho hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng. Không có khả năng thiếu hụt Zn. Ngoài ra, vì các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 là có thể hòa tan trong axit xitric, giá thể 1 tiếp tục có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng và hiệu quả kháng tảo trong thời gian dài. Vì các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 là có thể hòa tan trong axit xitric, nồng độ ion Zn trong dung dịch dinh dưỡng không thể tăng trong thời gian ngắn. Do đó cây trồng ít có khả năng phát triển các dấu hiệu dư thừa. "Kỹ thuật dòng chảy sâu" trong bản mô tả đề cập đến phương pháp canh tác với rễ cây trồng và môi trường canh tác được nhúng trong dung dịch dinh dưỡng. "Kỹ thuật màng dinh dưỡng" đề cập đến phương pháp canh tác với môi trường trồng cây tồn tại trong không khí và rễ cây tiếp xúc với dung dịch dinh dưỡng và không khí.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, phần mô tả về giá thể theo sáng chế sẽ chi tiết hơn dựa trên các ví dụ.

Trong ví dụ 1, các giá thể 1 được sản xuất như sau. Các nguyên liệu thô của xốp polyuretan dẻo tạo thành giá thể 1 là CEF-385 (isoxyanat, được sản xuất bởi TOSOH CORPORATION) và NEF-612 (polyol trộn trước, được sản xuất bởi TOSOH CORPORATION). ZnO (được sản xuất bởi SAKAI CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.) với kích thước hạt trung bình là 0,29 μm khi hạt ZnO 2 đã được bổ sung vào NEF-612 và được trộn để phân tán đồng nhất. ZnO được bổ sung là 2,0% trọng lượng/trọng lượng (w/w%) của tổng trọng lượng thành phần. CEF-385 được đưa vào hỗn hợp, tiếp theo là khuấy và trộn đều, do đó tạo ra xốp polyuretan dẻo. Xốp polyuretan dẻo được sản xuất đã được cắt thành các mảnh (24 mm dài x 24 mm rộng x 28 mm dày) như giá thể 1. Các đặc tính vật lý của giá thể 1 thu được là như sau: tỷ trọng biểu kiến là 30 kg/m^3 ; và số lượng ô là 50 lỗ/25 mm. Các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 là 9,49 mg/mảnh.

Các ví dụ 2 đến 9 và ví dụ so sánh 1 đến 26 đã thu được dưới cùng điều kiện như các điều kiện của ví dụ 1 ngoài trừ các hạt ZnO 2 trong ví dụ 1 được thay đổi thành các hạt của hợp chất khác hoặc lượng chất phụ gia đã thay đổi. Các chất phụ gia và hàm lượng của nó trong ví dụ 2 đến 9 và các ví dụ so sánh 1 đến 26 được thể hiện

trong bảng 1. Trong bảng 1, ký hiệu "-" biểu thị mục không được đo và không thể đo được vì giá thể 1 không chứa các hạt hoặc tương tự.

Trong các ví dụ 5 và 6 và các ví dụ so sánh 21 và 22, để điều chỉnh số lượng ô, metylen clorua được thêm một cách thích hợp vào NEF-612 như chất tạo khí chỉ trước khi NEF-612 và CEF-385 được trộn. Giá thể 1 với số lượng ô được điều chỉnh để khác 50 lỗ/25 mm được tạo ra.

Bảng 1

Giá thể 1	Chất phụ gia (Các hạt 2)	Kích thước hạt trung bình của chất phụ gia (μm)	Hàm lượng phần trăm của chất phụ gia (W/W%)	Hàm lượng trọng lượng của chất phụ gia (mg/mảnh)	Số lượng ô (lỗ/25 mm)
Ví dụ 1	ZnO	0,29	2,0	9,49	50
Ví dụ 2	ZnO	0,29	1,0	4,84	50
Ví dụ 3	ZnO	0,29	1,5	7,15	50
Ví dụ 4	ZnO	0,29	2,9	14,1	50
Ví dụ 5	ZnO	0,29	2,0	9,49	30
Ví dụ 6	ZnO	0,29	2,0	9,49	13
Ví dụ 7	ZnO	0,02	1,0	4,84	50
Ví dụ 8	ZnO	0,45	1,0	4,84	50
Ví dụ 9	ZnO	0,60	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 1	Không có chất phụ gia	-	-	-	50
Ví dụ so sánh 2	Mg(OH) ₂	-	1,0	4,84	50
Ví dụ so	Mg(OH) ₂	-	2,0	9,49	50

sánh 3					
Ví dụ so sánh 4	Mg(OH) ₂	-	2,9	14,1	50
Ví dụ so sánh 5	MgO	-	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 6	MgO	-	2,0	9,49	50
Ví dụ so sánh 7	MgO	-	2,9	14,1	50
Ví dụ so sánh 8	CaCO ₃	-	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 9	CaCO ₃	-	2,0	9,49	50
Ví dụ so sánh 10	CaCO ₃	-	2,9	14,1	50
Ví dụ so sánh 11	Kẽm stearat	-	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 12	Kẽm laurat	-	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 13	ZnCl ₂	-	0,10	0,48	50
Ví dụ so sánh 14	ZnCl ₂	-	0,25	1,21	50
Ví dụ so sánh 15	ZnCl ₂	-	0,50	2,42	50
Ví dụ so sánh 16	ZnSO ₄	-	0,10	0,48	50

Ví dụ so sánh 17	ZnSO ₄	-	0,25	1,21	50
Ví dụ so sánh 18	ZnSO ₄	-	0,50	2,42	50
Ví dụ so sánh 19	ZnO	0,29	3,8	18,6	50
Ví dụ so sánh 20	ZnO	0,29	4,8	23,0	50
Ví dụ so sánh 21	Không có chất phụ gia	-	-	-	13
Ví dụ so sánh 22	ZnO	0,29	2,0	9,49	7,5
Ví dụ so sánh 23	ZnO	0,01	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 24	ZnO	1,0	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 25	ZnO	2,0	1,0	4,84	50
Ví dụ so sánh 26	ZnO	10	1,0	4,84	50

Các ví dụ so sánh 27 đến 33 thể hiện dưới đây đã thu được dưới cùng điều kiện ngoài trừ các hạt ZnO 2 trong ví dụ 1 đã thay đổi thành chất liệu màu FTR-5570 (carbon đen hàm lượng là 20 đến 30%) (Dainichiseika Color & Chemicals Mfg. CO., Ltd.) và lượng có nó đã thay đổi. Chất phụ gia và hàm lượng của nó trong ví dụ so sánh 27 đến 33 được thể hiện trong bảng 2. Trong bảng 2, kí hiệu "-" biểu thị rằng mục đó không được đo.

Bảng 2

Giá thể 1	Chất phụ gia (chất liệu màu)	Kích thước hạt trung bình của chất phụ gia (μm)	Hàm lượng phần trăm của chất phụ gia (W/W%)	Hàm lượng trọng lượng của chất phụ gia (mg/mảnh)	Số lượng ô (lỗ/25 mm)
Ví dụ so sánh 27	FTR-5570	-	0,13	0,63	50
Ví dụ so sánh 28	FTR-5570	-	0,50	2,42	50
Ví dụ so sánh 29	FTR-5570	-	1,00	4,84	50
Ví dụ so sánh 30	FTR-5570	-	1,25	6,15	50
Ví dụ so sánh 31	FTR-5570	-	2,91	14,5	50
Ví dụ so sánh 32	FTR-5570	-	0,20	0,97	50
Ví dụ so sánh 33	FTR-5570	-	0,125	0,61	50

Sử dụng các ví dụ 1 đến 9 và các ví dụ so sánh 1 đến 33, các bước sau đây được thực hiện.

[A] Xác nhận sự hòa tan của các hạt làm từ hợp chất có thể tan trong axit xitric bởi các axit từ rễ cây.

[B] Xác nhận hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của giá thể chứa các hạt

[C] Xác nhận cây trồng mà có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng.

[D] Xác nhận ý nghĩa đáng kể của việc bổ sung các hạt làm từ hợp chất có thể tan trong axit xitric của giá thể.

[E] Xem xét nguyên tắc của hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng do các hạt được làm từ hợp chất Zn.

[F] Xác nhận và xem xét hiệu quả kháng tảo.

Trên các Fig. 2 đến Fig. 8, số tham chiếu 1 là các giá thể; 5 là khay cây con; 6 là cây trồng; 7 là dung dịch dinh dưỡng; 8 là nguồn sáng; 9 là khay trồng cây; 10 là bảng trồng cây; 11 là động cơ chìm; 12 là thùng dung dịch dinh dưỡng; 13 là ống cung cấp dung dịch dinh dưỡng cho khay trồng cây; 14 là ống chảy tràn; 15 là bơm không khí; 16 là ống khí; 17 là lưu lượng kế; 18 là thiết bị giám sát CO₂ phía cung cấp không khí; 19 là khoang; 20 là nước; 21 là thiết bị giám sát CO₂ phía xả không khí; 22 là bể chứa thử nghiệm; 23 là dụng cụ đo độ rọi. Trong các thử nghiệm sau, "dung dịch dinh dưỡng 7" là công thức A hãng OAT (hệ số pha loãng = 1,0, được thực hiện bởi OAT Agrio Co., Ltd.). Dung dịch dinh dưỡng 7 đã được bổ sung thích hợp để kiểm soát dung dịch dinh dưỡng 7 sao cho độ pH = 6 và giá trị EC = 2,5. "Giá trị EC" theo sáng chế đề cập đến độ dẫn điện của dung dịch dinh dưỡng.

Quy trình canh tác theo sáng chế bao gồm các bước: 1 nảy mầm, 2 cây con, và 3 trồng cây ổn định. Mỗi bước được thực hiện như sau. Nhiệt độ môi trường ở mỗi bước khoảng 20°C (xem các Fig. 2 và 3).

1. Nảy mầm (xem Fig. 2)

"Nảy mầm" theo sáng chế đề cập đến bước từ gieo hạt của cây trồng trong giá thể 1 đến nảy mầm của hạt. Bước được thực hiện theo phương thức sau.

- (1) Các giá thể 1 được đặt chặt trong khay cây con 5 mà không có khoảng trống giữa chúng và được thấm với nước vôi với tỉ lệ 20 mL/mảnh.
- (2) Một hạt được gieo trong mỗi giá thể 1 của bước (1) nêu trên.
- (3) Bước nảy mầm được thực hiện trong bóng tối trong ba ngày. Để ngăn sự bay hơi nước, khay cây con 5 được đậy nắp (không được minh họa).

2. Cây con (xem Fig. 2)

"Cây con" theo sáng chế đề cập đến bước sinh trưởng mầm của cây trồng được nảy mầm đến kích thước đủ lớn để được trồng lại (đến mức rễ của cây trồng xuyên qua đáy của giá thể 1). Bước cây con được thực hiện theo phương thức sau.

(4) Sau bước nảy mầm, nước vôi trong khay cây con 5 được thay thế bằng dung dịch dinh dưỡng 7, và cây trồng được chiếu sáng với nguồn sáng 8.

(5) Nguồn sáng 8 là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày, 10.000 lx). Cây trồng đã được chiếu sáng liên tục trong 14 giờ, và được để trong bóng tối trong 10 giờ tiếp theo trong ngày. Thời kỳ cây con được thiết lập trong bảy ngày. Các môi trường canh tác được thiết lập như sau: nhiệt độ là 20 °C, độ ẩm tương đối là 60% và nồng độ CO₂ là 700 ppm.

3. Trồng cây cố định (xem Fig. 3)

"Trồng cây cố định" theo sáng chế đề cập đến bước cố định mỗi giá thể 1 với cây con của cây trồng 6 sinh trưởng đến kích thước nhất định trong bước cây con vào một trong các lỗ của bảng trồng cây 10 trong thiết bị tuần hoàn được minh họa trên Fig. 3; và sinh trưởng cây con đến khi thu hoạch. Các lỗ được cung cấp tại các khoảng đều đặn trong bảng trồng cây 10. Bước trồng cây cố định được thực hiện theo phương thức sau. Trong phương pháp tuần hoàn được minh họa trên Fig. 3, dung dịch dinh dưỡng 7 được tuần hoàn.

(6) Sau bước trồng cây, mỗi giá thể 1 với các cây con của cây trồng 6 sinh trưởng được cố định vào một trong các lỗ được cung cấp tại các khoảng đều đặn trong bảng trồng cây 10 để trồng lại. Các khoảng giữa các lỗ là 80 mm. Lượng dung dịch dinh dưỡng 7 trong khay trồng cây 9 mỗi giá thể 1 được kiểm soát là 1 L.

(7) Nguồn sáng 8 là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày, 18.000 lx). Cây trồng đã được chiếu sáng liên tục trong 14 giờ, và được để trong bóng tối trong 10 giờ tiếp theo trong ngày. Các môi trường canh tác được thiết lập như sau: nhiệt độ là 20°C, độ ẩm tương đối là 60% và nồng độ CO₂ là 700 ppm.

(8) Bước trồng cây cố định, khi cây trồng 6 đã sinh trưởng, các cây trồng 6 trở nên đông đúc và ức chế sự sinh trưởng của nhau. Các cây trồng đã được trồng lại một lần nữa sang bảng trồng cây 10 với các lỗ được cung cấp ở các khoảng lớn hơn. Các

khoảng giữa các lỗ là 150 mm, việc trồng lại được thực hiện 14 ngày sau khi trồng lại lần thứ nhất.

Theo sáng chế, tổng số ngày cần cho mỗi bước 1 nảy mầm, 2 cây con, và 3 trồng cây cố định được đề cập đến như "số ngày canh tác", mà được ghi lại cho mỗi thử nghiệm được mô tả sau đây.

Các thử nghiệm cho A đến F được mô tả ở trên được thực hiện sử dụng một trong các thiết bị được minh họa trên các Fig. 2 đến Fig. 8. Sau đây, mô tả cho các phương pháp thử nghiệm được đưa ra, bao gồm thử nghiệm tảo, thử nghiệm cây con, thử nghiệm tuần hoàn, thử nghiệm tuần hoàn nhỏ, và thử nghiệm quang hợp, mà được sử dụng như các thử nghiệm A đến F, các hình vẽ tương ứng, và các chi tiết của các thử nghiệm.

Thử nghiệm cây con

Trong thử nghiệm cây con, các bước nêu trên của quy trình canh tác: 1 nảy mầm và 2 cây con được thực hiện. Sự chiếu sáng được thực hiện với giờ chiếu sáng bởi nguồn sáng 8 được thay đổi đến 24 giờ/ngày.

Thử nghiệm tuần hoàn

Trong thử nghiệm tuần hoàn, các bước của quy trình canh tác: 1 nảy mầm, 2 cây con, và 3 trồng cây cố định được thực hiện. Tốc độ dòng chảy của dung dịch dinh dưỡng 7 bởi động cơ chìm 11 được thiết lập là 2,0 L/phút. Trong các trường hợp canh tác liên tục, tốc độ dòng chảy của dung dịch dinh dưỡng 7 bởi động cơ chìm 11 được thiết lập là 6,0 L/phút.

Thử nghiệm tuần hoàn nhỏ

Trong thử nghiệm tuần hoàn nhỏ, các bước: 1 nảy mầm đến 3 trồng cây cố định được thực hiện dưới cùng điều kiện như các điều kiện của thử nghiệm tuần hoàn sử dụng thiết bị được minh họa trên Fig. 4. Tốc độ dòng chảy của dung dịch dinh dưỡng 7 bởi động cơ chìm 11 được thiết lập là 2,0 L/phút.

[A] Xác nhận sự hòa tan của các hạt làm từ hợp chất có thể tan trong axit xitric bởi các axit từ rễ cây.

Sự tiết ra axit từ rễ cây

[A-1] Thử nghiệm tiết axit từ rễ cây

Trong canh tác trong đất, các axit (axit từ rễ cây) tiết ra từ rễ cây hòa tan từ từ hợp chất có thể tan trong axit xitric trong vùng rễ, và các ion được rửa giải được hấp thụ bởi rễ cây. Trong canh tác thủy canh, dung dịch dinh dưỡng được tuần hoàn, và các axit từ rễ cây không thể giữ lại trong vùng rễ. Hợp chất có thể hòa tan trong axit xitric khó hòa tan và hấp thụ. Người ta đã phân tích xem, trong canh tác thủy canh, các axit từ rễ cây tồn tại trong giá thể và dung dịch dinh dưỡng hay không. Khi các axit từ rễ cây tồn tại, các đặc tính của các thành phần do đó được phân tích.

Thử nghiệm tiết axit từ rễ cây được thực hiện như sau sử dụng thiết bị được minh họa trên Fig, 5 với việc tham chiếu đến tài liệu sau.

Tài liệu tham khảo: OKURA Minoru (Chuo University graduate school), SUZUKI Yoshinari (Chuo University graduate school, and FURUTA Naoki (Chuo University graduate school), "Identification of organic acids discharged from roots of tomato (*lycopersicon esculentum*) grown in hydroculture", JSAC meeting proceedings, vol. 58, p. 55

Phương pháp thử nghiệm

(1) xà lách xoăn (được đăng ký nhãn hiệu bởi SNOW BLAND SEED CO., Ltd.) như cây trồng 6 được canh tác sử dụng giá thể 1 (không chứa Zn) của ví dụ so sánh 1 trong cùng phương pháp như thử nghiệm tuần hoàn nêu trên.

(2) Dung dịch dinh dưỡng 7 bám vào rễ của cây trồng được canh tác 6 và giá thể 1 được rửa giải với nước trao đổi ion.

(3) Cây trồng 6 sau đó được canh tác nhiều hơn năm ngày trong thiết bị của Fig. 5 với bể chứa thử nghiệm 22 được đổ đầy nước trao đổi ion. Nguồn sáng 8 là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày, 18.000 lx). Cây trồng 6 đã được chiếu sáng liên tục trong 14 giờ, và được để trong bóng tối trong 10 giờ trong ngày.

(4) Năm ngày sau, nước trao đổi ion trong giá thể 1 và nước trao đổi ion trong thùng được lấy mẫu như dung dịch được hòa tan trong axit từ rễ.

(5) Các dung dịch được hòa tan trong axit từ rễ được lấy mẫu được cô đặc với hệ số 20 và được phân tích chất lượng sử dụng sắc ký lỏng (liquid chromatography - LC).

(6) Các kết quả như được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3

	Các thành phần axit từ rễ cây được phát hiện
Nước trao đổi ion trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1	axit malic, axit succinic, axit lactic
Nước trao đổi ion trong thùng	không phát hiện

Như được thể hiện trong bảng 3, các axit từ rễ cây được phát hiện từ nước trao đổi ion trong giá thể 1. Các kết quả này cho thấy rằng các axit từ rễ cũng được tiết ra trong canh tác thủy canh. Tuy nhiên, không có các axit hữu cơ được phát hiện từ nước trao đổi ion trong thùng. Do đó, trong canh tác thực tế, lượng lớn các axit từ rễ cây được tiết ra từ rễ cây giữ lại trong giá thể 1 trong khi lượng axit từ rễ cây được hòa tan trong dung dịch dinh dưỡng 7 về cơ bản là nhỏ. Do đó, các axit từ rễ cây được chứa với lượng rất nhỏ trong dung dịch dinh dưỡng 7 bên ngoài giá thể 1 và hợp chất có thể tan trong axit xitric ít có khả năng hòa tan. Hơn nữa, vì các axit từ rễ cây giữ lại trong giá thể 1, giá thể 1 chứa hợp chất có thể tan trong axit xitric chứa dưỡng chất vì lượng thiết yếu cho phép rửa giải hiệu quả hơn dưỡng chất vì lượng thiết yếu so với dưỡng chất vì lượng thiết yếu được chứa trong dung dịch dinh dưỡng 7.

[A-2] Khả năng hòa tan trong axit xitric của ZnO

Thử nghiệm sự hòa tan của ZnO trong dung dịch nước axit xitric

Việc kiểm tra [A-1] đã xác nhận rằng các axit từ rễ cây cũng được tiết ra từ rễ cây và giữ lại trong giá thể 1 với lượng lớn trong canh tác thủy canh. Sau đó, thử nghiệm hòa tan được thực hiện cho ZnO bao gồm Zn như dưỡng chất vì lượng thiết yếu của cây trồng, mà chứa trong giá thể 1 theo phương án của sáng chế. Dung môi

được sử dụng trong thử nghiệm hòa tan là dung dịch nước axit xitric nồng độ 2% trọng lượng/trọng lượng ở (20°C). Thử nghiệm được thực hiện như sau.

Phương pháp thử nghiệm

(1) Nước cất được thêm vào axit xitric (độ tinh khiết $\geq 99,5\%$, bởi Taiyo Pharmaceutical Co., Ltd.), do đó điều chế dung dịch nước axit xitric nồng độ 2,0% trọng lượng/trọng lượng.

(2) Dung dịch nước axit xitric 2,0% trọng lượng/trọng lượng (ở 20°C) được điều chế như trên được khuấy đều bằng khuấy từ trong khi ZnO được thêm vào đó.

(3) Sau khi đã xác nhận rằng ZnO được hòa tan hoàn toàn trong dung dịch nước axit xitric nồng độ 2,0% trọng lượng/trọng lượng (ở 20°C), ZnO tiếp tục được thêm vào.

(4) Các bước (2) và (3) nêu trên được lặp lại. Trọng lượng tổng của ZnO được thêm vào đến khi ZnO không hòa tan hoàn toàn đã thu được như độ hòa tan của ZnO vào dung dịch nước axit xitric nồng độ 2,0% trọng lượng/trọng lượng (ở 20°C).

Độ hòa tan của ZnO vào 100 g dung dịch nước axit xitric nồng độ 2,0% trọng lượng/trọng lượng (ở 20°C) là 1580 mg mà thể hiện rằng ZnO có thể tan trong axit xitric. Điều này cho thấy rằng giá thể 1 chứa các hạt ZnO 2, các hạt ZnO 2 hòa tan trong các axit từ rễ tồn tại trong giá thể 1 và cây trồng hấp thụ Zn hiệu quả.

[B] Xác nhận hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của giá thể chứa các hạt

[B-1] Hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của các hợp chất khác nhau

Thử nghiệm cây con

Tiếp theo, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng được xác nhận sử dụng giá thể 1 của các ví dụ và ví dụ so sánh chứa các hợp chất bao gồm các nguyên tố thiết yếu, (bao gồm giá thể 1 của ví dụ 1 chứa các hạt ZnO 2 và giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 không chứa nguyên tố thiết yếu. Các hợp chất được thêm vào và hàm lượng của chúng trong giá thể 1 được thể hiện trong các bảng 1 và 2.

Thử nghiệm cây con nêu trên được thực hiện sử dụng giá thể thu được 1. Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Về số ngày canh tác trong các trường hợp bổ sung các hợp chất Mg và Ca, thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con được thiết lập là 21 ngày. Trong trường hợp bổ sung các hợp chất Zn, thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con được thiết lập là 27 ngày. Sau khi canh tác thủy canh của mỗi thử nghiệm cây con được hoàn thành, tỉ lệ của trọng lượng của phần trên không của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong mỗi giá thể 1 trên trọng lượng của cây trồng được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa phần tử thiết yếu) đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4

Chất phụ gia vào giá thể 1	Độ hòa tan của chất phụ gia	Giá thể 1	Hàm lượng trọng lượng của chất bổ sung (mg/mảnh)	Hàm lượng phần trăm của chất bổ sung (w/w%)	Thừa số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỉ lệ trọng lượng phần trên không)	Ghi chú
Magiê Hydroxit $Mg(OH)_2$	tan trong axit xitric	Ví dụ so sánh 2	4,48	1,0	0,87	
		Ví dụ so sánh 3	9,49	2,0	0,71	
		Ví dụ so sánh 4	14,1	2,9	1,00	
Magiê oxit MgO	không tan trong nước	Ví dụ so sánh 5	4,48	1,0	0,93	
		Ví dụ so	9,49	2,0	0,95	

		sánh 6				
		Ví dụ so sánh 7	14,1	2,9	0,86	
Canxi carbonat	không tan trong nước	Ví dụ so sánh 8	4,48	1,0	0,91	
		Ví dụ so sánh 9	9,49	2,0	1,04	
		Ví dụ so sánh 10	14,1	2,9	0,68	
Kẽm oxit	tan trong axit xitric	Ví dụ 2	4,84	1,0	1,44	
		Ví dụ 1	9,49	2,0	1,45	
Kẽm stearat	không tan trong nước	Ví dụ so sánh 11	4,48	1,0	0,85	
Kẽm laurat	không tan trong nước	Ví dụ so sánh 12	4,48	1,0	0,81	
kẽm clorua	không tan trong nước	Ví dụ so sánh 13	0,48	0,10	1,05	
		Ví dụ so sánh 14	1,21	0,25	1,26	Tạo màu vàng
		Ví dụ so sánh 15	2,42	0,50	1,43	Tạo màu vàng
Kẽm sunfat $ZnSO_4$	không tan trong nước	Ví dụ so sánh 16	0,48	0,10	1,39	
		Ví dụ so sánh 17	1,21	0,25	1,12	Tạo màu vàng

		Ví dụ so sánh 18	2,42	0,50	1,11	Tạo màu vàng
--	--	---------------------	------	------	------	-----------------

Như đã minh họa trên bảng 4, các kết quả của các thử nghiệm cho các hợp chất khác nhau thể hiện rằng ZnO có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng.

Trong các thử nghiệm về khả năng hòa tan trong nước của ZnCl_2 và ZnSO_4 , trọng lượng cây trồng đã tăng, nhưng tạo màu vàng như dấu hiệu dư thừa xảy ra.

Kẽm stearat và kẽm laurat như là các hợp chất kim loại hữu cơ không có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng.

Đối với các hợp chất vô cơ chứa magie và canxi như các dưỡng chất đa lượng thiết yếu, không có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng có tác dụng với mức độ hàm lượng này của hợp chất trong giá thể 1 vì hợp chất đã chứa trong dung dịch dinh dưỡng với lượng rất lớn.

Các kết quả kiểm tra trên cho thấy rằng các hạt ZnO 2 chứa Zn như dưỡng chất vi lượng thiết yếu có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng vì các hạt ZnO có thể tan trong axit xitric.

[B-2] So sánh khả năng hòa tan hợp chất Zn trong axit xitric với khả năng hòa tan hợp chất Zn trong nước

Thử nghiệm tuần hoàn

Các đề cập [B-1] nêu trên được kiểm tra hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của hợp chất Zn. Các thử nghiệm được thực hiện trong [B-1] chỉ kiểm tra các bước nảy mầm và cây con. So sánh đã được thực hiện về hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của hợp chất Zn có thể hòa tan trong axit xitric và hợp chất Zn có thể hòa tan trong nước bằng cách thực hiện canh tác sử dụng kỹ thuật dòng chảy sâu được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy thực vật cho đến khi thu hoạch.

Thử nghiệm đã sử dụng giá thể 1 của ví dụ 1 (chứa ZnO; 9,49 mg/giá thể), ví dụ so sánh 13 (chứa ZnCl_2 ; 0,48 mg/mảnh), ví dụ so sánh 16 (ZnSO_4 ; 0,48 mg/mảnh) và ví dụ so sánh 1 (không chứa Zn).

Thử nghiệm canh tác đã được thực hiện qua ví dụ tuần hoàn nêu trên sử dụng giá thể 1 của các ví dụ và ví dụ so sánh. Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con được thiết lập là 14 ngày, và thời kỳ 3 trồng cây cố định là 21 ngày. Tỷ lệ trọng lượng của phần trên không của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong mỗi giá thể 1 trên trọng lượng của cây trồng được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa phần tử thiết yếu) đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5

Giá thể 1	Ví dụ so sánh 1 (không chứa Zn) Không tiến hành	Ví dụ 1 (chứa ZnO)	ví dụ so sánh 13 (chứa ZnCl ₂)	ví dụ so sánh 16 Chứa ZnSO ₄
Hàm lượng trọng lượng của hợp chất Zn [mg/mảnh]	0,00	9,49	0,48	0,48
Hàm lượng phần trăm của hợp chất Zn [w/w%]	0,00	2,00	0,10	0,10
Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỷ lệ trọng lượng phần trên không)	1,00	1,34	1,19	1,08

Các kết quả của bảng 5 thể hiện rằng ZnO, mà hòa tan trong axit xitric, là ưu việt nhất trong hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng.

Dựa trên các kết quả được thể hiện trên bảng 4 và 5, với giá thể 1 chứa hợp chất có thể hòa tan trong nước chứa dưỡng chất vi lượng thiết yếu như ZnCl_2 và ZnSO_4 , tất cả các hợp chất có thể hòa tan trong nước được rửa giải trong dung dịch dinh dưỡng trong suốt thời kỳ canh tác thậm chí nếu hợp chất có thể hòa tan trong nước được phủ với thành phần nhựa của xốp polyuretan dẻo như chất nền của giá thể 1 và được giải phóng chậm. Do đó hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng không được duy trì đủ. Nếu hàm lượng của thành phần có thể hòa tan trong nước trong giá thể được tăng để duy trì đủ hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng, cây trồng sẽ phát triển các dấu hiệu dư thừa. Do đó khó để cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng bằng cách bổ sung hợp chất có thể hòa tan trong nước vào giá thể 1. Mặt khác, hợp chất Zn có thể hòa tan trong axit xitric hòa tan từ từ trong dung dịch dinh dưỡng 7. Giá thể 1 chứa hợp chất Zn với lượng đủ nhỏ cho cây trồng không phát triển dấu hiệu dư thừa có khả năng duy trì hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng đủ trong suốt quá trình canh tác.

[B-3] Sự khác biệt trong hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng do bổ sung Zn giữa mỗi giai đoạn sinh trưởng.

Thử nghiệm tuần hoàn

Sự khác biệt trong hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng do bổ sung Zn giữa mỗi giai đoạn sinh trưởng được kiểm tra.

Việc kiểm tra này được thực hiện sử dụng giá thể 1 của ví dụ 1 (chứa ZnO; 9,49 mg/mảnh) và ví dụ so sánh 1 (không chứa Zn).

Thử nghiệm tuần hoàn nêu trên được thực hiện sử dụng các giá thể 1 này của các ví dụ và ví dụ so sánh. Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con được thiết lập là 10 ngày, và thời kỳ 3 trồng cây cố định là 13 ngày.

Sau bước cây con, mà tại đó bước nảy mầm và cây con đã hoàn thành, và sau bước trồng cây cố định, các giá thể được sản xuất 1 được thay đổi thích hợp như được

biểu thị bởi thử nghiệm tuần hoàn số 1 đến số 4 trong bảng 6. Sự khác biệt trong hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng do bổ sung Zn giữa mỗi giai đoạn sinh trưởng sau đó được kiểm tra. Tỷ lệ của trọng lượng tổng của xà lách xoăn được canh tác thủy canh trong các thử nghiệm tuần hoàn số 1 đến số 4 trên trọng lượng tổng của xà lách xoăn của thử nghiệm tuần hoàn số 1 đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 6.

Bảng 6

Thử nghiệm tuần hoàn số	Giá thể 1		Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỷ lệ trọng lượng tổng)
	Cây con	Trồng cây cố định	
1	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 1	1,00
2	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ 1	0,95
3	Ví dụ 1	Ví dụ so sánh 1	1,11
4	Ví dụ 1	Ví dụ 1	1,57

Như được thể hiện trong bảng 6, người ta đã xác nhận rằng hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng cao hơn khi các ion Zn được cung cấp cho cây trồng từ các hạt ZnO 2 trong bước cây con so với khi các ion Zn được cung cấp trong bước trồng cây cố định.

Khi việc bổ sung các ion Zn từ các hạt ZnO 2 bị dừng lại ở giữa quá trình canh tác, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng đã giảm. Các ion kẽm tốt hơn là được cung cấp từ các hạt ZnO 2 suốt các bước từ bước cây con đến bước trồng cây cố định. Khi nồng độ của các ion Zn được cung cấp từ các hạt ZnO 2 được giảm, nồng độ của các ion Zn trong giá thể 1 và trong cây trồng 6 mất cân bằng. Do đó cây trồng 6 hấp thụ các ion Zn bằng cách tiêu thụ năng lượng dựa theo gradient nồng độ. Các kết quả kiểm tra mô tả ở trên thu được đã xác nhận rằng việc giảm cung cấp các ion Zn đã giảm hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng mà đã thu được trong thời gian

đầu. Từ việc cần thiết cung cấp liên tục các ion Zn đến khi thu hoạch và duy trì nồng độ cân bằng trong giá thể 1 và trong cây trồng, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của các hợp chất kẽm có thể tan được trong axit xitric là cao hơn hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của các hợp chất kẽm có thể tan trong nước.

[B-4] Kiểm tra hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng liên quan đến hàm lượng của các hạt ZnO 2 trong giá thể 1

Thử nghiệm tuần hoàn

Hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng đã được kiểm tra cho các giá trị khác nhau của hàm lượng của hạt ZnO 2 trong bảng 1.

Việc kiểm tra đã được thực hiện sử dụng giá thể 1 của các ví dụ chứa các hạt ZnO 2, các ví dụ so sánh chứa không phải các hạt ZnO 2, và ví dụ so sánh 1 không chứa phần tử thiết yếu để xác nhận hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng. Thử nghiệm tuần hoàn nêu trên được thực hiện sử dụng các giá thể 1 này của các ví dụ và ví dụ so sánh. Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con là bảy ngày, và thời kỳ 3 trồng cây cố định là 30 ngày. Tỷ lệ của trọng lượng tổng của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong mỗi giá thể 1 trên trọng lượng tổng của cây trồng được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa phần tử thiết yếu) đã được tính toán như Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 7. Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng của ví dụ so sánh 1 được thiết lập là 1,00, mà không được thể hiện trong bảng 7.

Bảng 7

		Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 1	Ví dụ 4	Ví dụ so sánh 19	Ví dụ so sánh 20
Hàm lượng ZnO của giá thể 1	W/W%	1,0	1,5	2,0	2,9	3,8	4,8

	mg/mảnh	4,84	7,15	9,49	14,1	18,6	23,0
Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỉ lệ trọng lượng tổng)		1,26	1,36	1,24	1,28	1,29	1,06
Ghi chú						Tạo màu vàng	Tạo màu vàng

Như được thể hiện trên bảng 7, đã xác nhận được rằng với các giá thể 1 mà hàm lượng trọng lượng của các hạt ZnO 2 trong giá thể 1 là 4,84 đến 18,6 mg/mảnh, trọng lượng của cây trồng đã tăng lên so với ví dụ so sánh 1 (không chứa phần tố thiết yếu). Các cây trồng được canh tác trong giá thể 1 với hàm lượng ZnO là 18,6 mg/mảnh được phát triển hiện tượng tạo màu vàng như phản ứng dư thừa Zn trong giai đoạn cây con. Các kết quả thu được xác nhận rằng hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng có thể được cung cấp khi hàm lượng của các hạt ZnO 2 mỗi giá thể 1 không nhỏ hơn 4,5 mg/mảnh và không lớn hơn 15,0 mg/mảnh. Tốt hơn là, hàm lượng hạt ZnO 2 mỗi giá thể 1 không nhỏ hơn 4,84 mg/mảnh và không lớn hơn 14,1 mg/mảnh.

[B-5] Nồng độ Zn và hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng trong canh tác liên tục

Thử nghiệm tuần hoàn

Nồng độ kẽm của dung dịch dinh dưỡng 7 và hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng trong canh tác liên tục được kiểm tra.

Việc kiểm tra này được thực hiện bởi thử nghiệm tuần hoàn sử dụng giá thể 1 của ví dụ 1 (chứa ZnO; 9,49 mg/mảnh) và ví dụ so sánh 1 (không chứa Zn).

Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Trong kiểm tra này, các điều kiện canh tác được thay đổi như sau. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con được thiết lập là 14 ngày, và thời kỳ 3 trồng cây cố định là 28 ngày. Độ rọi là 15,000 lx; nhiệt độ phòng là 24°C; và

nồng độ CO₂ là 1500 ppm. Trong bước trồng cây cố định, độ rọi là 20,000 lx; nhiệt độ phòng là 24°C; và nồng độ CO₂ là 1500 ppm. Dung dịch dinh dưỡng 7 là công thức SA hãng OAT (hệ số pha loãng: 1,0, sản xuất bởi OAT Agrio Co., Ltd.). Dung dịch dinh dưỡng 7 được thiết lập tại pH = 7 và giá trị EC = 2,5. Số ngày canh tác được thiết lập là năm đợt trồng trong 45 ngày. Nồng độ Zn (ppm) của dung dịch dinh dưỡng 7 trong khay trồng cây 9 được đo trước khi bắt đầu thử nghiệm, tại thời điểm kết thúc đợt một, và tại thời điểm kết thúc đợt năm. Nồng độ Zn (ppm) của dung dịch dinh dưỡng 7 trong giá thể 1 được đo tại thời điểm kết thúc đợt năm. Tỷ lệ của trọng lượng tổng của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ 1 trên trọng lượng tổng của cây trồng được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa nguyên tố thiết yếu) đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 8 và Fig. 9.

Số ngày canh tác của năm đợt là 45 ngày nghĩa là canh tác từ lúc gieo hạt đến khi thu hoạch là 45 được lặp lại 5 lần liên tục. Mỗi đợt canh tác được thực hiện bằng cách sử dụng giá thể 1 mới và gieo hạt mới của cây trồng. Trong quá trình canh tác liên tục, dung dịch dinh dưỡng 7 tuần hoàn trong thiết bị tuần hoàn không được thay thế bằng dung dịch dinh dưỡng mới. Dung dịch dinh dưỡng 7 đã được điều chỉnh thích hợp chỉ kiểm soát độ pH, giá trị EC và tốc độ dòng.

Bảng 8

Dung dịch dinh dưỡng 7 Pha lấy mẫu	Dung dịch dinh dưỡng 7 Pha lấy mẫu	Ví dụ 1 Hàm lượng trọng lượng ZnO của dung dịch dinh dưỡng 7 (9,49 mg/mảnh)	
		Nồng độ Zn (ppm)	Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỷ lệ trọng lượng tổng)
Tại thời điểm bắt	khay trồng cây 9	0,0723	-

đầu thử nghiệm			
Tại thời điểm thu hoạch đợt 1	khay trồng cây 9	0,0756	1,2
Tại thời điểm thu hoạch đợt 5	khay trồng cây 9	0,0257	1,2
	Giá thể 1	0,2470	

Như đã thể hiện trên bảng 8, đã xác nhận được rằng Zn trong dung dịch dinh dưỡng 7 được tiêu thụ trong suốt quá trình canh tác liên tục. Mặt khác, trọng lượng tổng của cây trồng được chọn trong các giá thể 1 của ví dụ 1 (chứa ZnO; 9,49 mg/mảnh) là 20% lớn hơn trọng lượng tổng của cây trồng được canh tác trong các giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa ZnO) trong khi nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng 7 đã giảm sau năm đợt canh tác liên tục. Do đó có thể xác nhận rằng hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của ví dụ 1 cao hơn hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của ví dụ so sánh 1.

Hơn nữa, đã xác nhận được rằng sự mất cân bằng về nồng độ Zn ức chế tạo ra hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng như đã mô tả. Trong các nhà máy thực vật thông thường, sự mất cân bằng của dung dịch dinh dưỡng 7 do canh tác liên tục làm giảm năng suất cây trồng 6 trong một số trường hợp. Ngoài ra, nguyên tố thiết yếu trong dung dịch dinh dưỡng 7 thường được sản xuất dựa trên giá trị EC. Giá trị EC quản lý thay vì đóng vai trò kiểm soát các dưỡng chất đa lượng thiết yếu, đặc biệt là ba dưỡng chất thiết yếu là nitơ, photpho và kali. Khi giá trị EC giảm, việc điều chỉnh nồng độ dung dịch dinh dưỡng 7 được thực hiện. Trong quy trình này, khó để kiểm soát nồng độ của dưỡng chất vi lượng thiết yếu, mà được bổ sung với lượng rất nhỏ so với lượng nước. Do đó, trong nhiều trường hợp, các nguyên tố thiết yếu không được bổ sung riêng lẻ vào dung dịch dinh dưỡng 7 và phân bón tổng hợp chứa các dưỡng chất đa lượng thiết yếu và các dưỡng chất vi lượng thiết yếu được bổ sung trực tiếp hoặc được bổ sung ở dạng chất lỏng cô đặc. Trong canh tác liên tục, nồng độ của các dưỡng chất vi lượng thiết yếu của dung dịch dinh dưỡng 7 được giảm trong một số trường hợp như được thể hiện trên bảng 8. Ngay cả khi giá trị EC được duy trì ở mức

bình thường, việc giảm các dưỡng chất vi lượng thiết yếu cũng gây ra sự sinh trưởng không đủ của cây trồng 6. Trong thử nghiệm này, nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng 7 đã giảm ở đợt thứ năm, và sản lượng được cho là đã giảm. Tuy nhiên, khi giá thể 1 chứa các hạt ZnO 2, nồng độ Zn của giá thể 1 được duy trì ở mức cao như được thể hiện trong bảng 8. Trọng lượng tổng của cây trồng đã không giảm ngay cả tại thời điểm thu hoạch đợt năm. Bằng cách sử dụng giá thể 1 theo sáng chế, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng được đưa ra theo kiểu tái sản xuất cho cây trồng 6 một cách độc lập với nồng độ của dưỡng chất vi lượng thiết yếu của dung dịch dinh dưỡng 7.

Dựa trên các kết quả mà nồng độ Zn của giá thể 1 được duy trì ở mức cao và nhiều axit từ rễ cây được giữ lại trong giá thể 1 như đã thấy từ [A-1], sáng chế đã tìm ra rằng các axit từ rễ cây được tiết ra từ rễ cây được giữ lại trong giá thể 1 và các ion Zn được sản xuất từ các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 bởi các axit từ rễ cây.

[C] Xác nhận cây trồng mà có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng.

Trong các thử nghiệm canh tác đã nêu, xà lách xoăn được trồng rộng rãi trong các nhà máy thực vật được kiểm tra. Các kết quả của các thử nghiệm canh tác cho các cây trồng được canh tác trong các nhà máy thực vật, khác xà lách xoăn, được thể hiện trên bảng 9.

Trong thử nghiệm này, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng được xác nhận sử dụng giá thể 1 của ví dụ 1 (chứa ZnO; 9,49 mg/mảnh) và ví dụ so sánh 1 (không chứa Zn). Tốc độ sinh trưởng đến khi thu hoạch khác nhau giữa cây này và cây khác, số ngày canh tác đã được thiết lập như được mô tả trên bảng 9.

Thử nghiệm tuần hoàn nhỏ nêu trên được thực hiện sử dụng các giá thể 1 của ví dụ 1 và ví dụ so sánh 1. Tỷ lệ của trọng lượng của phần trên không của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ 1 trên trọng lượng của phần trên không của cây trồng được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa nguyên tố thiết yếu) đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 9.

Bảng 9

	Chiều cao hoặc trọng lượng thu hoạch			Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (tỉ lệ trọng lượng phần trên không)	Ngày canh tác (Ngày)
	Đơn vị	Ví dụ 1 (chứa ZnO)	ví dụ so sánh 1 (không chứa ZnO)		
Rau bina mù tạt Nhật Bản (Họ cải)	(g)	55,90	35,43	1,58	27
Củ cải lá (Họ cải)	(g)	63,55	28,58	2,22	26
Rau bina (Họ muống)	(g)	52,15	38,23	1,36	31
Hành xanh nhỏ (Họ hoa huệ)	(mm)	214,00	162,00	1,32	32

Như đã minh họa trên bảng 9, trọng lượng và chiều cao của mỗi cây trồng được canh tác thủy canh sử dụng giá thể 1 của ví dụ 1 (chứa ZnO; 9,49 mg/mảnh) lớn hơn trọng lượng và chiều cao của cây trồng được canh tác thủy canh sử dụng giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa Zn). Điều này nghĩa là các cây trồng khác xà lách xoăn có thể cũng được thu hoạch sớm hơn hoặc trọng lượng thu hoạch của cây trồng lớn hơn trước đó. Củ cải lá, mà được sinh trưởng ngắn thời gian hơn so với xà lách xoăn, có thể được sử dụng hiệu quả để xác định nhanh các thử nghiệm tuần hoàn và các thử nghiệm tương tự.

[D] Xác nhận ý nghĩa đáng kể của việc bổ sung các hạt làm từ hợp chất có thể tan trong axit xitric của giá thể.

Khi giá thể 1 chứa hợp chất Zn có thể hòa tan trong axit xitric, "mang Zn tiếp xúc với rễ cây" và "mức độ nhất định của khả năng giữ các ion Zn được hòa tan" được thiết lập để cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng cao hơn.

Sau đây, các kết quả của kiểm tra lý do mà giá thể 1 chứa hợp chất Zn có thể tan trong axit xitric được thể hiện.

Khả năng giữ dung dịch nước của giá thể 1 khi canh tác

Thử nghiệm giữ

Thử nghiệm nêu trên trong [A-1] và [B-5] đã xác nhận rằng giá thể 1 đã giữ các axit từ rễ cây và các ion Zn.

Sau đây thể hiện thử nghiệm kiểm tra dung dịch dinh dưỡng 7 đã được giữ bao nhiêu trong giá thể 1 trong canh tác thực tế. Thử nghiệm được thực hiện bằng phương pháp được mô tả dưới đây. Thử nghiệm này đã sử dụng giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa Zn).

Phương pháp thử nghiệm

(1) Giá thể 1 được thấm nước màu đỏ và được đặt vào bảng trồng cây 10 không gieo hạt của cây trồng. Bảng trồng cây 10 được đặt trong bể chứa thử nghiệm đồ đầy dung dịch dinh dưỡng 7 màu xanh.

(2) Dung dịch dinh dưỡng màu xanh 7 được tuần hoàn bằng động cơ chìm 11 (tốc độ dòng của động cơ chìm 11 là 1,8 L/phút). Giá thể 1 được quan sát cho đến khi nước màu đỏ trong giá thể 1 được thay thế bằng nước màu xanh.

Như kết quả, mất khoảng từ 12 đến gần 24 giờ để chất lỏng chứa trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 được thay thế hoàn toàn bằng chất lỏng màu xanh. Trong thử nghiệm phát hiện các axit từ rễ cây được thực hiện trong [A-1], các axit từ rễ cây được phát hiện trong giá thể 1. Trong thử nghiệm tuần hoàn trong [B-5], đã xác nhận được rằng nồng độ Zn trong giá thể 1 được duy trì ở mức cao hơn là nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng 7. Theo các kết quả của các thử nghiệm [A-1] và [B-5] này, các axit từ rễ cây và các ion Zn được tiết ra từ từ hoặc được hòa tan trước khi các axit từ rễ cây và các ion Zn được hòa tan trong giá thể 1 được thay thế hoàn toàn bằng dung dịch dinh dưỡng 7, và các ion Zn được giữ lại trong giá thể 1 như thu được trong [B-5].

[D-2] Hiệu quả phụ thuộc vào số lượng ô

Thử nghiệm sau được thực hiện để xác nhận hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng và lượng nước được giữ lại trong giá thể 1 liên quan đến số lượng ô của giá thể 1 và lượng ion Zn được hòa tan liên quan đến số lượng ô.

Hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng

Thử nghiệm cây con

Thứ nhất, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng được xác nhận liên quan đến số lượng ô của giá thể 1.

Thử nghiệm được thực hiện bằng thử nghiệm cây con sử dụng giá thể 1 của các ví dụ 1 và 6 và các ví dụ so sánh 1, 21 và 22. Các cây trồng được canh tác là rau củ cải. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2. cây con được thiết lập là 11 ngày. Sự khác biệt trong hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng phụ thuộc vào việc bổ sung Zn và số lượng ô được kiểm tra. Tỷ lệ của trọng lượng của phần trên không của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong giá thể 1 trên trọng lượng của phần trên không của cây trồng được canh tác thủy canh trong mỗi giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Số lượng các ô và các kết quả thử nghiệm được thể hiện trên bảng 10.

Bảng 10

Giá thể 1	Số lượng ô (lỗ/25mm)	Hàm lượng trọng lượng của ZnO (mg/mảnh)	Hàm lượng phần trăm của ZnO (w/w%)	Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỷ lệ trọng lượng phần trên không)	
				Tỷ lệ với ví dụ so sánh 1	Tỷ lệ với ví dụ 1
Ví dụ so sánh 1	50	0,00	0	1,00	0,93
Ví dụ so	13	0,00	0	0,99	0,92

sánh 21					
Ví dụ 1	50	9,49	2,0	1,08	1,00
Ví dụ 6	13	9,49	2,0	1,15	1,07
Ví dụ so sánh 22	7,5	9,49	2,0	0,89	0,83

Như đã thể hiện trên bảng 10, đã xác nhận được rằng các giá thể 1 chứa các hạt ZnO 2 với lượng 9,49 mg mỗi mảnh và có số lượng ô là 13 đến 50 lỗ/25 mm (Ví dụ 1 và 6) đã tạo ra hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng cao hơn so với các ví dụ khác. So sánh với giá thể 1 (ví dụ so sánh 1) không chứa các hạt ZnO 2 và có số lượng ô là 50 lỗ/25 mm, giá thể 1 (ví dụ 1) có cùng số lượng ô là 50 lỗ/25 mm và chứa 9,49 mg hạt ZnO 2 mỗi mảnh có hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng. Tuy nhiên, với giá thể 1 (ví dụ so sánh 22) có số lượng ô là 7,5 lỗ/25 mm và chứa hạt ZnO 2 với lượng 9,49 mg mỗi mảnh, có độ trễ trong sinh trưởng.

Các lý do được xem xét sau đây. Giá thể 1 với số lượng ô ít hơn có khả năng giữ các axit từ rễ cây trong giá thể 1 thấp hơn vì giảm khả năng giữ nước của nó được mô tả sau đây. Ngoài ra, do các ô thô của giá thể 1, nghĩa là, các thanh chống theo chiều dày của giá thể 1, ZnO được phân phối và được cố định trong các thanh chống của giá thể ít khả năng tiếp xúc với các axit từ rễ cây. Điều này làm giảm lượng ion Zn được hòa tan.

Khả năng giữ nước

Tiếp theo, lượng nước mà giá thể 1 giữ đã được xác nhận liên quan đến số lượng ô của giá thể 1.

Thử nghiệm khả năng giữ nước

Thử nghiệm khả năng giữ nước của giá thể 1 đã được thực hiện như sau

Phương pháp thử nghiệm

(1) Trọng lượng của giá thể 1 (24 mm dài x 24 mm rộng x 28 mm cao) đã được đo trước thử nghiệm như trọng lượng trước khi thấm.

(2) Giá thể 1 đã được thấm trong 100 mL nước đặt trong cốc 200 mL và đã được đảo trộn 10 lần để loại bỏ không khí chứa trong giá thể 1 và được thấm đầy nước.

(3) Giá thể 1 đã được lấy ra sao cho không rỉ nước, và trọng lượng của nó được đo như trọng lượng sau khi thấm.

(4) Từ trọng lượng được đo trước và sau khi thấm, lượng nước mà giá thể 1 giữ lại đã được tính toán như khả năng giữ nước.

Thử nghiệm đã được thực hiện thông qua thử nghiệm khả năng giữ nước sử dụng các giá thể 1 theo các ví dụ 1, 5 và 6 và ví dụ so sánh 22. Số lượng các ô của mỗi giá thể 1 và các kết quả thử nghiệm được thể hiện trên bảng 11.

Bảng 11

	Ví dụ 1	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ so sánh 22
Số lượng ô (lỗ/25 mm)	50	30	13	7,5
Khả năng giữ nước (g)	13,9	12,5	8,8	7,0

Như đã thể hiện trong bảng 11, đã xác nhận được rằng số lượng ô càng cao thì khả năng giữ nước của giá thể 1 càng lớn. Khi số lượng ô tăng, không gian giữa các thanh chống của ô mở bị hẹp đi, do đó tăng lượng nước mà giá thể 1 giữ do hoạt động mao dẫn. Giá thể 1 được cố định vào bảng trồng cây 10 nôi trong dung dịch dinh dưỡng 7 có thể giữ nhiều dung dịch dinh dưỡng 7 được đẩy lên bởi hoạt động mao dẫn của phần của giá thể 1 và rễ cây tiếp xúc với dung dịch dinh dưỡng 7. Khi giá thể 1 giữ lượng lớn dung dịch dinh dưỡng 7, giá thể 1 cũng giữ lượng lớn axit từ rễ cây được tiết ra và rửa giải các ion Zn.

Lượng ion Zn được rửa giải

Tiếp theo, nồng độ của các ion Zn được rửa giải đã được xác nhận liên quan đến số lượng ô của giá thể 1.

Thử nghiệm rửa giải ion Zn

Thử nghiệm lượng ion Zn được rửa giải từ giá thể 1 đã được thực hiện như sau.

Phương pháp thử nghiệm

(1) Giá thể 1 (24 mm chiều dài x 24 mm chiều rộng x 28 mm chiều cao) được thấm trong 20 ml nước trao đổi ion và được đảo trộn 10 lần.

(2) Chất lỏng ion Zn được hòa tan thu được đã được lấy mẫu, và nồng độ ion Zn được đo bằng phép so màu. Trong kiểm tra này, chất lỏng đã được tạo màu sử dụng kẽm thử nghiệm Pack (nồng độ thấp, bởi Kyoritsu Chemical-Check Lab.Corp.), và độ hấp thụ của mẫu thử màu được đo bằng máy quang phổ UV-Visible / NIR (V-750iRM, của JASCO Corporation) để phân tích định lượng. "Phép so màu" ở đây đề cập đến phương pháp tạo màu mẫu sử dụng thuốc thử hoặc tương tự và đo nồng độ hoặc tương tự dựa trên mức tạo màu.

Thử nghiệm đã được thực hiện thông qua thử nghiệm rửa giải ion Zn sử dụng các giá thể 1 theo các ví dụ 1, 5 và 6 và ví dụ so sánh 22. Số lượng các ô của giá thể 1 và các kết quả thử nghiệm được thể hiện trên bảng 12 và Fig. 9.

Bảng 12

Giá thể 1	Hàm lượng trọng lượng ZnO (mg/mảnh)	Hàm lượng phần trăm ZnO (w/w%)	Số lượng ô (lỗ/25 mm)	Lượng ion Zn được rửa giải
				Nồng độ ion Zn (ppm)
Ví dụ 1	9,49	2,0	50	0,056
Ví dụ 5	9,49	2,0	30	0,037
Ví dụ 6	9,49	2,0	13	0,0096

Ví dụ so sánh 22	9,49	2,0	7,5	0,0063
---------------------	------	-----	-----	--------

Như được thể hiện trong bảng 12 và Fig. 9, đối với nồng độ ion Zn của các ví dụ khác ví dụ với số lượng ô là 50 lỗ/25 mm, đã xác nhận được rằng nồng độ của các ion Zn được rửa giải đã tăng lên với số lượng ô. Điều này được xem xét bởi vì với việc giảm số lượng ô, các thanh chống nhựa của xốp polyuretan dẻo (chất nền của giá thể 1) dày lên. Tỷ lệ ZnO bị chìm trong nhựa do đó tăng lên, làm giảm lượng ion Zn được rửa giải.

[D-3] Có sự chênh lệch về hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của Zn giữa các trường hợp mà Zn được chứa trong giá thể 1 và Zn được bổ sung trực tiếp vào dung dịch dinh dưỡng.

Thử nghiệm tuần hoàn nhỏ

Tiếp theo, sự chênh lệch về hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của Zn đã được kiểm tra giữa các trường hợp mà ZnO được chứa trong giá thể 1 và nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng 7 tăng lên.

Thử nghiệm đã được thực hiện trong thử nghiệm tuần hoàn nhỏ sử dụng các giá thể 1 theo ví dụ 1 và ví dụ so sánh 1 như được thể hiện trong các thử nghiệm tuần hoàn nhỏ số 1 đến số 4 trong bảng 13. Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con là bảy ngày, và thời kỳ 3 trồng cây cố định là 27 ngày. Dung dịch dinh dưỡng 7 là công thức A của hãng OAT (hệ số pha loãng là 1,0; nồng độ Zn là 0,09 ppm, bởi OAT Agrio Co., Ltd.). Để so sánh, canh tác thủy canh đã được thực hiện sử dụng dung dịch dinh dưỡng 7 được điều chế bằng cách bổ sung ZnSO₄ vào dung dịch dinh dưỡng 7 để tăng nồng độ Zn đến 1 ppm. Tỷ lệ của trọng lượng của phần trên không của xà lách xoăn được canh tác thủy canh trong mỗi thử nghiệm tuần hoàn số 1 đến số 4 trên trọng lượng của phần trên không của xà lách xoăn được canh tác thủy canh của thử nghiệm tuần hoàn số 1 và số 2 đã được tuần hoàn như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 13.

Bảng 13

Thử nghiệm tuần hoàn nhỏ số	Giá thể 1	Nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng 7 (ppm)	Hàm lượng trọng lượng ZnO (mg/mảnh)	Hàm lượng phần trăm Zn (w/w%)	Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỉ lệ trọng lượng phần trên không).	
					Tỉ lệ với thử nghiệm số 1	Tỉ lệ với thử nghiệm số 2
1	Ví dụ so sánh 1	0,09	0,00	0,0	1,00	0,95
2	Ví dụ so sánh 1	1,00	0,00	0,0	1,06	1,00
3	Ví dụ 1	0,09	9,49	2,0	1,27	1,20
4	Ví dụ 1	1,00	9,49	2,0	1,18	1,12

Như được minh họa trên Fig. 13, hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của giá thể 1 của ví dụ 1 cao hơn hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 độc lập với nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng 7. So sánh nồng độ Zn của dung dịch dinh dưỡng 7 của giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 giữa 0,09 ppm (thử nghiệm tuần hoàn nhỏ số 1) và 1,00 ppm (thử nghiệm tuần hoàn nhỏ số 2) thể hiện rằng sự tăng nồng độ Zn làm tăng hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng một chút. Khi các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 giống giá thể 1 của ví dụ 1, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng được tăng lên lớn hơn hoặc bằng 20%.

Kết quả này xác nhận rằng hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng được tạo ra dễ dàng hơn khi các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1. Điều này được chứng minh bằng kết quả của các kiểm tra được mô tả ở trên cho thấy, khi các hạt ZnO 2 được bổ sung vào giá thể 1, các axit từ rễ cây được tiết ra từ rễ cây rửa giải các ion Zn

và các ion Zn được giữ lại trong giá thể 1 mà không chảy vào dung dịch dinh dưỡng xung quanh 7 do sự giữ nước của giá thể 1.

Trong canh tác thủy canh truyền thống, rễ cây trồng 6 được nhúng trong dung dịch dinh dưỡng tuần hoàn 7, và các axit từ rễ cây được tiết ra từ rễ cây không thể giữ lại trong vùng rễ của cây trồng. Các rễ cây khó hấp thụ các hợp chất có thể tan trong axit xitric. Bằng cách bổ sung các hợp chất có thể tan trong nước vào dung dịch dinh dưỡng 7, hiệu quả hấp thụ các hợp chất tương tự. Tuy nhiên, các dưỡng chất vi lượng thiết yếu chứa trong dung dịch dinh dưỡng ở nồng độ thấp không thể được hấp thụ hiệu quả. Hơn nữa, việc kiểm soát các dưỡng chất vi lượng thiết yếu rất khó khăn trong canh tác thủy canh và không hiệu quả.

Theo sáng chế, các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1. Điều này tối đa hóa hiệu quả của đặc tính của các hạt ZnO 2 mà có thể tan trong axit xitric.

[E] Xem xét nguyên tắc của hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng do các hạt được làm từ hợp chất Zn .

[E-1] Thúc đẩy quang hợp (Ví dụ 1)

Thử nghiệm quang hợp

Zn là trung tâm hoạt động của carbonic anhydrase (CA) cần thiết để cung cấp CO₂ cho chu trình Calvin-Benson, mà là chu trình cơ bản của quá trình quang hợp của cây trồng. Có thể suy ra rằng việc bổ sung Zn vào giá thể 1 làm tăng CA và bằng cách đó tăng tốc độ quang hợp, thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng. Sau đây, sáng chế tiến hành kiểm tra giá thể 1 theo sáng chế thực sự làm tăng tốc độ quang hợp hay không.

Thử nghiệm quang hợp được thực hiện sử dụng thiết bị được minh họa trên Fig. 6.

Phương pháp thử nghiệm

(1) Cây trồng 6 được đặt trong khoang 19. "Khoang" theo sáng chế là bể chứa có thể bịt kín cho quá trình quang hợp của cây trồng. Khoang 19 được làm từ nhựa acrylic trong suốt. Khoang 19 được cung cấp cửa không khí vào khoang 19 và cửa không khí ra khỏi khoang 19. Cây trồng 6 được đặt trong khoang 19 và khoang 19

được đóng kín. Cây trồng 6 được chiếu sáng với ánh sáng từ nguồn sáng 8 để thực hiện quang hợp. Tốc độ quang hợp được tính toán dựa trên nồng độ CO_2 của không khí phía trước và phía sau khoang 19.

(2) Cây trồng 6 được đặt trong xô với nước 20 để hút nước.

(3) Khí được điều chỉnh nồng độ CO_2 đã được cung cấp vào khoang 19 thông qua lưu lượng kế 17 và thiết bị giám sát CO_2 phía cung cấp không khí 18 bởi bơm không khí 15. Khí được cung cấp tại tốc độ dòng 500 ml/phút.

(4) Khoang 19 được chiếu sáng bởi nguồn sáng 8 từ trên để quang hợp. Nguồn sáng 8 là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày) với độ chói 15.000 lx.

(5) Không khí sau khi quang hợp được xả thông qua thiết bị giám sát CO_2 phía xả không khí 21.

(6) Tốc độ quang hợp mỗi khu vực lá của cây trồng 6 được tính toán từ quan hệ giữa sự chênh lệch nồng độ CO_2 giữa không khí cấp và không khí xả và tốc độ dòng của không khí. Thời gian thử nghiệm là 30 phút.

Như đã minh họa trên bảng 14, thử nghiệm tuần hoàn nhỏ nêu trên được thực hiện sử dụng các giá thể 1 của ví dụ 1 và ví dụ so sánh 1. Hơn nữa, thử nghiệm so sánh đã được thực hiện với dung dịch dinh dưỡng 7 mà thu được bằng cách bổ sung các hạt ZnO 2 vào dung dịch dinh dưỡng 7 để dung dịch dinh dưỡng 7 có cùng nồng độ Zn khi giá thể 1 chứa các hạt ZnO 2 tại 2% w/w rò rỉ Zn vào dung dịch dinh dưỡng 7 (1,86 ppm tại giai đoạn cây con với 20 mL/cây trồng, 0,0372 ppm tại giai đoạn trồng cây cố định với 1 L/cây). Thử nghiệm được thực hiện dưới các điều kiện sau. Các cây trồng được canh tác là rau củ cải. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con là bảy ngày, và thời kỳ 3 giai đoạn trồng cây cố định là 9 ngày.

Tỉ lệ của trọng lượng của phần trên không của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong mỗi giá thể 1 trên trọng lượng của phần trên không của cây trồng được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa nguyên tố thiết yếu) đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Để kết thúc canh tác thủy canh, tốc độ quang hợp được tính toán trong thử nghiệm quang hợp. Tỉ lệ của tốc

độ quang hợp trong mỗi canh tác trên tốc độ quang hợp trong canh tác sử dụng giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 được tính toán như hệ số thúc đẩy quang hợp. Nồng độ CO₂ của cửa vào không khí cung cấp CO₂ được thiết lập là 700 ppm. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 14.

Bảng 14

Giá thể 1	Ví dụ so sánh 1 (Không chứa ZnO)	Ví dụ 1 (chứa ZnO)	Ví dụ so sánh 1 (Không chứa ZnO)
Bổ sung O của các hạt ZnO 2 vào dung dịch dinh dưỡng 7	Bổ sung	Không Bổ sung	Không Bổ sung
Trọng lượng thu hoạch (g) (19 ngày)	21,4	25,5	19,1
Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỉ lệ trọng lượng phần trên không)	1,12	1,34	-
Tốc độ quang hợp ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	4,33	5,49	3,18
Hệ số thúc đẩy quang hợp	1,36	1,72	-

Như đã thể hiện trên bảng 14, đã xác nhận được rằng việc cung cấp Zn cho cây trồng đã làm tăng tốc độ quang hợp. Hơn nữa, đã xác nhận được rằng tốc độ quang hợp của mỗi vùng lá cao hơn khi 9,49 mg hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1, giống giá thể 1 của ví dụ 1.

[E-2] Thúc đẩy quang hợp (Ví dụ 2)

Đã xác nhận được ở trên rằng việc cung cấp Zn cho cây trồng làm tăng tốc độ quang hợp. Trong các nhà máy thực vật, việc canh tác được thực hiện với nồng độ CO₂ tăng từ 700 đến 2000 ppm để thúc đẩy quang hợp. Sau đó đã kiểm tra được rằng nếu giá thể 1 tăng tốc độ quang hợp theo cách tương tự khi nồng độ CO₂ thay đổi.

Việc kiểm tra đã được thực hiện bằng canh tác thủy canh cây trồng trong thử nghiệm tuần hoàn nhỏ nêu trên sử dụng các giá thể 1 theo ví dụ 1 và ví dụ so sánh 2 như thể hiện trong bảng 15. Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2 cây con là mười ngày, và thời kỳ 3 trồng cây cố định là 43 ngày.

Sau khi canh tác thủy canh kết thúc, tốc độ quang hợp được tính toán trong thử nghiệm quang hợp nêu trên. Nồng độ CO₂ của cửa vào không khí cung cấp CO₂ và các điều kiện canh tác là giống nêu trên. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 15 và Fig. 10.

Bảng 15

Giá thể 1		Ví dụ so sánh 1 (Không chứa ZnO)	Ví dụ 1 (Chứa ZnO)	Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỉ lệ trọng lượng phần trên không) & Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng
Bổ sung các hạt ZnO 2 vào dung dịch dinh dưỡng 7		Bổ sung	Không bổ sung	-
Trọng lượng thu hoạch (g) (57 ngày)		66,9	75,6	1,13
Tốc độ quang hợp ($\mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$)				
Nồng độ	700	2,56	3,34	1,31

CO ₂ (ppm)	1000	4,53	6,16	1,36
	1500	6,78	9,39	1,38
	2000	8,38	11,63	1,39

Như được thể hiện trong bảng 15 và Fig. 10, đã xác nhận được rằng tốc độ quang hợp cao hơn trong suốt từ nồng độ CO₂ thấp đến cao trong canh tác thủy canh sử dụng giá thể 1 của ví dụ 1 mà chứa 9,49 mg hạt ZnO 2 so với tốc độ quang hợp trong trường hợp sử dụng giá thể 1 của ví dụ so sánh 1. Do đó, các ion Zn được hấp thụ qua rễ và một số ion Zn biến thành CA. Việc tăng lượng quang hợp, cung cấp hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng.

[F] Xác nhận và xem xét hiệu quả kháng tảo.

[F-1] Mối quan hệ giữa kích thước hạt và tỉ lệ kháng tảo.

Thử nghiệm tảo

Tiếp theo, đã xác nhận được rằng các hạt ZnO 2 chứa trong giá thể 1 gây ra tán xạ Mie hoặc tán xạ Rayleigh phụ thuộc vào kích thước hạt của ZnO, và bằng cách đó giảm sự truyền ánh sáng từ bề mặt đỉnh của giá thể 1 vào giá thể 1 để ngăn sự tạo ra tảo và lan truyền tảo. Để xác nhận sự khác biệt giữa hiệu quả do tán xạ ánh sáng và hiệu quả kháng khuẩn của ZnO như hiệu quả kháng tảo, việc kiểm tra đã được thực hiện sử dụng dung dịch dinh dưỡng 7 chứa ZnO, riêng biệt từ các giá thể 1 chứa hạt ZnO 2.

Thử nghiệm tảo được thực hiện sử dụng thiết bị được minh họa trên Fig. 7 như sau.

Phương pháp thử nghiệm

(1) Bể chứa thử nghiệm nhỏ 22 đã được đổ dung dịch dinh dưỡng 7. Giá thể 1 được thấm dung dịch dinh dưỡng 7 đã được cố định trong lỗ được cung cấp tại trung tâm của bảng trồng cây 10. Bề mặt đỉnh của bảng trồng cây 10 được bố trí tại cùng chiều cao như bề mặt đỉnh của giá thể 1. Giá thể 1 đã nổi trong dung dịch dinh dưỡng

7. Dung dịch dinh dưỡng 7 là 150 mL, và giá thể 1 có kích thước là 24 mm chiều dài, 24 mm chiều rộng và 28 mm chiều dày.

(2) Nước bao gồm tảo được đổ vào dung dịch dinh dưỡng 7, và hỗn hợp đã được đặt dưới nguồn sáng 8.

(3) Số lượng tảo được chứa trong dung dịch dinh dưỡng 7 đã được điều chỉnh đến 232 tảo/ μ L tại thời điểm bắt đầu.

(4) Nguồn sáng 8 là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Bảng trồng cây 10 đã được chiếu sáng bằng nguồn sáng 8 dưới các điều kiện sau: độ rọi là 18000lx, và thời gian chiếu sáng là 24 giờ/ngày. Thiết bị được giữ nguyên trong một tuần.

(5) Sau khi thiết bị được giữ nguyên trong một tuần, dung dịch dinh dưỡng 7 được chứa trong giá thể 1 với tảo đã lan truyền được gom lại như mẫu, và sự lan truyền tảo trong giá thể 1 đã được xác nhận.

(6) Mẫu được lấy vào các lọ nhỏ và đã được pha loãng theo hệ số tùy ý. Số lượng tảo đã được tính sử dụng thiết bị quan sát và máy đếm hồng cầu.

Bể chứa thử nghiệm, bảng trồng cây và thiết bị đo như sau

Bể chứa thử nghiệm và bảng trồng cây

Bể chứa thử nghiệm 80 mm x 80 mm x 50 mm

Bảng trồng cây 70 mm x 70 mm x 10 mm

Thiết bị đo

Thiết bị: máy đếm hồng cầu (loại cải tiến Neubauer) của Hirschmann Laborgerate

Thiết bị quan sát: Kính hiển vi quang KH-7700 của HIROX Co., Ltd.

Kiểm tra đã sử dụng các giá thể 1 của các ví dụ và các ví dụ so sánh mà chứa các hạt ZnO 2 với lượng 4,84 mg/mảnh với kích thước hạt trung bình. Các giá thể 1 đã được chuẩn bị với các hạt ZnO 2 làm từ ZnO với kích thước hạt trung bình là 0,01 đến 10 μ m được thể hiện trong bảng 1. ZnO với kích thước hạt trung bình từ 0,01 μ m đến 10 μ m được sản xuất bởi HakusuiTech Co., Ltd., và ZnO với kích thước hạt trung bình

khác được sản xuất bởi SAKAI CHEMICAL INDUSTRY Co., Ltd. Để so sánh với các giá thể 1 này, giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 đã được chuẩn bị theo cách tương tự như được mô tả ở trên.

Mối quan hệ giữa kích thước hạt trung bình và tỉ lệ ngăn tảo đã được xác nhận thông qua thử nghiệm tảo nêu trên.

Để xác nhận liệu hiệu quả kháng khuẩn của ZnO có tạo ra hiệu quả kháng tảo không, kiểm tra đã được thực hiện cho giá thể của ví dụ so sánh 1 với các hạt ZnO 2 có kích thước hạt trung bình từ 0,02 đến 0,06 μm đã được thêm vào dung dịch dinh dưỡng 7 (hàm lượng là 40 mg/L và 4,2 mg/L) như được thể hiện trong bảng 16. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 16. Các ký hiệu "-" biểu thị rằng sự đánh giá đã không thực hiện được. "Tỉ lệ ngăn tảo" theo sáng chế đã đề cập đến tỉ lệ số lượng tảo giảm trên số lượng tảo tham chiếu mà thu được tại thử nghiệm tảo đã được thực hiện với việc không thêm ZnO vào cả giá thể 1 và dung dịch dinh dưỡng 7 và không thêm chất liệu màu vào giá thể 1.

Bảng 16

		Tỉ lệ ngăn ngừa tảo [%]				
		Hàm lượng ZnO của giá thể 1 4,84 mg/mảnh	Hàm lượng ZnO của dung dịch dinh dưỡng 7 40 mg/L	Hàm lượng ZnO của dung dịch dinh dưỡng 7 4,2 mg/L	Không có ZnO trong giá thể 1 và dung dịch dinh dưỡng 7	
Kích thước hạt ZnO trung bình (µm)	0,01	Ví dụ so sánh 23	12,2	-	-	0,00
	0,02	Ví dụ 7	34,4	7,54	-35,5	
	0,29	Ví dụ 2	45,1	9,96	-18,3	

	0,45	Ví dụ 8	30,9	-	-	
	0,60	Ví dụ 9	22,2	5,26	-14,5	
	1	Ví dụ so sánh 24	21,1	-	-	
	2	Ví dụ so sánh 25	19,7	-	-	
	10	Ví dụ so sánh 26	21,6	-	-	

Khi bước sóng ánh sáng được sử dụng cho quang hợp bởi chất diệp lục, ví dụ, bước sóng ánh sáng được sử dụng bởi chất diệp lục a và chất diệp lục b được chứa trong khoảng tảo từ khoảng 400 đến 500 nm và từ khoảng 550 đến 700 nm. Kích thước hạt mà tối đa hóa tán xạ Mie được tính toán dựa trên các khoảng này của bước sóng từ 0,2 đến 0,7 μm . Ngoài ra, nguồn sáng 8 hiện thời được sử dụng là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Bước sóng ánh sáng mà phát ra từ đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày) và được hấp thụ bởi chất diệp lục a và b là 440 đến 480 nm và khoảng 610 nm. Do đó, kích thước hạt trung bình ưu tiên là 0,3 μm . Như đã thể hiện trong bảng 16, đã xác nhận được rằng hiệu quả kháng tảo (tỉ lệ ngăn tảo) được tối đa hóa khi các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 và có kích thước hạt trung bình là 0,29 μm (ví dụ 2). Hơn nữa, khi các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 có kích thước hạt trung bình là 0,02 μm (ví dụ 7), hiệu quả ngăn tảo đã thu được do tán xạ Rayleigh. Tuy nhiên, khi các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 có kích thước hạt trung bình là 0,01 μm (ví dụ so sánh 23), tỉ lệ ngăn tảo đã giảm. Điều này đã được xem xét bởi vì việc giảm kích thước hạt làm tăng sự truyền ánh sáng có thể thấy do đặc tính của tán xạ Rayleigh.

Do đó tỉ lệ ngăn tảo được tối đa hóa bởi việc lựa chọn kích thước hạt trung bình (0,02 đến 0,7 μm) theo bước sóng ánh sáng được phát ra từ nguồn sáng cũng như khi nguồn sáng là đèn LED hoặc ánh sáng mặt trời.

Mặt khác, hiệu quả ngăn tảo trong giá thể 1 đã khó được cung cấp khi chỉ dung dịch dinh dưỡng 7 chứa các hạt ZnO 2. Khi hàm lượng của các hạt ZnO 2 của dung dịch dinh dưỡng 7 là 4,2 mg/L, việc tạo ra và lan truyền tảo được cải thiện trong giá thể 1. Như đã mô tả ở trên, việc tạo ra tảo cần đến "ánh sáng", "nước" và "các chất dinh dưỡng" và ZnO chứa Zn, mà là dưỡng chất vi lượng thiết yếu, việc tạo ra và lan truyền tảo được thúc đẩy tương tự cây trồng. Do đó, tỉ lệ ngăn tảo được tối đa hóa bằng cách sử dụng tán xạ Mie hoặc tán xạ Rayleigh do các hạt ZnO 2 được chứa trong giá thể 1 để giảm lan sự truyền ánh sáng vào trong giá thể 1 từ bề mặt đỉnh của giá thể 1 hơn là sử dụng hiệu quả kháng khuẩn của các hạt ZnO để ngăn tảo.

[F-2] Hiệu quả kháng khuẩn của ZnO

Thử nghiệm kháng khuẩn

Như nêu trên [F-1], hiệu quả kháng tảo đã không xác nhận được ngay cả khi các hạt ZnO 2 được thêm vào dung dịch dinh dưỡng 7. Trong thử nghiệm này, để xác nhận thêm về hiệu quả kháng khuẩn của ZnO, việc đếm đĩa tổng số đã được xác định.

Phương pháp xác định đếm đĩa tổng số

Việc đếm đĩa tổng số đã được tính toán bởi phương pháp sau

Pha loãng

(1) Việc pha loãng đã được thực hiện trong khoang sạch để ngăn hỗn hợp vi khuẩn từ bên ngoài của hệ thống.

(2) Sử dụng chip pipet, 1 mL dung dịch dinh dưỡng đã được pha chế trong lọ thủy tinh như mẫu vật.

(3) 9 ml nước pha loãng (nước muối đệm phosphat vô trùng) được đổ vào dung dịch dinh dưỡng trong lọ thủy tinh và có thể được khuấy để tạo ra mẫu pha loãng 10 lần.

(4) Việc pha loãng tương tự đã được lặp lại để điều chế mẫu pha loãng để số lượng bào tử là 30 đến 300 sau khi nuôi cấy vi khuẩn.

Ủ

(5) Việc ủ đã được thực hiện trong khoang sạch để ngăn hỗn hợp vi khuẩn từ bên ngoài hệ thống.

(6) Đĩa AC petri (của 3M Japan Limited) đã được đặt trên mặt phẳng, nắp đĩa trên đã được nâng lên.

(7) 1 mL mẫu được pha loãng thích hợp đã nhỏ vào tâm của đĩa dưới của đĩa Petri.

(8) Nắp đĩa trên đã nâng lên được tháo ra và hạ xuống một cách tự nhiên.

(9) Tấm trải (tấm nén) được đặt trên nắp đĩa tương ứng với các giọt với bề mặt cong xuống.

(10) Tấm trải đã được nén từ phía trên để trải rộng các giọt theo vòng tròn.

(11) Tấm trải đã được bỏ ra và phần dịch đã nhỏ ở lại trong một phút hoặc nhiều hơn để đông lại.

Nuôi cấy

(12) Việc nuôi cấy được thực hiện với việc lật ngược nắp đĩa xuống. Điều kiện nuôi cấy là nhiệt độ $35 \pm 1^\circ\text{C}$; và thời gian 48 ± 3 giờ.

Đếm

(13) Đĩa petri sau khi nuôi cấy đã được lấy ra từ bể có nhiệt độ không đổi và số lượng khuẩn lạc màu đỏ được đếm.

Tính toán

(14) Số lượng khuẩn lạc đếm được đã được nhân với hệ số pha loãng thành lượng đếm đĩa tổng số của mẫu trước khi pha loãng.

Việc kiểm tra đã sử dụng các giá thể 1 của ví dụ 7 và 9 (chứa các hạt ZnO₂ với lượng 4,48 mg/mảnh với kích thước hạt trung bình khác nhau), như các ví dụ và ví dụ

so sánh, như được thể hiện trên bảng 17. Để so sánh với các giá thể 1 này, giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 đã được tạo ra theo cách tương tự như mô tả ở trên.

Thử nghiệm tuần hoàn nhỏ đã được thực hiện sử dụng các giá thể 1 này. Các cây trồng được canh tác là xà lách xoăn. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm là ba ngày; thời kỳ 2 cây con đã được thực hiện và thời kỳ 3 trồng cây cố định là 11 ngày. Đếm đĩa tổng số của dung dịch dinh dưỡng 7 trong giá thể 1 và dung dịch dinh dưỡng 7 trong thùng thu được bằng phương pháp xác định đếm đĩa tổng số. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 17.

Bảng 17

Giá thể 1	Kích thước hạt trung bình ZnO (μm)	Đếm đĩa tổng số (CFU/ml)	
		Dung dịch dinh dưỡng 7 trong thùng	Dung dịch dinh dưỡng trong giá thể 1
Ví dụ 9	0,6	$3,5 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$
Ví dụ 7	0,02	$2,1 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$
Ví dụ so sánh 1	Không chứa	$2,5 \times 10^4$	$1,7 \times 10^5$

Các kết quả được thể hiện trong bảng 17 bao gồm sự chênh lệch không lớn về số lượng khuẩn lạc trên đĩa tổng số trong bất kỳ ví dụ nào. Nói cách khác, đã xác nhận được rằng hiệu quả kháng khuẩn không thu được trong bất kỳ ví dụ nào. Các kết quả này đã xác nhận rằng hiệu quả kháng tạo không được tạo ra bởi hiệu quả kháng khuẩn mà bởi hoạt động khác với hiệu quả kháng khuẩn, tương tự như hiệu quả thu được trong [F-1].

[F-3] Hiệu quả kháng tạo của ZnO liên quan đến số lượng ô

Thử nghiệm tạo

Hiệu quả kháng tạo của các hạt ZnO 2 đã được xác nhận với số lượng ô của giá thể 1 được thay đổi.

Như được minh họa trên Fig. 18, việc xác nhận đã được thực hiện bằng thử nghiệm tảo sử dụng các giá thể 1 của các ví dụ 1, 5 và 6 và các ví dụ so sánh 1, 21 và 22. Số lượng các ô của mỗi giá thể 1 và các kết quả thử nghiệm (tỉ lệ ngăn tảo) được thể hiện trên bảng 18.

Bảng 18

Giá thể 1	Số lượng ô (lỗ/25 mm)	Trọng lượng hàm lượng ZnO (mg/mảnh)	Phần trăm hàm lượng ZnO (w/w%)	Tỉ lệ ngăn tảo %
Ví dụ so sánh 1	50	0,00	0,0	0,00
Ví dụ so sánh 21	13	0,00	0,0	20,05
Ví dụ 1	50	9,49	2,0	39,02
Ví dụ 5	30	9,49	2,0	41,08
Ví dụ 6	13	9,49	2,0	20,58
Ví dụ so sánh 22	7,5	9,49	2,0	27,00

Các kết quả trong bảng 18 đã xác nhận rằng đã so sánh với giá thể 1 (ví dụ so sánh 1) bao gồm 50 lỗ/25 mm và không chứa các hạt ZnO 2, số lượng tảo đã giảm một chút trong giá thể 1 (ví dụ so sánh 21) bao gồm 13 lỗ/25mm và không chứa các hạt ZnO 2. Vì khả năng giữ nước thấp, phần phía trên của giá thể 1 đã khô, và sự lan truyền của tảo bị hạn chế.

Mặt khác, đã xác nhận được rằng các giá thể 1 (ví dụ 1 và 5) bao gồm 50 lỗ/25 mm và 30 lỗ/25 mm và chứa các hạt ZnO 2 với lượng 9,49 mg/mảnh đã sản xuất hiệu quả kháng tảo ưu việt. Các giá thể 1 (ví dụ 6 và ví dụ so sánh 22) tương tự chứa các hạt ZnO 2 với lượng 9,49 mg/mảnh nhưng chứa 13 lỗ/25 mm và 7,5 lỗ/25 mm đã thu được tỉ lệ kháng tảo bằng với các đặc điểm này của giá thể 1 (ví dụ so sánh 21) không chứa các hạt ZnO 2 và chứa 13 lỗ/25 mm. Khi số lượng ô của các giá thể 1 là

nhỏ, nghĩa là các ô được bọc, các hạt ZnO 2 được phân phối và được cố định trong các thanh chống ít khả năng được chiếu sáng, không cung cấp hiệu quả tán xạ ánh sáng. Do đó các giá thể 1 này chỉ có hiệu quả kháng tảo do phần phía trên khô của giá thể 1.

Dựa vào các kết quả của [D-2] và [F-3], số lượng ô của giá thể 1 tốt hơn là từ 10 đến 100 lỗ/25 mm và tốt hơn nữa là từ 30 đến 70 lỗ/25 mm. Giá thể 1 với số lượng ô như vậy tạo ra hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng và ngăn tảo.

[F-4] Hiệu quả kháng tảo của việc tạo màu của giá thể

Thử nghiệm tảo

Giá thể 1 được tạo màu, và hiệu quả kháng tảo do độ sáng của giá thể 1 được kiểm tra.

Các giá thể 1 được sản xuất bằng cách đặt các hạt ZnO 2 với chất màu FTR-5570 (carbon đen 20-30%, bởi Dainichiseika Color & Chemicals Mfg. Co., Ltd.). Các ví dụ so sánh 27, 28, 29, 30 và 31, độ sáng của các giá thể 1 được điều chỉnh bằng cách thay đổi hàm lượng chất màu.

Việc kiểm tra được thực hiện thông qua thử nghiệm tảo sử dụng các giá thể 1 của các ví dụ so sánh nêu trên và giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 không chứa chất màu FTR-5570. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 19. Độ sáng đã được đo sử dụng máy đo quang phổ đơn giản NF333 (bởi NIPPON DENSHOKU INDUSTRIES Co., LTD.).

Bảng 19

Giá thể 1	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 27	Ví dụ so sánh 28	Ví dụ so sánh 29	Ví dụ so sánh 30	Ví dụ so sánh 31
Hàm lượng FRT-5570 (w/w%)	0,00	0,13	0,50	1,00	1,25	2,91

Độ sáng (L*)	85	66	47	39	38	31
(Tỉ lệ ngăn tảo (%))	0	54	69	90	91	94

Như được thể hiện trong bảng 19, tỉ lệ ngăn tảo đã tăng lên với việc giảm độ sáng của màu sắc của giá thể 1. Điều này bởi vì màu sắc của các giá thể 1 hấp thụ ánh sáng và giảm ánh sáng đi vào.

Tuy nhiên, đã xác nhận được rằng khi giá thể có độ sáng thấp, hoặc màu đen, phản xạ của ánh sáng đã giảm, các cây trồng 6 đã sinh trưởng theo cách mọc thẳng. Sự sinh trưởng thẳng dẫn đến giảm chất lượng. "Sự sinh trưởng thẳng" trong sáng chế đề cập đến hiện tượng lá và thân của cây trồng bị kéo căng hơn mức cần thiết do thiếu sáng. Cây trồng đã sinh trưởng thẳng bị yếu và hay bị bệnh, năng suất thu hoạch của cây trồng giảm.

Ảnh hưởng của độ sáng lên lượng sáng.

Đã kiểm tra làm thế nào để độ sáng của giá thể 1 ảnh hưởng đến lượng sáng.

Nguồn sáng 8 là đèn huỳnh quang ba dải màu (ánh sáng ban ngày). Dưới nguồn sáng 8, 24 (4x6) mảnh (kích thước tổng: 96 mm x 144 mm x 28 mm) của giá thể được tạo màu 1 được đặt ở 15 cm từ nguồn sáng 8 để đo lượng sáng. Lượng sáng đã đo với máy đo cường độ ánh sáng kỹ thuật số Lux meter của Intell Instruments Plus. Thử nghiệm được thực hiện như được minh họa trên Fig. 8. Máy đo độ sáng 23 được đặt trên giá thể 1 với cảm biến hướng về nguồn sáng 8 để đo lượng ánh sáng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 20.

Bảng 20

Giá thể 1	Độ sáng	Lượng sáng (lx)
Ví dụ so sánh 1	85	17700
Ví dụ so sánh 32	63	16500

Ví dụ so sánh 30	38	14800
------------------	----	-------

Như đã thể hiện trong bảng 20, đã xác nhận được rằng lượng ánh sáng đã giảm do độ sáng giảm. Điều này bởi vì độ sáng càng thấp, ánh sáng giá thể 1 hấp thụ càng nhiều, làm giảm lượng ánh sáng. Trong giai đoạn ban đầu của cây con, khi cây trồng vẫn còn nhỏ, hiện tượng tăng trưởng thẳng xảy ra do sự khác biệt về lượng ánh sáng.

Việc ngăn sự sinh trưởng của tảo do việc tạo màu của giá thể 1 tạo ra hiệu quả kháng tảo cao hơn kết hợp với hiệu quả kháng tảo của các hạt ZnO 2. Tuy nhiên, việc tạo màu của giá thể 1 có thể ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của cây trồng 6. Do đó cần phải điều chỉnh độ sáng của giá thể 1 và chăm sóc cây trồng 6 ở trạng thái cây con ban đầu, trong đó cây trồng 6 nhỏ.

[F-5] Xác nhận hiệu quả kháng tảo và hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng.

Thử nghiệm tuần hoàn nhỏ

Các kiểm tra của [F-1] đến [F-4] đã xác nhận hiệu quả kháng tảo của các hạt ZnO 2. Thử nghiệm này đã xác nhận rằng việc ngăn tảo hiệu quả ngăn sự ức chế sinh trưởng của cây trồng và xác nhận rằng hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của các hạt ZnO 2.

Thử nghiệm này đã sử dụng các giá thể của ví dụ 1 và ví dụ so sánh 33. Để so sánh với các giá thể 1 này, giá thể 1 không chứa các hạt ZnO 2 như ví dụ so sánh 1 đã được tạo ra theo cách tương tự như mô tả ở trên.

Hiệu quả kháng tảo và hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng do các hạt đã được xác nhận thông qua thử nghiệm tuần hoàn nhỏ.

Các cây trồng được canh tác là củ cải lá. Số ngày canh tác được thiết lập như sau: thời kỳ 1 nảy mầm được thiết lập là ba ngày, và thời kỳ 2. cây con là bảy ngày, và thời kỳ 3. 3. trồng cây cố định là 11 ngày. Tỷ lệ ngăn tảo của ví dụ so sánh 1 được tính toán. Hơn nữa, tỉ lệ của trọng lượng của phần trên không của cây trồng được chọn được canh tác thủy canh trong mỗi giá thể 1 trên trọng lượng của phần trên không của cây trồng được canh tác thủy canh trong giá thể 1 của ví dụ so sánh 1 (không chứa

nguyên tố thiết yếu) đã được tính toán như hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng. Các kết quả như được thể hiện trong bảng 21.

Bảng 21

Giá thể 1	Chất phụ gia (Hạt hoặc Chất màu)	Tỉ lệ ngăn tảo(%)	Hệ số thúc đẩy sự sinh trưởng (Tỉ lệ trọng lượng phần trên không).
Ví dụ so sánh 1	Không chất phụ gia	0	1,00
Ví dụ so sánh 33	FTR-5570	29	1,32
Ví dụ 1	ZnO	32	1,51

Như đã thể hiện trong bảng 21, đã xác nhận được rằng khi FTR-5570 (ví dụ so sánh 33) và các hạt ZnO 2 (ví dụ 1) đã tạo ra các hiệu quả kháng tảo tương đương, trọng lượng của cả cây trồng được canh tác với FTR-5570 (ví dụ so sánh 33) và các hạt ZnO 2 (ví dụ 1) đã tăng lên so với ví dụ so sánh. 1. Điều này bởi vì sự ngăn tảo làm giảm sự ức chế sinh trưởng của cây trồng do tảo đã được mô tả ở trên. Hơn nữa, đã xác nhận được rằng trọng lượng của cây trồng của ví dụ 1, mà được chứa trong dưỡng chất vi lượng thiết yếu Zn, đã đặc biệt tăng lên.

Như đã mô tả ở trên, hiệu quả thúc đẩy sự sinh trưởng của cây trồng của giá thể 1 đáp ứng các yêu cầu của sáng chế có thể giải quyết nhu cầu của nhà sản xuất thủy canh trong các nhà máy thực vật để rút ngắn thời gian từ lúc gieo hạt đến lúc thu hoạch hoặc tăng trọng lượng cây trồng. Hơn nữa, hiệu quả kháng tảo liên quan đến giá thể 1 đáp ứng các yêu cầu của sáng chế ngăn giá thể đỡ rễ cây trồng, như các loại rau cụ thể, khỏi bị nhiễm tảo. Cây trồng được canh tác trong giá thể 1 nhìn ngon và được người tiêu dùng ưa thích.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Giá thể trồng thủy canh, bao gồm

xốp nhựa chứa kẽm oxit với lượng không nhỏ hơn 4,5 mg/mảnh và không lớn hơn 15,0 mg/mảnh có kích thước hạt trung bình không nhỏ hơn 0,02 μm và không lớn hơn 0,7 μm .

2. Giá thể trồng thủy canh theo điểm 1, trong đó xốp nhựa là xốp polyuretan dẻo.

FIG. 1

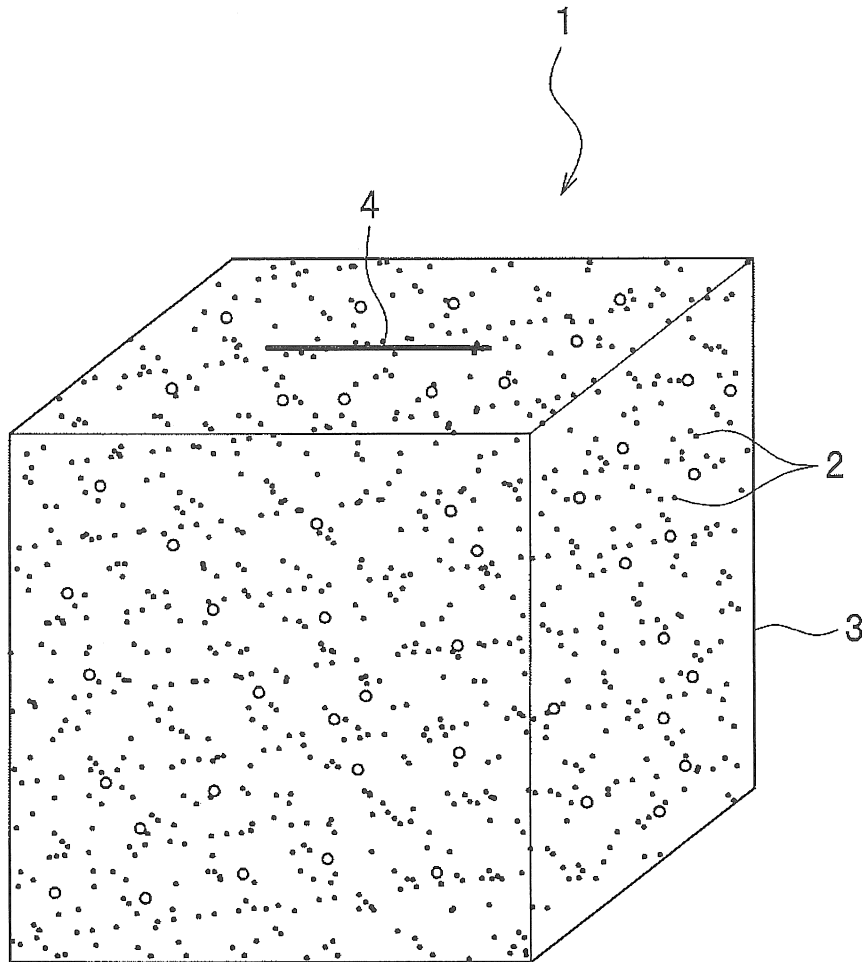


FIG. 2

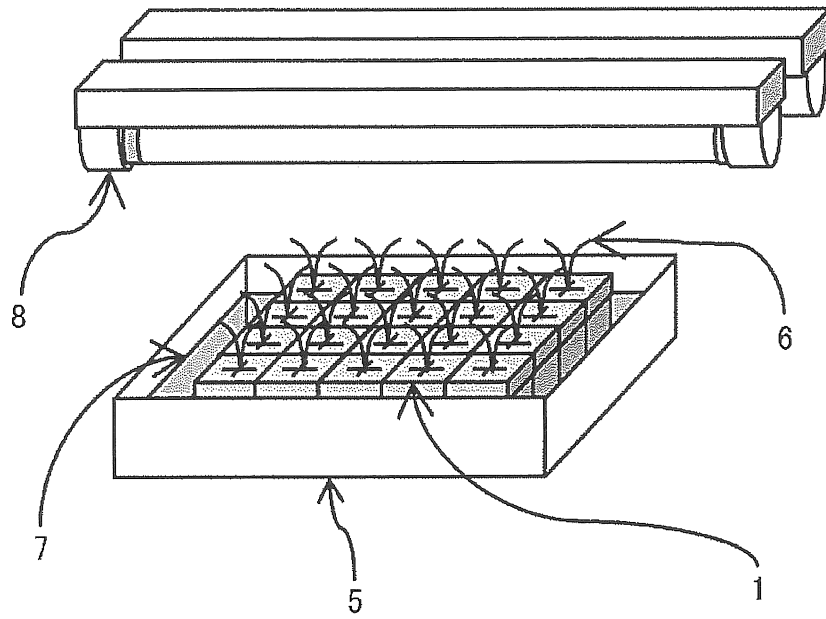


FIG. 3

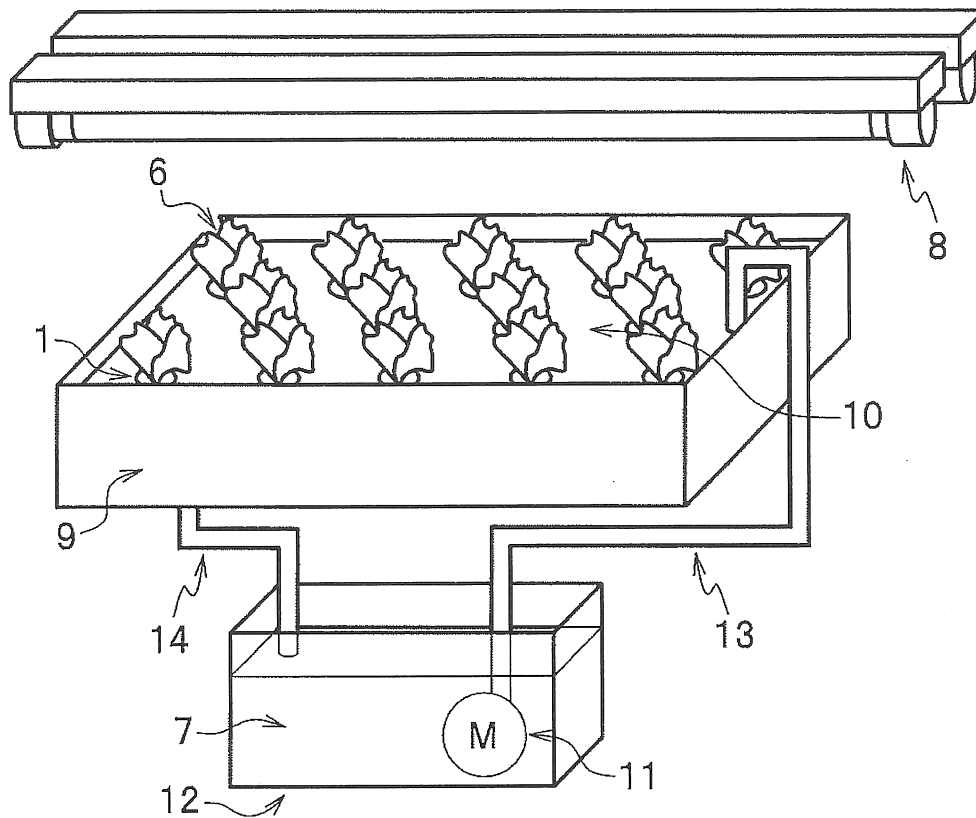


FIG. 4

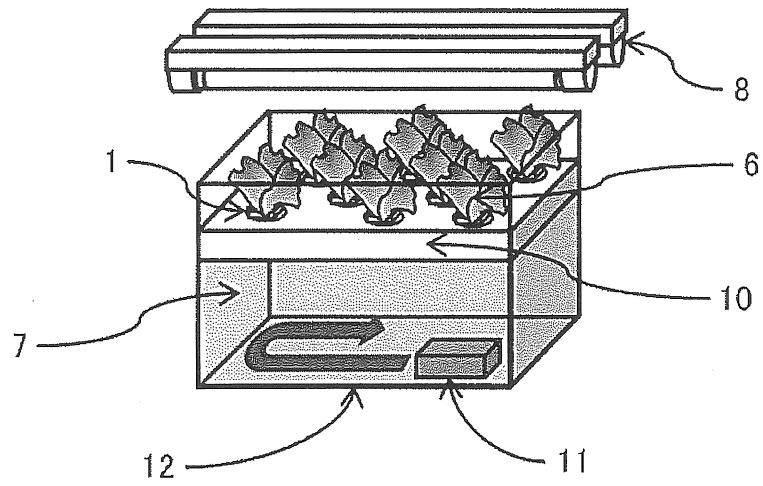


FIG. 5

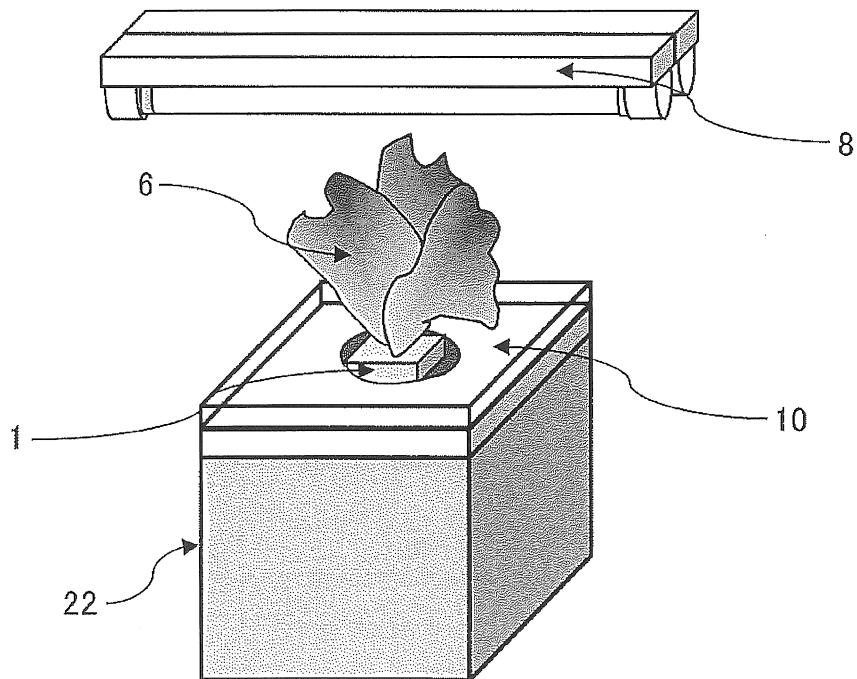


FIG. 6

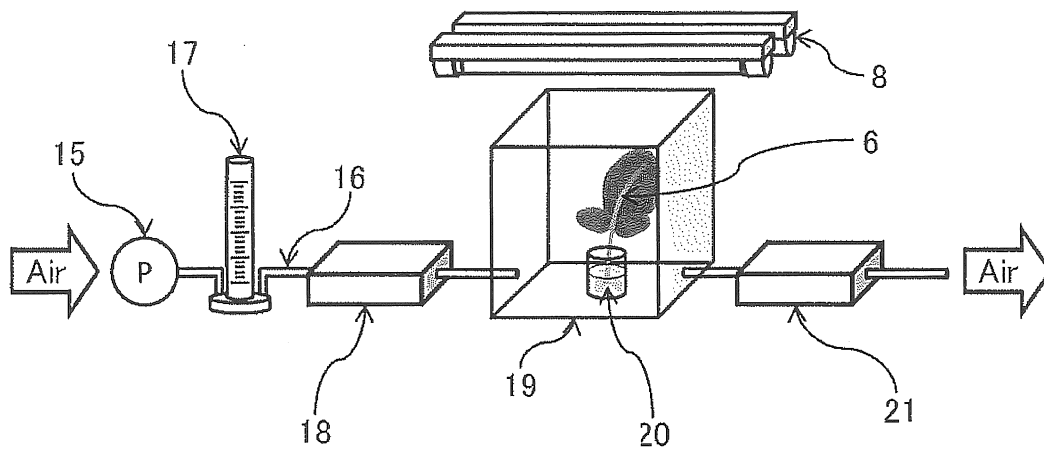


FIG. 7

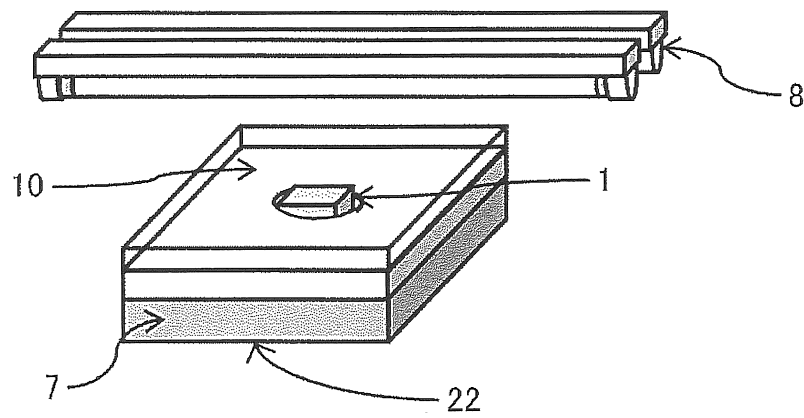


FIG. 8

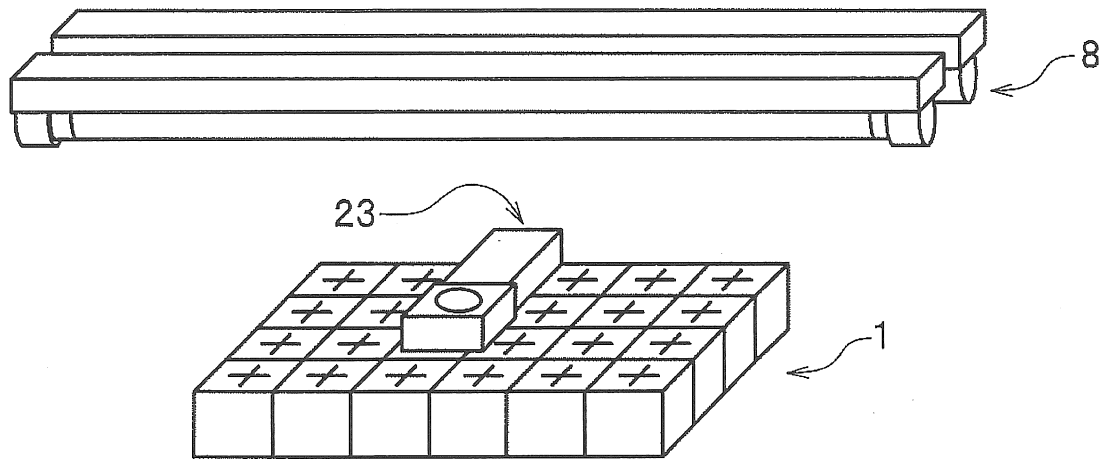


FIG. 9

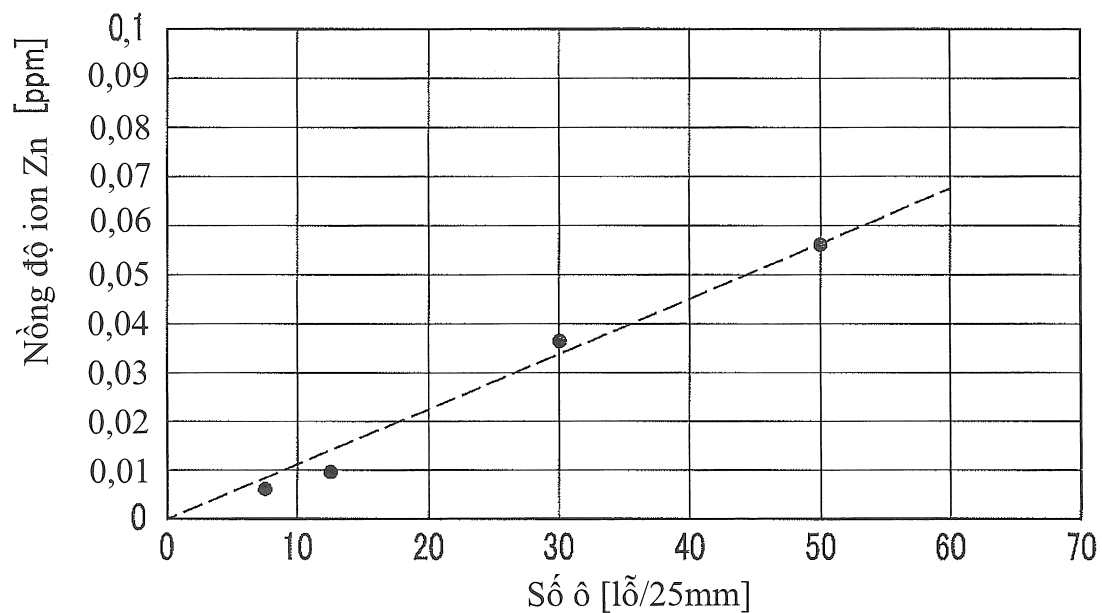


FIG. 10

