เลขที่อนุสิทธิบัตร 22128

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในอนุสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ	1903001584
วันขอรับอนุสิทธิบัตร	18 มิถุนายน 2562
ผู้ประดิษฐ์	**รองศาสตราจารย์สุเปญญา จิตตพันธ์ และคณะ**
ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์	**กรรมวิธีผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวก เพื่อใช้เก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง**

ให้ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 21 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2566

หมดอายุ ณ วันที่ 17 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2568

(นายกิตติวัฒน์ ปัจฉิมนันท์)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุอนุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรนี้จะสิ้นอายุ
2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวได้
3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 คราว มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

Ref.256601056183180

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

กรรมวิธีผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวก เพื่อใช้เก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาชีววิทยา วิศวกรรมเคมี ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวก เพื่อใช้เป็นตัวดูดซับและช่วยในการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยงได้ในเวลาที่รวดเร็ว

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

แมกนีไทต์ (Fe_3O_4) เป็นแร่ธาตุที่สามารถพบได้ทั่วไป มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็ก แมกนีไทต์สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ และพบว่ายังสามารถเกิดได้ในสิ่งมีชีวิต เช่น แบคทีเรียบางชนิด ผึ้ง ปลวก เป็นต้น แมกนีไทต์มีโครงสร้างการจัดเรียงตัว 2 แบบ คือการจัดเรียงตัวแบบทรงแปดหน้า (octahedral) และทรงสี่หน้า (tetrahedral) มีจุดเดือดประมาณ 1,590 องศาเซลเซียส และมีจุดหลอมเหลวประมาณ 2,623 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิห้องและในสภาวะที่มีออกซิเจนแมกนีไทต์จะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นแมกฮีไมท์ แต่หากอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้องแมกนีไทต์จะถูกออกซิไดซ์เป็นฮีมาไทต์ นอกจากนี้แมกนีไทต์ยังถูกจัดอยู่ในกลุ่มพวกที่มีคุณสมบัติเป็นเฟอโรแมกเนติก (Ferromagnetic) มีความสามารถในการนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ จึงถูกนิยมนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับทางชีวภาพ (biosensor) เนื่องจากแมกนีไทต์สามารถเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีของสารตั้งต้นเพอร์ออกซิเดสในสภาวะที่มีไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) (Blaney, 2007; Gao และคณะ, 2007) จึงสามารถติดตามสารที่ต้องการตรวจวัดได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ เช่น การนำส่งยา และการบำบัดมะเร็งด้วยความร้อน (hyperthermia) เป็นต้น (ฐิติรัตน์, 2556; Armijo และคณะ, 2012)

เทคนิคการแยกด้วยแรงแม่เหล็ก (magnetic separation) เป็นวิธีการแยกอนุภาคที่แขวนลอยออกจากสารละลายโดยอาศัยคุณสมบัติของแรงแม่เหล็ก วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ง่าย ใช้เวลาน้อยและมีประสิทธิภาพสูง โดยจะใช้อนุภาคที่สามารถดูดจับกับแม่เหล็กได้ เช่น แมกนีไทต์ (Fe_3O_4) มาจับสารแขวนลอยและถูกแยกออกจากสารละลายโดยใช้แรงแม่เหล็ก (Zhang และคณะ, 2012) วิธีการนี้จึงเป็นวิธีที่น่าสนใจที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการเก็บเกี่ยวเซลล์จุลสาหร่าย อย่างไรก็ตามการใช้อนุภาคแม่เหล็กนาโนเปลือยยังประสบปัญหาหลายประการดังนี้ อนุภาคแม่เหล็กนาโนเปลือยมักถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายและจับกันเอง รวมทั้งพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคแม่เหล็กนาโนเปลือยกับเซลล์สาหร่ายไม่แข็งแรง ส่งผลให้การเก็บเกี่ยวเซลล์จุลสาหร่ายด้วยอนุภาคแม่เหล็กนาโนเปลือยมี

Signed by DIP-CA

นายสุวัจชัย บุญอารี

ประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงพื้นผิวของอนุภาคแม่เหล็กนาโนให้มีความเสถียรและเพิ่มความแข็งแรงระหว่างพันธะในการจับกับเซลล์สาหร่ายเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวได้

แป้งแคทไอออนิกเป็นแป้งที่ถูกดัดแปรทางเคมีชนิดหนึ่งเพื่อให้มีประจุเป็นบวกโดยอาศัยการทำปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีประจุบวกโดยการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) บนหน่วยกลูโคสในโมเลกุลด้วยสารที่เป็นวงแหวนอีพอกซี โดยทั่วไปจะทำปฏิกิริยาในสภาวะที่เป็นด่าง ที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าการเกิด เจลาติไนเซชั่นของแป้งประมาณ 20-60 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 8-16 ชั่วโมง และในระหว่างปฏิกิริยาจะมีการเติมโซเดียมซัลเฟตหรือเกลือชนิดอื่น ๆ เพื่อป้องกันการพองตัวของเม็ดแป้ง แป้งที่ได้จะมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากหมู่ฟังก์ชั่นที่ถูกเติมเข้าไปในโมเลกุลของแป้ง เช่น สามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น มีอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่นต่ำลง และมีอัตราการคืนตัวต่ำลง โดยการนำแป้งไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ นั้น จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแป้ง โดยการดัดแปรแป้งจะเป็นการทำให้แป้งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการและเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ โดยแป้งแคทไอออนิกส่วนใหญ่นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ โดยทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมให้เยื่อกระดาษเกาะกันได้ดีขึ้น (กล้าณรงค์ และคณะ, 2549) จากคุณสมบัติในการเชื่อมเยื่อกระดาษซึ่งเป็นเซลลูโลส ทำให้แป้งแคทไอออนิกเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการนำมาใช้เคลือบพื้นผิวของอนุภาคแม่เหล็กนาโนเปลือย เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของอนุภาคแม่เหล็กนาโนเปลือยให้ดีขึ้น

ดังนั้นการผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวกสำหรับการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่าย นอกจากจะลดปัญหาในเรื่องของการถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจน และการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของอนุภาคแม่เหล็กนาโนเปลือยแล้ว ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง ซึ่งช่วยลดระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวเซลล์ จึงถือเป็นการลดต้นทุนการผลิตในการเก็บเกี่ยวสาหร่ายระดับอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

กรรมวิธีผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวก เพื่อใช้เก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง ประกอบด้วยขั้นตอน การดัดแปรแป้งมันสำปะหลังให้มีประจุบวกโดยเติมแป้งมันสำปะหลังในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และไดออกเซน เติมสารไกลซิดิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (glycidyltrimethyl ammonium chloride) และตกตะกอนด้วยเอทานอลและนำไปทำให้แห้ง จะได้แป้งมันสำปะหลังประจุบวก และการผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังประจุบวก โดยละลายแป้งมันสำปะหลังประจุบวกในกรดอะซิติก เติมอนุภาคแม่เหล็กและนำไปสั่นด้วยเครื่องสั่นสะเทือนด้วย และใช้แท่งแม่เหล็กถาวรแยกอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตที่ผลิตได้ออกจากสารละลาย

จุดประสงค์ของการประดิษฐ์ คือ การเตรียมอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตและแป้งดัดแปรแป้งมันสำปะหลังประจุบวกให้มีความเป็นแคทไอออนิกด้วย ไกลซิดิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (glycidyltrimethyl

Signed by DIP-CA

นายสุวัจชัย บุญอารี

ammonium chloride) และมีสมบัติความเป็นแม่เหล็กทำให้สามารถใช้ในการแยกเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยงโดยใช้สนามแม่เหล็กภายนอก

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

กรรมวิธีผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวก เพื่อใช้เก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง มีขั้นตอนดังนี้

ก. นำแป้งมันสำปะหลังไปกระจายตัวในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และไดออกเซนในอัตราส่วน 1:1 เขย่าโดยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที

ข. เติมสารไกลซิดิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (glycidyltrimethyl ammonium chloride) ตามอัตราส่วน ต่อหน่วยแอนไฮโดรกลูโคส ตั้งแต่ 0.5:1 ต่อ 7:1 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตั้งสารละลายทิ้งไว้ให้เย็น และปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง ด้วยกรดอะซิติก

ค. ทำการตกตะกอนในเอทานอล และทำสารละลายให้บริสุทธิ์โดยไดอะไลซิส นำไปทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dryer) จะได้เป็นแป้งมันสำปะหลังประจุบวก

ง. ชั่งแป้งมันสำปะหลังประจุบวกที่ได้จากขั้นตอน (ค.) 0.5 กรัม ละลายใน 0.5 โมล กรดอะซิติก ปริมาตร 10 มิลลิลิตร พีเอช เท่ากับ 4 ชั่งอนุภาคแม่เหล็ก 0.1 กรัม ผสมกับสารละลายแป้ง

จ. นำไปสั่นด้วยเครื่องสั่นสะเทือนด้วยเสียง (sonicate) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แยกแม่เหล็กออกจากสารละลายโดยใช้แท่งแม่เหล็กถาวร

ฉ. เติม 0.15 เปอร์เซ็นต์ สารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และเก็บสารละลายทิ้งไว้ข้ามคืน แยกอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตออกจากสารละลาย และล้างน้ำกลั่นหลาย 2-5 ครั้ง เก็บอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตให้กระจายตัวอยู่ในน้ำกลั่นเพื่อนำไปใช้ในการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยงต่อไป

ต่อไปเป็นการอธิบายตัวอย่างการประดิษฐ์ในเชิงปฏิบัติ

ตัวอย่างที่ 1 วิธีการดัดแปรแป้งมันสำปะหลังประจุบวก

นำแป้งมันสำปะหลัง 5 กรัม ไปกระจายตัวในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และไดออกเซนในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ปริมาณ 50 มิลลิลิตร เขย่าโดยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที เติมสารไกลซิดิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (glycidyltrimethyl ammonium chloride) 4.14 มิลลิลิตรตามอัตราส่วน ต่อหน่วยแอนไฮโดรกลูโคส เขย่าโดยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตั้งสารละลายทิ้งไว้ให้เย็น และปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง ด้วยกรดอะซิติก 1 โมลาร์ ทำการตกตะกอนในเอทานอลและกวนผสม นำไปทำให้สารละลายให้บริสุทธิ์โดย

Signed by DIP-CA

นายสุวัจชัย บุญอารี

ไดอะไลซิส นำไปทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dryer) จะได้แป้งมันสำปะหลังประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างที่ 2 วิธีการเตรียมอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิต

ชั่งแป้งมันสำปะหลังประจุบวก 0.5 กรัม ละลายใน 0.5 โมล กรดอะซิติก ปริมาตร 10 มิลลิลิตร (พีเอช เท่ากับ 4) ชั่งอนุภาคแม่เหล็ก 0.1 กรัม ผสมกับสารละลายแป้ง นำไปสั่นด้วยเครื่องสั่นสะเทือนด้วยเสียง (sonicate) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แยกแม่เหล็กออกจากสารละลายโดยใช้แท่งแม่เหล็กถาวร เทสารละลายส่วนใสทิ้ง เติม 0.15 % โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ปริมาตร 15 มิลลิลิตร และเก็บสารละลายทิ้งไว้ข้ามคืน แยกอนุภาคแม่เหล็กออกจากสารละลาย และล้างน้ำกลั่น 2-5 ครั้ง หลาย ๆ ครั้ง เก็บอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตให้กระจายตัวอยู่ในน้ำกลั่นเพื่อนำไปใช้ในการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยงต่อไป

ตัวอย่างที่ 3 การศึกษาผลของอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลที่แตกต่างกันต่อการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่าย

นำสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงมาปริมาตร 10 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร เติมอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิต ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 1 นาที ทำการแยกเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยงโดยแท่งแม่เหล็กขนาดเล็กเป็นเวลา 2 นาที และนำอาหารหลังจากการแยกเซลล์ออกไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร พบว่าอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตที่ใช้แป้งมันสำปะหลังประจุบวกที่มีระดับการแทนที่เท่ากับ 0.76 มีค่าประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายเท่ากับ 98.09 เปอร์เซ็นต์

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

เหมือนที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

Signed by DIP-CA

นายสุวัจชัย บุญอารี

ข้อถือสิทธิ

1.กรรมวิธีผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวกเพื่อใช้เก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง มีขั้นตอนดังนี้

ก. นำแป้งมันสำปะหลังไปกระจายตัวในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และไดออกเซนในอัตราส่วน 1:1 เขย่าโดยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที

ข. เติมสารไกลซิดิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (glycidyltrimethyl ammonium chloride) ตามอัตราส่วน ต่อหน่วยแอนไฮโดรกลูโคส ตั้งแต่ 0.5:1 ถึง 7:1 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาตั้งสารละลายทิ้งไว้ให้เย็น และปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง ด้วยกรดอะซิติก

ค. ทำการตกตะกอนในเอทานอล และทำสารละลายให้บริสุทธิ์โดยไดอะไลซิส นำไปทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dryer) จะได้เป็นแป้งมันสำปะหลังประจุบวกที่มีระดับการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลที่แตกต่างกัน

ง. ชั่งแป้งมันสำปะหลังประจุบวกที่ได้จากขั้นตอน (ค.) 0.5 กรัม ละลายใน 0.5 โมล กรดอะซิติก ปริมาตร 10 มิลลิลิตร พีเอช เท่ากับ 4 ชั่งอนุภาคแม่เหล็ก 0.1 กรัม ผสมกับสารละลายแป้ง

จ. นำไปสั่นด้วยเครื่องสั่นสะเทือนด้วยเสียง (sonicate) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แยกแม่เหล็กออกจากสารละลายโดยใช้แท่งแม่เหล็กถาวร

ฉ. เติม 0.15 เปอร์เซ็นต์ สารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และเก็บสารละลายทิ้งไว้ข้ามคืน แยกอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตออกจากสารละลาย และล้างน้ำกลั่น 2-5 ครั้ง เก็บอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตให้กระจายตัวอยู่ในน้ำกลั่นเพื่อนำไปใช้ในการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง

Signed by DIP-CA

นายสุวัจชัย บุญอารี

บทสรุปการประดิษฐ์

กรรมวิธีผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่มีประจุบวก เพื่อใช้เก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่ายออกจากอาหารเพาะเลี้ยง ประกอบด้วยขั้นตอน การดัดแปรแป้งมันสำปะหลังให้มีประจุบวก โดยเติมแป้งมันสำปะหลังในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และไดออกเซน เติมสารไกลซิดิลไตรเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (glycidyltrimethyl ammonium chloride) และตกตะกอนด้วยเอทานอลและนำไปทำให้แห้ง จะได้แป้งมันสำปะหลังประจุบวก และการผลิตอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตโดยใช้แป้งมันสำปะหลังประจุบวก โดยละลายแป้งมันสำปะหลังประจุบวกในกรดอะซิติก เติมอนุภาคแม่เหล็กและนำไปสั่นด้วยเครื่องสั่นสะเทือนด้วย และใช้แท่งแม่เหล็กถาวรแยกอนุภาคแม่เหล็กนาโนคอมพอสิตที่ผลิตได้ออกจากสารละลาย

Signed by DIP-CA

นายสุวัจชัย บุญอารี