

หน้า 1 ของจำนวน 17 หน้า

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ระบบการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะ

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบฟาร์มอัจฉริยะ และเกษตรศาสตร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงไข่น้ำหรือฝำ

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- จากปัญหาภาวะโลกร้อน (Global warming) ถือเป็นปัญหาสำคัญในปัจจุบันที่ส่งผลกระทบต่อสังคมสิ่งมีชีวิตทั่วโลก มนุษย์ สัตว์ พืช หรือแม้แต่สิ่งแวดลอม การผันผวนทางสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ฤดูกาล การสูญเสียสมดุลทางนิเวศวิทยาในประเทศไทย เช่น การเกิดน้ำท่วมในฤดูฝน การเกิดน้ำแล้งในฤดูแล้ง เป็นต้น ทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนอาหาร (Food loss) ปัญหาความปลอดภัยทางอาหาร (Food safety) และปัญหาการปนเปื้อนในอาหาร (Food contamination) ปัจจุบันจึงมีงานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีอาหารเพื่อแสวงหาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอาหารให้มากขึ้น โดยมุ่งเน้นไปที่การผลิตอาหารที่สามารถเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้สูง เช่น ฝำหรือไข่น้ำ ถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจตัวใหม่ (Super food) ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในเชิงการค้า และมีรายงานว่ามีความคุณค่าทางอาหารสูง มีแนวโน้มเป็นหนึ่งในตัวเลือกสำหรับพืชที่สามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารได้ในอนาคต
- 10
- 15

- ฝำ หรือไข่น้ำ หรือไข่น้ำ (Wolffia or Water meal or Duckweed) เป็นพืชลอยน้ำ (Aquatic floating plants) ประเภท C3 ที่พบตามท้องถื่นในเขตภาคเหนือ และพบทั่วไปในประเทศไทย โดยที่พบมากมี 2 สายพันธุ์คือ *Wolffia globosa* (Roxb.) Hartog & Plas และ *Wolffia arrhiza* (Linn.) Horkel ex Wimm.
- 20 โดยทั้งสองสายพันธุ์มีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันคือ ไข่น้ำชนิด *W. arrhiza* จะมีขนาดใหญ่กว่า ผิวด้านบนมีสีเขียวเข้มและต้นมีลักษณะทึบแสง ส่วนฝำชนิด *W. globosa* มีขนาดเล็กกว่าและเป็นรูปทรงกระบอกมากกว่า และต้นมีลักษณะโปร่งแสงมากกว่า *W. arrhizal* ไข่น้ำมีอายุการขยายพันธุ์ประมาณ 15-20 วัน มีการรายงานปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำหนักแห้งไข่น้ำว่า ประกอบด้วย โปรตีน 30-45% ไขมัน 1.8-9.2% คาร์โบไฮเดรต 14.1-43.6% ปริมาณเส้นใย 5.7-16.2% และจากการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนของไข่น้ำ พบว่ามี
- 25 เพอร์เซ็นต์ของลิวซีน ฮีโอนิน วาลีน ไอโซลิวซีน และ ฟีนิลอะลานีนสูง แต่มีไซสทีน เมไทโอนีน และไทโรซีนอยู่ในระดับต่ำ โดยมาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่องการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงที่ดีสำหรับฟาร์มไข่น้ำเพื่อเป็นอาหาร

(มกษ. 2512-2568) ให้นิยาม *Wolffia* ว่า ผำ และกำหนดแนวปฏิบัติการผลิตผำที่มีความปลอดภัยทางอาหาร (Food safety)

5 การเพาะเลี้ยงผำหรือไข่น้ำ ที่ผ่านมามีเป็นระบบการเพาะเลี้ยงแบบดั้งเดิมที่อาศัยมนุษย์เป็นผู้ควบคุมการเพาะเลี้ยงและทำการเก็บเกี่ยว เช่น เมื่ออ้างถึงอนุสิทธิบัตรเลขที่คำขอ 0703000688 เรื่อง การเพาะเลี้ยงไข่น้ำเพื่อใช้บริโภค (Culture of *Wolffia* for Human Consumption) กล่าวถึง กรรมวิธีในการเพาะขยายพันธุ์ไข่น้ำสายพันธุ์ *W. arrhiza* (L.) Wimm. โดยการเลี้ยงในน้ำประปาที่เติมด้วยธาตุอาหารอนินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในระดับ 5.0-6.0 และควบคุมความเข้มข้นแสงในพื้นที่เลี้ยงให้อยู่ในช่วงระหว่าง 5,000-10,000 ลักซ์ เก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำเมื่อทำการเลี้ยงได้ 30 วันขึ้นไป

10 หรืออนุสิทธิบัตรเลขที่คำขอ 2003003134 เรื่อง การใช้กากยีสต์สกัด (Spent brewers' yeast crude extract) เป็นแหล่งอาหารเสริม (Feed supplementation) ในอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงไข่น้ำ กล่าวถึงการใช้กากยีสต์สกัดร่วมกับ ปุ๋ยเคมี N-P-K สูตร 16-16-16 เป็นแหล่งอาหารเสริมในการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia globosa*) โดยเลี้ยงที่อุณหภูมิของน้ำ 25-30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ pH 4.5-5.5

15 ซึ่งการเพาะเลี้ยงแบบดั้งเดิมดังกล่าว มีข้อจำกัดเกี่ยวกับความเชี่ยวชาญหรือความชำนาญของผู้เพาะเลี้ยง การกำหนดช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม หรือความผันผวนของสภาพแวดล้อม รวมถึงการปนเปื้อน จึงมีผู้พัฒนาเทคโนโลยีสำหรับกระบวนการและระบบการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะเพื่อประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น ตลอดจนนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตการเกษตร ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

20 และจากการสืบค้นข้อมูลเพื่อทราบถึงการพัฒนาเทคโนโลยีหรือกระบวนการเพื่อเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะ พบว่ามีผู้พัฒนาอยู่บ้าง เช่น

25 เมื่ออ้างอิงสิทธิบัตรการประดิษฐ์สหภาพยุโรปเลขที่ EP3340772B1 ชื่อการประดิษฐ์ ระบบสำหรับการเพาะเลี้ยงพืชน้ำและกระบวนการผลิต (A system for cultivating aquatic plants and method thereof) กล่าวถึง ระบบสำหรับเพาะพันธุ์พืชน้ำลอยน้ำสายพันธุ์ *Wolffia* ที่เติบโตบนผิวน้ำบนวัสดุปลูกแบบแผ่นที่ไม่ได้วางในแนวนอน ประกอบด้วย วัสดุปลูก คือ สารละลายธาตุอาหาร ที่มีปริมาตรที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ไหลผ่านวัสดุปลูกแบบแผ่น ที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างแผ่นที่ไม่ได้วางในแนวราบ อาจวางเอียงหรือมีรูปทรงเฉพาะ ซึ่งพืชน้ำจะถูกหว่านลงบนวัสดุปลูกแบบแผ่น กลไกการให้น้ำที่กำหนดค่าให้น้ำไหลจากบนลงล่าง (Top-down irrigation flow) ผ่านวัสดุปลูกแบบแผ่น อัตราการไหลอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 10 ลิตร/ชม./ตร.ม.

และกลไกการควบคุม ที่กำหนดค่าเพื่อควบคุมการไหลของน้ำ สำหรับระยะเวลาการเก็บเกี่ยวพืชน้ำอยู่ในช่วง 2 ถึง 30 วัน โดยมีการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพหรือทางเคมีของวัสดุปลูกด้วยเครื่องมือหลายชนิด เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมและสารอาหารให้เหมาะสม อย่างไรก็ตามสิทธิบัตรฉบับนี้ไม่ได้กล่าวถึงกระบวนการเก็บเกี่ยวหรือการบำบัดน้ำในการเพาะเลี้ยง

- 5 เมื่ออ้างอิงสิทธิบัตรการประดิษฐ์สหรัฐอเมริกาเลขที่ US11746314B2 ชื่อการประดิษฐ์ ระบบและวิธีการเพาะเลี้ยง และการกระจายพันธุ์สิ่งมีชีวิตในน้ำ (Systems and methods for cultivating and distributing aquatic organisms) กล่าวถึง ระบบสำหรับการเพาะปลูกพืชน้ำ เช่น สกุล *Wolffia* ประกอบด้วย ชุดเพาะเลี้ยงพืชน้ำ ห้องพักน้ำที่เชื่อมต่อกับชุดเพาะเลี้ยง ท่อทางเข้าที่หนึ่งที่เชื่อมต่อกับห้องพักน้ำและทางออกของชุดเพาะเลี้ยง ท่อทางเข้าที่สองที่เชื่อมต่อกับห้องพักน้ำและแหล่งอาหารเพาะเลี้ยง ท่อถ่าย
- 10 โอนที่เชื่อมต่อกับห้องพักน้ำและยื่นออกมาในแนวตั้งจากห้องพักน้ำ และตัวควบคุม (controller configured) ที่กำหนดค่าให้พืชน้ำบางส่วนที่ปลูกในชุดเพาะเลี้ยงไหลไปยังห้องพักน้ำผ่านท่อทางเข้าที่หนึ่ง และหลังจากที่พืชน้ำบางส่วนลอยอยู่ในห้องพักน้ำแล้ว ให้ปั๊มเพื่อส่งอาหารเพาะเลี้ยงเหลวจากแหล่งอาหารเข้าสู่ห้องพักน้ำผ่านท่อทางเข้าที่สอง โดยที่การไหลของอาหารเพาะเลี้ยงเหลวเข้าสู่ห้องพักน้ำจะทำให้พืชน้ำที่ลอยอยู่ในห้องพักน้ำลอยขึ้นไปยังท่อถ่ายโอนเพื่อทำการเก็บเกี่ยว และไหลออกไปยังชุดส่งออกพืชน้ำออกจากระบบ ซึ่ง
- 15 ระบบยังประกอบด้วยชุดดัดแปลง (modification unit) ที่เชื่อมต่อกับท่อถ่ายโอน และประกอบด้วยตัวกรองที่กำหนดค่าให้กำจัดสิ่งปนเปื้อน อย่างไรก็ตามสิทธิบัตรฉบับนี้มีกระบวนการเก็บเกี่ยว และการบำบัดน้ำในการเพาะเลี้ยงที่ต่างจากการประดิษฐ์นี้ และไม่ได้กล่าวถึงการควบคุมสภาพแวดล้อมหรือสารอาหารในระบบการเพาะเลี้ยง

- 20 เมื่ออ้างอิงสิทธิบัตรการประดิษฐ์สากลเลขที่ประกาศโฆษณา WO2017179057A1 ชื่อการประดิษฐ์ การเพาะเลี้ยงพืชสกุล *Wolffia* (Cultivation of *Wolffia* plants) กล่าวถึง ระบบสำหรับการเพาะปลูกพืชน้ำ *Wolffia* แนวตั้งที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศมากกว่า 100 ลิตร/ชั่วโมง และช่วงเวลาการให้แสงมากกว่า 12 ชั่วโมงใน 1 วัน สำหรับสิทธิบัตรฉบับนี้เป็นกระบวนการเลี้ยงแนวตั้งซึ่งต่างจากการประดิษฐ์นี้ และไม่ได้กล่าวถึงกระบวนการเก็บเกี่ยว การบำบัดน้ำในการเพาะเลี้ยง และการควบคุมสารอาหารในระบบการเพาะเลี้ยง

- 25 เมื่ออ้างอิงสิทธิบัตรการประดิษฐ์สากลเลขที่ประกาศโฆษณา WO2010123943A1 ชื่อการประดิษฐ์ การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และการแปรรูปสิ่งมีชีวิตลอยน้ำที่มีอัตราการเติบโตสูง (Cultivation, harvesting and processing of floating aquatic species with high growth rates) กล่าวถึง อุปกรณ์สำหรับการ

เพาะเลี้ยงพืชน้ำที่ลอยบนผิวน้ำ ประกอบด้วย ภาชนะเพาะเลี้ยง (Container) เป็นภาชนะขนาดใหญ่ที่ ออกแบบมาให้มีรูปทรงคล้ายทางน้ำวน (Raceway Configuration) เพื่อให้น้ำหมุนเวียนเป็นวงรอบต่อเนื่อง และมีเซ็นเซอร์วัดความหนาแน่น (Density Sensor) เพื่อตรวจสอบความหนาของชั้นพืชที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ และบ่งชี้ว่าถึงเวลาเก็บเกี่ยวแล้วหรือไม่ รวมถึงระบบเก็บเกี่ยวอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อลดระดับลงในน้ำ

5 เพาะเลี้ยงได้พืชที่ลอยอยู่ คือ สายพานลำเลียง (Conveyer Belt) และมีอุปกรณ์กวาดผิวน้ำ (Surface Skimmer) เพื่อเก็บเกี่ยวเฉพาะพืชออกจากผิวน้ำ มีกลไกสำหรับนำน้ำที่เพาะเลี้ยงกลับเข้าสู่ภาชนะเพาะเลี้ยง และมีเซ็นเซอร์สำหรับตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง และระดับของสารอาหารในน้ำที่เพาะเลี้ยง เพื่อทำการ

ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือเพิ่มเติมสารอาหาร อย่างไรก็ตามก็ดีสิทธิบัตรฉบับนี้กล่าวถึงกระบวนการเก็บเกี่ยวที่

ต่างจากการประดิษฐ์นี้ และไม่ได้แสดงรายละเอียดสำหรับการบำบัดน้ำในการเพาะเลี้ยง

- 10 เมื่ออ้างอิงสิทธิบัตรการประดิษฐ์เยอรมันเลขที่ DE102018003368B3 ชื่อการประดิษฐ์ วิธีการ ดำเนินงานโรงเพาะเลี้ยงพืชน้ำโปรตีนสูง และโรงเพาะเลี้ยง (Method for operating a culture plant for protein-rich aquatic plants and culture plant itself) กล่าวถึง วิธีการเพาะเลี้ยงพืชน้ำที่มีโปรตีนสูง เช่น พืช Wolffia ซึ่งเพาะเลี้ยงในระบบบ่อเพาะเลี้ยงแบบซ้อนกัน (stacked culture) โดยเพาะเลี้ยงพืชน้ำจนมี ความหนาแน่นที่เก็บเกี่ยวได้ จากนั้นจึงเก็บเกี่ยวพืชน้ำออกไปบางส่วนและเก็บอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักร และมี
- 15 การจัดแสงสว่างตามโซนในบ่อเพาะเลี้ยง ทั้งโซนแสงน้อยและโซนแสงจ้า โดยโซนแสงจ้าจะอยู่ในหรือด้านหน้า ของโซนการเก็บเกี่ยวดังกล่าว มีการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เพาะเลี้ยงให้อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 8.0 และอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 20 ถึง 30 องศาเซลเซียส รวมถึงมีการควบคุมสารอาหารของพืชน้ำโดยการ
- เติมธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยปรับความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักที่
- 20 เติมให้เหมาะสมกับคุณภาพของแสงและ/หรือปริมาณแสง จนกระทั่งได้ค่าโปรตีนและ/หรือแป้ง ของพืชน้ำที่
- เหมาะสมที่สุดตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามก็ดีสิทธิบัตรฉบับนี้ไม่ได้กล่าวถึงกระบวนการเก็บเกี่ยวหรือการบำบัดน้ำ
- ในการเพาะเลี้ยง

- เมื่ออ้างอิงสิทธิบัตรการประดิษฐ์สากลเลขที่ประกาศโฆษณา WO2022123076A1 ชื่อการประดิษฐ์ วิธีการดำเนินงานโรงเพาะเลี้ยงพืชน้ำ โรงเพาะเลี้ยง และผลิตภัณฑ์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Method for
- 25 operating a culture facility for aquatic plants, and culture facility itself, and computer program product) กล่าวถึง วิธีการดำเนินงานโรงเพาะเลี้ยงพืชน้ำแบบมีชั้นเพาะปลูกซ้อนกัน (stacked culture tub system) ซึ่งมีการเก็บเกี่ยวเป็นวัฏจักรและเป็นบางส่วน โดยมีการควบคุมการเติบโตแบบซิกมอยด์ (Sigmoidal Growth Curve) ทำการเพาะเลี้ยงจนกระทั่งพืชน้ำมีสถานะการปกคลุม (coverage status) เกิน

- 50% ของขีดจำกัดการปกคลุมที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ทำการเก็บเกี่ยวตามวัฏจักรที่ปรับได้ (Cyclical and Adaptive Harvesting) และหลังจากถึงสถานะการปกคลุมที่กำหนดครั้งถัดไป จะทำการเก็บเกี่ยวในปริมาณ 5% ถึง 70% ของพื้นที่ปกคลุมทั้งหมด เป็นวัฏจักรตามรอบเวลาเก็บเกี่ยว (Harvest Cycle Times) และมีการควบคุมพารามิเตอร์ผ่านการจำลองแบบ (Modeling and Control) โดยการสร้างแบบจำลองกระบวนการ
- 5 เจริญเติบโตเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และแสง เพื่อกำหนดเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่สุด รวมถึงการปรับค่าอัตโนมัติ (Automatic Readjustment) หากพารามิเตอร์เหล่านี้ หากเกิดการผันผวนภายในโรงเพาะเลี้ยง เวลาเก็บเกี่ยวและ/หรือปริมาณการเก็บเกี่ยว จะถูกปรับใหม่อัตโนมัติ อย่างไรก็ตามวิธีการที่อธิบายไว้ไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดของกระบวนการเก็บเกี่ยว และไม่ได้ระบุถึงการบำบัดน้ำในการเพาะเลี้ยง และการควบคุมระบบสารอาหาร
- 10 จะเห็นได้ว่าเอกสารที่ปรากฏอยู่แล้วข้างต้น มีการประดิษฐ์ที่พัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติ เพื่อเพาะปลูกใช้น้ำหรือผ้ายูบ่าง แต่เมื่อพิจารณาถึงระบบอัตโนมัติที่ครอบคลุมตั้งแต่การเพาะเลี้ยง การควบคุมสภาพแวดล้อมและสารอาหาร การบำบัดน้ำเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ การเก็บเกี่ยว และการเชื่อมโยงทุก ระบบเข้าด้วยกันด้วยการควบคุมแบบอัตโนมัติ ยังไม่พบว่ามีผู้พัฒนามาก่อนหน้านี้ โดยงานที่มาปรากฏมาก่อนหน้านั้นให้ความสำคัญเฉพาะระบบใดระบบหนึ่งเพียงระบบเดียว หรือมีการพัฒนามากกว่าหนึ่งระบบใน
- 15 สิทธิบัตรฉบับเดียว แต่เป็นรายละเอียดของระบบที่แตกต่างจากการประดิษฐ์นี้ ซึ่งการประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงใช้น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่สามารถควบคุมการเพาะเลี้ยงใช้น้ำหรือผ้ายูบ่างได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งถึงการเก็บเกี่ยว ในส่วนของบ่อสำหรับเพาะเลี้ยงได้มีการคิดค้นเพื่อพัฒนารูปแบบของบ่อให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่สามารถประหยัดการใช้น้ำได้มากกว่า 30 % เมื่อเทียบกับบ่อรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และระบบอัตโนมัติที่สามารถติดตามสภาพแวดล้อมของการเพาะเลี้ยง เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมและสารอาหาร
- 20 ให้เหมาะสม โดยเลือกปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงผ้ายูบ่างหรือใช้น้ำ เช่น การควบคุมแสง การควบคุมระดับความเป็นกรดด่าง การควบคุมอุณหภูมิ น้ำ การควบคุมระดับสารอาหาร และเทคนิคการหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัดและใช้เพาะเลี้ยงผ้ายูบ่างหรือใช้น้ำ เชื่อมโยงกับระบบสำหรับการบำบัดน้ำที่มีการตรวจสอบการปนเปื้อนก่อนจ่ายน้ำกลับเข้าไปใช้ในการเพาะเลี้ยงอีกครั้ง ช่วยให้สามารถพัฒนาการเพาะเลี้ยงใช้น้ำสู่ระดับอุตสาหกรรมได้
- 25 **ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์**

ระบบการเพาะเลี้ยงใช้น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะ ประกอบด้วย ชุดตู้ควบคุมหลัก ประกอบด้วยระบบไฟฟ้าสำหรับควบคุมระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง ระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด ระบบการ

ระบายน้ำทิ้ง และระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม และระบบโครงสร้างที่ภายในมีพื้นที่ยกสูงรองรับ บ่อบรรจุน้ำ (Pond) สำหรับเพาะเลี้ยงไข่น้ำ ด้านบนมีหลังคาติดตั้งวัสดุพรางแสง กันน้ำและแสงยูวีภายในบ่อ บรรจุน้ำมีรางรับสแตนเลส สำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำด้วยระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง (Semi-Harvesting Process) ซึ่งมีเซนเซอร์รูปภาพ (Image Sensor) ติดตั้งไว้ที่บ่อบรรจุน้ำ สำหรับเก็บภาพความ

5 หนาแน่นของไข่น้ำอย่างต่อเนื่อง จากนั้นส่งข้อมูลไปยังชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Wolffia.AI) เพื่อประมวลผล ความหนาแน่นต่อพื้นที่ และจะส่งคำสั่งไปยังปั้มน้ำให้สูบน้ำเข้ามายังบ่อบรรจุน้ำเพื่อสร้างแรงขับเคลื่อนการ หมุนเวียนน้ำให้ไข่น้ำที่ลอยบนผิวน้ำไหลล้นเข้ามาและถูกกักเก็บอยู่ภายในรางรับสแตนเลส ส่วนน้ำที่ล้นจะไหล ลงสู่ถังรับน้ำล้นด้านล่างของบ่อบรรจุน้ำ และถูกปั้มน้ำสูบน้ำออกไปเพื่อแยกตะกอนหยาก ส่วนน้ำที่ผ่านการกรอง จะถูกส่งไปบำบัดยังชุดถังกรองละเอียด

- 10 น้ำในระบบทั้งส่วนที่ล้นจากการเก็บเกี่ยวและน้ำในบ่อบรรจุน้ำ จะมีการบำบัดด้วยระบบหมุนเวียนน้ำ เพื่อการบำบัด (Recirculation and Treatment System) โดยน้ำจะถูกบำบัดที่ชุดถังกรองละเอียด และจะ ถูกสูมตัวอย่างเพื่อตรวจวัดค่าการปนเปื้อน ด้วยระบบตรวจวัดค่าการปนเปื้อน ก่อนส่งต่อไปยังถังพัก จากนั้น น้ำจากถังพักจะถูกจ่ายเข้าสู่บ่อบรรจุน้ำโดยระบบการจ่ายน้ำดิบ หรืออาจถูกนำน้ำออกจากระบบ หรือเพื่อล้าง บ่อสำหรับเริ่มการเพาะเลี้ยงโดยระบบการระบายน้ำทิ้ง (Drain) โดยที่ถังพักยังจัดให้รองรับการผสมสารละลาย
- 15 สารอาหารไฮโดรโปนิกส์สำหรับจ่ายเข้าไปยังบ่อบรรจุน้ำด้วย

สารละลายสารอาหารที่ส่งไปยังบ่อบรรจุน้ำ ถูกควบคุมโดยระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม (Nutrition Controller and Accessories) โดยมีเซนเซอร์ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า สำหรับเทียบค่าการนำ ไฟฟ้าของสารละลายสารอาหารที่อยู่ในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สำหรับตรวจสอบค่าความ เป็นกรด-ด่างของน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ (T_w) สำหรับตรวจวัดค่าอุณหภูมิของน้ำ ติดตั้งไว้ที่บ่อ

20 บรรจุน้ำ โดยค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์แต่ละชนิดจะถูกส่งไปยังชุดตู้ควบคุมรอง ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระบบ ควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อมในการปรับค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าอุณหภูมิ ให้ อยู่ในช่วงที่กำหนด

และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Wolffia.AI) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดด้วยการรับ ข้อมูลจากเซนเซอร์รูปภาพ และนำมาประมวลผลด้วยชุดเก็บข้อมูลหลัก (Main Correction System, MCS) เพื่อวัดค่าความหนาแน่นผลผลิตไข่น้ำต่อพื้นที่ สร้างแบบจำลอง และทำนายข้อมูลการเจริญเติบโตของไข่น้ำ

25 (Growth rate) ด้วยระบบอัจฉริยะบนฐานข้อมูลของเส้นโค้งมาตรฐานจากฐานข้อมูลงานวิจัยที่กำหนดไว้

ล่องหน้า (Big data) จากนั้นจึงสั่งการและควบคุมการเพาะเลี้ยงผ่านระบบรอง (Sub Correction System, SCS) ซึ่งมีการเชื่อมโยงเข้ากับระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม

- การประดิษฐ์นวัตกรรมนี้วัตถุประสงค์เพื่อ จัดให้มีระบบการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะ ซึ่งช่วยลดปัญหาด้านการควบคุมระบบต่าง ๆ ซึ่งแต่เดิมต้องใช้แรงงานคน ทำให้ยุ่งยากและอัตราการผิดพลาดสูง ระบบอัตโนมัติสามารถทดแทนระบบการควบคุมแบบปกติที่ใช้การตั้งค่าการทำงานเป็นรอบ ๆ โดยอาศัยแรงงานคนช่วยตรวจสอบทีละครั้ง ทำให้ไม่สามารถช่วยควบคุมหรือแก้ไขปัญหาการเพาะเลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยแก้ปัญหาจากความผันผวนของสภาพภูมิอากาศ การป้องกันการปนเปื้อน การใช้พื้นที่ให้คุ้มค่า และลดต้นทุนการผลิต โดยระบบตามการประดิษฐ์นี้สามารถเลี้ยงไข่น้ำกึ่งต่อเนื่องได้นานถึง 3 เดือน จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการตลอดห่วงโซ่การผลิตและโลจิสติกส์ ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ลดความสูญเสียและความเสียหายของสินค้าเกษตรจากแปลงเกษตรกรจนถึงมือผู้บริโภค

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงระบบการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะ

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

- ตามรูปที่ 1 ระบบการเพาะเลี้ยงไข่น้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะ ประกอบด้วย ระบบโครงสร้าง (1) ที่มีบ่อบรรจุน้ำ (2) สำหรับบรรจุน้ำในการเพาะเลี้ยงไข่น้ำอยู่ภายใน ประกอบด้วยระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง สำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต ระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด สำหรับบำบัดน้ำในระบบการเพาะเลี้ยงระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม สำหรับควบคุมปริมาณสารอาหารในบ่อบรรจุน้ำ (2) และชุดตู้ควบคุมหลัก (17) ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้าสำหรับควบคุมระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง ระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด ระบบการระบายน้ำทิ้ง (14) และระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม

- โดยที่ ระบบโครงสร้าง (1) ผลิตจากเหล็กกล่องกัลวาไนซ์ ภายในมีพื้นที่ยกสูงรองรับบ่อบรรจุน้ำ (2) ที่มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Shaped) ซึ่งโครงสร้างรูปแบบนี้สามารถประหยัดการใช้น้ำได้มากกว่า 30 % เมื่อเทียบกับบ่อรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผนังบ่อโดยรอบทำมุมชันกับพื้นบ่อ ระหว่าง 135-150 องศา ด้านบนของระบบโครงสร้าง (1) จัดให้มีโครงหลังคาและติดตั้งวัสดุพรางแสง (3) วัสดุกันโนโครงหลังคา ส่วนด้านบนของโครงหลังคาติดตั้งวัสดุกันน้ำและแสงยูวี (4) ภายในบ่อบรรจุน้ำ (2) บริเวณด้านบนจัดให้มีรางรับสแตนเลส (7) ที่ภายในประกอบด้วยตะแกรงสแตนเลส ขนาด 100 เมช (Mesh) หรือช่องรู 0.15 มิลลิเมตร และมีถุงผ้าไนลอน ขนาด 150 เมช หรือช่องรู 0.10 มิลลิเมตร กรองซ้อนด้านใน สำหรับเก็บเกี่ยว

หน้า 8 ของจำนวน 17 หน้า

ผลผลิตไข่น้ำ สำหรับระบบนี้แต่ละรอบจะสามารถเก็บเกี่ยวไข่น้ำได้ประมาณครั้งละ 2-3 กิโลกรัม ด้านล่างของบ่อบรรจุน้ำ (2) จัดให้มีถังรับน้ำล้น (6) สำหรับรองรับน้ำล้นขณะเก็บเกี่ยวผลผลิตไข่น้ำ

ตัวอย่างลักษณะหนึ่งของระบบโครงสร้าง (1) ผลิตจากเหล็กกล่องกัลวาไนซ์ ขนาด 1.5 นิ้ว ความหนา 1.2 มิลลิเมตร พื้นที่ยกสูงรองรับบ่อบรรจุน้ำ (2) อยู่สูงจากพื้นประมาณ 80 เซนติเมตร

- 5 ตัวอย่างลักษณะหนึ่งของโครงหลังคา จัดให้ติดตั้งครอบคลุมพื้นที่ด้านข้างของระบบโครงสร้าง (1) ยื่นออกไปประมาณ 20 เซนติเมตร

ตัวอย่างลักษณะหนึ่งของบ่อบรรจุน้ำ (2) คือ ระดับก้นบ่อน้ำอยู่บนพื้นที่ยกสูง โดยสูงจากพื้นดินประมาณ 80 เซนติเมตร มีขนาดพื้นที่ผิวน้ำด้านบน กว้าง 2.5 เมตร ยาว 10 เมตร เท่ากับพื้นที่ 25 ตารางเมตร โดยระดับน้ำในบ่อสูงประมาณ 25-30 เซนติเมตร คิดเป็นขนาดความจุประมาณ 5,000 ลิตร

- 10 ในลักษณะหนึ่ง บ่อบรรจุน้ำ (2) กำหนดให้ด้านหลังของบ่อมีระดับพื้นผิวสูงกว่าด้านหน้าบ่อ เพื่อให้หน้าภายในบ่อเกิดการหมุนเวียนตามธรรมชาติ

ในอีกลักษณะหนึ่ง บรรจุน้ำ (2) ที่เหมาะสม กำหนดให้โครงรองรับ คือ แผ่นวีวาบอร์ด หนา 12-16 มิลลิเมตร และผิวบ่อด้านใน คือ แผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูง (HDPE) หนา 0.5 มิลลิเมตร โดยทำการปูแผ่นพลาสติกความหนาแน่นสูงปฏิบัติตามรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมูของบ่อบรรจุน้ำ (2) สำหรับรองรับน้ำเพาะเลี้ยง

- 15 ไข่น้ำ

ในอีกลักษณะหนึ่ง บ่อบรรจุน้ำ (2) โดยรอบจัดให้ติดตั้งมุ้งตาข่ายกันแมลง (5) แบบไนลอนสีขาว ขนาด 16 ตา สำหรับป้องกันแมลงเข้ามาภายใน

- 20 ในอีกลักษณะหนึ่ง วัสดุพรางแสง (3) จัดให้เป็นวัสดุที่พรางแสงได้ระหว่าง 50-80% ที่เหมาะสม คือ ตาข่ายกรองแสง (Shading Net) สีดำ หรือสีเขียว อย่างไม่อย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างประกอบรวมกัน โดยติดตั้งอย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ในฤดูฝนหรือฤดูหนาวตาข่ายกรองแสงที่ติดตั้งอย่างน้อย 2 ชั้นดังกล่าว สามารถพรางแสงแดดได้ระหว่าง 50-60 % ทั้งนี้ในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีแสงจ้าควรเพิ่มการพรางแสงแดดให้อยู่ระหว่าง 70-80 % โดยเพิ่มการติดตั้งตาข่ายกรองแสงเป็นอย่างน้อย 3-4 ชั้น

ในอีกลักษณะหนึ่ง วัสดุกันน้ำและแสงยูวี (4) จัดให้เป็น แผ่นพลาสติกใสหนา 0.20-0.25 มิลลิเมตร

- 25 ซึ่งการใช้วัสดุพรางแสง (3) ร่วมกับวัสดุกันน้ำและแสงยูวี (4) ติดตั้งบริเวณโครงหลังคา ทำให้สามารถรับแสงแดดได้ในช่วงความเข้มประมาณ 120-150 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ($\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) หรือคิดเป็นค่าเทียบเท่าความสว่างในช่วง 10,000-12,000 ลักซ์

ระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง ประกอบด้วย เซนเซอร์รูปภาพติดตั้งไว้ที่บ่อบรรจุน้ำ (2) สำหรับเก็บภาพความหนาแน่นของไขน้ำอย่างต่อเนื่อง จากนั้นส่งข้อมูลไปยังชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Wolffia.AI) เพื่อประมวลผลความหนาแน่นต่อพื้นที่ และคำนวณปริมาณผลผลิตต่อรอบ โดยเมื่อความหนาแน่นต่อพื้นที่ของไขน้ำอยู่ในช่วงที่กำหนดให้เก็บเกี่ยว ระบบจะส่งคำสั่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าไปยังปั้มน้ำให้

5 สูบน้ำเข้ามายังบ่อบรรจุน้ำ (2) เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำและสร้างแรงขับเคลื่อนการหมุนเวียนน้ำ กระทั่งไขน้ำที่ลอยบนผิวน้ำไหลล้นเข้ามาและถูกกักเก็บอยู่ภายในรางรับสแตนเลส (7) ส่วนน้ำที่ล้นจากการเก็บเกี่ยวจะไหลลงสู่ถังรับน้ำล้น (6) และถูกปั้มน้ำสูบออกไปยังเครื่องกรองดรัมฟิลเตอร์ (Drum Filter) (8) ขนาดระหว่าง 75-120 ไมครอน เพื่อแยกตะกอนหยาบ (9) โดยอัตโนมัติและนำไปกำจัดทางชีวภาพ ส่วนน้ำที่ผ่านการกรองจะถูกส่งไปบำบัดยังชุดถังกรองละเอียด (10)

10 ในลักษณะหนึ่ง ถังรับน้ำล้น (6) จัดให้ติดตั้งเซนเซอร์ค่าระดับน้ำ (Level Controller) ที่ตำแหน่งบนและล่างของถังรับน้ำล้น (6) สำหรับควบคุมระดับภายในถังรับน้ำล้น (6) ไม่ให้ล้น โดยหากระดับน้ำถึงปริมาณที่กำหนดเซนเซอร์จะส่งสัญญาณไปยังชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อส่งคำสั่งให้ปั้มน้ำสูบน้ำไปยังเครื่องกรองดรัมฟิลเตอร์ (8)

15 ในอีกลักษณะหนึ่ง ระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง จัดให้มีการเก็บเกี่ยวเมื่อความหนาแน่นของผลผลิตไขน้ำต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 10 เท่า

ในอีกลักษณะหนึ่ง แรงขับเคลื่อนการหมุนเวียนน้ำ ที่เหมาะสมในการในการเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง คือ ค่าอัตราการไหลน้ำประมาณ 50-100 ลิตรต่อนาที (LPM) หรือค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ (Reynold number) อยู่ในช่วง 200,000-220,000

20 ในอีกลักษณะหนึ่ง ปั้มน้ำแบบจุ่มแช่ (11) จัดให้ทำงานเพื่อหมุนเวียนน้ำภายในบ่อบรรจุน้ำ (2) ให้มีอัตราหมุนเวียนน้ำต่อชั่วโมง (Water Change per Hour, WCH) ประมาณ 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m³/h)

ระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด พร้อมกำจัดการปนเปื้อน และระบบตรวจวัดค่าการปนเปื้อน โดยบำบัดทั้งน้ำที่เพาะเลี้ยงในบ่อบรรจุน้ำ (2) และน้ำจากถังรับน้ำล้น (6) ซึ่งยังคงมีความสกปรกจากค่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด (Total Organic Carbon, TOC) สูง ระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัดจัดให้ประกอบด้วย ปั้มน้ำแบบจุ่มแช่ (11) อย่างน้อยสองตำแหน่ง ติดตั้งภายในบ่อบรรจุน้ำ (2) สำหรับหมุนเวียนน้ำ

25 ภายในบ่อบรรจุน้ำ (2) ด้วยการสูบน้ำภายในบ่อมาทำการบำบัดที่ชุดถังกรองละเอียด (10) และน้ำที่ผ่านการบำบัดจากชุดถังกรองละเอียด (10) จะถูกสูบตัวอย่างเพื่อตรวจวัดค่าการปนเปื้อน ด้วยระบบตรวจวัดค่าการปนเปื้อน ซึ่งประกอบกันเป็นชุดอยู่ในชุดถังกรองละเอียด (10) โดยวัดค่าการดูดกลืนรังสียูวีขนาด 5 วัตต์ ที่

ความยาวคลื่น 200-290 นาโนเมตร แล้วเทียบค่ากับสมการของสารละลายมาตรฐาน ก่อนส่งต่อไปยังถังพัก (12) โดยระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด จะควบคุมทั้งปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมดและค่าอินทรีย์สารละลายในน้ำ (Dissolved Organic Carbon, DOC) ของน้ำที่ทำการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในบ่อบรรจุน้ำ (2) ให้ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 14-16 มิลลิกรัมต่อลิตร และเพื่อให้มีอัตราหมุนเวียนน้ำต่อชั่วโมง (Water Change per Hour, WCH) ประมาณ 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m^3/h)

10 ในลักษณะหนึ่ง ชุดถังกรองละเอียด (10) ประกอบด้วย ชุดถังกรองละเอียดขนาด 5-10 ไมครอน ประกอบร่วมกับระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยหลอดยูวี (UV) ขนาด 18 วัตต์ หรือไม่ต่ำกว่า 1.5-2.0 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (Ws/cm^2) และระบบลดค่าอินทรีย์สารละลายในน้ำด้วยก๊าซโอโซน (Ozone) ขนาด 2,000 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง หรือความเข้มข้น (Dosage) ไม่ต่ำกว่า 0.5-1.5 มิลลิกรัม/มิลลิกรัมปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด (mg/mg TOC)

15 ในอีกลักษณะหนึ่ง ถังพัก (12) ติดตั้งวาล์วลูกกลอยขนาด 6 หุน หรือ 3/4 นิ้ว ไว้ภายใน เพื่อควบคุมระดับน้ำ และเชื่อมต่อกับระบบการจ่ายน้ำดิบ (13) สำหรับจ่ายน้ำที่มีความสะอาดเข้าสู่ระบบ และมีระบบการระบายน้ำทิ้ง (14) สำหรับนำน้ำออกจากระบบในกรณีที่ระบบตรวจวัดค่าการปนเปื้อนตรวจพบค่าการปนเปื้อนของน้ำสูงกว่าช่วงที่กำหนด หรือเพื่อล้างบ่อสำหรับเริ่มการเพาะเลี้ยง และรองรับการผสมสารละลายสารอาหารไฮโดรโพนิคส์สำหรับจ่ายเข้าไปยังบ่อบรรจุน้ำ (2)

20 ในอีกลักษณะหนึ่ง ระบบการจ่ายน้ำดิบ (13) จัดให้มีปั้มน้ำแบบจุ่มแช่อย่างน้อยสองตำแหน่ง สำหรับสูบน้ำจากถังพัก (12) กลับขึ้นไปยังบ่อบรรจุน้ำ (2) โดยมีการทำงานที่ประกอบด้วย ปั้มน้ำตำแหน่งหนึ่ง สูบน้ำเข้าไปยังบ่อบรรจุน้ำ (2) ช่วงบนผิวน้ำ (15) ซึ่งมีหัวฉีดน้ำแบบปากเบ็ด (Plastic Outflow Fitting Duckbill) ขนาด 4 หุน หรือ 1/2 นิ้ว ที่ปรับมุมเอียงได้ จำนวน 5 ตัว วางเรียงต่อกันอยู่ใต้ระดับผิวน้ำ เพื่อผลักดันไข่น้ำที่ลอยอยู่บนผิวน้ำให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า และปั้มน้ำอีกตำแหน่งหนึ่ง สูบน้ำเข้าไปยังบ่อบรรจุน้ำ (2) ช่วงใต้ก้นบ่อ (16) ซึ่งมีหัวฉีดน้ำแบบปากเบ็ด ขนาด 4 หุน หรือ 1/2 นิ้ว ที่ปรับมุมเอียงได้ จำนวน 5 ตัว วางเรียงต่อกันอยู่เหนือระดับพื้นก้นบ่อเพื่อผลักดันตะกอนที่ก้นบ่อน้ำให้ไปถึงปั้มน้ำแบบจุ่มแช่ (11)

25 ในอีกลักษณะหนึ่ง หัวฉีดน้ำแบบปากเบ็ด จัดให้มีการติดตั้งในลักษณะวางสลับเยื้องกันในแต่ละตำแหน่งใต้ระดับผิวน้ำ และตำแหน่งเหนือระดับพื้นก้นบ่อ

ระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย เซนเซอร์ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า สำหรับเทียบค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสารอาหารที่อยู่ในน้ำ เซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง สำหรับตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ และเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิ น้ำ สำหรับตรวจวัดค่าอุณหภูมิของน้ำ ติดตั้งไว้ที่บ่อ

บรรจุน้ำ (2) โดยค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์แต่ละชนิดจะถูกส่งไปยังชุดตู้ควบคุมรอง (18) ซึ่งบรรจุกุญแจ
อิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงข้อมูลที่ตรวจวัดได้ และควบคุมระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อมในการ
ปรับค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าอุณหภูมิ น้ำให้อยู่ในช่วงที่กำหนด

ที่ซึ่ง ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสารอาหาร กำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 0.5-0.7 มิลลิซีเมนส์ต่อ
5 เซนติเมตร (mS/cm) ค่าความเป็นกรด-ด่าง กำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.5-6.5 และค่าอุณหภูมิ กำหนดให้มีค่า
อยู่ในช่วง 20-35 องศาเซลเซียส

ในลักษณะหนึ่ง ชุดตู้ควบคุมรอง (18) กำหนดให้สั่งการเพื่อควบคุมการจ่ายสารละลายสารอาหารจาก
ถังพัก (12) เข้าสู่บ่อบรรจุน้ำ (2) เมื่อค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสารอาหารไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด และเมื่อ
เซนเซอร์ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าตรวจวัดพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายสารอาหารในบ่อบรรจุน้ำ (2)
10 อยู่ในช่วงที่กำหนด ชุดตู้ควบคุมรอง (18) จะสั่งการให้หยุดการจ่ายสารละลายสารอาหารจากถังพัก (12)

ในอีกลักษณะหนึ่ง สารละลายสารอาหารไฮโดรโปนิคส์ ประกอบด้วย สารอาหารไฮโดรโปนิคส์แบบ A
ประกอบด้วย แคลเซียมไนเตรต (CaNO_3) สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กที่ทนต่อสภาวะกรดอ่อน (Fe-EDTA)
สารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กที่ทนต่อสภาวะด่างสูง (Fe-EDDHA) แคลเซียมไดโซเดียมอีดีทีเอ (Ca-EDTA)
และกรดบอริก (H_3BO_3) และสารอาหารไฮโดรโปนิคส์แบบ แบบ B ประกอบด้วยโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)
15 ไดโพแทสเซียมฟอสเฟต (K_2HPO_4) แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) แมกนีเซียมซัลเฟต (MgSO_4) กรดจัสโมนิก
(Jasmonic acid: JA) แมงกานีสซัลเฟต (MnSO_4) คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และซิงค์ซัลเฟต (ZnSO_4) โดย
ทำการผสมสารอาหารไฮโดรโปนิคส์แบบ A และสารอาหารไฮโดรโปนิคส์แบบ B แยกส่วนกัน จากนั้นผสม
สารอาหารไฮโดรโปนิคส์แบบ A ต่อ สารอาหารไฮโดรโปนิคส์แบบ B เข้าด้วยกัน ในสัดส่วน 1 ต่อ 1

ในอีกลักษณะหนึ่ง ระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม ประกอบเพิ่มเติมด้วย ถังผสม
20 สารละลายสารอาหารไฮโดรโปนิคส์ (19) สำหรับผสมสารละลายสารอาหารไฮโดรโปนิคส์ และนำส่งไปยังถัง
พัก (12) โดยอัตราส่วนสารอาหารไฮโดรโปนิคส์ ต่อ น้ำที่ทำการเพาะเลี้ยง อยู่ที่ 1 ต่อ 500

ในอีกลักษณะหนึ่ง ชุดตู้ควบคุมรอง (18) กำหนดให้สั่งการเพื่อควบคุมการจ่ายสารเพิ่มความเป็นกรด
(pH Down) เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างน้ำในบ่อบรรจุน้ำ (2) ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด และเมื่อเซนเซอร์วัดค่า
ความเป็นกรด-ด่างตรวจวัดพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อบรรจุน้ำ (2) อยู่ในช่วงที่กำหนด ชุด
25 ตู้ควบคุมรอง (18) จะสั่งการให้หยุดการจ่ายสารเพิ่มความเป็นกรด

ที่ซึ่ง การจ่ายสารเพิ่มความเป็นกรด เลือกได้จาก การเติมด้วยตู้และระบบ หรือควบคุมการจ่ายแบบ
อัตโนมัติจากถังบรรจุกุญแจเพิ่มความเป็นกรด อย่างไรก็ดีอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างประกอบรวมกัน

ที่ซึ่ง สารเพิ่มความเป็นกรด เลือกได้จาก กรดไนตริก (Nitric Acid) 6.8% หรือกรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างประกอบรวมกัน

5 ในอีกลักษณะหนึ่ง ชุดตู้ควบคุมรอง (18) กำหนดให้สั่งการเพื่อเปิดการทำงานของฮีตเตอร์ เมื่อค่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อบรรจุน้ำ (2) มีค่าต่ำกว่าที่กำหนด และเมื่อเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิน้ำตรวจวัดพบว่าค่าอุณหภูมิของน้ำในบ่อบรรจุน้ำ (2) อยู่ในช่วงที่กำหนด ชุดตู้ควบคุมรอง (18) จะสั่งการให้ฮีตเตอร์หยุดการทำงาน

10 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Wolffia.AI) กำหนดให้ควบคุมการทำงานของระบบด้วยการรับข้อมูลจากเซนเซอร์รูปภาพ และนำมาประมวลผลด้วยชุดเก็บข้อมูลหลัก เพื่อวัดค่าความหนาแน่นผลผลิตไขน้ำต่อพื้นที่สร้างแบบจำลอง และทำนายข้อมูลการเจริญเติบโตของไขน้ำ ด้วยระบบอัจฉริยะบนฐานข้อมูลของเส้นโค้งมาตรฐานจากฐานข้อมูลงานวิจัยที่กำหนดไว้ล่วงหน้า จากนั้นจึงสั่งการและควบคุมการเพาะเลี้ยงผ่านระบบรอง ซึ่งมีการเชื่อมโยงเข้ากับระบบควบคุมสารอาหารและสภาพแวดล้อม

15 การบรรยายถึงการประดิษฐ์ต่อไปนี้ จะทำโดยการยกตัวอย่างการประดิษฐ์เพื่อช่วยให้เข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับระบบการเพาะเลี้ยงไขน้ำด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะดังที่กล่าวถึงต่อไปนี้ เป็นเพียงตัวอย่าง โดยมีวัตถุประสงค์ในการแสดงเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการประดิษฐ์ให้มากขึ้น แต่ไม่ได้หมายความถึงการตีกรอบจำกัดผลการประดิษฐ์ไว้แต่เพียงในตัวอย่างเท่านั้น

ตัวอย่างที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง

20 จากตารางที่ 1 แสดงผลสรุปเปรียบเทียบการใช้งานระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่องตามการประดิษฐ์นี้ พบว่าการใช้แรงงานคน 1 คนทำการเก็บเกี่ยวแบบค่อย ๆ ตักฝ่ำหรือไขน้ำจำนวน 5 กิโลกรัม จะใช้เวลาเก็บเกี่ยวประมาณ 40 นาที ในขณะที่ใช้เครื่องทุ่นแรงช่วยเป็นท่อพีวีซีลอยน้ำกวาดรวม และการใช้ระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง จะใช้เวลาลดลงเป็น 20 และ 10 นาที ตามลำดับ โดยคิดเป็นประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวเทียบกับผลผลิตจริงตอเริ่ม 5 กิโลกรัม และน้ำหนักสุทธิหลังเก็บเกี่ยวทั้ง 3 รูปแบบเท่ากับ 90.4 95.2 และ 96.2% ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าการใช้ระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่องมีประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวดีกว่า โดยสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายแรงงานให้กับบ่อที่มีขนาดใหญ่มากได้ และลดการสูญเสียเนื่องจากเก็บเกี่ยวไม่หมด ทั้งนี้ระบบดังกล่าวต้องมีการคำนวณอัตราไหลน้ำและรูปแบบที่เหมาะสมกับ

25 ลักษณะบ่อประกอบกันด้วย

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง

วิธีการทดสอบการเก็บเกี่ยวไข่น้ำ	เวลาที่ใช้ (นาที)	ปริมาณที่เก็บเกี่ยวได้*	ประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยว (%)*	เวลาที่ใช้ลดลง (นาที)	ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (%)
1. ใช้แรงงานคน	40	4520 กรัม/ 5000 กรัม	90.4	-	-
2. ใช้เครื่องทุ่นแรง	20	4760 กรัม/ 5000 กรัม	95.2	20	4.8
3. ใช้ระบบเก็บเกี่ยวผลผลิตแบบกึ่งต่อเนื่อง	10	4810 กรัม/ 5000 กรัม	96.2	30-	5.8

* ผลการทดสอบ ในพื้นที่เท่ากับขนาด 7.2 ตารางเมตร ผลผลิตจำนวน 5 กิโลกรัม

ตัวอย่างที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด

จากตารางที่ 2 แสดงผลสรุปเปรียบเทียบการใช้งานระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงรวม 3 รอบคือ รอบแรก วันที่ 1-17 รอบที่ 2 วันที่ 8-14 และรอบที่ 3 วันที่ 15-21 รวมทั้งหมด 21 วัน พบว่าระบบกรองน้ำ+โอโซน+ยูวี เหมาะสมที่สุดโดยมีค่าผลผลิต (Yield, Y) อัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate, GR) ค่าผลิตภาพ (Productivity, P) และระยะเวลาในการทวีคูณ (Doubling time, D) มีค่าสูงสุดเป็น 832 กรัมเปียก/ตารางเมตร ($g\ wet/m^2$), $0.319\ day^{-1}$, $118.9\ g\ wet/day.m^2$ และ 2.2 วัน ตามลำดับ โดยการกรองหยาบ (Filter) ใช้ที่ความละเอียดเพียง 5-10 ไมครอน ร่วมกับหลอดยูวีขนาด 18 วัตต์ และโอโซน อัตราการผลิต 2,000 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง โดยเปิดระบบกรองทั้งหมดเพียงวันละครั้งเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทุกวัน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง จะสามารถลดค่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด (TOC) ลงได้จาก 40.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 33.0 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็น 18% ดังนั้นการศึกษาในอนาคต หากเพิ่มปริมาณและเวลา จะมีแนวโน้มที่สามารถกำหนดการเลือกระบบที่มีความเหมาะสมกับสภาวะการเพาะเลี้ยงตามฤดูกาลต่าง ๆ ได้

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานระบบหมุนเวียนน้ำเพื่อการบำบัด

รอบแรก วันที่ 1-17

พารามิเตอร์	6.1A (ไม่กรอง)	6.2B (ระบบกรอง)	6.3C (ระบบ กรอง+โอโซน)	6.4D (ระบบกรอง+ โอโซน+ยูวี)
วันที่ 1 (กรัม)	100	100	100	100
วันที่ 7 (กรัม)	470	438	512	552
ค่าผลผลิตวันที่ 7 (กรัมเปียก/ ตารางเมตร)	370	338	412	452
อัตราการเจริญเติบโตวันที่ 7 (วัน ⁻¹)	0.221	0.211	0.233	0.244
ค่าผลิตภาพวันที่ 7 (กรัมเปียก/วัน/ ตารางเมตร)	52.86	48.29	58.86	64.57
ระยะเวลาในการที่คุ้มวันที่ 7 (วัน)	3.1	3.3	3.0	2.8
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมดวันที่ 1 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7.05	7.05	5.92	6.06
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมดวันที่ 7 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	11.65	11.65	9.79	10.02

รอบที่ 2 วันที่ 8-14

พารามิเตอร์	6.1A (ไม่กรอง)	6.2B (ระบบกรอง)	6.3C (ระบบ กรอง+โอโซน)	6.4D (ระบบ กรอง+โอโซน+ยูวี)
วันที่ 8 (กรัม)	470	438	552	512
วันที่ 14 (กรัม)	720	735	815	885
ค่าผลผลิตวันที่ 14 (กรัมเปียก/ ตารางเมตร)	620	635	715	785
อัตราการเจริญเติบโตวันที่ 14 (วัน ⁻¹)	0.282	0.285	0.300	0.311
Δ อัตราการเจริญเติบโตวันที่ 8-14 (วัน ⁻¹)	0.061	0.074	0.056	0.078
ค่าผลิตภาพวันที่ 14 (กรัมเปียก/ วัน/ตารางเมตร)	88.57	90.71	102.14	112.14

พารามิเตอร์	6.1A (ไม่กรอง)	6.2B (ระบบกรอง)	6.3C (ระบบ กรอง+โอโซน)	6.4D (ระบบ กรอง+โอโซน+ยูวี)
ระยะเวลาในการทึบคุณวันที่ 14 (วัน)	2.5	2.4	2.3	2.2
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด วันที่ 8 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	12.43	12.43	10.69	10.44
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด วันที่ 14 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	24.39	24.39	20.97	20.49

รอบที่ 3 วันที่ 15-21

พารามิเตอร์	6.1A (ไม่กรอง)	6.2B (ระบบกรอง)	6.3C (ระบบ กรอง+โอโซน)	6.4D (ระบบกรอง+ โอโซน+ยูวี)
วันที่ 15 (กรัม)	720	735	815	885
วันที่ 21 (กรัม)	745	784	855	932
ค่าผลผลิตวันที่ 21 (กรัมเปียก/ ตารางเมตร)	645	684	755	832
อัตราการเจริญเติบโตวันที่ 21 (วัน ⁻¹)	0.287	0.294	0.307	0.319
Δ อัตราการเจริญเติบโตวันที่ 15-21 (วัน ⁻¹)	0.005	0.009	0.007	0.007
ค่าผลิตภาพวันที่ 21 (กรัมเปียก/ วัน/ตารางเมตร)	92.1	97.7	107.9	118.9
ระยะเวลาในการทึบคุณวันที่ 21 (วัน)	2.5	2.4	2.3	2.2
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด วันที่ 15 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	24.71	24.71	21.25	20.7
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด วันที่ 1 (มิลลิกรัมต่อลิตร)	40.20	40.20	34.77	33.00

**หมายเหตุ Δ อัตราการเจริญเติบโตวันที่ 8-14 (วัน⁻¹) และ Δ อัตราการเจริญเติบโตวันที่ 15-21 (วัน⁻¹) คืออัตราการเจริญเติบโตของไข่น้ำที่เริ่มลดลง

ตัวอย่างที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานระบบควบคุมสารอาหาร

จากตารางผลการศึกษา 3 แสดงผลสรุปเปรียบเทียบการใช้งานระบบควบคุมสารอาหาร พบว่าเมื่อใช้สารอาหารไฮโดรโปนิคส์ในอัตราส่วน 1:500 1:1000 และ 1:2000 ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยงคือ 7 วัน โดยทำการเก็บข้อมูลค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ประกอบด้วยค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าอุณหภูมิน้ำ (Water Temperature, Tw) เทียบกับน้ำประปาสะอาด (Tap water) จากผลการศึกษาในระหว่างการทดลองจะมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายไฮโดรโปนิคส์ AB แต่ละสัดส่วนแตกต่างกัน โดยมีต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเมื่อใช้อัตราส่วนสารละลายต่อน้ำเลี้ยงต่ำลง ผลการศึกษายังพบว่าสารอาหารไฮโดรโปนิคส์ในอัตราส่วน 1:500 มีค่าผลผลิต (Yield, Y), อัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate, GR), ค่าผลิตภาพ (Productivity, P) และระยะเวลาในการทวีคูณ (Doubling time, D) มีค่าสูงสุดเป็น 740 กรัมเปียก/ตารางเมตร, 0.242 วัน⁻¹, 105.7 กรัมเปียก/วัน/ตารางเมตร และ 2.9 วัน ตามลำดับ ซึ่งเหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงผำหรือไข่น้ำมากที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการใช้งานระบบควบคุมสารอาหาร

พารามิเตอร์	3.1A (1:500)	3.2B (1:1000)	3.3C (1:2000)
วันที่ 1 (กรัม)	100	100	100
วันที่ 7 (กรัม)	544	367	312
ค่าอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	26.1	26.4	26.1
ลัทธิ (ในร่ม/กลางแจ้ง)	3256/14000	3660/14000	3772/14000
ค่าผลผลิต (กรัมเปียก/ตารางเมตร)	740	445	353
อัตราการเจริญเติบโต (วัน ⁻¹)	0.242	0.186	0.163
ค่าผลิตภาพ (กรัมเปียก/วัน/ตารางเมตร)	105.7	63.5	50.4
ระยะเวลาในการทวีคูณ (วัน)	2.9	3.7	4.3
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.68	6.73	6.48
ค่าการนำไฟฟ้าวันที่ 1 (มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)	0.61	0.52	0.40
ค่าการนำไฟฟ้าวันที่ 7 (มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)	0.52	0.45	0.36

พารามิเตอร์	3.1A (1:500)	3.2B (1:1000)	3.3C (1:2000)
ค่าสารอาหาร (บาท/ลิตร)	22.5	15.0	7.5

** หมายเหตุ พื้นที่กระบะ 0.6 ตารางเมตร

ทั้งนี้ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงใด ๆ ตามการประดิษฐ์นี้ อาจจะเป็นที่เข้าใจได้อย่างชัดเจนและสามารถกระทำได้ โดยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในวิทยาการทางด้านนี้ ทั้งนี้อาจจะอยู่ภายใต้ขอบเขตและเจตนาของการประดิษฐ์นี้ ดังปรากฏตามข้อถ้อยสิทธิที่แนบมาด้วย

5 วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

เช่นเดียวกับที่เปิดเผยไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์