

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนแบบเบิ้ล สำหรับการปลูกผักสลัดระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ DRFT

เดือนแรม พ่างเกี้ยว¹, เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด¹, บุญญฤทธิ์ วังอน¹ และศุภชัย ชุมทุมวัฒน์²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก 65000

² สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก 65000

รับบทความ 15 ตุลาคม 2561 ตอรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 30 พฤษภาคม 2563

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนแบบเบิ้ลสำหรับการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิคส์แบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique : DRFT) มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบ DRFT โดยทำทดลองร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยจากสารพิษตำบลเกาะตาเลี้ยง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ซึ่งเปรียบเทียบการปลูกผักสลัดชนิดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊คในระบบ Nanobubble-DRFT กับระบบ DRFT ทั่วไป โดยเติมนาโนแบบเบิ้ลเพียง 1 ครั้งต่อสัปดาห์ระยะเวลา 20 นาที่ เพื่อช่วยเติมอากาศให้แก่ธาตุอาหารพืช จากผลการทดลอง พบว่า ในระยะเลาปลูก 7 สัปดาห์ ผักสลัดที่ปลูกในระบบที่ใช้นาโนแบบเบิ้ลมีการเจริญเติบโตดีกว่า กล่าวคือ มีความสูงมากกว่า 1.18 เซนติเมตร คิดเป็น 9.76 % มีขนาดความกว้างพุ่มมากกว่า 2.73 เซนติเมตร คิดเป็น 13.84 % และมีความยาวรากยาวกว่า 1.82 เซนติเมตร คิดเป็น 17.34% อีกทั้งวิธีการที่นำเสนอสามารถช่วยลดระยะเวลาปลูกผักสลัดลงได้ 1 สัปดาห์ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีการที่นำเสนอเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิคส์แบบ DRFT ได้

คำสำคัญ: นาโนแบบเบิ้ล ไฮโดรโปนิคส์ ระบบกึ่งน้ำลึก

The Application of NanoBubble Technology for DRFT Hydroponics

Duanraem Phaengkio^{1*}, Accarat Chaoumead¹, Bunyarit Wangngon¹
and Suppachai Chumnumwat²

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, 65000, Thailand

²Department of Mechanical engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, 65000, Thailand

Receive: 15 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 30 May 2020

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

Abstract

This research purposes the application of nanobubble technology for growing Dynamic Root Floating Technique (DRFT) hydroponics system. The aim of research is to improve the efficiency of the DRFT system. This research was conducted in collaboration with a group of Ko Ta Liang safe vegetable Agricultural Community Enterprise Network, Si Samrong District, Sukhothai province. Comparative study of green oak and red oak salad in Nanobubble-DRFT with conventional DRFT system. Nano Bubble only once a week for 20 minutes to help replenish nutrients. The results showed that in the 7-week planting period, the vegetables grown in the nano-bubble system had better growth, ie higher than 1.18 centimeters (or 9.76%), width of the shrub 2.73 centimeters (13.84%) and roots longer than 1.82 centimeters (or 17.34%). In addition, the method proposed can help reduce the time to grow vegetables for a week. It can be concluded that the proposed method is an effective method for applying DRFT hydroponics.

Keywords: nanobubble, hydroponic, Dynamic Root Floating Technique (DRFT)

1. บทนำ

ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) หรือการปลูกพืชไร้ดินเป็นการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชทดแทนซึ่งนับเป็นวิธีการใหม่ในการปลูกพืช และปัจจุบันการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางและทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการเป็นอย่างดีเนื่องจากประหยัดพื้นที่และไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีต่างๆในดิน ทำให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหาร ซึ่งมีการปลูกในโรงเรือนที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ทำให้มีการใช้สารเคมีน้อยลง ผลผลิตมีการปนเปื้อนสารเคมีน้อย ระบบไฮโดรโปนิกส์สามารถจำแนกได้หลายรูปแบบและที่นิยมใช้ในประเทศไทย ได้แก่ ระบบการปลูกแบบน้ำตื้น (Nutrient Film Technique: NFT) ระบบการปลูกแบบน้ำลึก (Deep Flow Technique: DFT) และระบบการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique : DRFT) โดยเฉพาะระบบ DRFT เป็นรูปแบบการปลูกพืชโดยให้สารละลายไหลผ่านรากพืชในรางปลูก โดยระดับน้ำที่ไหลผ่านรากพืชมีความลึก 1 ถึง 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระบบที่ได้รับความนิยม ข้อดีของระบบดังกล่าว คือ ระบบไม่มีความซับซ้อน ใช้อุปกรณ์น้อย จึงทำให้ต้นทุนถูก ซึ่งการเจริญเติบโตของผักในระบบไฮโดรโปนิกส์มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับการปลูกผักในระบบอื่นๆ ได้แก่ อากาศ แสงแดด น้ำ และอาหารพืช ซึ่งอาหารพืชของการปลูกไฮโดรโปนิกส์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ การใช้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้นที่มีการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าของเกลือ (Electrical Conductivity, EC) ให้เหมาะสมกับผักหรือพืชแต่ละชนิด ซึ่งสารละลายดังกล่าวมีการใช้ในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไปจะส่งผลต่อคุณภาพการเจริญเติบโตของผักและปริมาณของผลผลิตรวมถึงต้นทุนในการปลูกด้วย ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นนอกจากสารอาหารแล้วปริมาณออกซิเจนในน้ำถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชและผัก ซึ่งเทคโนโลยีนาโนบับเบิลเป็นเทคโนโลยีที่สามารถสร้างฟองอากาศขนาดเล็กระดับ 100 ถึง 200 นาโนเมตร โดยฟองอากาศขนาดเล็กดังกล่าวมี

ประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำได้ [1] ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านนำเทคโนโลยีนาโนบับเบิลมาประยุกต์ใช้สำหรับภาคเกษตร อาทิเช่น การบำบัดน้ำเสีย การเลี้ยงสัตว์น้ำ [1] การลดโรคในพืช เป็นต้น [1], [2], [3]

จากที่มาและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิด ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนบับเบิลสำหรับการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique: DRFT) เพื่อช่วยเติมอากาศให้แก่ธาตุอาหารพืชส่งผลดีต่อการลำเลียงสารอาหารจากรากทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ลดปัญหาการขาดอากาศของรากพืช โดยทดสอบเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับรูปแบบการปลูกแบบกึ่งน้ำลึกทั่วไป

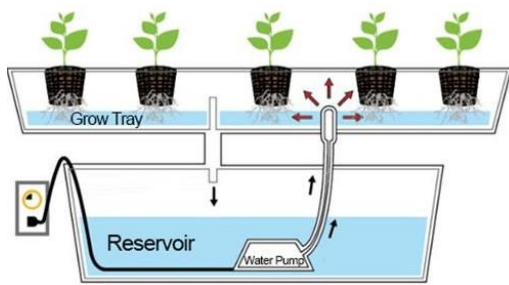
2. วัตถุประสงค์

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างต้นแบบการนำเทคโนโลยีนาโนบับเบิลมาประยุกต์ใช้สำหรับการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique : DRFT)

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึก (Dynamic Root Floating Technique : DRFT)

การปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบกึ่งน้ำลึกเป็นการปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และให้อากาศไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่องที่ระดับความลึกประมาณ 4 เซนติเมตร โดยที่สารละลายธาตุอาหารพืชจะไหลลงสู่ถังบรรจุ จากนั้นจึงไหลเวียนขึ้นไปในถาดปลูกด้วยปั้มน้ำ ขณะที่สารละลายไหลเวียนขึ้นไปด้านหัวถาดปลูกจะผ่านหัวพ่นอากาศเพื่อเติมอากาศให้สารละลาย และไหลผ่านรากพืชตามถาดปลูกมาสู่ด้านท้ายถาดปลูกจะผ่านสวิตช์ปรับน้ำ (Nutrient Level Adjust) ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับความสูงต่ำของสารละลายในถาดปลูก แสดงลักษณะของระบบกึ่งน้ำลึกดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะของระบบกึ่งน้ำลึก [4]

3.2 ชนิดของผักไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic Type)

โดยผักสลัดชนิดต่างๆ ที่นิยมปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์มีหลากหลายพันธุ์ ได้แก่ กรีนโอ๊ค (Green Oak) เรดโอ๊ค (Red Oak) เรดคอรัล (Red Coral) บัตเตอร์เฮด (Butter Head) คอส (Cos) เรดปัตตาเวีย (Red Batavia) เป็นต้น [5] แสดงตัวอย่างผักสลัด ดังรูปที่ 2 โดยมีอายุเก็บเกี่ยวระหว่าง 40- 50 วัน อุณหภูมิปลูกที่เหมาะสมเท่ากับ 20- 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.8- 7.0 ค่าการนำไฟฟ้าของเกลือของสารอาหาร (Electric Conductivity: EC) ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 1.2- 2.0 ms/cm ซึ่งพิจารณาการกำหนดปริมาณตามช่วงอายุของผักสลัด [6]

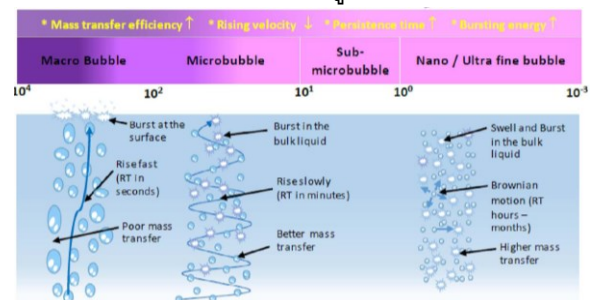


รูปที่ 2 ตัวอย่างผักสลัดที่นิยมปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์

3.3 เทคโนโลยีนาโนบับเบิล (Nano Bubble Technology)

นาโนบับเบิล (Nano Bubble) คือ ฟองอากาศขนาดเล็กกระดับ 100 ถึง 200 นาโนเมตรและไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า การเกิดนาโนบับเบิลเกิดจากการยุบตัวของฟองขนาดใหญ่ไมโครบับเบิลสารละลายที่มีอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte solution) เนื่องจากฟองอากาศมีขนาดเล็กมากจึงมีพื้นที่ผิวของอากาศจำนวนมากมหาศาลทำให้สามารถละลายหรือแทรกตัวในตัวกลางที่เป็น

ของเหลว เช่น น้ำ ได้มากกว่าสภาวะปกติหลายเท่าตัว และทำให้มีแรงลอยตัวต่ำ ซึ่งทำให้การลอยขึ้นสู่ผิวน้ำช้ากว่าฟองอากาศทั่วไป นอกจากนี้ ผิวของฟองนาโนบับเบิลไม่รวมตัวกันเป็นฟองขนาดใหญ่ ฟองนาโนบับเบิลจึงอยู่ในของเหลวหรือน้ำได้นานกว่าสภาวะปกติ และที่สำคัญก็คือผิวของฟองนาโนบับเบิลมีประจุลบล้อมรอบทำให้ฟองนาโนคงตัวอยู่ในน้ำได้นานและทำให้ฟองนาโนบับเบิลมีคุณสมบัติพิเศษต่างจากฟองอากาศทั่วไป [1], [2] จากคุณสมบัติดังกล่าวนาโนบับเบิลจึงถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง อาทิ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การบำบัดน้ำเสีย การเพาะปลูก เป็นต้น [1]



รูปที่ 3 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงขนาดของฟองอากาศ

4.วิธีการวิจัย

4.1 พื้นที่ดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินงานวิจัยร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยจากสารพิษตำบลเกาะตาเลียง อำเภอสว่าง จังหวัดสุโขทัย แสดงพื้นที่สำหรับการดำเนินงานวิจัยดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 พื้นที่วิจัยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยจาก

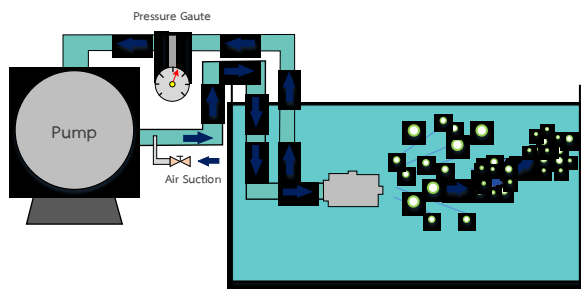
สารพิษตำบลเกาะตาเลียง อำเภอสว่าง
จังหวัดสุโขทัย

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผลิตนาโนบับเบิล

เครื่องผลิตนาโนบับเบิลที่ใช้ในงานวิจัยมีกำลังผลิตเท่ากับ 10 ลิตรต่อนาที แสดงลักษณะของเครื่องผลิตนาโนบับเบิล ดังรูปที่ 5 และลักษณะการเกิดฟองอากาศขนาดนาโน ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 เครื่องผลิตนาโนบับเบิล กำลังการผลิต 10 L/m

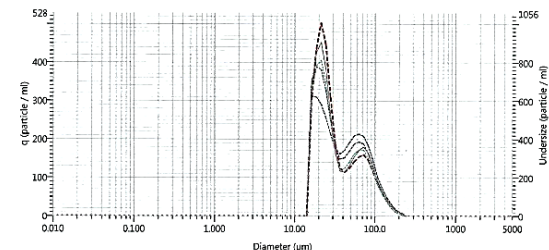


รูปที่ 6 ลักษณะการเกิดฟองอากาศขนาดนาโน

ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดค่าสารละลายธาตุอาหารพืชเท่ากับ 2.0 mS/cm และใช้เครื่องสร้างนาโนบับเบิลสำหรับเพิ่มปริมาณออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารพืชในทุกๆ สัปดาห์ เพื่อสังเกตและวัดค่าการเจริญเติบโตและค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในสารละลายธาตุอาหารพืช และจากผลการทดสอบขนาดของฟองอากาศของสารละลายธาตุอาหารพืช ด้วยเครื่อง Bubble Size Analyzer ยี่ห้อ HORIBA รุ่น LA-960 แสดงผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 7 และตารางที่ 1 โดยที่ Mode size คือ ขนาดฟองที่มีปริมาณมากที่สุด Median size คือ ขนาดฟองที่มีปริมาณ 50 % และ Mean size คือ ค่ากลางของฟองอากาศ จากผลการทดสอบ พบว่า เครื่องสร้างนาโนบับเบิลสามารถผลิตฟองอากาศได้ในระดับไมโครเมตร ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจะลดลงเหลือในระดับนาโนเมตร

HORIBA Bubble Size Analyzer for Rajamangala University LA-960

Sample name : RO-water
 ID# : 201807211459727
 Data name : 201807211459727-Number
 Transmittance (t) : 99.2 (%)
 Transmittance (b) : 99.2 (%)
 Circulation speed : 1
 Agitation speed : Off
 Ultrasonic : Off
 Injection mode : Auto
 Distribution base : Number concentration
 Reflective index (R) : Bubble O
 (Bubble O: 0.100 - 0.0001, water: 1.333)
 Refractive index (R) : Bubble O
 (Bubble O: 0.100 - 0.0001, water: 1.333)
 Material : Micro Bubble
 Source : Vision600
 Kit number : 222/0018001
 Test or assay number : KV415-SPAC1



Data name	Graph type	Surface area	Mode size	Median size	Total particle number concentration
201807211459727-Number		588.90 (cm ² /cm ³)	17.3669 (μm)	36.98201 (μm)	3299.19 (particle / ml)
201807211500728-Number		586.47 (cm ² /cm ³)	18.6891 (μm)	30.24471 (μm)	3424.75 (particle / ml)
201807211501729-Number		621.50 (cm ² /cm ³)	21.1403 (μm)	28.39871 (μm)	3240.89 (particle / ml)
201807211502730-Number		582.01 (cm ² /cm ³)	21.1654 (μm)	27.61201 (μm)	3418.82 (particle / ml)
201807211504731-Number		574.06 (cm ² /cm ³)	21.3275 (μm)	26.6304 (μm)	3481.82 (particle / ml)

รูปที่ 7 ผลการวิเคราะห์ขนาดของฟองอากาศ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ขนาดของนาโนบับเบิล

ผลการวิเคราะห์ขนาดของนาโนบับเบิล	ขนาด
Mode size	17.3669 μm
Median size	36.98201 μm
Mean size	48.56723 μm

4.3 ชนิดของผักสลัดและการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ทำการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนบับเบิลสำหรับการปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโปนิคส์แบบ DRFT ซึ่งชนิดของผักสลัดที่ใช้ทดลอง คือ ชนิดกรีนโอ๊คและเรดโอ๊ค ซึ่งทำการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างการประยุกต์ใช้นาโนบับเบิลในสารละลายธาตุอาหารพืชกับรูปแบบการปลูก DRFT แบบทั่วไป โดยแบ่งการตรวจวัดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การตรวจวัดค่าตัวแปรในสารละลายธาตุอาหารพืช คือ ค่า EC, pH, DO และอุณหภูมิ และส่วนที่ 2 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักสลัด คือ ความสูง ความกว้างพุ่ม และความยาวราก

5. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ติดตั้งเครื่องสร้างนาโนบับเบิลสำหรับสร้างฟองอากาศในสารละลายธาตุอาหารพืชในอ่างที่ 2 แสดงแบบร่างพื้นที่ทดลองดังรูปที่ 7 กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการปลูกผักสลัดทั้งสองระบบ ได้แก่ ค่า EC ค่า pH ค่า DO และค่าอุณหภูมิสารละลายธาตุอาหารพืช แสดงดังตารางที่ 2 และผลการตรวจวัดค่าตัวแปรในสารละลายธาตุอาหารพืช และการตรวจวัดการเจริญเติบโตของผักสลัด ระยะเวลา 7 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การกำหนดค่าปัจจัยเริ่มต้นของการปลูกผักสลัด

Parameters	Nanobubble - DRFT System	Conventional DRFT System
ค่า EC	2.0 mS/cm	2.0 mS/cm
ค่า pH	4.09	3.78
ค่า DO	7.58 mg/l	6.76 mg/l
ค่าอุณหภูมิสาร	30.27 °c	29.76 °c

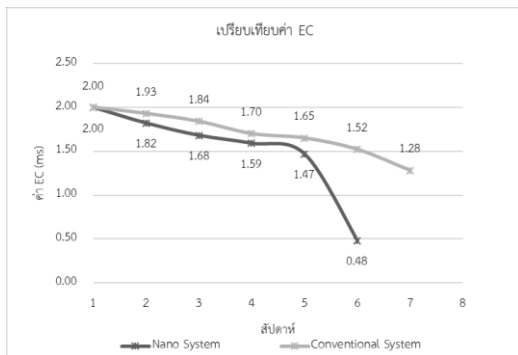
ตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดค่าตัวแปรในสารละลายธาตุอาหารพืช

Week	Nanobubble-DRFT System				Conventional DRFT System			
	EC (mS/cm)	pH	DO (mg/l)	Temp (°c)	EC (mS/cm)	pH	DO (mg/l)	Temp (°c)
1	2.00	4.09	7.58	30.27	2.00	3.78	6.76	29.76
2	1.82	4.30	7.10	31.17	1.93	3.20	6.59	31.58
3	1.68	4.12	6.76	30.27	1.84	3.17	5.72	29.76
4	1.59	4.20	6.11	30.32	1.70	3.07	5.83	29.00
5	1.47	4.98	6.07	34.39	1.65	4.32	4.34	35.34
6	0.48	6.95	5.62	30.20	1.52	5.17	4.45	31.58
7	-	-	-	-	1.28	5.89	5.86	29.50

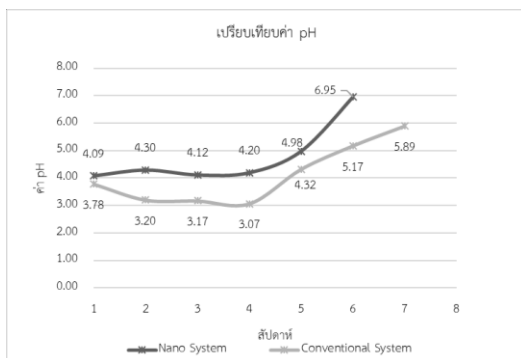
ตารางที่ 4 ผลการตรวจวัดค่าการเจริญเติบโตของผักสลัด

สัปดาห์	Nanobubble-DRFT System			Conventional DRFT System		
	ความสูง (cm)	ความกว้างพุ่ม (cm)	ความยาวราก (cm)	ความสูง (cm)	ความกว้างพุ่ม (cm)	ความยาวราก (cm)
1	2.10	3.65	1.12	2.67	2.17	1.35
2	4.57	7.23	5.44	3.92	6.78	4.03
3	7.49	14.63	7.59	6.85	13.89	6.39
4	10.49	18.53	9.79	9.91	16.68	8.57
5	10.89	19.27	10.12	10.13	18.09	9.12
6	13.27	22.45	12.31	11.55	18.20	9.58
7	-	-	-	12.09	19.72	10.49

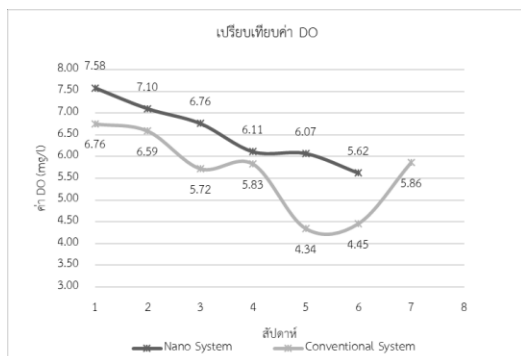
ผลการเปรียบเทียบระหว่างระบบ Nanobubble-DRFT กับระบบ DRFT ทั่วไป ระยะเวลาปลูก 7 สัปดาห์ แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า EC, pH, DO และอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช ดังรูปที่ 8(ก)-(ง) ตามลำดับ และแสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูง ความกว้างพุ่ม และความยาวราก ดังรูปที่ 9(ก)-(ค) ตามลำดับ



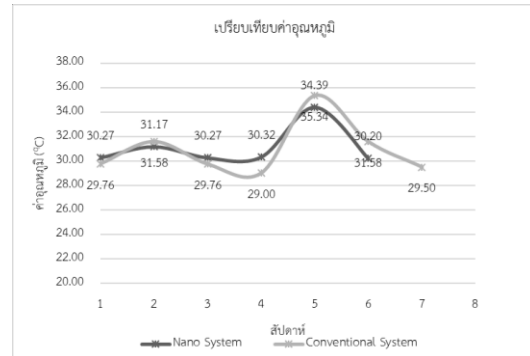
(ก) ผลการเปรียบเทียบค่า EC



(ข) ผลการเปรียบเทียบค่า pH

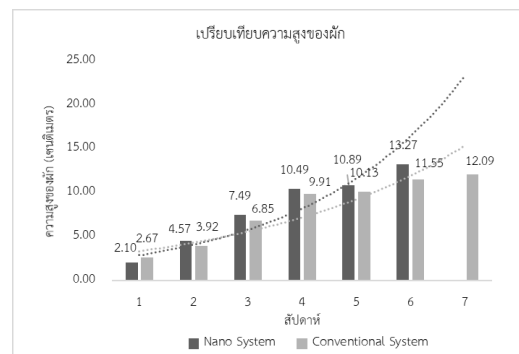


(ค) ผลการเปรียบเทียบค่า DO

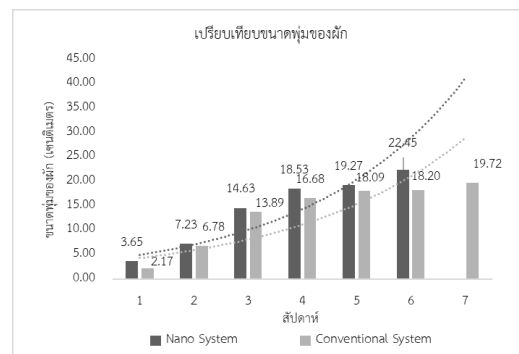


(ง) ผลการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสารละลายธาตุอาหารพืช

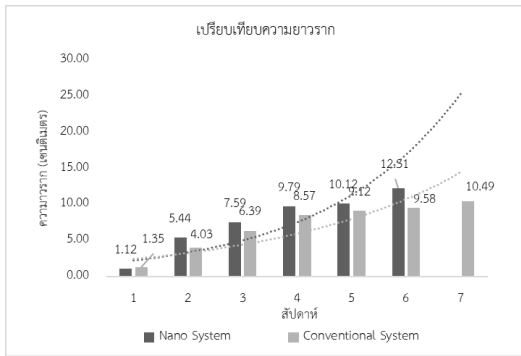
รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่า EC, pH, DO และอุณหภูมิระหว่างระบบ DRFT-Nanobubble กับระบบ DRFT ทั่วไป



(ก) ผลการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของผักสลัด



(ข) ผลการเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของผักสลัด



(ค) ผลการเปรียบเทียบความยาวรากเฉลี่ยของผักสลัด

รูปที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสูง ความกว้างพุ่ม และความยาวรากระหว่างระบบ DRFT-Nanobubble กับระบบ DRFT ทั่วไป



(ก)



(ข)

รูปที่ 10 การเปรียบเทียบแปลงปลูกและการวัดขนาดผักสลัด (ก) ระบบ DRFT ร่วมกับนาโนบับเบิล (ข) ระบบ DRFT ทั่วไป

ผลการทดสอบของระบบ DRFT-Nanobubble กับระบบ DRFT ทั่วไปเมื่อวัดการเจริญเติบโตของผักสลัด พบว่า ความสูงเฉลี่ยของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT-Nanobubble และระบบ DRFT ทั่วไปมีความสูงเท่ากับ 13.27 และ 12.09 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ย

พุ่มของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT-Nanobubble และระบบ DRFT ทั่วไปมีความกว้างพุ่มเท่ากับ 22.45 และ 19.72 เซนติเมตร และความยาวรากของผักสลัดที่ปลูกในระบบ DRFT-Nanobubble และระบบ DRFT ทั่วไปมีความยาวเท่ากับ 12.31 และ 10.49 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงลักษณะแปลงปลูกและการวัดขนาดผักสลัดในระบบ DRFT-Nanobubble และระบบ DRFT ทั่วไปดังรูปที่ 10 (ก) และรูปที่ 10 (ข)

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการเปรียบเทียบระหว่างการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ร่วมกับการใช้นาโนบับเบิลกับการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ทั่วไป พบว่า ผักสลัดที่ปลูกในระบบที่นำเสนอมีการเจริญเติบโตดีกว่า คือ มีความสูงมากกว่า 1.18 คิดเป็น 9.76 % มีขนาดความกว้างพุ่มมากกว่า 2.73 เซนติเมตร คิดเป็น 13.84 % และมีความยาวรากยาวกว่า 1.82 เซนติเมตร คิดเป็น 17.34% โดยค่าการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊คระยะปลูกเวลา 7 สัปดาห์ ไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ร่วมกับการใช้นาโนบับเบิลมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ทั่วไป อีกทั้งสามารถลดระยะเวลาปลูกลงได้ 1 สัปดาห์

7. สรุป

งานวิจัยนี้เสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนาโนบับเบิลสำหรับการปลูกผักสลัดระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT โดยการเติมนาโนบับเบิล 1 ครั้งต่อสัปดาห์ เปรียบเทียบกับการปลูกผักสลัดระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ทั่วไป จากผลการทดลอง พบว่า ผักสลัดที่ปลูกในระบบที่ใช้นาโนบับเบิลมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า อีกทั้งสามารถเก็บผลผลิตได้เร็วกว่าการปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ทั่วไป ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีการที่นำเสนอเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับการปลูกผักสลัดแบบไฮโดรโปนิกส์แบบ DRFT ได้

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภายใต้โครงการความร่วมมือในการจัดการศึกษาเชิงบูรณาการการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด

เอกสารอ้างอิง

- [1] รุ่งระวี ทองดอนเอ. เทคโนโลยีไมโคร/นาโนบับเบิลกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ออนไลน์). แหล่งที่มา: https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2017/11/20171105093459_40143.pdf. 19 กุมภาพันธ์ 2561.
- [2] Moleaer beyond aeration. Nanobubble Generator for Enhanced Hydroponic Growth (online). Available online: <https://moleaer.com/project/hydroponics/>. (accessed 2 March 2018).
- [3] วิรัชญา จารุจารีต. (2556). เทคโนโลยีไมโครนาโนบับเบิลกับการประยุกต์ใช้ด้านการเกษตร. เกษตรการเกษตร, 37 (11) ,183-185.
- [4] Hydroponics Deep Flow Technique system (DFT) (online). Available online: <http://www.yoonhidroponik.web.id/2017/07/hydroponics-deep-flow-technique-system.html>. (accessed 19 January 2018).
- [5] ค่า pH และค่า EC (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/06/ph-ec.html>. 20 มกราคม 2561.
- [6] ฟาร์มผักไฮโดรโปนิคส์ เกษตรผสมผสาน. ชนิดของผักไฮโดรโปนิคส์ (ออนไลน์). แหล่งที่มา: www.forfarm.co/29. 15 มกราคม 2561.
- [7] ลักษณะการปลูกโดยทั่วไปของผัก (ออนไลน์). แหล่งที่มา: www.zen-hydroponics.blogspot.com. 15 มกราคม 2561.