

การประยุกต์ใช้การปลูกพืชไร้ดินระบบรากแขวนในแนวตั้งสำหรับอาคารที่ไม่มีการใช้สอย

THE APPLICATION OF VERTICAL AEROPONICS CULTURE SYSTEM FOR BUILDING IS NO LONGER USABLE

ศุภกิจ ปานเกตุ

นักศึกษาปริญญาสาขาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต
(นวัตกรรมอาคาร) สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail : Klive2006@hotmail.com

รองศาสตราจารย์ พาสินี สุนากร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail : arcpns@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการปลูกพืชแบบไร้ดินระบบรากแขวนมาประยุกต์ใช้เป็นชุดปลูกพืชในแนวตั้งเชิงเกษตรกรรมในอาคารเพื่อการรับประทานได้และ 2) ศึกษาการนำโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติ (SCADA) มาช่วยในการควบคุมสภาวะที่มีผลกับการเจริญเติบโตของผัก ในการศึกษาผู้วิจัยเพาะพันธุ์พืชและสร้างชุดปลูกพืชระบบรากแขวนในแนวตั้งต้นแบบ 3 แผ่นปลูกพืชแตกต่างกัน 3 ชนิดคือ 1) แผ่นปลูกพืชผักทรงพุ่ม 3 ชนิด ได้แก่ เรดโอ๊คกรีนโอ๊คและบัตเตอร์เฮด 2) แผ่นปลูกพืชไม้คลุมดิน 3 ชนิด ได้แก่ ก้ามปูหลดวอเตอร์เครสและผักเป็ดแดง และ 3) แผ่นปลูกพืชผักทรงอื่น 3 ชนิด ได้แก่ กรีนคอสฟิลเลย์และเรดปัตตาเวีย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการชั่งน้ำหนัก ถ่ายภาพ และระบบโปรแกรม SCADA ช่วยควบคุมอุณหภูมิ น้ำ ค่า EC และ pH นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลผักในระบบ NFT (Nutrient Film Technique) ที่ปลูกในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักและรูปร่าง

ผลการวิจัยพบว่าจากการศึกษาทดลองนำรูปแบบชุดปลูกพืชระบบรากแขวนในแนวตั้งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นชุดปลูกพืชในอาคารเพื่อการรับประทานและยังปลูกพืชคลุมดินที่เป็นไม้ประดับได้ด้วย โดยให้ผลผลิตน้ำหนักรวมของการทดลองน้อยกว่าระบบ NFT ที่ Farm Salad Time ประมาณร้อยละ 50 ซึ่งผลผลิตน้ำหนักรวมของระบบรากแขวนแนวตั้ง: ระบบ NFT เป็นดังนี้ กรีนคอส 20.2 : 40.0 เรดปัตตาเวีย 22.4 : 43.5 ฟิลเลย์ 21.5 : 41.0 กรีนโอ๊ค 23.0 : 43.5 เรดโอ๊ค 25.0 : 43.0 และบัตเตอร์เฮด 24.5 : 41.0 การพัฒนาใช้โปรแกรมระบบอัตโนมัติ (SCADA) เป็นตัวช่วยควบคุมสภาวะที่มีผลกับการเจริญเติบโตของพืช ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยประหยัดเวลาและแรงงานในการดำเนินการ

คำสำคัญ : การปลูกพืชไร้ดินระบบรากแขวนในแนวตั้งระบบควบคุม SCADA เกษตรกรรมในอาคาร

ABSTRACT

The objectives of this experimental research are (1) to develop a vertical aeroponics culture system that can be applied as the vertical agricultural system in buildings with the purpose to produce consumable vegetables; and (2) to study the application of the supervisory control and data acquisition (SCADA) system to assist in controlling the environment affecting the growth of plants. In the study, the researcher grew three kinds of plants and constructed three prototypes of growing panels for vertical aeroponics culture system for the plants: (1) the growing panel for round shaped vegetables: Red Oak, Green Oak and Butter Head; (2) the growing panel for ground

covering plants: Wandering Jew, Water Cress, and Joy Weed; and (3) the growing panel for vegetables of other shapes: Green Costa, Finlay, and Red Batavia. Data was collected by weighing, and taking photography. The SCADA system helped to control temperature, EC and pH values. In addition, data was collected from vegetables grown in the nutrient film technique (NFT) system during the same period for comparison of weights and shapes.

The research findings show that the vertical aeroponics system can be used in buildings as a home farming unit for cultivation of consumable vegetables and ground covering decorative plants. The experiment yields the total weight of plants at approximately 50 per cent of the yield in the NFT system of the Farm Salad Time. The total comparison yields of the vertical aeroponics system vs. the NFT system are as follows: 20.2 : 40.0 for Green Costa; 22.4 : 43.5 for Red Batavia; 21.5 : 41.0 for Finlay; 23.0 : 43.5 for Green Oak; 25.0 : 43.0 for Red Oak; and 24.5 : 41.0 for Butter Head. The application of the SCADA system for controlling the conditions that affect the growth of plants was effective resulting in saving of time and man-hour in operating the system.

KEYWORDS : Vertical Aeroponics System, Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) System, Vertical Farming in Buildings

บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชในแนวตั้งกำลังได้รับความนิยมแพร่หลาย ในประเทศไทยเองก็มีการนำแนวคิดเรื่องการปลูกพืชแนวตั้งนี้มาใช้กับอาคารที่อยู่อาศัยด้วยเช่นกัน ทำให้ผังบริเวณมีความสวยงาม ช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศ และลดโลกร้อน ผู้ที่ริเริ่มคือ Patrick Blanc ได้นำเรื่องระบบนิเวศน์มาผสมผสานกับการงานสถาปัตยกรรมเรียกว่าสวนแนวตั้ง (Vertical Garden) เป็นการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินโดยใช้ผ้าใยสังเคราะห์ แนวคิดการปลูกพืชลักษณะนี้สามารถจะประยุกต์ใช้ในเชิงการทำเกษตรในเขตเมืองได้ เพื่อลดต้นทุนการขนส่ง แต่ก็ต้องเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายด้านค่าเช่าพื้นที่ และค่าจัดการพลังงาน การทำเกษตรกรรมในเมืองเพื่อนำมาเป็นอาหารต้องคำนึงถึงวิธีการที่เหมาะสม และเพื่อให้ประสพกับความสำเร็กรูปแบบการปลูกพืชในแนวตั้ง แบบที่ใช้ผ้าใยสังเคราะห์ อาจไม่มีความเหมาะสมเท่าใดกับการปลูกพืชผักเพื่อรับประทาน ก็เนื่องด้วยน้ำ และสารอาหารที่ลดลงไปบนวัสดุปลูกอาจการเกิดโรคหรือ เกิดเชื้อราสะสมในวัสดุปลูก ทั้งหมดนี้อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการบริหารจัดการควบคุมการให้น้ำแก่พืชเท่าที่จำเป็นเมื่อพืชตายการปรับเปลี่ยนทำได้ยากทำให้ต้องมีระบบ การจัดการที่ดีประหยัดพื้นที่ และเวลาปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ซึ่งเป็นการนำรูปแบบการปลูกพืชไร้ดินระบบรากแขวนในแนวตั้ง (Aeroponics System) มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับโปรแกรม SCADA ที่นำมาช่วย

ควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วยเหตุผลที่การปลูกพืชแบบให้น้ำ และสารอาหารแบบฝอยละเลียด (Vertical Aeroponics System) ทำให้รากพืชรับออกซิเจน และสารอาหารโดยตรงทั่วถึงทุกต้นตามช่วงเวลาที่กำหนด และสามารถปรับให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูก การที่เป็นระบบปิดมีการให้น้ำแบบหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่จึงประหยัดการควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อพืชได้ เช่น ค่า pH ค่าอุณหภูมิ ค่าความเข้มข้นสารละลายนั้นสามารถทำได้โดยการใช้โปรแกรม SCADA และช่วยประหยัดเวลา และแรงงานในการดำเนินการจากสภาวะที่ปัจจุบันที่ดินมีราคาสูงจึงต้องหาวิธีที่ใช้พื้นที่ให้น้อยแต่ได้ผลผลิตสูง การปลูกพืชระบบรากแขวนในแนวตั้งจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในแก้ปัญหาพื้นที่เพาะปลูกที่ไม่เพียงพอแต่ยังจำเป็นต้องปลูกพืชเพื่อผลิตเป็นอาหารสำหรับประชากรในเมือง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. พัฒนานำการปลูกพืชแบบไร้ดินระบบรากแขวน (Aeroponics Culture) มาประยุกต์ใช้เป็นชุดปลูกพืชในแนวตั้ง (Vertical Aeroponics) เพื่อการรับประทานได้
2. นำโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติ (SCADA) มาช่วยในการควบคุมสภาวะที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชระบบรากแขวนในแนวตั้ง (Vertical Aeroponics)

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการปลูกพืชแบบไร้ดินระบบรากแขวน (Aeroponics Culture) โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิจัยทดลอง

การทดลองที่ 1 การจัดเตรียมการเพาะเมล็ดและการเพาะพันธุ์พืชโดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การเพาะจากเมล็ดพืช และการปักชำกิ่งพันธุ์พืช โดยพืชที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ดได้แก่ กรีนคอส, เรดปัตตาเวีย, ฟิลเลย์, กรีนโอ๊ค, เรดโอ๊คและปัตเตอร์เฮด การขยายพันธุ์เริ่มจากคัดเลือกเมล็ดพันธุ์พืชที่สมบูรณ์ จากนั้นนำฟองน้ำหรือฟอไรลท์ สำหรับเพาะบรรจุใส่ถาดเพาะ แล้วรดน้ำให้ชุ่มก่อนนำเมล็ดพันธุ์ใส่ถาดเพาะประมาณ 1-2 เมล็ด, นำผ้ามาคลุมถาด รดน้ำทั้งเข้า-เย็นเป็นระยะเวลา 7 วัน เมล็ดก็จะงอกนำไปอนุบาลต้นกล้าเป็นระยะเวลา 3-4 วัน ก็จะได้นักกล้าที่พร้อมปลูกลงในชุดปลูกพืช ส่วนการปักชำกิ่งพันธุ์ได้แก่ ก้ามปูหลุด, วอเตอร์เครส และ ผักเป็ดแดง โดยคัดเลือกกิ่งพันธุ์พืชที่สมบูรณ์ นำฟองน้ำ หรือฟอไรลท์รดน้ำให้ชุ่มนำกิ่งพันธุ์ใส่ในฟองน้ำหรือฟอไรลท์ 1-2 กิ่ง

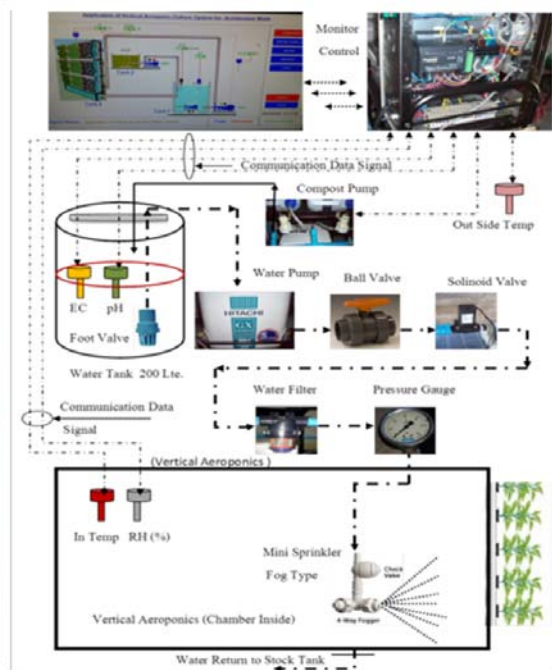
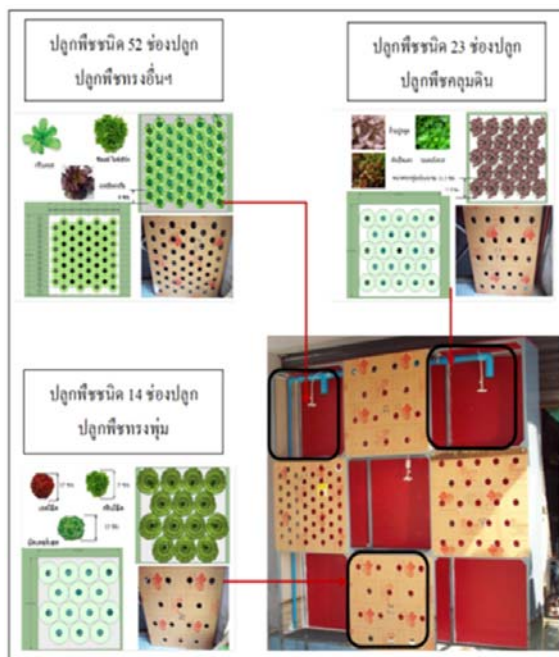
ใช้ผ้าขาวบางคลุมถาดรดน้ำเข้า-เย็นเป็นระยะเวลา 7 วัน กิ่งพันธุ์ก็จะเริ่มงอกแตกยอด นำไปอนุบาลเป็นระยะเวลา 3-4 วัน ก็จะได้นักกล้าที่พร้อมย้ายลงบนชุดปลูกพืชเช่นกัน

การทดลองที่ 2 การสร้างชุดปลูกพืชระบบรากแขวนในแนวตั้งต้นแบบดังนี้

แผ่นที่ 1 ปลูกพืชผักทรงพุ่ม 3 ชนิด แผ่นที่ 1 ปลูกเรดโอ๊ค, แผ่นที่ 2 ปลูกกรีนโอ๊ค และแผ่นที่ 3 ปลูกปัตเตอร์เฮด โดยมีจำนวน 14 ช่องปลูกต่อแผ่น ตามขนาดและสรีระของพืช

แผ่นที่ 2 ปลูกพืชผักทรงอื่น 3 ชนิด แผ่นที่ 1 ปลูกกรีนคอส, แผ่นที่ 2 ปลูกฟิลเลย์ และแผ่นที่ 3 ปลูกเรดปัตตาเวีย โดยมีจำนวน 52 ช่องปลูกต่อแผ่น ตามขนาดและสรีระของพืช

ทั้งนี้ แผ่นปลูกพืชทำจากแผ่น Acrylic ส่วนระบบการให้น้ำแบบเป็นกระจายเป็นฝอยละเอียด 4 ทิศทางติดตั้ง 1 จุดต่อ 1 แผ่นปลูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยกำหนดเงื่อนไขการควบคุม และจัดเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม SCADA ที่ใช้ควบคุมชุดปลูกพืชในงานวิจัย (ภาพประกอบ 1-2) ดังนี้



ภาพประกอบ 1-2 การสร้างและการติดตั้งโปรแกรม SCADA ลงชุดคอมพิวเตอร์ชุดปลูกพืชระบบรากแขวนในแนวตั้งต้นแบบ

- 1) SCADA ควบคุมการทำงาน PumpCP1 ฉีดพ่นที่ 30 วินาที หยุด 5 นาที
- 2) ช่วงควบคุมความชื้นภายในชุดปลูก (RH%) ที่ (50% - 70%)
- 3) ช่วงควบคุมอุณหภูมิภายในชุดปลูก (Temp) ที่ (25 °C - 34 °C)
- 4) ช่วงควบคุมค่าความกรดและด่างของสารละลาย (pH) ที่ (6.0 - 7.0)
- 5) Pump CP3 ทำงานทุกๆ 30 นาที เพื่อป้องกัน สารละลายตกตะกอน
- 6) สภาวะควบคุมความเข้มข้นสารละลาย (EC) ที่ (2.3 - 2.7) ms.

7) Pump CP2 ทำงานเมื่อ (EC) ต่ำกว่า 2.0 ms./10 Sec.หยุด 10 min.for Check ค่าระดับของ (EC)

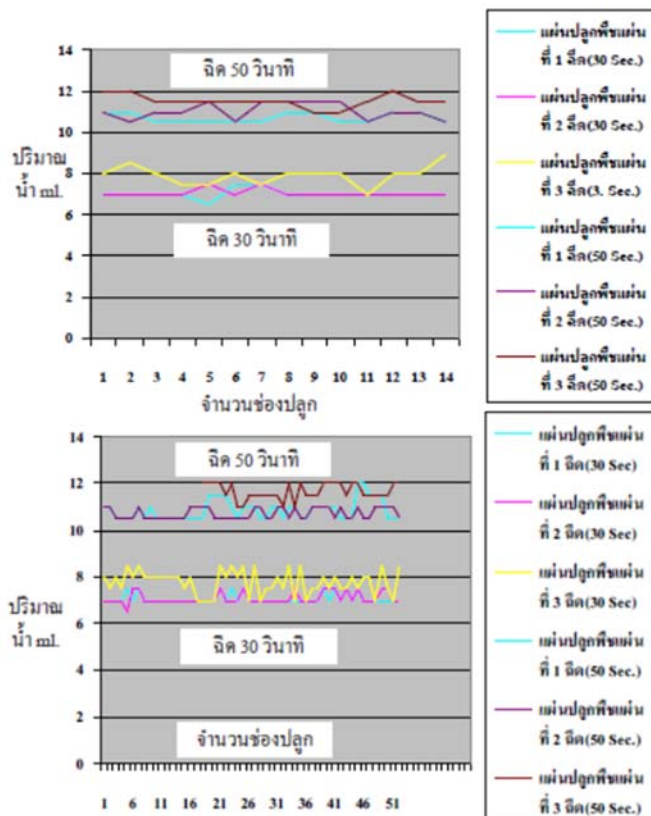
การทดลองที่ 3 หาปริมาณน้ำ และบันทึกปริมาณน้ำ ที่พืชได้รับในแต่ละช่องปลูก

การทดลองที่ 4 เก็บข้อมูล ประกอบด้วย

- 1) เก็บข้อมูลด้วยระบบ โปรแกรม SCADA
- 2) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช และผลผลิต ที่ได้รับตลอดระยะเวลา 38 วัน
- 3) เก็บข้อมูลปริมาณแสงที่พืชได้รับช่วงทำการทดลอง และการใช้พลังงานในระบบปลูกพืช
- 4) เก็บข้อมูลพืชในระบบ NFT ที่ FarmSladTime ที่ปลูกในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับ การทดลอง

2. วิเคราะห์ผลการทดลอง

2.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของน้ำที่พืชได้รับ จากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่ได้รับในแต่ละช่องปลูกของแต่ละแผงปลูกมีค่าใกล้เคียงกันคือ มีปริมาณน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 7.3 มล./นาทึ ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการน้ำของพืชที่ปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ได้นำมาต่อยอดงานวิจัยของ ณรงค์ศักดิ์ ศิริสกุลวัฒน์ และคณะ เรื่อง "แอโรโพนิกส์ทรงกระบอก" ได้สรุปค่าปริมาณน้ำเฉลี่ยอยู่ไว้ที่ (6.8 มล./นาทึ)



พืชทรงพุ่มแผ่นที่ 1, 2 และ 3

- ระยะเวลารการฉีดพ่นที่ 50 วินาที ได้ค่า ปริมาณน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 11 มล./นาทึ
- ระยะเวลารการฉีดพ่นที่ 30 วินาที ได้ค่า ปริมาณน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 7.3มล./นาทึ

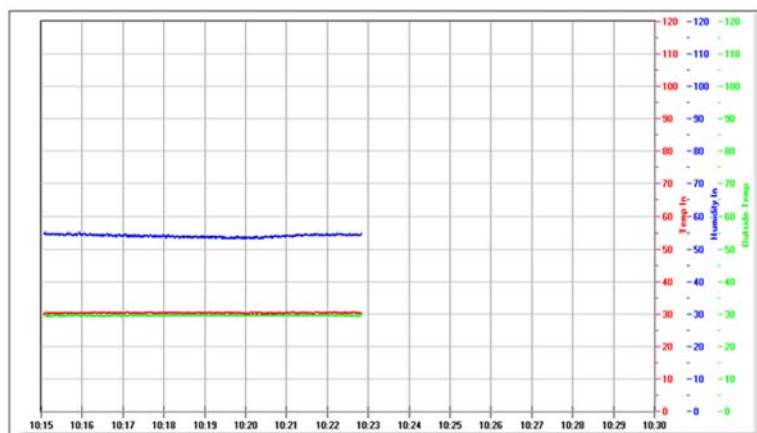
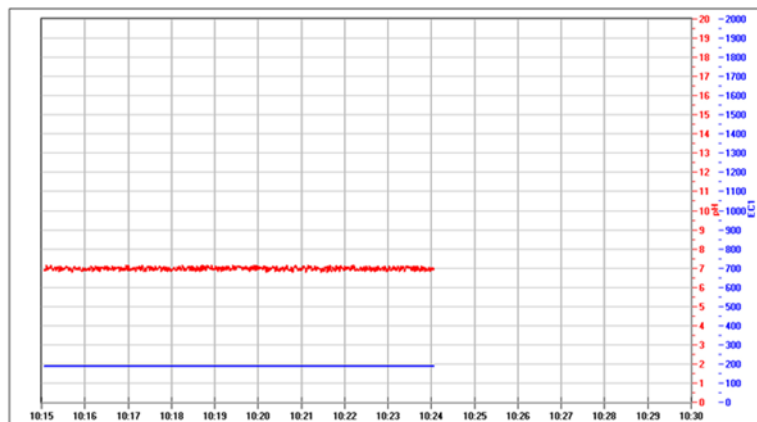
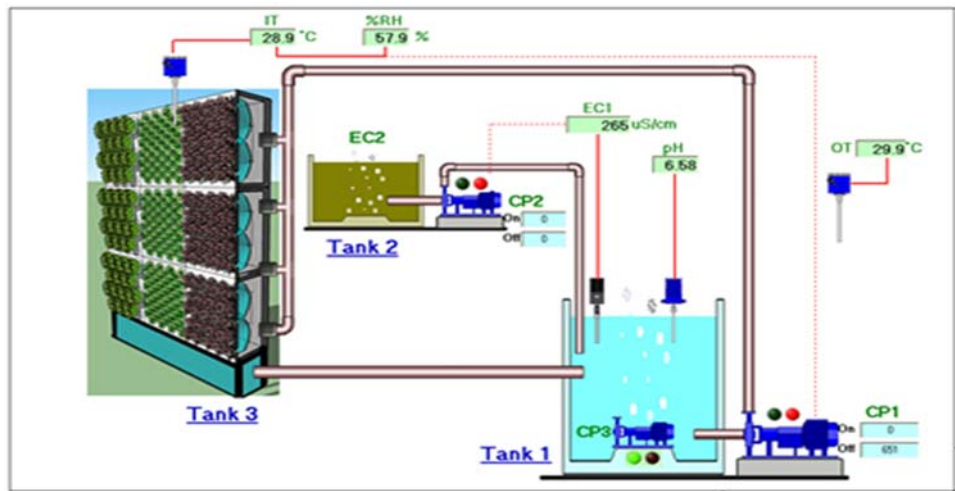
พืชทรงอื่นๆแผ่นที่ 1, 2 และ 3

- ระยะเวลารการฉีดพ่นที่ 50 วินาที ได้ค่า ปริมาณน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 10.5 มล./นาทึ
- ระยะเวลารการฉีดพ่นที่ 30 วินาที ได้ค่า ปริมาณน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 7.3มล./นาทึ

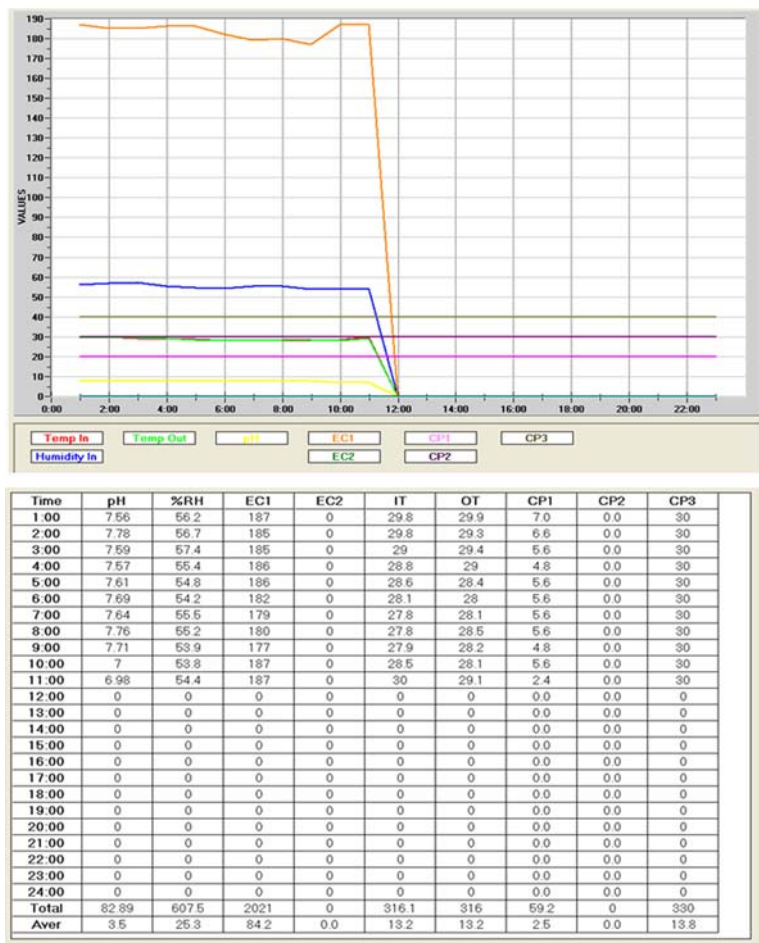
ภาพประกอบ 3-4 กราฟวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของน้ำที่พืชได้รับในแต่ละแผงปลูก

2.2 การเก็บข้อมูลด้วยระบบโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติ (SCADA) ผลของการใช้โปรแกรมระบบควบคุมอัตโนมัติ (SCADA) จะมีการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทุกขั้นตอนของการทดลองเป็นไปตามความต้องการดังนี้

1) การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในสภาวะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง คืออุณหภูมิ (28-29 องศา) และความชื้น (55 - 70%) ซึ่งเป็นผลดีทำให้รากพืชไม่เกิดอาการแห้ง และชุ่มชื้นอยู่เสมอ



ภาพประกอบ 5-9 การเก็บรวบรวมข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SCADA



ภาพประกอบ 5-9 (ต่อ)

2) การควบคุมค่า pH (6.2-6.9) และ EC (1.9-2.7 มิลลิซีเมนต์) ในการทดลองให้อยู่ในสภาวะคงที่ซึ่งเป็นผลดีต่อพืชที่ปลูก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า pH จะส่งผลต่อการดูดสารอาหารบางชนิดของพืช ทั้งยังเป็นอันตรายต่อพืชอีกด้วย ส่วนการควบคุมระดับสารละลายอาหารพืช (EC) ให้อยู่ในระดับคงที่ย่อมส่งผลดีต่อพืชที่ปลูก

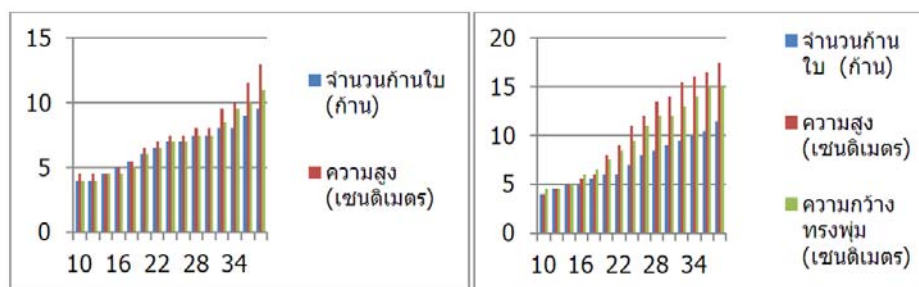
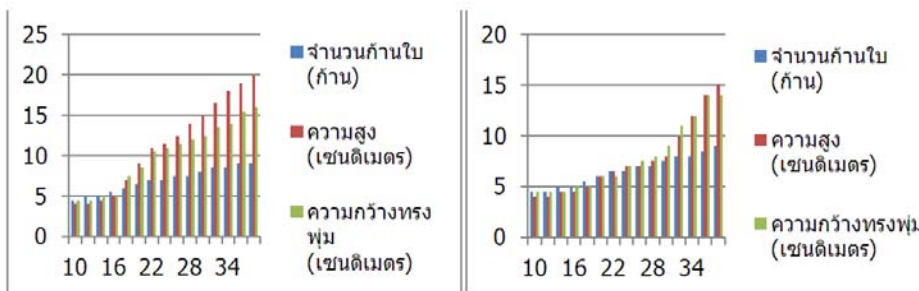
3) การควบคุมการทำงานของระบบปั๊มพื้ฉีดพ่นสารละลาย ส่งผลดีต่อพืชที่ปลูก การควบคุมการฉีดพ่นตรงตามเวลาที่กำหนดส่งผลให้การให้น้ำแก่พืชไม่มาก หรือน้อยเกินไปจนจำเป็นต่อความต้องการของพืช ทั้งยังช่วยให้ประหยัดน้ำและสารอาหารที่ให้แก่พืช

4) การควบคุมการทำงานของระบบปั๊มพื้หมุนเวียนน้ำ ทำให้สารละลายไม่ตกตะกอนละลายตัวดี พืชนำไปใช้ได้ง่าย

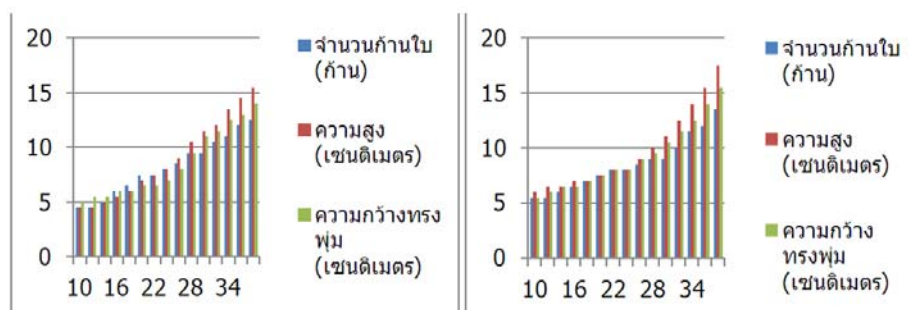
5) การควบคุมการทำงานของระบบปั๊มพื้เติมสารละลาย ช่วยให้เกิดผลดีแก่พืชที่ปลูกโดยจะควบคุมปริมาณสารละลาย (EC) ให้อยู่ในสภาวะคงที่ไม่มาก หรือน้อยเกินไปกว่าความต้องการของพืช เป็นการประหยัดสารละลายอาหารที่ให้แก่พืช

6) การควบคุมด้วยโปรแกรม SCADA ช่วยแบ่งเบาการทำงานแบบซ้ำๆ ผู้ดูแลสามารถปลีกตัวไปทำงานอื่นๆ ช่วยควบคุมการทำงานได้อย่างรวดเร็วหรือซับซ้อนให้คงที่ทั่วถึง เป็นการลดจำนวนแรงงานในการผลิตที่เป็นต้นทุนการผลิตอย่างหนึ่งให้ลดลง อีกทั้งยังมีการเก็บข้อมูลได้อย่างมีแบบแผนสามารถนำกลับมาวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ มีรูปแบบการทำงานตรงเวลาเป็นมาตรฐานที่แน่นอน และสามารถควบคุมจัดการพลังงานที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชผักระบบรากแขวนในแนวตั้งที่ได้นำมาทดลองจากกราฟจะเห็นว่าพืชมีการเติบโตได้ดีพอสมควรแต่ต้องปรับปรุงแก้ไขในบางส่วนของ การทดลอง



ภาพประกอบ 10-21 การเจริญเติบโตของพืชผักระบบรากแขวนในแนวตั้งที่ได้นำมาทดลอง



การเจริญเติบโตของเรตไฮโดรโปนิกส์และการเจริญเติบโตของเบดเดอร์ไฮโดร

ภาพประกอบ 10-21 (ต่อ)

2.4 ปริมาณน้ำที่นักผลิตเฉลี่ยของชุดปลูกพืชไร้ดินระบบรากแขวนในแนวตั้งเทียบกับผลผลิตระบบ NFT แตกต่างกัน 50% ดังแสดงในตารางที่ 1

นอกจากนี้ พืชผักมีลักษณะโค้งงอขึ้นรับแสง ทำให้มีรูปร่างและสีเขียวไม่สวยงามเท่ากับผักที่ปลูกในแนวราบได้รับแสงตลอดวัน (ดังภาพประกอบ 22-23)

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำที่นักผลิตเฉลี่ยระบบแอโรโพนิกส์ในแนวตั้งกับผลผลิตระบบ NFT

น้ำที่นักผลิตในระบบ	แผ่นปลูกกรีนคอส (กรัม)	แผ่นปลูกเรตปัตตาเวีย (กรัม)	แผ่นปลูกฟิลเลย์ (กรัม)	แผ่นปลูกกรีนโอ๊ค (กรัม)	แผ่นปลูกเรตโอ๊ค (กรัม)	แผ่นปลูกเบดเดอร์ไฮโดร (กรัม)
Aeroponics	20.2	22.4	21.5	23.0	25.0	24.5
NFT	40.0	43.5	41.0	43.5	43.0	41.0
Diff.	19.8	21.1	19.5	20.5	18.0	16.5



ภาพประกอบ 22-23 พืชผักที่มีลักษณะโค้งงอและพืชผักที่ได้รับแสงตลอดวัน

สรุปผลการศึกษาทดลองและข้อเสนอแนะ

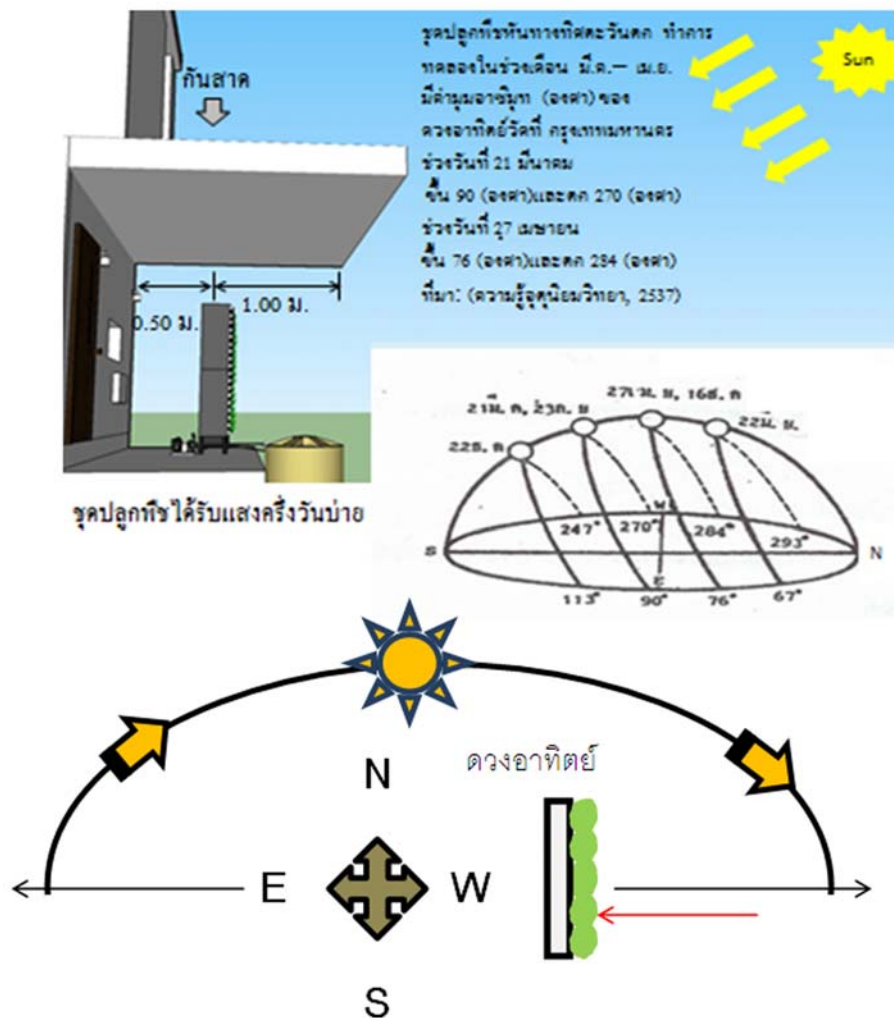
1. จากการทดลองนำรูปแบบการปลูกพืชไร้ดินระบบรากแขวน (Aeroponics Culture) นำมาประยุกต์เพื่อเป็นผนังปลูกพืชเชิงเกษตรในแนวตั้ง นั้นสามารถทำได้ ในการทดลองครั้งนี้ การเติบโตของพืชที่ทดลองมีการเติบโตที่ไม่ค่อยสมบูรณ์ได้น้ำหนักผลผลิตไม่เป็นไปตามมาตรฐาน สามารถสรุปดังนี้

1.1 การที่พืชยืดยาวออก ลำต้นสูง เป็นเพราะพืชได้รับแสงแดดครึ่งวัน ซึ่งไม่เพียงพอ โดยปกติพืชกลุ่มสลัดเป็นพืชที่ชอบแสง เมื่อพืชได้รับแสงน้อย ส่วนของใบและต้นพืชจะยืดเข้าหาแสงทันที เพราะแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พืชสังเคราะห์อาหารได้ กรณีพืชมีสีซีด ไม่สดนั้นจะขึ้นกับปัจจัยบางอย่าง แสงแดดก็เป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งถ้าพืชได้แสงน้อย พืชสังเคราะห์อาหารได้น้อย รากพืชก็จะดูดน้ำและอาหารลดลง จึงเป็นผลให้ผัก

มีสีซีด นั่นก็คือ พืชจะแสดงอาการขาดธาตุอาหาร

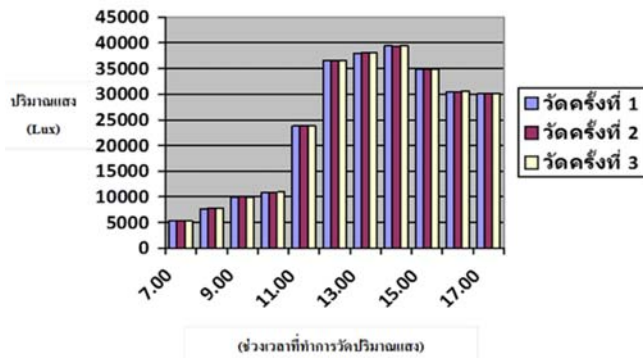
1.2 จากการที่พืชได้แสดงอาการดังที่กล่าว (ข้อที่ 1.1) แสดงให้เห็นว่าการพิจารณาคัดเลือกสถานที่สำหรับการทดลองวิจัยนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากกับการทดลองที่เกี่ยวกับพืช จึงควรต้องคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญเบื้องต้นได้แก่สถานที่ทดลอง และทิศทางของแสงอาทิตย์ที่ต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้พืชได้รับแสงอย่างเพียงพอ

2. จากการที่พืชได้แสดงอาการดังที่กล่าว (ข้อที่ 1.) แสดงให้เห็นว่าการพิจารณาคัดเลือกสถานที่สำหรับการทดลองวิจัยนั้น มีความสำคัญเป็นอย่างมากกับการทดลองที่เกี่ยวกับพืช จึงควรต้องคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญเบื้องต้น ได้แก่ สถานที่ทดลอง และทิศทางของแสงอาทิตย์ที่ต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้พืชได้รับแสงอย่างเพียงพอ



ภาพประกอบ 24 ทิศทางของแสงอาทิตย์ที่ต้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้พืชได้รับแสงอย่างเพียงพอ

3. แสง (Light) ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงรูปทรง และการสังเคราะห์แสงของพืช เนื่องด้วย พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณแสงไม่เท่ากัน ควรพิจารณาอย่าง เหมาะสมและจะเห็นว่าแสงที่พืชได้รับตลอดทั้งวันเฉลี่ยที่ 20,000 ถึง 40,000 Lux เท่านั้น แตกต่างจากระบบ NFT ซึ่งได้รับแสง เต็มที่ตลอดวันอยู่ในช่วงประมาณ 150,000 ถึง 250,000 Lux



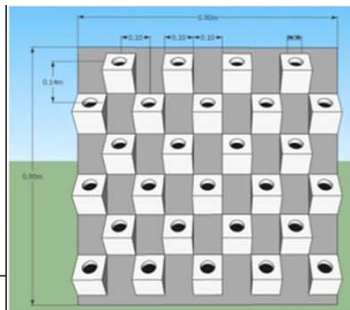
ภาพประกอบ 25 ปริมาณแสงที่วัดได้ในการทดลอง



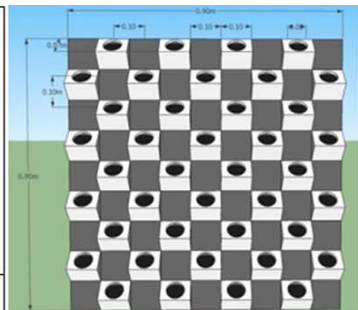
ภาพประกอบ 26 สภาพแวดล้อมระบบ NFT ซึ่งได้รับแสงตลอดวัน



ผักเบ็ดแดง (ระบบ Aeroponics)



วอเตอร์เครส (ระบบ Aeroponics)

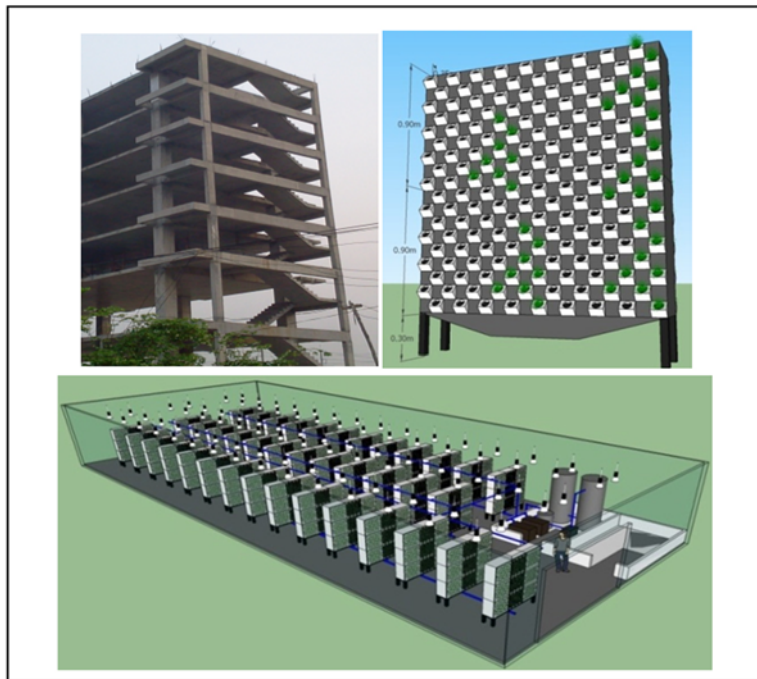


ภาพประกอบ 27 รูปแบบแผ่นปลูกที่มีการออกแบบสำหรับการใช้งานจริง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากผลการทดลอง การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ ควรคำนึงถึงวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตชุดปลูกพืชควรทำจากวัสดุ อาทิเช่น Fiber Glass หรือพลาสติกประเภท PE (Polyethylene) เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษทนการกัดกร่อน อีกทั้งควรเป็น การหล่อขึ้นงานหรือการฉีดขึ้นรูป เพื่อให้ไม่เกิดสูญเสียจากการรั่วซึมของน้ำในระบบนอกจากนี้ การแก้ปัญหาพืชผักที่มีรูปร่าง โค้งงอขึ้นรับแสง อาจทำได้โดยปรับรูปแบบของช่องปลูกพืชตาม ลักษณะที่ได้ทำการออกแบบแผ่นปลูก ดังภาพประกอบที่ 27

การนำความรู้ในการปลูกพืชระบบรากแขวนในแนวตั้ง มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบของงานสถาปัตยกรรม เช่น ผนังสีเขียว (Green Wall) ทำให้เกิดเป็นอาคารที่มีความน่าสนใจ ซึ่งการใช้ผนังสีเขียว นอกจากจะเป็นการส่งเสริมภูมิทัศน์แล้ว ยังเพิ่มคุณภาพให้แก่สิ่งแวดล้อมเมือง ทำให้พื้นที่ในเขตเมือง ให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด ในกรุงเทพฯ ยังมีอาคารที่ไม่มีการใช้สอย ถูกทิ้งร้าง เกิดอัตรว่างของพื้นที่ภายในอาคารสูง เมื่อนำอาคาร เหล่านี้มาใช้ในการพัฒนาในงานเกษตรในเมืองย่อมเกิดเป็นผลดี อย่างมากต่อการพัฒนาพื้นที่ให้มีความคุ้มค่าความเป็นไปได้ ในทางธุรกิจด้านเกษตรกรรมในเมือง และการนำนวัตกรรมมา ใช้งานให้เกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ



ภาพประกอบ 28 ชุดปลูกพืชไร้ดินระบบรากแขวนในแนวตั้งกรณีนำไปใช้ประโยชน์ตามที่ออกแบบไว้โดยผู้วิจัย

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการทำโครงงานวิจัยครั้งนี้ได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.พาสินี สุนากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก, อ.ดร.โสภา วิศิษฎ์ศักดิ์ ประธานสาขาวิชาวนัตกรรมอาคาร ที่ให้คำปรึกษาแนะนำสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี และด้วยความดีงาม ผู้วิจัยขอขอบแต่คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนด้านทุนวิจัยรวมทั้งให้กำลังใจมาตลอดในทุกเรื่อง

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ศักดิ์ ศิริสกุลวัฒน์, พงศกร พิมพะนิตย์ และสมพร คนยงค์.

2547. ระบบแอร์โรโพนิคส์ทรงกระบอก. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ดิเรก ทองอร่าม และคณะ. 2543. การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ เจริญการพิมพ์. นพดล เรียบเลิศหิรัญ. 2538. การปลูกพืชไร้ดิน. นนทบุรี: สำนักพิมพ์สหมิตรพรินติ้ง.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2529. "ปั๊มพ์ และระบบสูบน้ำ." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตศึกษาด้านวิศวกรรมชลประทาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โสธยา ร่วมรังสี. 2543. การผลิตพืชแบบไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

อรรถนัศเรษฐบุตร. 2551. The Idea of Urban Farming. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2554, จาก The Vertical Farm Project [http:// www.Vetical Farm.Com/](http://www.VeticalFarm.Com/) Dickson D. Despommier.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2547. การปลูกพืชผักไฮโดรโปนิคส์. สืบค้นเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2554, จาก www.kmitl.ac.th/soilkmitl.

SCADA club. 2007. SCADA. Retrieved August 17, 2011, from http://www.scadaclub.com/web/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1&limit=114&limitstart=228.



>> นายสุกกิจ ปานเกต

สำเร็จการศึกษา ปริญญาโท สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาคาร (นวัตกรรมอาคาร) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2555 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า-เครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีปทุม ปี พ.ศ. 2532

ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้อำนวยการก่อสร้างโครงการ THE NINT พระราม 9 บริษัท G-Land จำกัด (มหาชน)



>> รศ.พาสินี สุนากร

สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สด.บ. สถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2524, ปริญญาโท M.Arch สถาปัตยกรรม Pratt Institute, New York พ.ศ. 2528, ทูตพัฒนาอาจารย์ สาขาขาดแคลน (ระยะสั้น) อบรมเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ในงานสถาปัตยกรรม Faculty of Architecture, University of Florida, Gainesville, USA พ.ศ. 2539

ปัจจุบันดำรง ตำแหน่งปัจจุบันรองศาสตราจารย์ระดับ 9 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์