

ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ Demonstration Set of Hydroponics with Solar Energy

วิชณ บัวเทศ^{1*} ธงชัย ใจตา² และสมเจตต์ มีมุข³

^{1*}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

^{2,3}นักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Witsanu Buathes^{1*} Tongchai Jaide² and Somjett Memung³

^{1*} Assistant Professor. Dr, Faculty of Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

^{2,3} Student, Program in Electrical Engineering Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์และหาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกรของอำเภอปางศิลาทอง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบก่อนการอบรมและหลังการอบรม และแบบสอบถามความคิดเห็น การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ T-test ผลการวิจัยพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีผลสัมฤทธิ์ในการอบรมเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนก่อนการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 คะแนน และมีคะแนนหลังการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 คะแนน และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$)

Abstract

This research aims to find success and satisfaction of the participants of the demonstration set of hydroponics with solar. Experiment with farmers in Pang Sila Thong District. There are 30 people in Kamphaeng Phet Province. Purposive sampling was applied. The data collection tools consisted of Pre-training and Post-training tests and questionnaires to obtain opinions, as well as data analysis, frequency analysis, percentage, mean, standard deviation and T-test statistics. The results are as follows: The participants had higher average achievement in education was statistically significant at the 0.05 level. The average Pre-training score was 2.70 and the average post-training score was 5.87 and satisfaction of the trainees was at a high level ($\bar{X} = 4.43$)

1. บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) เป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง มีการปลูกในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการเป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้หันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพกันมากขึ้น จึงเลือกที่จะบริโภคผักที่ปลูกในระบบ Hydroponics ซึ่งมีการปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ทำให้มีการใช้สารเคมีน้อยลง ผักที่ได้จึงเป็นผักอนามัย มีการปนเปื้อนสารเคมีน้อยมากและเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจมากขึ้น อีกทั้งการปลูกและการจัดการต่างๆ ไม่ยุ่งยากอย่างที่คิด ทุกคนสามารถปลูกเองได้ทุกครัวเรือน เพื่อบริโภคภายในครอบครัว ทำให้ได้บริโภคผักที่สด สะอาดปลอดภัย และช่วยเสริมสร้างสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2558) แต่ปัญหาที่สำคัญที่สุดของการปลูกพืชไร้ดินคือ เป็นระบบที่มีราคาแพงมาก เนื่องจากประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2558) จึงได้มีการคิดหาวิธีการในการลดต้นทุนในการสร้างระบบการปลูกพืชไร้ดินที่มีราคาแพง ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ เปลี่ยนจากวัสดุอุปกรณ์พวก PVC ที่มีราคาแพง เป็นการใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น ทำให้ต้นทุนการผลิตน้อยลง ประชาชนทั่วไปสามารถประดิษฐ์ใช้เองในครัวเรือนได้ และการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบการปลูกพืชไร้ดินจะเป็นการช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง

จากเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดิน โดยการประยุกต์ใช้กับพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการสร้างระบบการปลูกพืชไร้ดินให้มีราคาถูกลง และส่งเสริมความรู้ความเข้าใจให้แก่เกษตรกรหันมาใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบการปลูกพืชไร้ดิน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถลดรายจ่ายในการใช้ไฟฟ้าได้มากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ในการอบรมของผู้เข้ารับการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.2 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรของอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

คณะผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย เนื้อหา 1) แผงโซลาร์เซลล์ 2) เครื่องควบคุมการประจุ 3) แบตเตอรี่ 4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 5) วิธีการปลูกพืชไร้ดิน และ 6) การผสมสารละลาย A และ B

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1) ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 1.1) แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 250 วัตต์ 1.2) อินเวอร์เตอร์ ขนาด 250 วัตต์ 1.3) โซลาร์ชาร์จเจอร์ ขนาด 10 แอมป์ 1.4) แบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 60 แอมป์ 1.5) ปุ่มตุ้ปลา ขนาด 34 วัตต์ ปริมาณน้ำ 1,400 ลิตรต่อชั่วโมง และ 1.6) ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดิน ขนาดยาว 100 เซนติเมตร สูง 75 เซนติเมตร

2) บทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 2.1) แผงโซลาร์เซลล์ 2.2) เครื่องควบคุมการประจุ 2.3) แบตเตอรี่ 2.4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 2.5) วิธีการปลูกพืชไร้ดิน และ 2.6) การผสมสารละลาย A และ B

3) แบบสอบถามความคิดเห็นในการเข้าร่วมการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) การออกแบบชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้

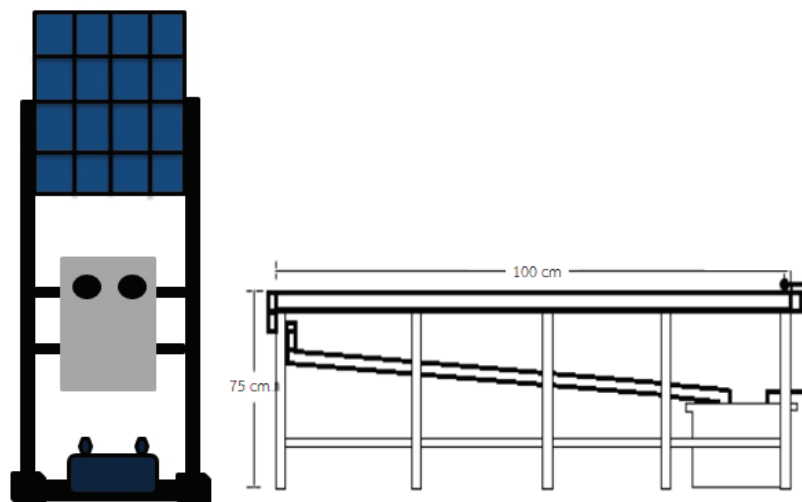
1.1) ศึกษาทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการออกแบบชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.2) ศึกษาหลักการเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3) ศึกษาหลักการและวิธีการปลูกพืชไร้ดิน

1.4) ออกแบบและสร้างชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.5) นำชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล



ภาพที่ 1 การออกแบบระบบชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

- 2) การออกแบบบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 2.2) ศึกษาหลักการออกแบบบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 2.3) สร้างบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 2.4) นำบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม
 - 2.5) ปรับปรุงบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 - 2.6) นำบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล
- 3) การออกแบบและสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นในการเข้าร่วมการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้
 - 3.1) ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น
 - 3.2) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็น ประกอบด้วย สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม และคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 3.3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง
 - 3.4) ปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 - 3.5) นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่ผ่านการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

คณะผู้วิจัยได้นำเอาชุดสาธิตปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกร องค์กรการบริหารส่วนตำบลโพธิ์ทอง อำเภอบางบาล จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 30 คน โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบก่อนการอบรม โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และหลังการอบรมเสร็จให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบหลังการอบรมโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีลักษณะคำถามเหมือนกับแบบทดสอบก่อนการอบรม แต่มีการสลับตัวเลือกในข้อสอบแต่ละข้อ จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม มาทดสอบค่าสถิติ (T-test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการอบรม และนำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้เข้ารับการอบรมประเมินผลการเข้าร่วมการอบรมในครั้งนี้



ภาพที่ 2 การอบรมเชิงปฏิบัติการชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ณ องค์การบริหารส่วนตำบลโพธิ์ทอง อำเภอบางศิลาทอง จังหวัดกำแพงเพชร

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ในการอบรม จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติที่ แบบข้อมูล 2 ชุด มีความสัมพันธ์กัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}} \quad (1)$$

เมื่อ

t แทน ค่าการแจกแจงที

D แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

2) การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมชุดสาธิตปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้หลักสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ได้กำหนดการให้คะแนนคำตอบของแบบสอบถาม ดังนี้ (ระพินทร์ โพธิ์ศรี, 2549)

ระดับความพึงพอใจมากที่สุด	กำหนดให้	5	คะแนน
ระดับความพึงพอใจมาก	กำหนดให้	4	คะแนน
ระดับความพึงพอใจปานกลาง	กำหนดให้	3	คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อย	กำหนดให้	2	คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด	กำหนดให้	1	คะแนน

นำคะแนนที่ได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยและกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย/ทดลอง

5.1 ผลการทดลองใช้ชุดสาธิตการปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ กลุ่มเกษตรกรของอำเภอปางศิลาทอง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบ/เปรียบเทียบคะแนนก่อนการอบรมกับหลังการอบรมของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ

แบบทดสอบ	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ย ของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนการอบรม	2.70	0.750	3.17	0.699	24.816 *	29	0.000
หลังการอบรม	5.87	0.973					

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนก่อนการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 คะแนน และมีคะแนนหลังการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการอบรม

5.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ที่มีต่อชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2 ค่าความถี่และค่าร้อยละของข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	ผู้ตอบแบบสอบถาม (ความถี่) (n=30)	รวม (ร้อยละ)
1. เพศ		
1.1 ชาย	19	63.33
1.2 หญิง	11	36.67

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า มีผู้ให้ข้อมูลในการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 30 คน แบ่งเป็นเพศชาย 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 และเพศหญิง 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.67

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรม

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. สถานที่ในการอบรมมีความเหมาะสม	4.29	0.54	มาก
2. เวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	4.17	0.51	มาก
3. เอกสาร และสื่อที่ใช้ในการอบรมมีความเหมาะสม	4.43	0.52	มาก
4. อาหารมีปริมาณเพียงพอต่อผู้เข้ารับการอบรม	4.26	0.51	มาก
5. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.74	0.48	มากที่สุด
6. การมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการอบรม	4.68	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.43	0.26	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า วิทยากรมีความรู้ ความสามารถ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.74$) รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการอบรม ($\bar{X} = 4.68$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เวลาในการอบรมมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.17$)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมเกี่ยวกับการทำระบบปลูกพืชไร้ดินไปใช้ประโยชน์ได้	4.29	0.56	มาก
2. สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ ไปประยุกต์ใช้กับระบบการปลูกพืชไร้ดินได้	4.51	0.59	มากที่สุด

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
3. สามารถดูแลและบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้	4.45	0.58	มาก
4. สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมไปถ่ายทอดหรือขยายผลให้กับผู้ที่สนใจภายในชุมชนได้	4.11	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.34	0.39	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.34$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้กับระบบการปลูกพืชไร่นาได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.51$) รองลงมาคือสามารถดูแลและบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ($\bar{X} = 4.45$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมไปถ่ายทอดหรือขยายผลให้กับผู้ที่สนใจภายในชุมชนได้ ($\bar{X} = 4.11$)

6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ผลการทดลองใช้บทเรียนชุดสาธิตปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนสอบหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการอบรม

6.1.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรมที่พบว่า ภาพรวมของผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และสามารถนำเอาความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรมอยู่ในระดับมาก

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

6.2.1 ผลการทดลองใช้บทเรียนชุดสาธิตปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนหลังการอบรมที่สูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของผู้เข้ารับการอบรม เนื่องจากเกษตรกรมีความสนใจในการรับรู้ข่าวสารข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับพลังงานทดแทนมากขึ้น ช่องทางการศึกษามีมากขึ้นจึงทำให้เกษตรกรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพลังงานทดแทนมากขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุกัญญา ชื้อสสัย (2546) ได้ศึกษาพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักเรียนโรงเรียนอรรณมิตร พบว่า พฤติกรรมในปลูกพืชและการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเมื่อจำแนกตามช่วงชั้นการศึกษาและจำแนกตามสื่อในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า นักเรียนที่ช่วงชั้นการศึกษาต่างกันจะมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการอนุรักษ์พลังงานต่างกัน มีความแตกต่างกันกับระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับการปลูกพืชและการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.2.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม พบว่า โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เนื่องจากเกษตรกรได้รับความรู้เพิ่มเติมที่มากขึ้นหลังจากที่เข้ารับการอบรมและสามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมไปประยุกต์ใช้ในการปลูกพืชไร้ดินได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประสงค์ เอี้ยวเจริญ และคณะ (2552) ที่ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาและบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่พบว่า นักศึกษาและบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในภาพรวมมีส่วนร่วมและมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.95$, S.D. = 0.72)

7. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

7.1 ควรทำการศึกษาความคิดเห็นของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการส่งเสริมด้านการเกษตร เพื่อทราบถึงปัญหาที่แท้จริงในการส่งเสริมการปลูกพืชไร้ดินในปัจจุบันของแต่ละพื้นที่ เพื่อจัดทำแผนการส่งเสริมการปลูกพืชไร้ดิน

7.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการเกษตร และพลังงานทดแทน ควรสำรวจความต้องการของเกษตรกรที่มีความประสงค์ใช้พลังงานทดแทนในการทำเกษตรกรรม เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น

7.3 ควรดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบอัตโนมัติในการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้แก่กลุ่มเกษตรกรที่สนใจ เพื่อเป็นการลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชไร้ดิน

8. เอกสารอ้างอิง

- ประสงค์ เอี้ยวเจริญ และคณะ. (2552). *ความรู้ ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาและบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2549). *การสร้างและคุณภาพเครื่องมือสำหรับการวิจัย*. อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2558). *Hydroponic การปลูกพืชไร้ดิน*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สุกัญญา ชื่อสัตย์. (2546). *การศึกษาพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักเรียนโรงเรียนนอร์ธมิตร*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2558). การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน, 2561, จาก <http://www.kmitl.ac.th/hydro>