



กฟผ.

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

“โครงการนำร่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์”

“Feasibility study for utilization of the ground
under solar cell panels”

โดย ดร. พิลานี ไวกนอมสัตย์ และคณะ

พฤษภาคม พ.ศ. 2563

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

“โครงการนำร่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์”

“Feasibility study for utilization of the ground
under solar cell panels”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร. พิลานี ไชยอนมสัถย์	สถาบันผลิตผลเกษตรฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ดร.วราภรณ์ อภิวัฒนาภีวัต	สถาบันผลิตผลเกษตรฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.จินทิมา รุ่งลายเงิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
4. นางสาวจิราภรณ์ มีลักษณะ	สถาบันผลิตผลเกษตรฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. นายณัฐพล ช่วงสุวนิช	บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)
6. นายธวัชชัย อินท้วม	บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

โครงการ “การนำร่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์” ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
โครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. – สกว.

คณะผู้วิจัย

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) การนำร่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

(ภาษาอังกฤษ) Feasibility study for utilization of the ground under solar cell panels

ชื่อผู้วิจัย	ดร.พิลาณ โวถนอมสัจด์	สถาบันผลิตผลเกษตรฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ดร.วรารณ อภิวัฒนาภิวัด	สถาบันผลิตผลเกษตรฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ดร.จินทิมา รื้อลายเงิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
	นางสาวจิราภรณ์ มีลักษณะ	สถาบันผลิตผลเกษตรฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	นายณัฐพล ช่วงสุขนิช	บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)
	นายธวัชชัย อินท้วม	บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)

หมายเลขโทรศัพท์ 02-942-8600-3 ต่อ 706 โทรสาร 02-562-0338 e-mail aappln@ku.ac.th

ได้รับอนุมัติงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

งบประมาณที่ได้รับ 599,500 บาท ระยะเวลาทำการวิจัย 6 เดือน

เริ่มทำการวิจัยเมื่อ 2 มกราคม – 1 กรกฎาคม 2562

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

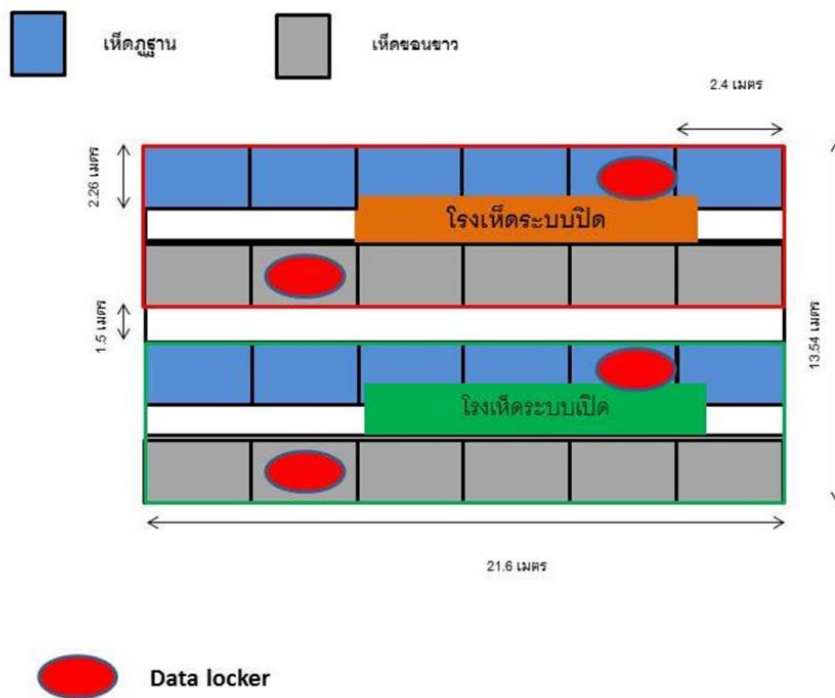
1. หาแนวทางในการใช้ประโยชน์พื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการเพาะเห็ด
2. ศึกษาผลกระทบที่อาจมีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของ เสาถึรภาพและความปลอดภัยของระบบผลิตไฟฟ้า อันเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องจากการเพาะเห็ด ได้แก่ การให้น้ำ อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ
3. จัดทำคู่มือการดำเนินงาน เพื่อเป็นต้นแบบในการเรียนรู้และขยายผล
4. ศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น ต้นทุน การมีส่วนร่วมของเจ้าของพื้นที่

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การสำรวจพื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อประเมินความเหมาะสมและวางแผนการทำงาน
2. การออกแบบพื้นที่สำหรับทดสอบ และสร้างระบบเพาะเห็ด โดยการแบ่งพื้นที่การทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ
 - พื้นที่ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว
 - การนำพื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเพาะเห็ดโดยใช้คนรดน้ำ และ
 - การนำพื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเพาะเห็ดโดยตั้งเวลารดน้ำอัตโนมัติ
3. การเพาะเห็ด พร้อมทั้งเก็บผลผลิต
4. การศึกษาผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าโดยการวัด
5. การศึกษาต้นทุน จัดทำคู่มือการเพาะเห็ดขอชาวใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และจัดทำรายงาน

ผลการดำเนินงานวิจัย

ในการทดลองได้ดำเนินการภายในโรงงานพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท พีซีพีจี จำกัด จังหวัด พระนครศรีอยุธยา ในพื้นที่การทดลองขนาด 300 ตร.ม. (ภาพที่ 1) สำหรับการเพาะเห็ด 2 ชนิด คือ เห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ภาพที่ 2) โดยได้ออกแบบโครงสร้างเพาะเห็ด 2 ระบบ ได้แก่ (1) ระบบเปิดควบคุมการให้น้ำด้วยแรงงานท้องถิ่น และ (2) ระบบปิดควบคุมการให้น้ำด้วยชุดควบคุมอัตโนมัติ (ภาพที่ 3ก และ ข ตามลำดับ) จากนั้น ดำเนินการเปิดก้อนเห็ด (ภาพที่ 4 และ 5) และเก็บข้อมูลผลผลิตเห็ด ความชื้น อุณหภูมิได้ แฉงเซลล์แสงอาทิตย์ กระแสไฟฟ้าที่ได้ และแรงดันไฟฟ้า เพื่อประเมินผลกระทบของการเพาะเห็ดที่มีต่อ ประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า



ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง 300 ตร.ม. ณ บริษัท พีซีพีจี จำกัด (มหาชน) จ.พระนครศรีอยุธยา



ภาพที่ 2 เห็ดขอนขาว (ก) และเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข)



(ก)



(ข)



ภาพที่ 3 ลักษณะโครงเพาะเห็ด (ก) ระบบเปิดควบคุมการให้น้ำด้วยแรงงานท้องถิ่น และ (ข) ระบบปิดควบคุมการให้น้ำด้วยชุดควบคุมอัตโนมัติ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 การเปิดก้อนเห็ดขอนแก่น (ก) และเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข) ณ พื้นที่ทดลอง



ภาพที่ 5 ลักษณะการวางโครงเพาเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ พื้นที่ทดลอง

เมื่อเพาเห็ดภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นเวลา 90 วัน พบว่าผลผลิตรวมของเห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐานจากโรงเพาเห็ดที่รดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติมีค่าใกล้เคียงกันที่ 202.70 และ 191.50 กิโลกรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของเห็ดที่ได้จากการทดลองนี้ยังต่ำกว่าเห็ดที่ได้จากข้อมูลการเพาเห็ดทางการค้า อาจเนื่องมาจาก 2 สาเหตุหลัก ได้แก่ ลักษณะของโรงเพาเห็ดที่ยังไม่เหมาะสม และ การชำรุดของระบบให้น้ำอัตโนมัติในระหว่างดำเนินการสำหรับโรงเพาเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเพาเห็ดขอนขาวและนางฟ้าภูฐานภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งแบบรดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ การเพาเห็ดไม่มีผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาจากค่าอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผง แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาเห็ดขอนขาวใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรดน้ำอัตโนมัติ นั้น มีความคุ้มค่าในทุกอัตราคิดลด โดยที่อัตราคิดลดร้อยละ 6 จะมีระยะเวลาคืนทุน 3 ปี 1 เดือน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 12,718 บาทต่อปี อัตราผลตอบแทน 27% และมีอัตราสัดส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C ratio) 1.23 จัดว่าเป็นกิจกรรมที่มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน แต่มีระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานกว่าการเพาเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำด้วยแรงงานคน ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างการปลูกเห็ด 2 ชนิด การปลูกเห็ดขอนขาวจะมีความคุ้มค่ามากกว่าปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน และวิธีการให้น้ำแบบแรงงานคนจะคุ้มค่ากว่าให้น้ำแบบอัตโนมัติ แต่หากมีการใช้ระบบควบคุมในพื้นที่กว้างขึ้นมากกว่าที่ทำการทดสอบอาจจะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลง ผลการคุ้มค่าอาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้

โครงการ “การนำร่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ได้แสงเซลล์แสงอาทิตย์”

พิลานี ไวณอมลัตย์¹, ณัฐพล ช่วงสุวนิช², วราภรณ์ อภิวัฒนาภี¹, จันทิมา รื้อลายเงิน³,
ธวัชชัย อินทว่ม² และ จิราภรณ์ มีลักษณะ¹

¹สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)

³ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากมลพิษ ปัจจุบันถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก และมีแนวโน้มว่าจะมีการใช้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่หมดสิ้น โดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า เพื่อเสริมความมั่นคงให้ระบบไฟฟ้าของประเทศไทยและยังช่วยลดปัญหาโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง จากแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579 พบว่า จะมีการขยายกำลังการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้ 6,000 เมกะวัตต์ โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 กิโลวัตต์ ต้องใช้พื้นที่ประมาณ 7 ตารางเมตร ซึ่งถ้าต้องการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ถึง 6,000 เมกะวัตต์ ต้องใช้พื้นที่ถึง 42 ตารางกิโลเมตร หรือ คิดเป็น 26,250 ไร่ ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะดำเนินการในลักษณะวางเรียงติดกันเป็นแผงหน้ากระดานบนพื้นดิน และมีช่องว่างสำหรับการถ่ายเทอากาศ และการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยพื้นที่การผลิตพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งเป็นพื้นที่ด้านบนสำหรับรับพลังงานแสงอาทิตย์และพื้นที่ด้านล่างที่อยู่ใต้แผง ซึ่งในปัจจุบันพื้นที่ด้านล่างที่อยู่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้พื้นที่ใต้แผงพลังงานแสงอาทิตย์มาเพาะเห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยเปรียบเทียบระบบที่รดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติ พบว่าเห็ดสามารถออกผลผลิตได้ตามปกติและได้ผลผลิตรวมของเห็ดใกล้เคียงกันระหว่างระบบที่รดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ยังต้องมีการปรับปรุงระบบการเพาะเลี้ยงให้ได้ผลผลิตเห็ดมากขึ้น นอกจากนี้ การเพาะเห็ดไม่ส่งผลกระทบในทางลบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ด พบว่าการเพาะเห็ดขอนขาวจะมีความคุ้มค่ามากกว่าเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน และวิธีการให้น้ำแบบแรงงานคนจะคุ้มค่ากว่าให้น้ำแบบอัตโนมัติ แต่หากมีการใช้ระบบควบคุมในพื้นที่กว้างขึ้นมากกว่าที่ทำการทดสอบอาจจะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลง ผลการคุ้มค่าอาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้

คำสำคัญ: พื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์, การเพาะปลูก, เห็ด

Feasibility study for utilization of the ground under solar cell panels

Pilanee Vaithanomsat¹, Nattapol Chuangsuwanich², Waraporn Apiwatanapiwat¹,
Chantima Rewlay-ngoen³, Tawatchai Intuom², and Jiraporn Meelaksana¹

¹Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI),
Kasetsart University

²BCPG Public Company Limited

³Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Abstract

Solar energy is a natural energy which is clean and free from pollution. It is currently used widely around the world and is likely to be used continuously, since it is a renewable energy with high potential and can be used completely. Especially, the use of solar energy to generate electricity in order to enhance the stability of power system of Thailand, as well as to also help reduce global warming in another way. From the renewable energy and alternative energy development plan 2015-2036, it is found that the solar power capacity of 6,000 megawatts will be expanded. The 1 kW solar panel requires approximately 7 square meters of space. To produce solar power of up to 6,000 megawatts, it requires 42 square kilometers of space or 26,250 rai in the installation of solar panels. The solar panels are placed the by-side panels troops on the ground, with space for air ventilation and cleaning solar panels. The solar energy production area is divided into the top area for solar energy and the area below that is under the panel. At present, the bottom area under the solar panel has not been utilized.

This research was conducted using the area under the solar panel to cultivate white mushrooms and the fairy mushrooms. By comparing the system that is watered by hand and the automatic system, it was found that the mushrooms were able to produce the output normally and the total yield of the mushroom was similar between the hand watering system and the automatic system. However, the cultivation system must be improved to produce more mushrooms. In addition, mushroom cultivation does not have a negative impact on the electricity production of solar cells. When comparing the results of the value analysis of mushroom cultivation, it was found that cultivation of white log mushroom would be more worthwhile than the Bhutanese mushroom. The manual irrigation system is more cost effective than the automated irrigation system. However, if the control system is used in a wider area, it may result in reduction of unit cost value.

Key words: ground under solar cell panels, cultivation, mushroom

สารบัญเรื่อง

บทที่	หัวข้อ	หน้า
	กิตติกรรมประกาศ	ข
	บทสรุปผู้บริหาร	ค
	บทคัดย่อ	ช
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 ชื่อโครงการ	2
	1.2 คณะวิจัย	2
	1.3 งบประมาณทั้งโครงการ	2
	1.4 ระยะเวลาดำเนินงาน	2
	1.5 หลักการเหตุผลและระบุสาเหตุที่ต้องดำเนินการวิจัย	3
	1.6 วัตถุประสงค์	9
บทที่ 2	วิธีการดำเนินการวิจัย	
	2.1 การสำรวจพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อประเมินความเหมาะสมและวางแผนการทำงาน	11
	2.2 การออกแบบพื้นที่สำหรับทดสอบ และสร้างระบบเพาะเห็ด	11
	2.3 การเพาะเห็ด และการเก็บผลผลิต	11
	2.4 การศึกษาผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าโดยการวัด	11
	2.5 การศึกษาต้นทุน จัดทำคู่มือการเพาะเห็ดขอนขาวได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และจัดทำรายงาน	12
บทที่ 3	ผลการดำเนินงาน	
	3.1 การสำรวจพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อประเมินความเหมาะสมและวางแผนการทำงาน	14
	3.2 การออกแบบและสร้างโครงเพาะเห็ด	15
	3.3 การเพาะเห็ดและการเก็บผลผลิต	16
	3.4 การศึกษาผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า	20
	3.4.1 อุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงพลังงานแสงอาทิตย์	21
	3.4.2 แรงดันไฟฟ้า	23
	3.4.3 กระแสไฟฟ้า	24
	3.4.4 ความชื้น	27
	3.4.5 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าก่อนและหลังการเพาะเห็ด	27
	3.4.6 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	29
	3.4.7 ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า	32
	3.5 การคำนวณต้นทุน ความคุ้มค่า และจัดทำคู่มือการเพาะเห็ดขอนขาวได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์	33
	3.5.1 การคำนวณต้นทุนและความคุ้มค่า	33
	3.5.2 การจัดทำคู่มือ	43
	3.5.3 การมีส่วนร่วมของคนในท้องถิ่น	43
บทที่ 4	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	
	4.1 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	46

บทที่	หัวข้อ		หน้า
บทที่ 5	ภาคผนวก		
	ก	เปรียบเทียบผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับและดำเนินการจริง	48
	ข	คำชี้แจงต่อการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ	50
	ค	รายละเอียดแผนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในโครงการ	54
	ง	คู่มือการเพาะเห็ดได้แผนพลังงานแสงอาทิตย์	65

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
	บทที่ 1 บทนำ	
	-	
	บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย	
	-	
	บทที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย	
3.1	เปรียบเทียบผลผลิตเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงปกติและเพาะเลี้ยงภายใต้แสงเซลล์แสงอาทิตย์	18
3.2	แสดงอุณหภูมิ ค่าสถิติเฉลี่ยของอุณหภูมิ และค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ของปี 2562 ในพื้นที่จังหวัดอยุธยา	19
3.3	เปรียบเทียบค่าทางสถิติของอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แสงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ด และพื้นที่เพาะเห็ด	23
3.4	แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละรูปแบบในแต่ละช่วงเวลา	31
3.5	การคำนวณต้นทุนการก่อสร้างโรงเพาะเห็ดใต้แสงเซลล์แสงอาทิตย์	33
3.6	ต้นทุนอุปกรณ์รดน้ำด้วยแรงงานคน	34
3.7	ต้นทุนอุปกรณ์รดน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ	34
3.8	ต้นทุนผันแปรหลักต่อโรงเพาะในการผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดขอนขาวต่อรุ่น แบบรดน้ำด้วยแรงงานคน	35
3.9	ค่าซ่อมบำรุงโรงเพาะและอุปกรณ์ให้น้ำในช่วงระยะเวลาโครงการ	35
3.10	มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรงเพาะ	36
3.11	ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรงเพาะที่อัตราการคิดลดต่างๆ	37
3.12	มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของการเพาะเห็ดนางฟ้าขอนขาวแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรงเพาะ	38
3.13	ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรงเพาะที่อัตราการคิดลดต่างๆ	38
3.14	ต้นทุนผันแปรหลักต่อโรงเพาะในการผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดขอนขาวต่อรุ่น แบบรดน้ำอัตโนมัติ	39
3.15	ค่าซ่อมบำรุงโรงเพาะและอุปกรณ์ให้น้ำแบบอัตโนมัติในช่วงระยะเวลาโครงการ	39
3.16	มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะ	40
3.17	ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะที่อัตราการคิดลดต่างๆ	41
3.18	มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของการเพาะเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะ	41
3.19	ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะที่อัตราการคิดลดต่างๆ	42

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
	บทที่ 1 บทนำ	
1.1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน) จ.พระนครศรีอยุธยา	3
1.2	ชนิดและปริมาณของเห็ดที่เพาะในประเทศไทย	4
1.3	เห็ดขอนขาว	5
1.4	เห็ดนางฟ้าภูฐาน	6
1.5	การเพาะเห็ดหอมภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในเมือง Komaki ประเทศญี่ปุ่น	8
1.6	การปลูกเห็ดอกภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในเมือง Komaki ประเทศญี่ปุ่น	8
1.7	การปลูกข้าวโพดภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในมณฑลเหอเป่ย์ ประเทศจีน	9
	บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย	
	-	
	บทที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย	
3.1	แสดงพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง 300 ตร.ม. ณ บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน) จ.พระนครศรีอยุธยา	14
3.2	เห็ดขอนขาว (ก) และเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข)	14
3.3	ลักษณะโครงเพาะเห็ด (ก) ระบบเปิดควบคุมการให้น้ำด้วยแรงงานท้องถิ่น และ (ข) ระบบปิดควบคุมการให้น้ำด้วยชุดควบคุมอัตโนมัติ	15
3.4	การเปิดก่อนเห็ดขอนขาว (ก) และเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข) ณ พื้นที่ทดลอง	16
3.5	ลักษณะการวางโครงเพาะเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ พื้นที่ทดลอง	16
3.6	การเก็บผลผลิตเห็ดขอนขาวครั้งที่ 1 วันที่ 18 กพ 2562 (ก) ระบบปิด และ (ข) ระบบเปิด	16
3.7	การเก็บผลผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐานครั้งที่ 1 วันที่ 22 กพ 2562 (ก) ระบบปิด และ (ข) ระบบเปิด	17
3.8	ผลผลิตรวมของเห็ดที่เพาะเลี้ยงภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์	17
3.9	เปรียบเทียบลักษณะโรงเพาะเห็ด (ก) ทางการค้า และ (ข) ภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์	18
3.10	ผลผลิตต่อรอบของเห็ดที่เพาะเลี้ยงภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ก่อนและหลังการชำระชุดของระบบให้น้ำอัตโนมัติ	20
3.11	เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดของเดือนกุมภาพันธ์ 2562	21
3.12	เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดของเดือนมีนาคม 2562	22
3.13	เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ด	22
3.14	เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดเดือนกุมภาพันธ์ 2562	24
3.15	เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดเดือนมีนาคม 2562	24
3.16	กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2562	25
3.17	กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยเดือนมีนาคม 2562	26
3.18	กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2562	26
3.19	เปรียบเทียบความชื้นใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์จากโรงเพาะเห็ด	27

3.20	เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าก่อน และหลังเพาะปลูกเห็ด	28
3.21	เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าก่อนและหลังเพาะปลูกเห็ด (Based plant)	29
3.22	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อวันต่อแผงในเดือนกุมภาพันธ์ 2562	30
3.23	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อวันต่อแผงในเดือนมีนาคม 2562	30
3.24	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์โดยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2562	32
3.25	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเพาะเห็ดได้แผงเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการเพาะเห็ดได้แผง (Base case) ในแต่ละช่วงเวลา	33
3.26	คู่มือการเพาะเลี้ยงเห็ดภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ก) ปกหน้า และ (ข) ปกหลัง	43
3.27	แผนภูมิระดับการมีส่วนร่วมของประชาชน	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชื่อโครงการ โครงการนำร่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

Feasibility study for utilization of the ground under solar cell panels

1.2 คณะวิจัย

ชื่อ – สกุล	ดร.พิลาณี ไฉนอมสัตย์
หน่วยงาน	ฝ่ายนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่	50 ถ.งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
โทรศัพท์/ โทรสาร	085-1885681 / 02-5620338 E-mail aappln@ku.ac.th
ชื่อ – สกุล	ดร.วรารณ อภิวัฒนาภักดิ์
หน่วยงาน	ฝ่ายนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่	50 ถ.งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
โทรสาร	02-5620338 E-mail aapwpa@ku.ac.th
ชื่อ – สกุล	ดร.จันทิมา รื้อลายเงิน
หน่วยงาน	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่	1381 ถ.ประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
โทรศัพท์	02-8363000 E-mail Chantima.r@rmutp.ac.th
ชื่อ – สกุล	นางสาวจิราภรณ์ มีลักษณะ
หน่วยงาน	ฝ่ายนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่	50 ถ.งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900
โทรสาร	02-5620338 E-mail mo_ji121@hotmail.com
ชื่อ – สกุล	นายณัฐพล ช่วงสุขวนิช
ตำแหน่ง	ผู้จัดการอาวุโส สายงานวิศวกรรม Solar Operation-Thailand Operation
หน่วยงาน	บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)
ที่อยู่	เลขที่ 2098 อาคารเอ็ม ทาวเวอร์ ชั้น 12 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนงใต้ เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10260
โทรศัพท์ / โทรสาร	061-8251962 / 035-276014 E-mail natapol@bcpggroup.com
ชื่อ – สกุล	นายรัชชัย อินทวม
หน่วยงาน	บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน)
ที่อยู่	เลขที่ 2098 อาคารเอ็ม ทาวเวอร์ ชั้น 12 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนงใต้ เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10260
โทรศัพท์ / โทรสาร	088-9514936 E-mail Tawatchai@bcpggroup.com

1.3 งบประมาณทั้งโครงการ 599,500 บาท (ห้าแสนเก้าหมื่นเก้าพันห้าร้อยบาทถ้วน)

1.4 ระยะเวลาดำเนินงาน 6 เดือน (2 มกราคม – 1 กรกฎาคม 2562)

1.5 หลักการเหตุผลและระบุสาเหตุที่ต้องดำเนินการวิจัย

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากมลพิษ ปัจจุบันถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก และมีแนวโน้มว่าจะมีการใช้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง สามารถนำมาใช้อย่างไม่หมดสิ้น โดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า เพื่อเสริมความมั่นคงให้ระบบไฟฟ้าของประเทศไทยและยังช่วยลดปัญหาโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง

จากแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558-2579 พบว่า จะมีการขยายกำลังการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้ 6,000 เมกะวัตต์ (กระทรวงพลังงาน, 2558. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579. [ออนไลน์]: http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/PDP_TH.pdf) โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 กิโลวัตต์ ต้องใช้พื้นที่ประมาณ 7 ตารางเมตร ซึ่งถ้าต้องการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ถึง 6,000 เมกะวัตต์ ต้องใช้พื้นที่ถึง 42 ตารางกิโลเมตร หรือ คิดเป็น 26,250 ไร่ ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะดำเนินการในลักษณะวางเรียงติดกันเป็นแผงหน้ากระดานบนพื้นดิน และมีช่องว่างสำหรับการถ่ายเทอากาศ และการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งใช้พื้นที่เป็นบริเวณกว้าง โดยพื้นที่การผลิตพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งเป็นพื้นที่ด้านบนสำหรับรับพลังงานแสงอาทิตย์และพื้นที่ด้านล่างที่อยู่ใต้แผง ซึ่งในปัจจุบันพื้นที่ด้านล่างที่อยู่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ทีมนักวิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจความเป็นไปได้เบื้องต้น พบว่า ภายใต้อ่างเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการใช้งานเพื่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน) จ.พระนครศรีอยุธยา

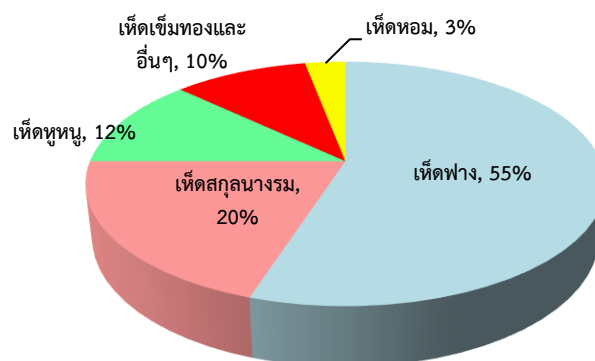
พลังงานแสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์กรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ซึ่งมีราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนพื้นโลกมาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์ และเมื่อแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีของแสงที่มีอนุภาคของพลังงานประกอบที่เรียกว่า โปรตอน (Proton) จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน (Electron) ในสารกึ่งตัวนำจนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอมและเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ครบวงจรจะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องและเหมาะสมในการนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตไฟฟ้า เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter/Converter) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นกระแสสลับเพื่อให้นำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป
3. ระบบแบตเตอรี่ (Battery Storage) ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้ต่อไป
4. ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล (System Controller and Data Acquisition) ทำหน้าที่ควบคุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ปรับทิศทางรับแสงอาทิตย์ให้ได้มากที่สุดตามวันเวลาในช่วงต่างๆ และเก็บข้อมูลไปในตัว
5. ระบบจำหน่ายไฟฟ้า ทำหน้าที่นำพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ไปยังบ้านเรือนต่างๆ

จากนโยบายของรัฐบาล Thailand 4.0 เน้นเศรษฐกิจขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม โดยเฉพาะกลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ ต้องไม่ทำร้ายธรรมชาติ และใช้ทรัพยากรเท่าที่จำเป็น อยู่บนพื้นฐานของหลักการการมีพื้นที่เล็กๆ แต่สามารถออกแบบและเกื้อกูลผสมผสานกันได้ พบว่า เห็ดเป็นสินค้าเกษตรที่คนไทยนิยมบริโภค จากข้อมูลประเทศไทยผลิตเห็ดได้เฉลี่ย 120,000 ล้านบาท/ปี บริโภคภายในประเทศ 97% และส่งออก 3% จากภาพที่ 1.2 แสดงชนิดของเห็ดที่ผลิตได้ พบว่า เห็ดฟางผลิตได้สูงสุดคิดเป็น 55% รองลงมา คือ เห็ดสกุลนางรม เช่น เห็ดนางรมภูฐาน เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดนางรมเหลือง เป็นต้น มีสัดส่วนการผลิตคิดเป็น 20% แหล่งการผลิตเห็ดที่สำคัญของไทย เช่น นครปฐม พระนครศรีอยุธยา สระบุรี นครราชสีมา เชียงใหม่ และเชียงราย เป็นต้น (ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, 2561)



ภาพที่ 1.2 ชนิดและปริมาณของเห็ดที่เพาะในประเทศไทย

ที่มา: ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, 2561. สถานการณ์เห็ดของประเทศไทย. เอกสารประกอบบรรยายพิเศษแนวทางการพัฒนาการวิจัยด้านเห็ด, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561, ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำพื้นที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยไม่กระทบต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งทดลองปลูกเห็ด 2 คือ เห็ดขอนขาว (ภาพที่ 1.3) และเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ภาพที่ 1.4) เนื่องจากปลูกง่าย ลงทุนน้อย สามารถเกิดได้ดีในสภาพภูมิอากาศร้อน และเป็นที่ยอมรับประทาน

การเพาะเห็ดขอนขาว



ภาพที่ 1.3 เห็ดขอนขาว

มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus squarrosulus* Mont. เป็นเห็ดป่าชนิดหนึ่ง ซึ่งได้รับการพัฒนานำมาเพาะเลี้ยงให้เป็นเห็ดเศรษฐกิจได้สำเร็จ เนื่องจากเป็นเห็ดที่ให้ผลผลิตสูงพอสมควร เพาะเลี้ยงและดูแลง่าย ราคาอยู่ในเกณฑ์ที่ดี คือ ประมาณกิโลกรัมละ 150-200 บาท แต่ว่าต้องผลิตให้ถูกช่วงไม่ไปซ้ำกับช่วงที่เห็ดป่าออก ก็จะได้ราคาสูง คำนวณค่าต่อการลงทุน

เห็ดชนิดนี้เป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในจังหวัดทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงที่เหมาะสมที่จะทำการเพาะเห็ดเพื่อจำหน่าย ควรเริ่มเตรียมการในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม และควรเปิดให้ออกดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์จนถึงมิถุนายน ลักษณะนิสัยของเห็ดขอนขาว คล้ายเห็ดนางฟ้าภูฐานและเห็ดนางรม ปัจจุบันวงการผลิตเห็ดขอนขาว จะเริ่มเดือนพฤศจิกายนต่อเนื่องไปจนถึงเดือนมิถุนายน โดยมีขั้นตอนและช่วงเวลาในการดำเนินการดังนี้ คือการเลี้ยงเส้นใยบนอาหารวัน (พฤศจิกายน-ธันวาคม), การทำหัวเชื้อเมล็ดธัญพืช หรือเมล็ดข้าวฟ่าง (มกราคม), การทำถุงก้อนเชื้อขี้เลื่อย (มกราคม-เมษายน) และการเปิดให้ออกดอก (กุมภาพันธ์-มิถุนายน)

เห็ดขอนขาวต้องการแสงสว่างพอสมควร โรงเรือนจึงไม่ปิดทึบหรือมากจนเกินไปพออ่านหนังสือได้ ความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ที่ 80-85% หรือรดน้ำวันละ 4-5 ครั้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลุกควรอยู่ประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส เชื้อเห็ดจะใช้เวลาในการบ่มเส้นใยประมาณ 30-45 วัน เมื่อเส้นใยเดินดีแล้ว ก็ทำการขนย้ายเข้าโรงเรือนสำหรับเปิดดอกเพื่อดำเนินการเปิดดอกต่อไป การเก็บดอกเห็ดควรเก็บที่ดอกเห็ดมีอายุ 2-3 วัน หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ดไม่เกิน 6 เซนติเมตร เป็นขนาดที่มีราคาดีที่สุด ทั้งการบริโภคสดหรือทำแห้ง ผลผลิตเฉลี่ยของเห็ดประมาณ 100-250 กรัมต่อถุง เก็บได้ในระยะเวลา 100-120 วัน สามารถจำหน่ายในรูปของดอกเห็ดสดและเห็ดแห้ง จากโรงเห็ดขนาด 3 เมตร X 4 เมตร จะได้เพาะเห็ดได้ 2,000 ก้อน โดย 1 ก้อนจะให้ผลผลิต 0.2 ชีด และราคาเห็ดอยู่ประมาณ 100-170 บาท เมื่อคิดค่าเฉลี่ยแล้วพบว่า ต่อ 1 รอบน่าจะมียาได้อยู่ที่ 40,000 บาท (โดยคิดราคาต่ำสุดที่อาจจะขายได้)

เห็ดขอนขาวสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารต่างๆ ได้ อาทิเช่น เห็ดสวรรค์ แหนมเห็ด ลูกชิ้นเห็ด ข้าวเกรียบเห็ด น้ำพริกเห็ด หมูยอเห็ด เป็นต้น อีกทั้ง เห็ดขอนขาวยังมีสรรพคุณต่างๆ มากมายดังนี้

- มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันและยับยั้งการเกิดโรคมะเร็ง
- ช่วยบำรุงกำลังให้ร่างกายแข็งแรง
- ช่วยทำให้ระบบขับถ่ายสามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ ไม่เป็นโรคริดสีดวงทวาร
- ช่วยแก้พิษไข้ และขับของเสียออกจากร่างกาย
- ช่วยป้องกันอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ
- ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน
- ช่วยยืดอายุให้แก่ผู้ป่วยโรคเอดส์ หรือ HIV

- ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ปกติ ไม่อุดตันเส้นเลือด
- ช่วยให้ระบบการไหลเวียนของเลือดภายในร่างกายดีขึ้น
- ทำให้เกิดภาวะสมดุลของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย

การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน



ภาพที่ 1.4 เห็นนางฟ้าภูฐาน

มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Pleurotus eous* เป็นเห็ดนางรมชนิดหนึ่งมีการนำเชื้อเห็ดมาจากราชาอาณาจักร ภูฏาน จัดเป็นเห็ดเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมบริโภคของบุคคลทั่วไป เนื่องจากดอกใหญ่ รสชาติดี เพาะง่าย มีอายุการพักเชื้อที่สั้น เพาะได้เกือบทุกฤดู ยกเว้นในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากชอบอากาศเย็นชื้น มีวิธีการเพาะที่ง่าย คຸ້ມທຸນ ອີກທັງຍັງດູແລ້ຣັກຊ່າງຍາຍ ສາມາດໃຊ້ວັສຕຸທຸລາຍຊົນດີໃນການເພາະ ເຊັ່ນ ພື່ອເລື່ອຍໄມ້ ຍາງພາຣາ ຟາງຂ້າວ ເປັນຕົ້ນ ເຫື່ດນາງຟ້າຖູຮາງ ນັບຕັ້ງແຕ່ເກີດດອກຈົນກະທັ່ງພ້ຽ່ມທີ່ຈະເກັບເກື່ຍໃຊ້ເວລາ 5 – 7 ວັນ ກ່ອນເຮືອເຫື່ດນາງຟ້າຮຸຣຸມດາຊາຟາດນ້ຳໜັກ 1 ກິໂລກຣັມ ຈະໃຫ້ຜົລຜືດຕັ້ງຄະ 50–60 ກຣັມ ແຕ່ລະກ່ອນຈະໃຫ້ ຜົລຜືດປະມານ 4–5 ຣຸ່ນ ແຕ່ລະຣຸ່ນມີຊ່ວງທ່າງຮ່າງກາງເກີດດອກປະມານ 30–40 ວັນ ໄດ້ນ້ຳໜັກຮຸມກະທັ່ງ ພຸດອາຍຸ 300–400 ກຣັມ ຜົລຜືດແລະຄຸນພາບຂອງດອກເຫື່ດຈະດີຫຼືບໍ່ ຂຶ້ນອຸ່ງກັບປັດຈຸບັນຕ່າງໆ ດັ່ງນີ້ ອຸດໜຸມທີ່ ເໝາະສົມປະມານ 30–35 ອງສາເຊລເຊຍສ ອາກາດຄ່າຍເທ ຂຶ້ນສູງສົ່ງສາມາດຫຼວບຄຸມໄດ້ໂດຍການຟຸ່ນລະອອງ ນ້ຳໃນອາກາດ ຕ້ອງກາແສງສ່ວງພອສມຄວຣຸນາດພອທີ່ຈະອ່ານໜັງສືອອກກໍ່ພອ

เห็ดนางฟ้าภูฐานสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารต่างๆ ได้ เนื้อเห็ด 100 กรัม ให้พลังงาน 35 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย โปรตีน 2.5 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.7 กรัม ไนอะซิน 2.5 มิลลิกรัม และยังมีสรรพคุณต่างๆ มากมายดังนี้

- ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไขมันในเลือด
- ช่วยป้องกันอาการเลือดออกตามไรฟัน เพราะมีวิตามินซีอยู่สูง
- บำรุงกระเพาะอาหาร
- ควบคุมการทำงานของสมอง หัวใจ ปอด ตับ อากาศเส้นโลหิตฝอยแตก
- ช่วยช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันให้ร่างกายแข็งแรง การไหลเวียนของโลหิต
- บรรเทาอาการเจ็บปวด เช่น การปวดฟัน บรรเทาอาการตกเลือด ริดสีดวง
- บรรเทาการเป็นตะคริว อาการของบิด
- ช่วยป้องกันโรคเจ็บคอ โรคโลหิตจาง และโรคร้อนใน

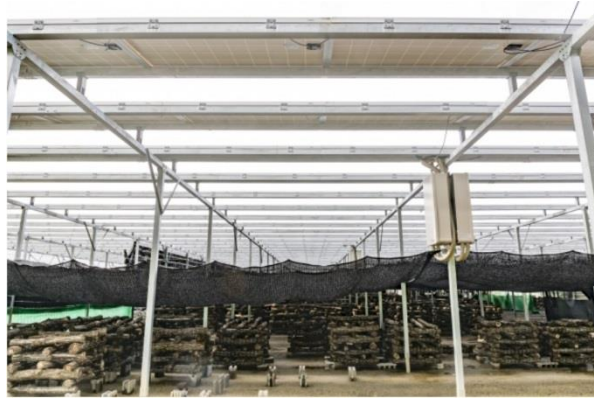
การใช้ประโยชน์พื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

การเพาะเห็ดภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

1. ซัสเทนเนอร์จี (Sustainergy) บริษัทสตาร์ทอัพด้านพลังงานหมุนเวียนในกรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น กำลังดำเนินโครงการโซลาร์ฟาร์มนำร่องที่ผสมผสานประโยชน์ทางด้านพลังงานเข้ากับประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม โดยหลายโครงการที่ผ่านมา เรามักจะพบว่า โซลาร์ฟาร์มขนาดใหญ่มักจะผุดขึ้นในพื้นที่โล่งกว้างไร้ต้นไม้หรือไม่มีการทำเกษตรกรรมในบริเวณดังกล่าว เนื่องจากไม่ต้องการให้มีสิ่งใดมาบดบังแสงอาทิตย์ แต่ในโครงการของบริษัท ซัสเทนเนอร์จี ซึ่งร่วมมือกับพันธมิตรทางธุรกิจอีกหลายบริษัท ค้นพบทางออกที่ลงตัว นั่นคือการทำเกษตรกรรมในพื้นที่โซลาร์ฟาร์มโดยไม่มีสิ่งใดมาบดบังแสงอาทิตย์ ขณะเดียวกัน สิ่งที่เราปลูกยังได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือความร่ม มีแสงเพียงพอ และไอน้ำใต้แผงโซลาร์เซลล์นั่นเอง ผลผลิตการเกษตรภายใต้แผงโซลาร์เซลล์ที่นั่นก็คือเห็ดหูหนู สถานที่ตั้งอยู่ในจังหวัดมิยาซากิ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศญี่ปุ่น ในส่วนของโซลาร์ฟาร์มทางบริษัทมีพื้นที่จัดทำ 2 แห่ง ตั้งอยู่ใกล้ๆ กัน โดยแต่ละแห่งมีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า 2,000 กิโลวัตต์ หากโครงการผสมผสานโซลาร์ฟาร์มและฟาร์มเห็ดไปด้วยกันได้ดี จะเป็นโครงการสาธิตที่เกษตรกรหรือผู้ประกอบการด้านพลังงานรายอื่นๆ สามารถใช้เป็นต้นแบบในการปฏิบัติตามหรือนำไปต่อยอด

โครงการนี้ไม่เพียงทำให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตัวเองได้ในด้านพลังงาน แต่ยังมีการเสริมทั้งจากการขายกระแสไฟฟ้าและจากผลผลิตการเกษตรคือเห็ดหูหนู นับเป็นการเพิ่มความสามารถในการพึ่งพาตัวเองด้านอาหารของญี่ปุ่นอีกด้วย เนื่องจากปัจจุบัน เห็ดหูหนูส่วนใหญ่ที่บริโภคกันอยู่ในตลาดประเทศญี่ปุ่นเป็นเห็ดหูหนูที่ต้องนำเข้ามาจากประเทศจีน เป็นที่คาดหมายว่า โครงการของซัสเทนเนอร์จี จะให้ผลผลิตเห็ดหูหนูปีละ 40 ตัน ส่วนกระแสไฟฟ้าน่าจะขายได้คิดเป็นเงิน 140 ล้านเยน หรือ 1.27 ล้านดอลลาร์ต่อปี กระทรวงสิ่งแวดล้อมของญี่ปุ่นมีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรหรือผู้ประกอบการพลิกพื้นที่การเกษตรที่รกร้างว่างเปล่า ให้กลายเป็นพื้นที่สร้างผลผลิตโดยผนวกโซลาร์ฟาร์มเข้าไปในโครงการด้วย ปัจจุบัน มีพื้นที่การเกษตรที่ถูกทิ้งไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ราว 10% ของพื้นที่เกษตรทั้งหมด หากนำพื้นที่เหล่านี้มาทำเป็นโซลาร์ฟาร์ม ก็คาดว่าจะให้กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าถึง 70,000 เมกะวัตต์ เพียงพอป้อนความต้องการใช้ไฟฟ้าของ 20 ล้านครัวเรือนเลยทีเดียว (<http://www.thansettakij.com/content/207445>)

2. ในปี 2015 บริษัท Fujishukin จำกัด (บริษัทผู้พัฒนาและผลิตเห็ดหอม) และ บริษัท Sanki Kohmuten จำกัด (บริษัทผู้พัฒนาและผลิตระบบการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์) ประกาศความร่วมมือกันในการเริ่มต้น “ธุรกิจแบ่งปันพลังงานแสงอาทิตย์” (solar sharing business) โดยการใช้การเพาะเห็ดหอมเป็นต้นแบบ ภายใต้โครงการนี้ บริษัท Sanki Kohmuten จำกัด ได้จัดซื้อพื้นที่การเกษตรรกร้างในเมือง Komaki และติดตั้งต้นแบบระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถแบ่งปันการใช้ประโยชน์กับการเพาะเห็ดหอม พื้นที่โดยรวมสำหรับการเพาะเห็ดหอมประมาณ 3,400 ตารางเมตร ซึ่งในพื้นที่เดียวกันสามารถติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 1,125 แผง (ประมาณ 290 กิโลวัตต์) ดังแสดงในภาพที่ 1.5 ผลที่ได้รับจากต้นแบบดังกล่าวเป็นที่น่าพอใจ เห็ดหอมสามารถเจริญได้อย่างดีภายใต้ร่มของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้น บริษัทจึงได้ขยายผลไปยังฟาร์มเห็ดหอมต่างๆ ที่กระจายตัวอยู่ทั่วประเทศญี่ปุ่นและเกษตรกรรายใหม่อีกด้วย (http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atclen/news_en/15mk/122201037/?ST=msbe)



ภาพที่ 1.5 การเพาะเห็ดหอมภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในเมือง Komaki ประเทศญี่ปุ่น

การปลูกพืชภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

1. นอกจากการเพาะเห็ดหอมภายใต้ร่มของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว บริษัท Sanki Kohmuten จำกัด (บริษัทผู้พัฒนาและผลิตระบบการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์) ยังได้ทดลองปลูกเผือก (*Colocasia esculenta*) ใต้ร่มของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วย (ภาพที่ 1.6) และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้น บริษัทจึงเดินหน้าโครงการต่อโดยการพัฒนากระบวนการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีระดับความสูงเป็นพิเศษ เพื่อรองรับการปลูกพืชอื่นๆ ต่อไป

(http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atclen/news_en/15mk/101400894/?ST=msbe)



ภาพที่ 1.6 การปลูกเผือกภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในเมือง Komaki ประเทศญี่ปุ่น

2. บริษัท Wuyi ทดลองปลูกข้าวโพดภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ภาพที่ 1.7) ในมณฑลเหอเป่ย์ ประเทศจีน โครงการนี้เป็นโครงการประชารัฐของรัฐบาลจีน ซึ่งเป็นความร่วมมือกัน 3 ฝ่าย ระหว่าง รัฐบาลท้องถิ่นมณฑลเหอเป่ย์ - บริษัทเอกชน - เกษตรกร ในการสร้างฟาร์มพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่เกษตร ซึ่งจะทำให้เกษตรกร มีรายได้ ทั้งจากการปลูกพืชในพื้นที่ จากการรับค่าเช่าที่ รวมไปถึงการทำงานเป็นพนักงาน บริษัท ใน ฟาร์ม พลังงาน แสง อา ทิ ต ย์ เพื่ อ ช ่วย ดู แล ร ัก ขา ระ บ บ ผลิต ไฟ

(<https://www.facebook.com/118899624951850/posts/764117760430030/>)



ภาพที่ 1.7 การปลูกข้าวโพดภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในมณฑลเหอเป่ย์ ประเทศจีน

สถานที่ทำการทดลองในโครงการนี้

บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ตามนโยบายการปรับโครงสร้างธุรกิจไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนของ บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัทในเครือ เพื่อประกอบธุรกิจผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในหลากหลายรูปแบบ โครงการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานสะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นแหล่งพลังงานสำคัญที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในทุกภูมิภาคของโลก ปัจจุบัน บีซีพีจี มีโรงไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตั้งอยู่ใน 6 จังหวัดของประเทศไทย มีกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา รวม 130 เมกะวัตต์ ซึ่งได้ดำเนินการเชิงพาณิชย์พร้อมมีกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา 118 เมกะวัตต์ และมีโครงการที่อยู่ระหว่างการพัฒนา มีกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญาอีกกว่า 12 เมกะวัตต์ ส่วนในต่างประเทศ บริษัทฯ มีโครงการโรงไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศญี่ปุ่น มีกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา รวม 194 เมกะวัตต์ แบ่งเป็นโครงการที่ดำเนินการเชิงพาณิชย์แล้ว ซึ่งมีกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญา 20 เมกะวัตต์ และมีโครงการที่อยู่ระหว่างการพัฒนา มีกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสัญญาอีกกว่า 174 เมกะวัตต์

นอกจากความมุ่งมั่นที่จะผลิตพลังงานทดแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลแล้ว บริษัทฯ ยังมุ่งส่งเสริมและพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ใส่ใจความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม จึงพร้อมที่จะให้ความร่วมมือในการดำเนินโครงการนำร่อง “การใช้ประโยชน์พื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์” ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สร้างสรรค์คุณค่าเพิ่มให้แก่สังคมและชุมชนรอบโรงไฟฟ้าของบริษัท ที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จ.อยุธยา โดยจะพัฒนารูปแบบการเพาะเห็ด ให้เหมาะสมกับพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

1.6 วัตถุประสงค์

1. หาแนวทางในการใช้ประโยชน์พื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการเพาะเห็ด
2. ศึกษาผลกระทบที่อาจมีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงาน เสถียรภาพและความปลอดภัยของระบบผลิตไฟฟ้า อันเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องจากการเพาะเห็ด ได้แก่ การให้น้ำ อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ
3. จัดทำคู่มือการดำเนินงาน เพื่อเป็นต้นแบบในการเรียนรู้และขยายผล
4. ศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น ต้นทุน การมีส่วนร่วมของเจ้าของพื้นที่

บทที่ 2

วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การสำรวจพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อประเมินความเหมาะสมและวางแผนการทำงาน

โดยการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลโรงงานพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท บีซีพีจี จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อ

- ขออนุญาตใช้พื้นที่เพื่อดำเนินงานทดลอง
- ลงพื้นที่สำรวจและวัดขนาดพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับการออกแบบโครงเพาเซ่
- สอบถามถึงปัจจัยควบคุมที่สำคัญสำหรับประสิทธิภาพและสมรรถนะของการผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับเป็นข้อมูลในการศึกษาผลกระทบต่อไป
- คัดเลือกแรงงานท้องถิ่น โดยการสอบถามเจ้าหน้าที่โรงงานพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท บีซีพีจี จำกัด เกี่ยวกับแรงงานภายในท้องถิ่น ซึ่งโดยปกติได้รับการจ้างเหมาปรับปรุงทัศนียภาพภายในพื้นที่โรงงานพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท บีซีพีจี จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อยู่แล้วเป็นประจำ

2.2 การออกแบบพื้นที่สำหรับทดสอบ และสร้างระบบเพาเซ่

โดยการแบ่งพื้นที่การทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ

- พื้นที่ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว
- การนำพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเพาเซ่โดยใช้คนรดน้ำ และ
- การนำพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเพาเซ่โดยตั้งเวลารดน้ำอัตโนมัติ โดยกลางวันมีการตั้งเวลารดน้ำไว้ 3 ครั้ง (9.00, 13.00 และ 16.00 น.) และกลางคืน 2 ครั้ง (22.00 และ 05.00 น.) มีสัญลักษณ์การผลิตดังนี้

พื้นที่ทดสอบ	รหัสการทดสอบ
พื้นที่ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว	-SMU4 CH6 -SMU4 CH7 -SMU5 CH6 -SMU5 CH7
พื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เพาเซ่โดยใช้คนรดน้ำ	-SMU6 CH6 -SMU6 CH7
พื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เพาเซ่โดยตั้งเวลารดน้ำอัตโนมัติ	-SMU7 CH6 -SMU7 CH7

2.3 การเพาเซ่ และการเก็บผลผลิต

- ลำเลียงและจัดวางก้อนเชื้อเพลิงในระบบเพาเซ่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
- สาธิตการดูแลระบบเพาเซ่ให้แรงงานท้องถิ่น เพื่อให้สามารถดูแลระบบเพาเซ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ลงพื้นที่เพื่อติดตามเก็บข้อมูลผลผลิตและการเจริญเติบโตของพืช

2.4 การศึกษาผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าโดยการวัด

- กระแสไฟฟ้าที่ได้ของเซลล์แสงอาทิตย์
- แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์
- อุณหภูมิได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.5 การศึกษาต้นทุน จัดทำคู่มือการเพาะเห็ดขอนขาวได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และจัดทำรายงาน

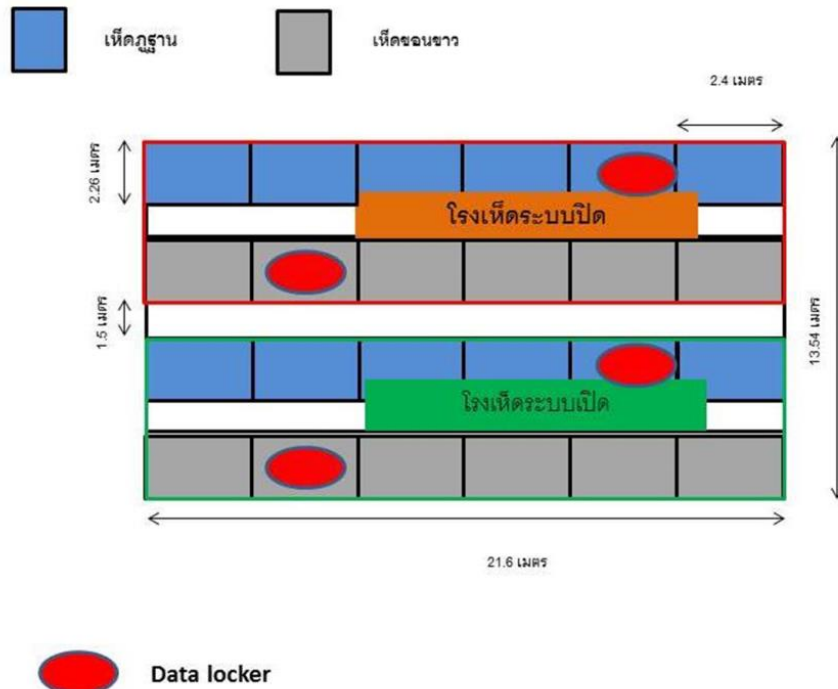
- นำข้อมูลผลผลิตและการลงทุนมาคำนวณต้นทุน เพื่อนำเสนอแนวทางการขยายผล
- จัดทำคู่มือการเพาะเห็ดได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
- จัดทำรายงานผลการทดลอง

บทที่ 3

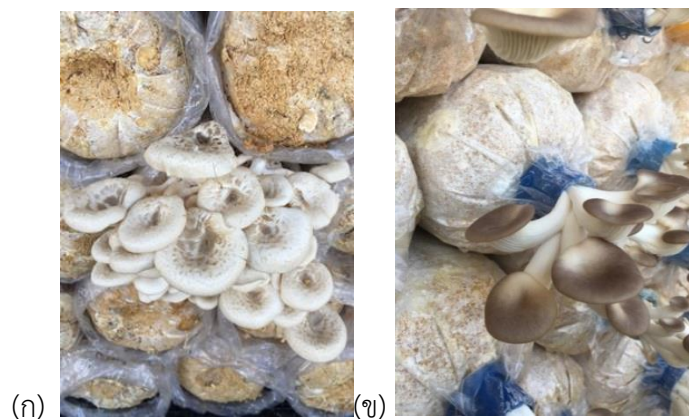
ผลการดำเนินงาน

3.1 การสำรวจพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อประเมินความเหมาะสมและวางแผนการทำงาน

นักวิจัยสำรวจพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลโรงงานพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท พีซีพีจี จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทดลองขนาด 300 ตร.ม. (ภาพที่ 3.1) สำหรับการเพาะเห็ด 2 ชนิด คือ เห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ภาพที่ 3.2ก และ ข ตามลำดับ)



ภาพที่ 3.1 แสดงพื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง 300 ตร.ม. ณ บริษัท พีซีพีจี จำกัด (มหาชน) จ.พระนครศรีอยุธยา



ภาพที่ 3.2 เห็ดขอนขาว (ก) และเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข)

3.2 การออกแบบและสร้างโครงเพาะเห็ด

ออกแบบโครงเพาะเห็ด 2 ระบบ ได้แก่ (1) ระบบเปิดควบคุมการให้น้ำด้วยแรงงานท้องถิ่น และ (2) ระบบปิดควบคุมการให้น้ำด้วยชุดควบคุมอัตโนมัติ ควบคุมด้วยการตั้งเวลา (ภาพที่ 3.3ก และ ข ตามลำดับ)



ภาพที่ 3.3 ลักษณะโครงเพาะเห็ด (ก) ระบบเปิดควบคุมการให้น้ำด้วยแรงงานท้องถิ่น และ (ข) ระบบปิดควบคุมการให้น้ำด้วยชุดควบคุมอัตโนมัติ

3.3 การเพาะเห็ดและการเก็บผลผลิต

เริ่มดำเนินการเปิดก้อนเห็ด ณ พื้นที่จริงวันที่ 14 กพ 2562 (ภาพที่ 3.4 และ 3.5) พบว่า ในวันที่ 18 กพ 2562 ภายหลังการเปิดก้อนเห็ดเพียง 4 วัน ก็สามารถเก็บผลผลิตของเห็ดขอนขาวได้แล้ว (ภาพที่ 3.6) ในขณะที่เห็ดนางฟ้าภูฐานเริ่มเก็บผลผลิตได้ในวันที่ 22 กพ 2562 ภายหลังการเปิดก้อนเห็ด 8 วัน (ภาพที่ 3.7) ในระหว่างดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูลผลผลิตเห็ด ความชื้น อุณหภูมิใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ กระแสไฟฟ้าที่ได้ และแรงดันไฟฟ้า เพื่อประเมินผลกระทบของการเพาะเห็ดที่มีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า



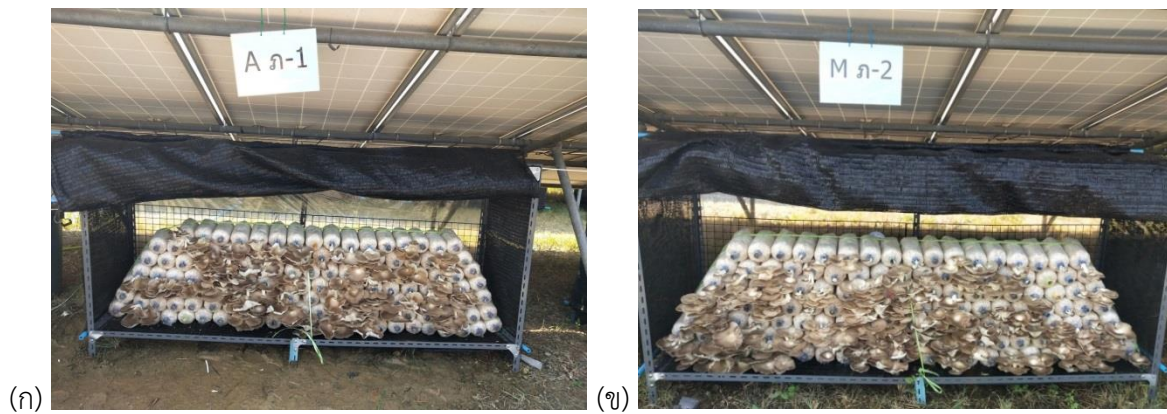
ภาพที่ 3.4 การเปิดก้อนเห็ดขอนขาว (ก) และเห็ดนางฟ้าภูฐาน (ข) ณ พื้นที่ทดลอง



ภาพที่ 3.5 ลักษณะการวางโครงเพาะเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ณ พื้นที่ทดลอง

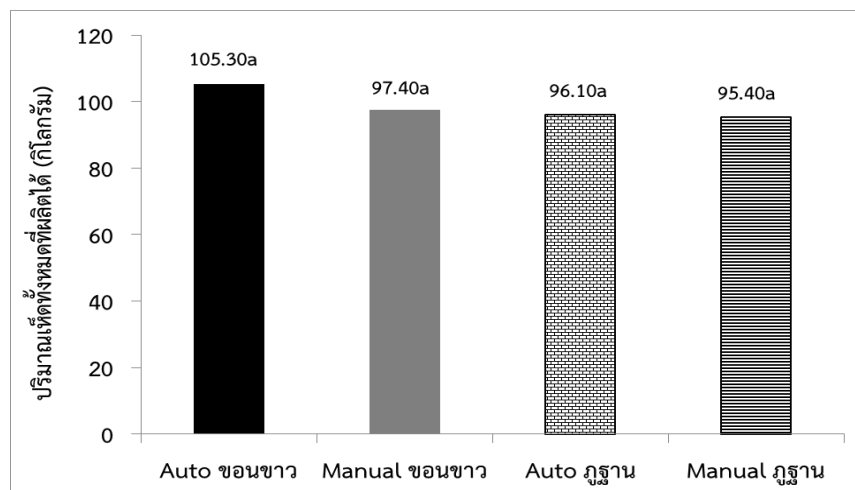


ภาพที่ 3.6 การเก็บผลผลิตเห็ดขอนขาวครั้งที่ 1 วันที่ 18 กพ 2562 (ก) ระบบปิด และ (ข) ระบบเปิด



ภาพที่ 3.7 การเก็บผลผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐานครั้งที่ 1 วันที่ 22 กพ 2562 (ก) ระบบปิด และ (ข) ระบบเปิด

ภาพที่ 3.8 แสดงผลผลิตรวมของเห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐานที่เพาะใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ผลผลิตรวมของเห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐานจากโรงเพาะเห็ดที่รดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติมีค่าใกล้เคียงกันที่ 202.70 และ 191.50 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาระหว่างการรดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติ พบว่าผลผลิตของเห็ดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 3.1 แสดงผลผลิตของเห็ดที่ได้จากการทดลองนี้เปรียบเทียบกับผลผลิตของเห็ดที่ได้จากข้อมูลการเพาะเห็ดแบบทางการค้า พบว่าการเพาะเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ผลผลิตเห็ดต่ำกว่าการเพาะเห็ดทางการค้า โดยให้ผลผลิตเห็ด 70.38 และ 66.49% ของผลผลิตเห็ดทางการค้า สำหรับเห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐาน ตามลำดับ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการปรับระบบการเพาะเห็ดให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเพาะเห็ดขอนขาวและนางฟ้าภูฐานภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งแบบรดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.8 ผลผลิตรวมของเห็ดที่เพาะเลี้ยงภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบผลผลิตเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงปกติและเพาะเลี้ยงภายใต้แสงเซลล์แสงอาทิตย์

	ผลผลิตเห็ดที่ควรได้ (กก.)		ผลผลิตเห็ดที่ได้จริง (กก.)	คิดเป็นผลผลิต (%)
	ต่อเห็ด 1 ก้อน	ต่อเห็ด 1,440 ก้อน		
เห็ดขอนขาว	0.20	288.00	202.70	70.38
เห็ดนางฟ้าภูฐาน	0.20	288.00	191.50	66.49

*จำนวนก้อนเห็ดทั้งสิ้นที่ทำการทดลองต่อชนิดของเห็ด เท่ากับ 1,440 ก้อน

เมื่อพิจารณาสาเหตุของผลผลิตเห็ดที่ต่ำกว่าการเพาะเห็ดทางการค้า พบว่าน่าจะเกิดจาก 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยหลักและปัจจัยรอง โดยปัจจัยหลักมี 2 สาเหตุหลัก ได้แก่ ลักษณะของโรงเพาะเห็ด และ อุณหภูมิที่สูงขึ้นกว่าปกติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ลักษณะของโรงเพาะเห็ด

ลักษณะของโรงเพาะเห็ดที่แตกต่างกันระหว่างโรงเพาะเห็ดทางการค้าและภายใต้แสงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพที่ 3.9ก และ ข ตามลำดับ โดยทางทฤษฎี โรงเพาะเห็ดที่ดีมีขนาดเท่าไรก็ได้ ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่มี แต่ภายในโรงต้องเก็บรักษาความชื้นได้ดี มีการระบายอากาศได้ดี เนื่องจากเห็ดแต่ละถุงหายใจปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา เมื่อมีก๊าซนี้มากๆ จะมีผลต่อผลผลิตและรูปร่างของดอกเห็ด โรงเพาะเห็ดที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี ผลผลิตจะน้อยลง ดอกเห็ดบิดเบี้ยวมีขนาดเล็ก ดังนั้นโรงเพาะเห็ดต้องจัดให้มีการระบายอากาศทางด้านหน้าและด้านข้างบ้าง เพื่อระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไป นอกจากนี้ พื้นโรงเพาะเห็ดควรเป็นพื้นทรายเนื่องจากสามารถดูดเก็บความชื้นได้ดี ซึ่งโรงเพาะเห็ดที่ออกแบบสำหรับพื้นที่ใต้แสงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกยกสูงประมาณ 50 ซม. เหนือพื้นหญ้าซึ่งอาจมีผลต่อการควบคุมระดับความชื้นและอุณหภูมิภายในโรงเพาะเห็ด อีกทั้งปริมาณก้อนเห็ดภายในโรงเพาะเห็ดอาจมากเกินไปจึงทำให้การถ่ายเทอากาศเพื่อระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งสภาพดังกล่าวน่าจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตของเห็ด แต่ทั้งนี้สามารถปรับให้มีความเหมาะสมได้



ภาพที่ 3.9 เปรียบเทียบลักษณะโรงเพาะเห็ด (ก) ทางการค้า และ (ข) ภายใต้แสงเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา (ก): <https://www.chillpainai.com/scoop/8113/>

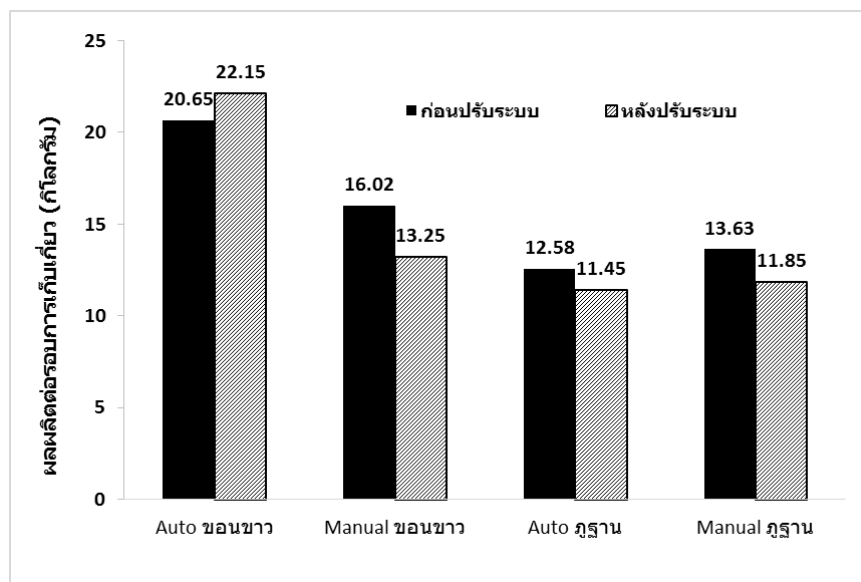
- อุณหภูมิที่สูงขึ้นกว่าปกติ

อุณหภูมิในแต่ละวันของประเทศไทยมีค่าสูงกว่าค่าสถิติเฉลี่ย และพบว่าในจังหวัดอุตรดิตถ์ก็เช่นกันมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งเป็นช่วงที่ทำการเก็บผลผลิตดอกเห็ด อุณหภูมิสูงขึ้นอยู่ในช่วง 1-5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด

ตารางที่ 3.2 แสดงอุณหภูมิ ค่าสถิติเฉลี่ยของอุณหภูมิ และค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ของปี 2562 ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์

วันที่ (พ.ศ.2652)	มีนาคม			เมษายน			พฤษภาคม		
	อุณหภูมิ, °ซ	สถิติเฉลี่ย, °ซ	อุณหภูมิสูงกว่าค่าสถิติ, °ซ	อุณหภูมิ, °ซ	สถิติเฉลี่ย, °ซ	อุณหภูมิสูงกว่าค่าสถิติ, °ซ	อุณหภูมิ, °ซ	สถิติเฉลี่ย, °ซ	อุณหภูมิสูงกว่าค่าสถิติ, °ซ
1	35	34	1	36	35	1	38	35	3
2	35	34	1	35	35	0	38	35	3
3	36	34	2	37	35	2	38	35	3
4	35	34	1	37	35	2	38	35	3
5	34	34	0	36	35	1	36	35	1
6	36	34	2	35	35	0	37	35	2
7	35	34	1	35	35	0	37	35	2
8	35	34	1	37	35	2	36	35	1
9	34	34	0	38	35	3	36	35	1
10	35	34	1	38	35	3	36	35	1
11	37	34	3	36	35	1	36	34	2
12	38	34	4	37	35	2	35	34	1
13	37	34	3	36	35	1	31	34	-3
14	35	34	1	37	35	2	32	34	-2
15	36	34	2	37	35	2	35	34	1
16	29	34	-5	37	35	2	34	34	0
17	36	34	2	37	35	2	36	34	2
18	36	34	2	38	35	3	36	34	2
19	36	34	2	38	35	3	38	34	4
20	35	34	1	40	35	5	37	34	3
21	36	34	2	38	35	3	37	34	3
22	39	35	4	38	35	3	35	34	1
23	38	35	3	37	35	2	34	34	0
24	36	35	1	39	35	4	35	34	1
25	31	35	-4	38	35	3	35	34	1
26	36	35	1	38	35	3	35	34	1
27	35	35	0	35	35	0	35	34	1
28	37	35	2	36	35	1	34	34	0
29	36	35	1	37	35	2	35	34	1
30	36	35	1	37	35	2	31	34	-3
31	36	35	1				34	34	0

และปัจจัยรองคือ การชำรุดของระบบให้น้ำอัตโนมัติสำหรับโรงเพาะเห็ดได้แมงเซลล์แสงอาทิตย์ ในระหว่างดำเนินงาน มีการชำรุดของระบบให้น้ำอัตโนมัติ ในวันที่ 20 มีนาคม 2562 คือ สายยางส่งน้ำจากหัวก๊อกไปที่บิ๊มน้ำแตกเสียหาย และ ตัวกรองน้ำก่อนเข้าระบบบิ๊มน้ำตัน ใช้เวลาในการซ่อมแซมประมาณ 2 วัน อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตของเห็ด ภาพที่ 3.10 แสดงผลผลิตต่อรอบของเห็ดที่เพาะเลี้ยงภายใต้แมงเซลล์แสงอาทิตย์ ก่อนและหลังการชำรุดของระบบให้น้ำอัตโนมัติ (วันที่ 20 มีนาคม 2562) พบว่า ผลผลิตต่อรอบของเห็ดมีค่าลดลงเล็กน้อยภายหลังการชำรุดของระบบให้น้ำอัตโนมัติ ยกเว้นผลผลิตต่อรอบของเห็ดขนขาวเมื่อรดน้ำด้วยมือมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



ภาพที่ 3.10 ผลผลิตต่อรอบของเห็ดที่เพาะเลี้ยงภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ก่อนและหลังการชำระชุดของระบบให้น้ำอัตโนมัติ

3.4 การศึกษาผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสมบัติทางไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ (บุญยัง ปลั่งกลาง, 2552)

- ความเข้มแสงอาทิตย์

เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์จะทำงานเมื่อมีแสงตกกระทบให้อิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำได้รับพลังงานสูงพอที่จะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระ ดังนั้นถ้ามีแสงตกกระทบสารกึ่งตัวนำที่ความเข้มสูงมากหรือปริมาณความหนาแน่นของโปรตอนสูง จะทำให้เกิดคู่พาหะอิเล็กตรอนอิสระเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ได้ปริมาณกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงด้วย

- อุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์

อุณหภูมิมีผลต่อสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเมื่ออุณหภูมิของเซลล์เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส กระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 0.07% ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดมีค่าลดลงประมาณ 0.4% ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้มีค่าลดลงด้วย

- จำนวนและพื้นที่เซลล์แสงอาทิตย์

โดยปกติเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากซิลิกอนจะมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.5 V/เซลล์ ในการนำเซลล์ไปใช้ในโรงงานจำเป็นต้องนำเซลล์มาต่อกันในลักษณะอนุกรมเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดให้สูงขึ้น โดยมีผลต่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของเซลล์น้อยมาก ถ้ามีการต่อภาระทางไฟฟ้าเข้ากับเซลล์แสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีจำนวนเซลล์มากกว่าจะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าได้สูงกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีจำนวนเซลล์น้อยกว่า

กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ยังขึ้นอยู่กับพื้นที่ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีแสงตกกระทบอีกด้วย เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่ในการรับแสงมากกว่าจะมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจรมากกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่รับแสงน้อยกว่า

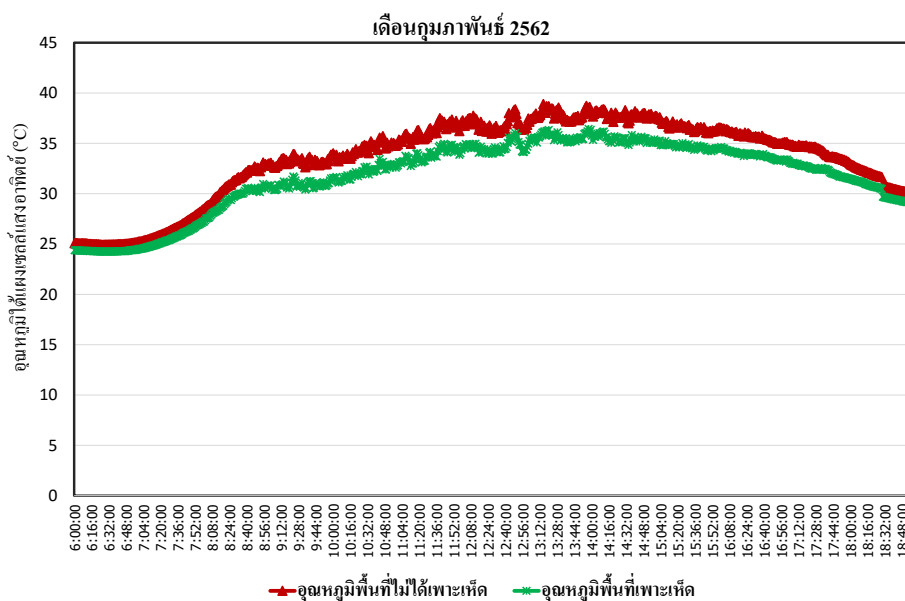
- ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์แต่ละประเภทมีสมบัติทางไฟฟ้าต่างกัน โดยที่ความเข้มแสงและอุณหภูมิเดียวกัน เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวสามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบแผ่นบาง แต่แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวจะน้อยกว่าเซลล์แสงอาทิตย์แบบแผ่นบาง

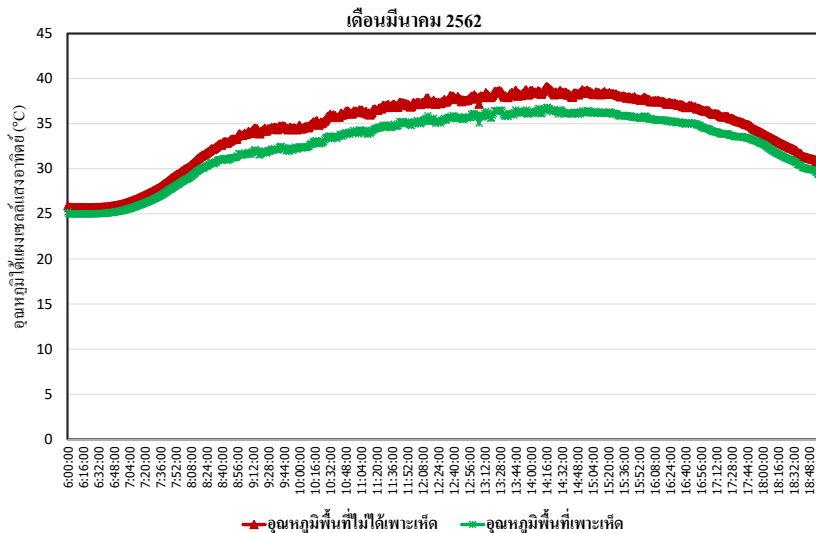
3.4.1 อุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงพลังงานแสงอาทิตย์

จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2562 ดังแสดงในภาพที่ 3.11 และ 3.12 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ของพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ของพื้นที่ที่เพาะเห็ด เนื่องจากเห็ดเป็นราชนิดหนึ่ง จะเจริญเติบโตได้ดีก็ต่อเมื่อสภาพความชื้นค่อนข้างสูง ดังนั้น ในพื้นที่ที่เพาะเห็ดจึงต้องมีการให้น้ำเพื่อให้เห็ดสามารถเจริญเติบโตได้ ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของพื้นที่ได้แผงที่มีการเพาะเห็ดต่ำกว่า ในเดือนกุมภาพันธ์ 2562 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดของพื้นที่ได้แผงที่ไม่ได้เพาะเห็ด เท่ากับ 24.92°C และ 38.90°C ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 33.61°C ส่วนอุณหภูมิพื้นที่ได้แผงที่เพาะเห็ดเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุด เท่ากับ 24.24°C และ 36.44°C ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.78°C โดยช่วงเวลาที่อุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันสูงสุด คือ เวลา 09.26 น. โดยมีความแตกต่าง 2.74°C คิดเป็น 8.94% และเฉลี่ยทั้งเดือนความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ด เท่ากับ 1.83°C หรือ คิดเป็น 5.66%

ส่วนในเดือนมีนาคม 2562 พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดของพื้นที่ได้แผงที่ไม่ได้เพาะเห็ด เท่ากับ 25.68°C และ 39.10°C ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 34.57°C ส่วนอุณหภูมิพื้นที่ได้แผงที่เพาะเห็ดเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุด เท่ากับ 24.99°C และ 36.83°C ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 32.76°C โดยช่วงเวลาที่อุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันสูงสุด คือ เวลา 09.27 น. โดยมีความแตกต่าง 2.56°C คิดเป็น 8.02% และเฉลี่ยทั้งเดือนความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ด เท่ากับ 1.37°C หรือคิดเป็น 4.14%

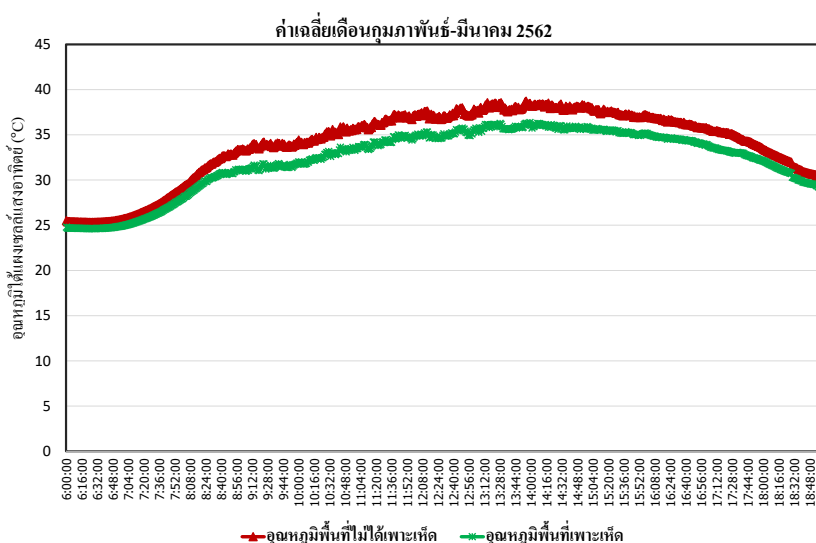


ภาพที่ 3.11 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดของเดือนกุมภาพันธ์ 2562



ภาพที่ 3.12 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดของเดือนมีนาคม 2562

จากภาพที่ 3.13 แสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ด (ค่าเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดของพื้นที่ได้แผงที่ไม่ได้เพาะเห็ด เท่ากับ 25.31°C และ 38.73°C ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 33.87°C ส่วนอุณหภูมิพื้นที่ได้แผงที่เพาะเห็ดเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุด เท่ากับ 24.62°C และ 36.36°C ตามลำดับ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 32.29°C โดยช่วงเวลาที่อุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันสูงสุด คือ เวลา 09.26 น. โดยมีความแตกต่าง 2.60°C คิดเป็น 8.33% และเฉลี่ยทั้งสองเดือนความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดเท่ากับ 1.60°C หรือคิดเป็น 4.89% และตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างน้อย



ภาพที่ 3.13 เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ด

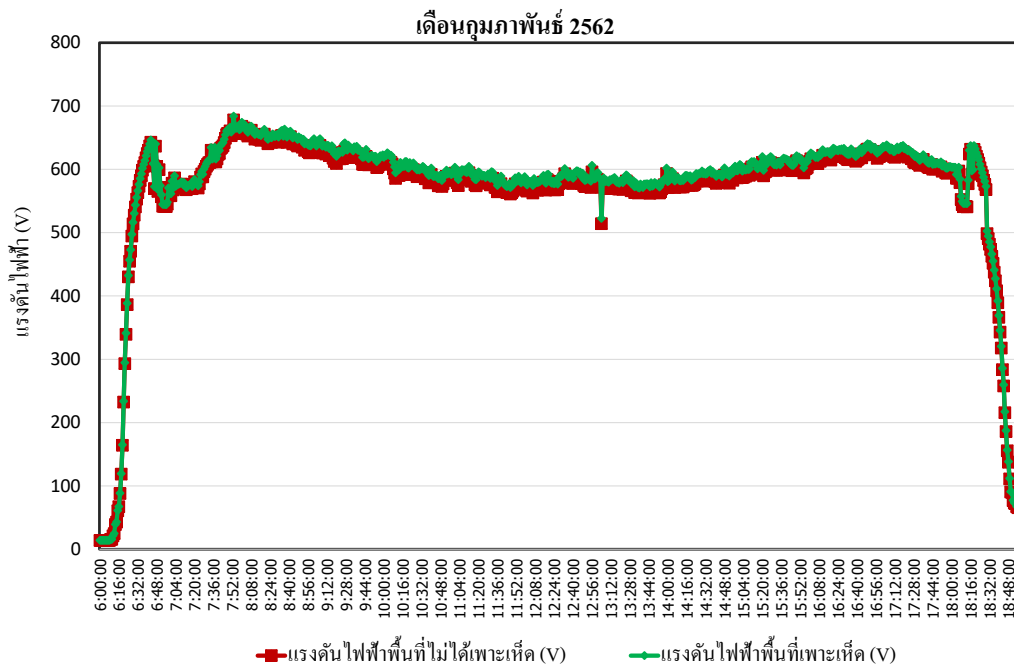
ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบค่าทางสถิติของอุณหภูมิเฉลี่ยใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ด และพื้นที่เพาะเห็ด

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
อุณหภูมิพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ด	33.87	780	3.8892	0.1392
อุณหภูมิพื้นที่ที่เพาะเห็ด	33.29	780	3.5068	0.1256

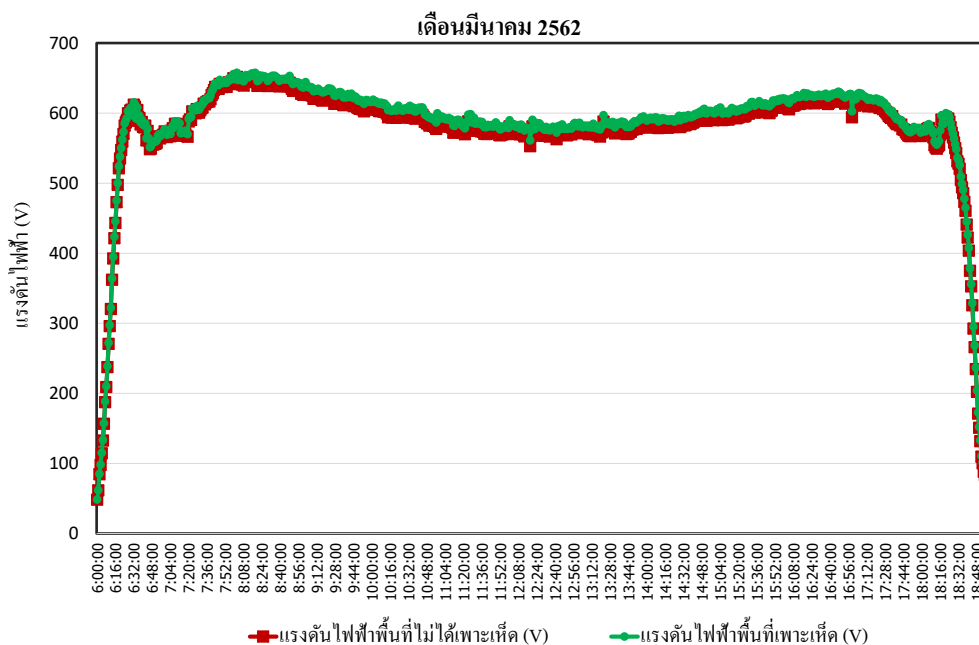
3.4.2 แรงดันไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าเกิดจากการที่มีอิเล็กตรอนไหลในสายไฟ ซึ่งการที่อิเล็กตรอนไหลหรือเคลื่อนที่ได้ นั่นจะต้องมีแรงมากระทำต่ออิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไหล แรงดังกล่าวนี้เรียกว่า แรงดันไฟฟ้า (Voltage) ศักย์ไฟฟ้า เป็นอีกค่าหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับแรงดันไฟฟ้า หมายถึง ระดับไฟฟ้า เช่น ลูกกลมที่ 1 มีประจุไฟฟ้าบวก จะมีศักย์ไฟฟ้าสูง ส่วนลูกกลมที่ 2 มีประจุไฟฟ้าลบจะมีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ดังนั้น ลูกกลมที่ 1 และ 2 จึงมีความแตกต่างของศักย์ไฟฟ้า เรียกว่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า แรงขับเคลื่อนทางไฟฟ้า หมายถึง แรงที่สร้างให้เกิดแรงดันไฟฟ้าซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระตลอดเวลา กระแสไฟฟ้าจึงไหลตลอดเวลา แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้อาจเกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบตเตอรี่ ถ่านไฟฉาย และเซลล์เชื้อเพลิง หน่วยของแรงดันไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า หรือแรงขับเคลื่อนทางไฟฟ้ามีหน่วยเดียวกัน คือ โวลต์ (Voltage ซึ่งแทนด้วย V) แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ คือ แรงดันที่ทำให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ ไหลผ่านเข้าไปในความต้านทาน 1 โอห์ม

จากภาพที่ 3.14 ถึงภาพที่ 3.15 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยโซล่าเซลล์ทำหน้าที่ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะได้ออกมาในรูปแบบของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยเปรียบเทียบระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ที่พื้นที่ใต้แผงไม่ได้เพาะเห็ดและเซลล์แสงอาทิตย์ที่พื้นที่ใต้แผงมีการเพาะเห็ด ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม 2562 ตามลำดับ จากภาพที่ 3.14 พบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้น 14 V โดยค่าแรงดันไฟฟ้ากรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่พื้นที่ใต้แผงไม่ได้เพาะเห็ด มีค่าเฉลี่ย 569.25 V ในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่พื้นที่ใต้แผงมีการเพาะเห็ด มีค่าเฉลี่ย 577.36 V ซึ่งจะเห็นว่ากรณีการเพาะเห็ดใต้แผงมีค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 1.42% ส่วนข้อมูลในเดือนมีนาคม มีค่าแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้น 48.49 V โดยค่าแรงดันไฟฟ้ากรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่พื้นที่ใต้แผงไม่ได้เพาะเห็ด มีค่าเฉลี่ย 575.80 V ในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่พื้นที่ใต้แผงมีการเพาะเห็ด มีค่าเฉลี่ย 583.81 V ซึ่งจะเห็นว่ากรณีการเพาะเห็ดใต้แผงมีค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 1.39%



ภาพที่ 3.14 เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดเดือนกุมภาพันธ์ 2562



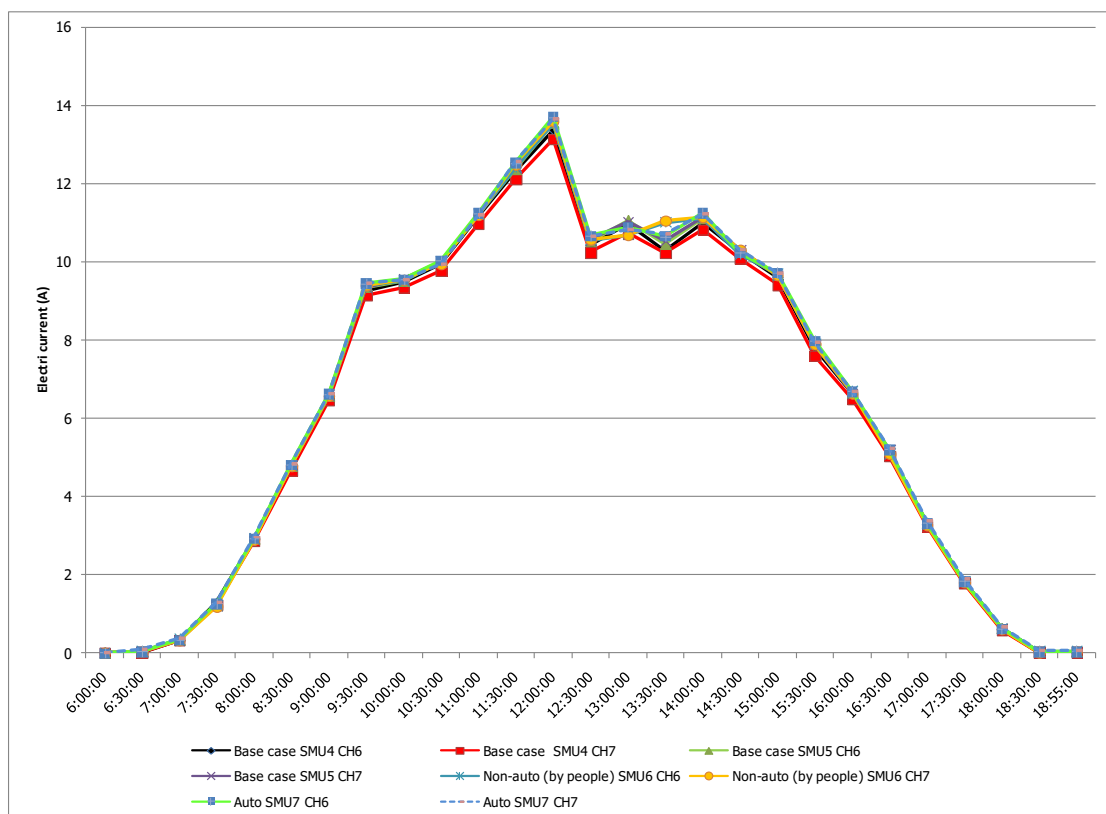
ภาพที่ 3.15 เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ระหว่างพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะเห็ดและพื้นที่เพาะเห็ดเดือนมีนาคม 2562

3.4.3 กระแสไฟฟ้า

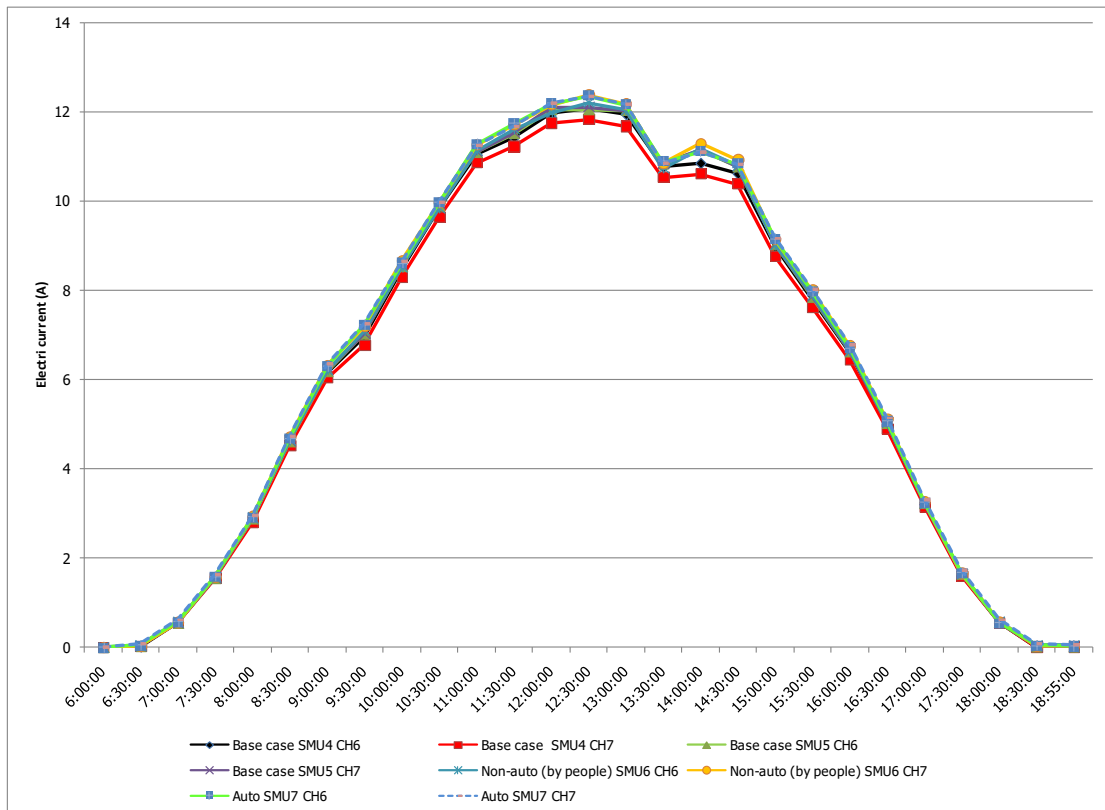
กระแสไฟฟ้า (Electric current) คือ การไหลของประจุไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าผ่านตัวนำและอุปกรณ์ต่างๆ โดยประจุไฟฟ้าจะถูกนำพาไปโดยการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในเส้นลวด หรืออาจถูกนำพาไปด้วยไอออนในสารอิเล็กโทรไลต์ หรือทั้งไอออนและอิเล็กตรอนในสารพลาสมา กระแสไฟฟ้ามีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์ (Ampere: A) ซึ่งเป็นจำนวนของประจุไฟฟ้าที่ไหลผ่านจุดใดจุดหนึ่งต่อวินาที แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

คือ 1) ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) เป็นการไหลทิศทางเดียวของประจุไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสตรงเกิดจากแบตเตอรี่ เทอร์โมคัปเปิล เซลล์แสงอาทิตย์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงอื่นๆ และ 2) ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) เป็นกระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้ากลับไป-กลับมาอย่างรวดเร็ว เช่นไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านหรืออาคารทั่วไป

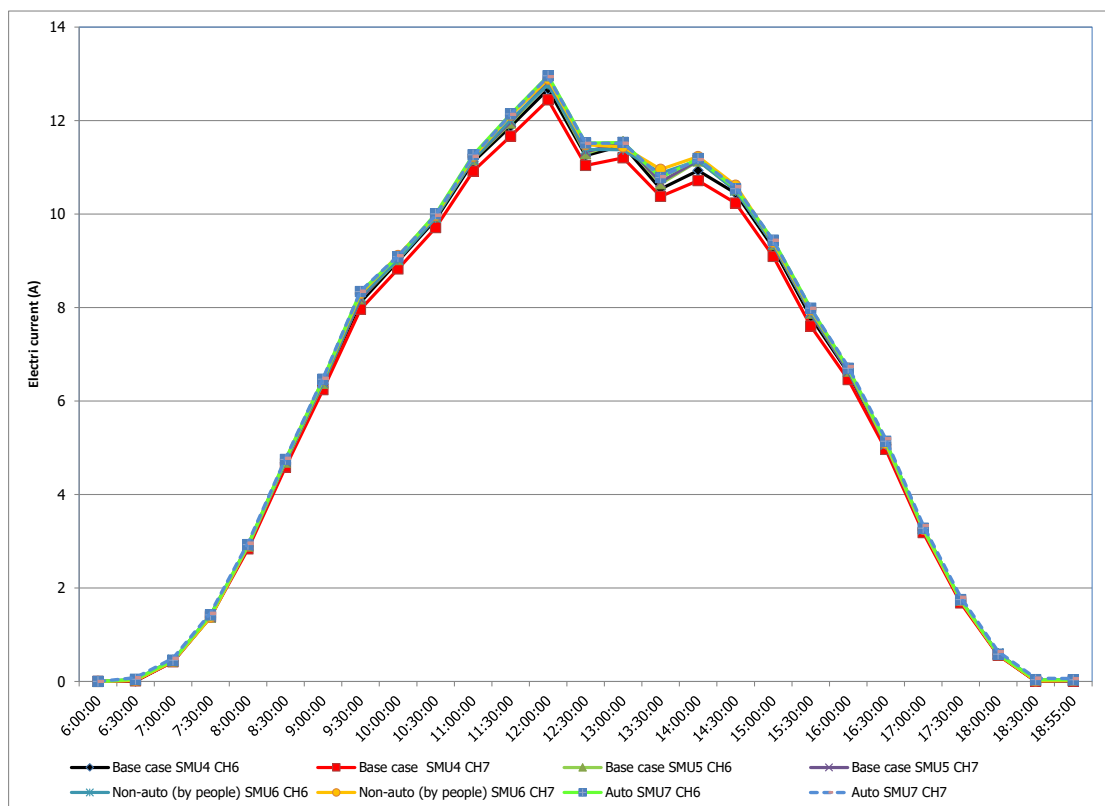
ภาพที่ 3.16 ถึง 3.18 แสดงปริมาณไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ ตั้งแต่ 6.00 น.– 18.55 น. ในเดือนกุมภาพันธ์ 2562 เดือนมีนาคม 2562 และค่าเฉลี่ยทั้งสองเดือน ของการผลิตไฟฟ้าทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ กรณีได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้เพาเซห์ด กรณีได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเพาเซห์ดโดยใช้คนรดน้ำ และกรณีได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเพาเซห์ดโดยใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ ค่าเฉลี่ยไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้ เท่ากับ 6.20, 6.28 และ 6.32 A ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ของแต่ละกรณีศึกษามีค่าใกล้เคียงกันทุกๆ ช่วงเวลา โดยพื้นที่ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว (Base case) พบว่า ผลิตกระแสไฟฟ้าได้น้อยกว่าการใช้พื้นที่ได้แผงมาเพาเซห์ด โดยช่วงเวลาที่ผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุด คือ 10.30 น.–14.00 น. จากนั้นกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ก็เริ่มลดน้อยลง จากภาพที่ 3.16 จะพบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์นั้น การผลิตกระแสไฟฟ้ากรณีได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเพาเซห์ดโดยใช้คนรดน้ำ และกรณีได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเพาเซห์ดโดยใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ มีค่าสูงกว่า กรณีที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้มีการเพาเซห์ด ประมาณ 0.89% และ 1.55% ตามลำดับ ส่วนในเดือนมีนาคมนั้น การผลิตกระแสไฟฟ้ากรณีได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเพาเซห์ดโดยใช้คนรดน้ำ และกรณีได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเพาเซห์ดโดยใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ มีค่าสูงกว่า กรณีที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้มีการเพาเซห์ด ประมาณ 1.81% และ 2.46% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าระหว่างเดือนกุมภาพันธ์กับเดือนมีนาคม พบว่า เดือนมีนาคมอัตราการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงกว่าเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากความเข้มของแสงอาทิตย์ในเดือนมีนาคมสูงกว่าเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่ 3.16 กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2562



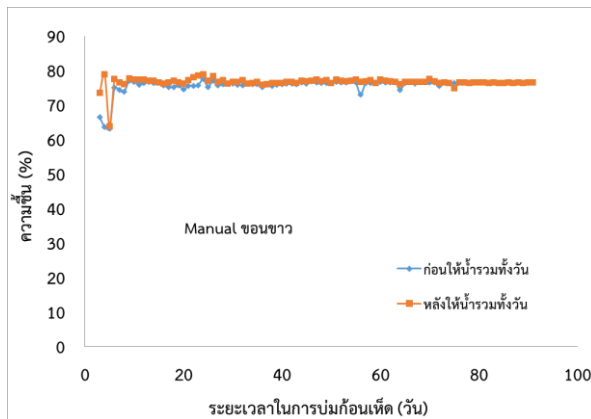
ภาพที่ 3.17 กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยเดือนมีนาคม 2562



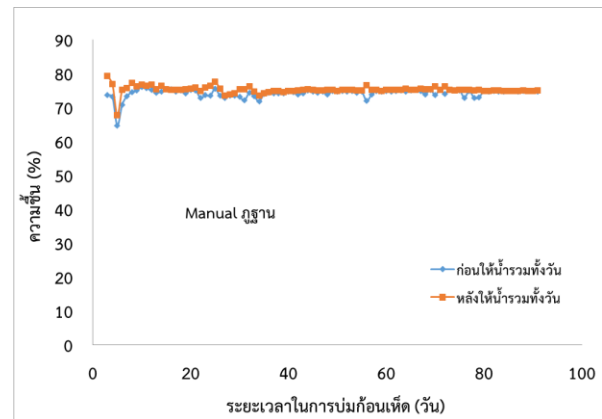
ภาพที่ 3.18 กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม 2562

3.4.4 ความชื้น

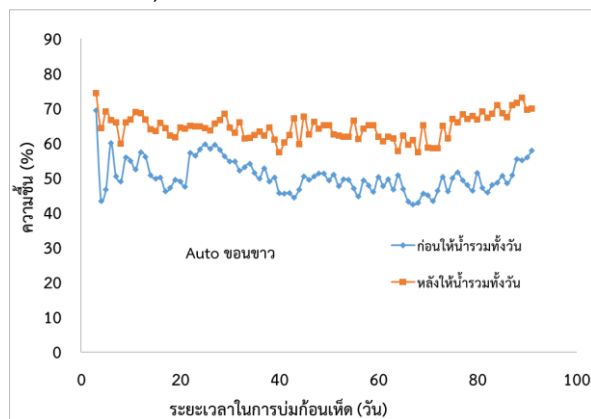
จากภาพที่ 3.19 เปรียบเทียบความชื้นก่อนให้น้ำและหลังให้น้ำ ตามระยะเวลาการบ่มก้อนเห็ดที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบความชื้นที่รดน้ำด้วยมือ ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่า ก่อนและหลังให้น้ำความชื้นไม่แตกต่างกัน โดยความชื้นของโรงเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานสูงกว่าเห็ดขอนขาวเล็กน้อย หากพิจารณาเปรียบเทียบการรดน้ำเห็ดทั้งสองชนิด แบบอัตโนมัติพบว่าทั้งสองชนิด ก่อนและหลังรดน้ำมีความชื้นที่แตกต่างกันและมีค่าต่ำกว่าการรดน้ำด้วยมือ แต่โดยรวมความชื้นของเห็ดทั้งสองชนิดใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา



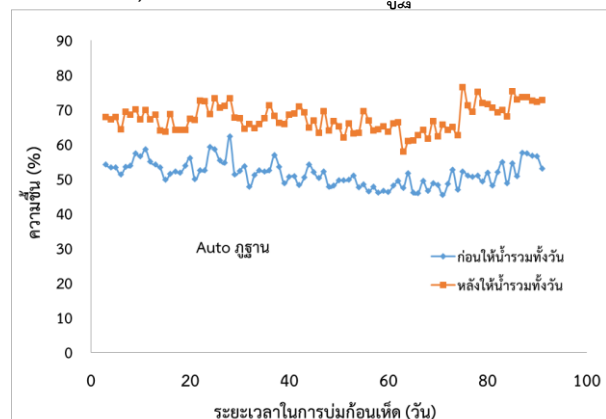
ก.1) การรดน้ำเห็ดขอนขาวด้วยมือ



ก.2) การรดน้ำเห็ดนางฟ้าภูฐานด้วยมือ



ข.1) การรดน้ำเห็ดขอนขาวอัตโนมัติ

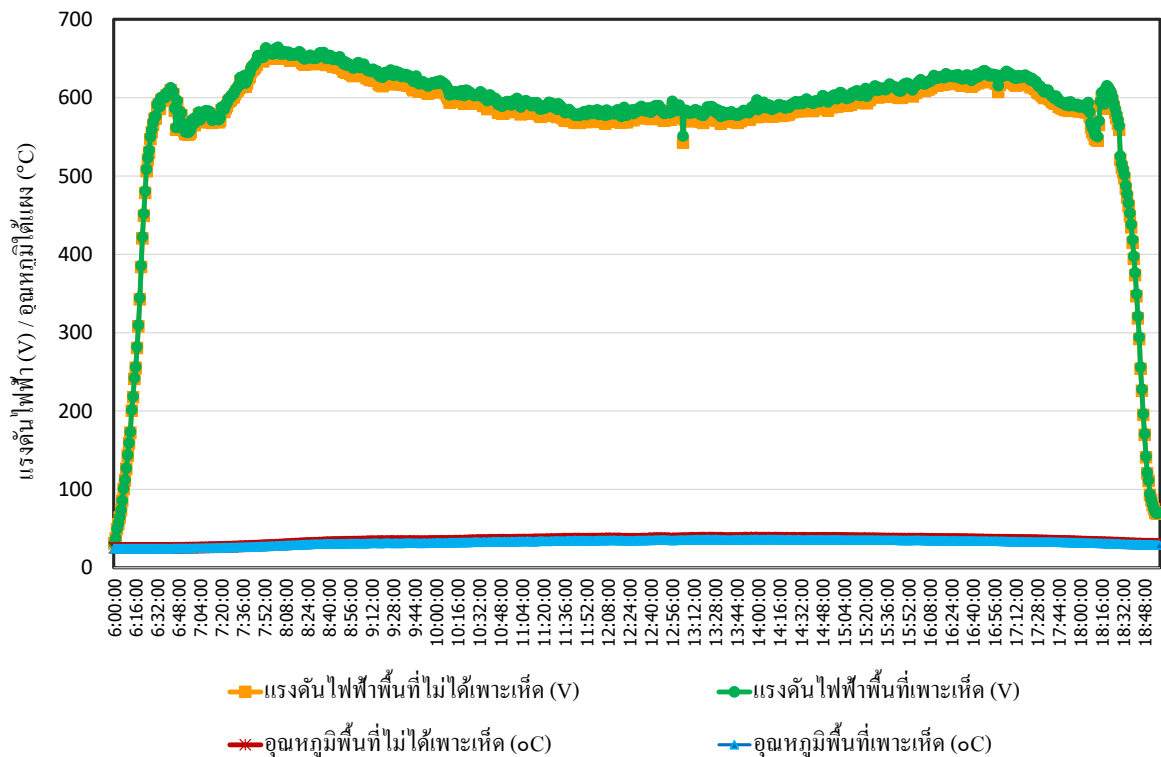


ข.2) การรดน้ำเห็ดนางฟ้าภูฐานอัตโนมัติ

ภาพที่ 3.19 เปรียบเทียบความชื้นได้แก่งเซลล์แสงอาทิตย์จากโรงเพาะเห็ด

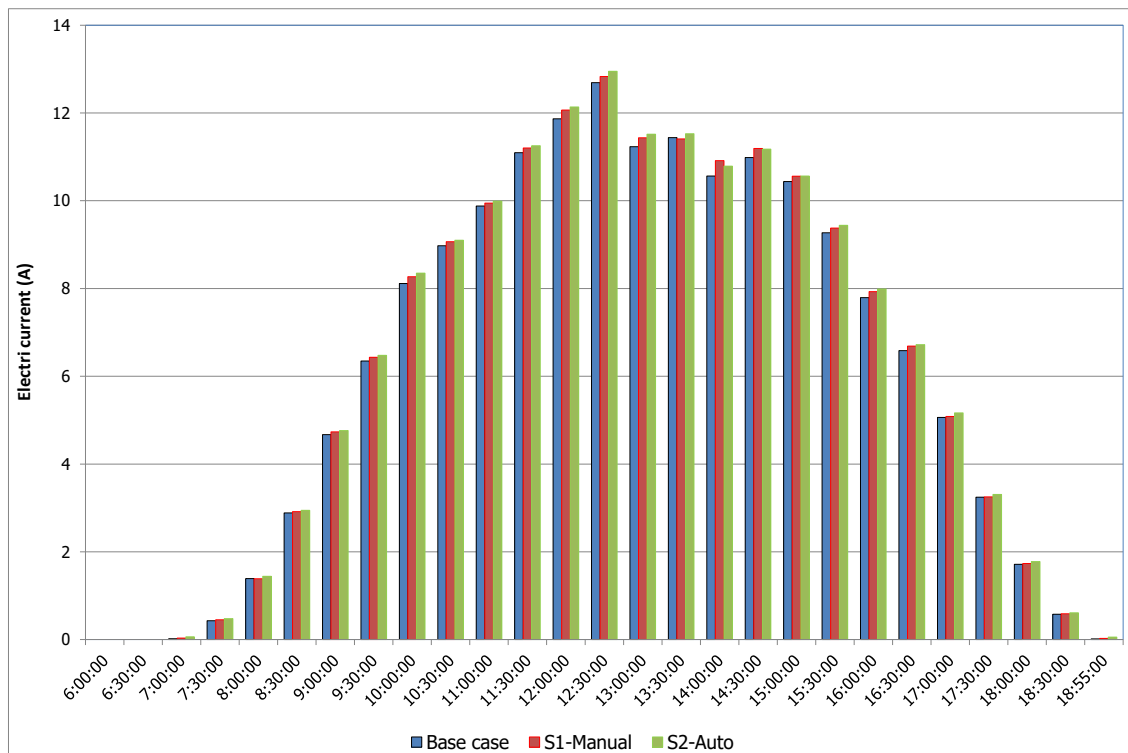
3.4.5 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าก่อนและหลังการเพาะเห็ด

ภาพที่ 3.20 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าก่อนและหลังทำการเพาะเห็ด โดยก่อนเพาะเห็ดรวบรวมข้อมูลเดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์ 2562 และหลังเพาะเห็ดรวบรวมข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์ ถึงมีนาคม 2562 ตั้งแต่เวลา 06.00 น.-18.59 น. ผลการศึกษาในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่า แรงดันไฟฟ้าหลังทำการเพาะเห็ด มีค่าสูงกว่า ก่อนการเพาะเห็ด ประมาณ 1.41% เนื่องจากพื้นที่ได้แก่งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการเพาะเห็ดจะมีการรดน้ำเห็ด ซึ่งความชื้นจากการรดน้ำช่วยลดอุณหภูมิได้แก่งเซลล์แสงอาทิตย์ ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวมาในหัวข้อ 3.4.1 ดังนั้น อุณหภูมิและความชื้นส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 3.20 เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าก่อน และหลังเพาะปลูกเห็ด

จากภาพที่ 3.21 แสดงผลการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก่อนและหลังการเพาะเห็ด พบว่า การเพาะเห็ดสามารถช่วยให้กระแสไฟฟ้าผลิตได้มากขึ้น เนื่องจากความชื้นจากการให้น้ำในการเพาะเห็ดได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่งผลให้อุณหภูมิได้แดงลดลง ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก่อนเพาะเห็ด (Base Plant) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 6.20 A ส่วนหลังเพาะเห็ดสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการรดน้ำเห็ดโดยใช้คนนั้น (S1-Manual) สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 6.28 A หรือมีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 1.34% และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการรดน้ำเห็ดโดยใช้ระบบอัตโนมัติ (S2-Auto) สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 6.32 A หรือมีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นประมาณ 1.98%



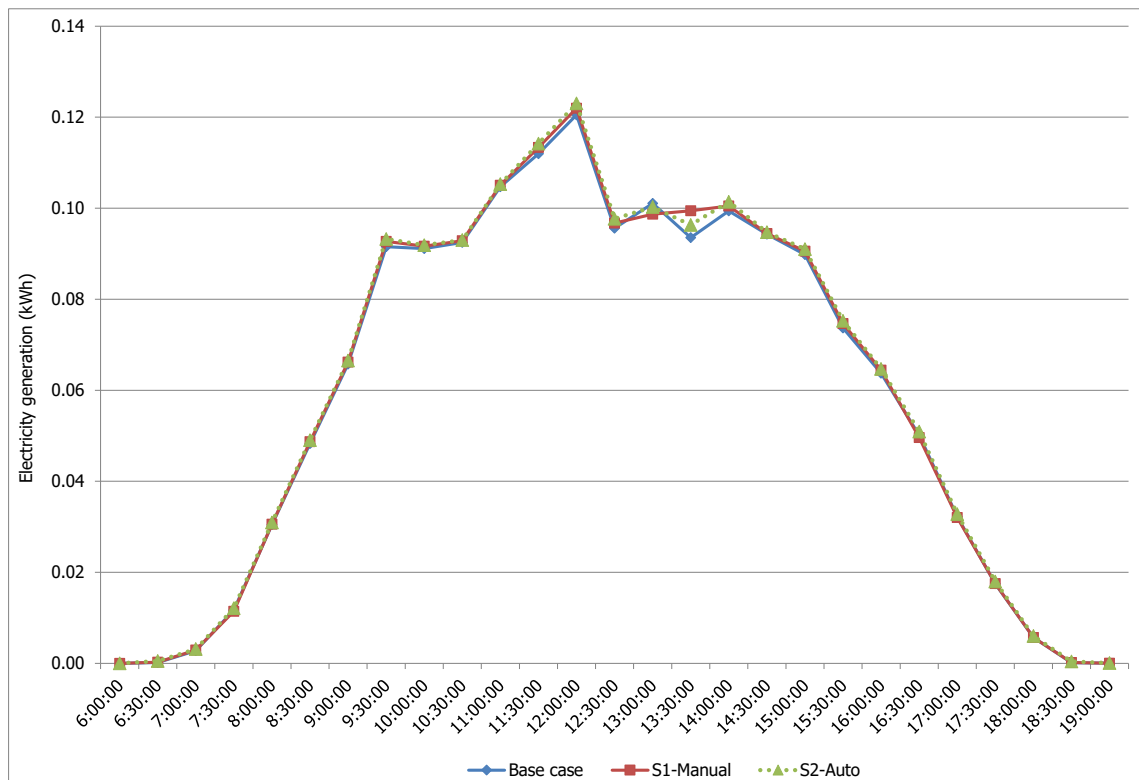
ภาพที่ 3.21 เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าก่อนและหลังเพาะปลูกเห็ด (Based plant)

3.4.6 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

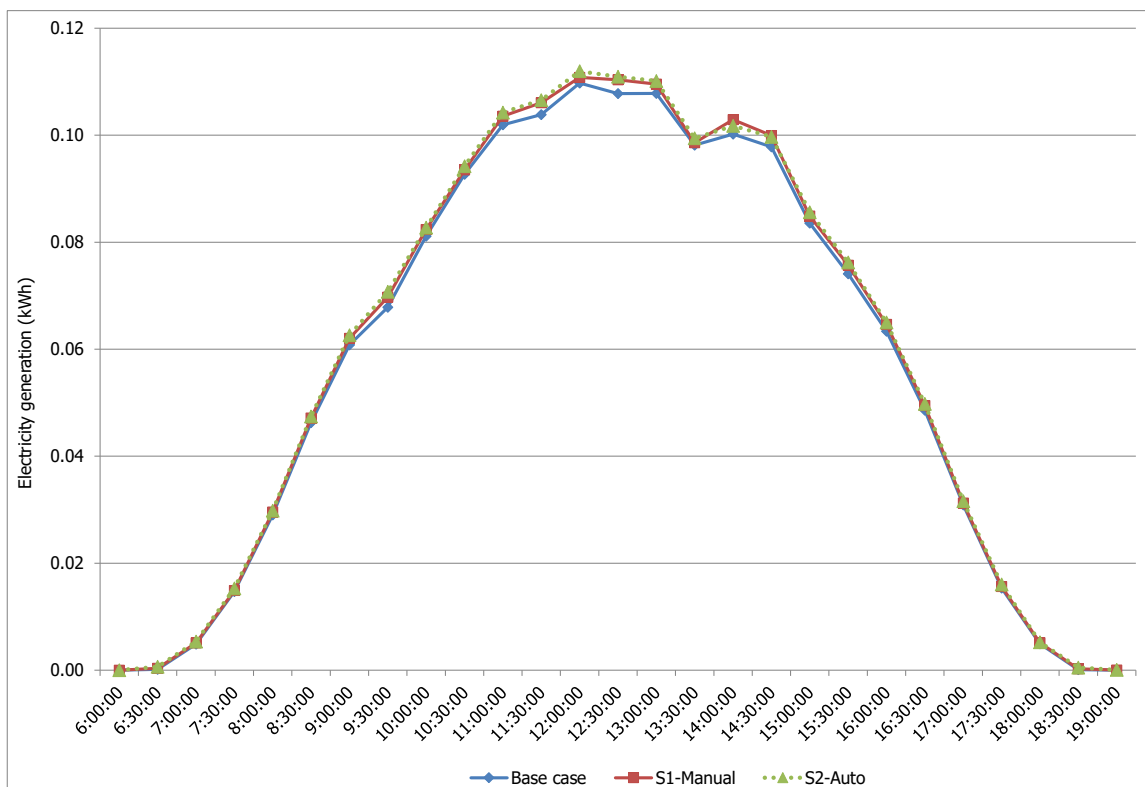
พลังงานไฟฟ้า หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่นำไปใช้ในระยะเวลานึงมีหน่วยวัดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) หรือยูนิต จากภาพที่ 3.22 ถึงภาพที่ 3.23 แสดงค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อแผงต่อวัน ตั้งแต่เวลา 6.00 น. – 18.55 น. ของเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2562 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวันของแต่ละรูปแบบมีค่าใกล้เคียงกันทุกๆ ช่วงเวลา โดยพื้นที่ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว (Base case) พบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าน้อยกว่าการนำพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มาเพาะเห็ด โดยภาพรวมช่วงเวลาที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด คือ 10.30– 14.00 น. หลังจากนั้น พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ก็เริ่มลดลง

ภาพที่ 3.22 แสดงค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในเดือนกุมภาพันธ์ 2562 พบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้สูงสุด คือ 11.00-14.00 น. ทั้งนี้ การเพาะปลูกเห็ดได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เล็กน้อย โดยผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในกรณี Base case คิดเป็น 1.57 kWh ต่อแผงต่อวัน ส่วนกรณีที่มีการเพาะเห็ดได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้คนรดน้ำ (S1-Manual) และใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ (S2-Auto) สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1.61 และ 1.62 kWh ต่อแผงต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 2.52% และ 3.17% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณี Base case

ภาพที่ 3.23 แสดงค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในเดือนมีนาคม 2562 พบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้สูงสุด คือ 10.30-14.30 น. ทั้งนี้ การเพาะปลูกเห็ดได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถเพิ่มศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เล็กน้อย โดยผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในกรณี Base case คิดเป็น 1.53 kWh ต่อแผงต่อวัน ส่วนกรณีที่มีการเพาะเห็ดได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้คนรดน้ำ (S1-Manual) และใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ (S2-Auto) สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1.58 และ 1.59 kWh ต่อแผงต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 3.41% และ 4.05% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณี Base case



ภาพที่ 3.22 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อวันต่อแผงในเดือนกุมภาพันธ์ 2562

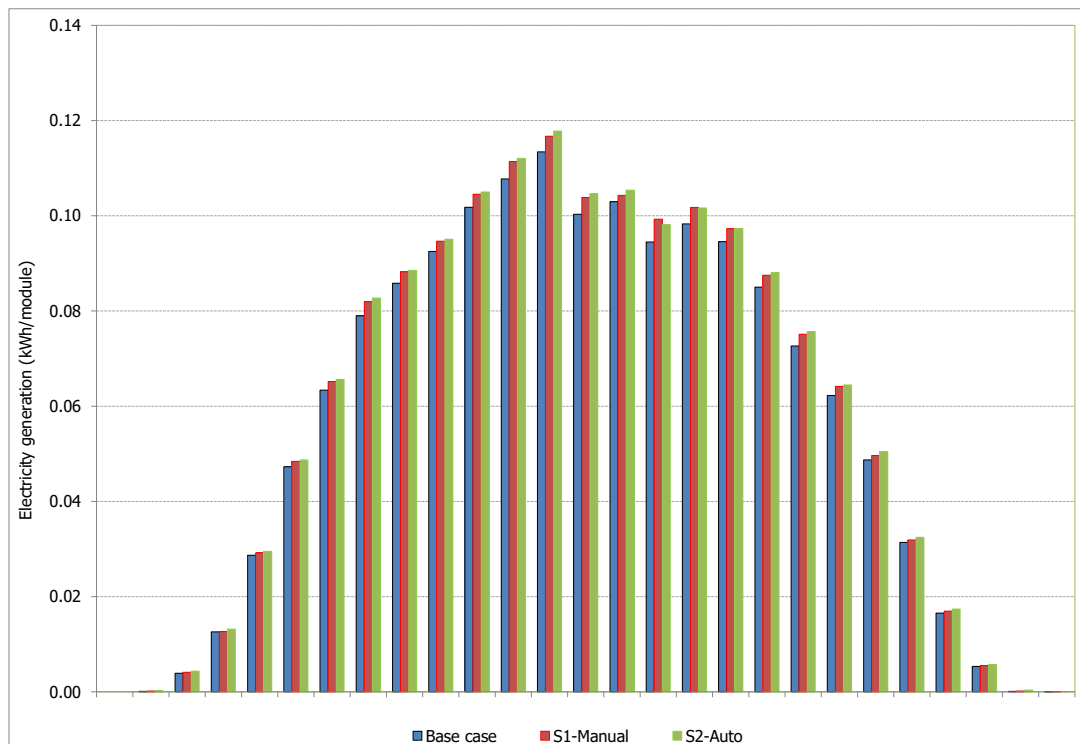


ภาพที่ 3.23 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อวันต่อแผงในเดือนมีนาคม 2562

ค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อแผงต่อวัน ตั้งแต่เวลา 6.00 น.-18.55 น. ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2562 พบว่า ค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 รูปแบบ มีค่าใกล้เคียงกันในทุกๆ ช่วงเวลา โดยที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว (Base case) สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1.55 kWh ต่อแผงต่อวัน ในขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเพาะเห็ดใต้แผงโดยใช้คนรดน้ำ (S1-Manual) และใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ (S2-Auto) สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1.59 และ 1.60 kWh ต่อแผงต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 2.96% และ 3.60% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณี Base case แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.3 และภาพที่ 3.24

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละรูปแบบในแต่ละช่วงเวลา

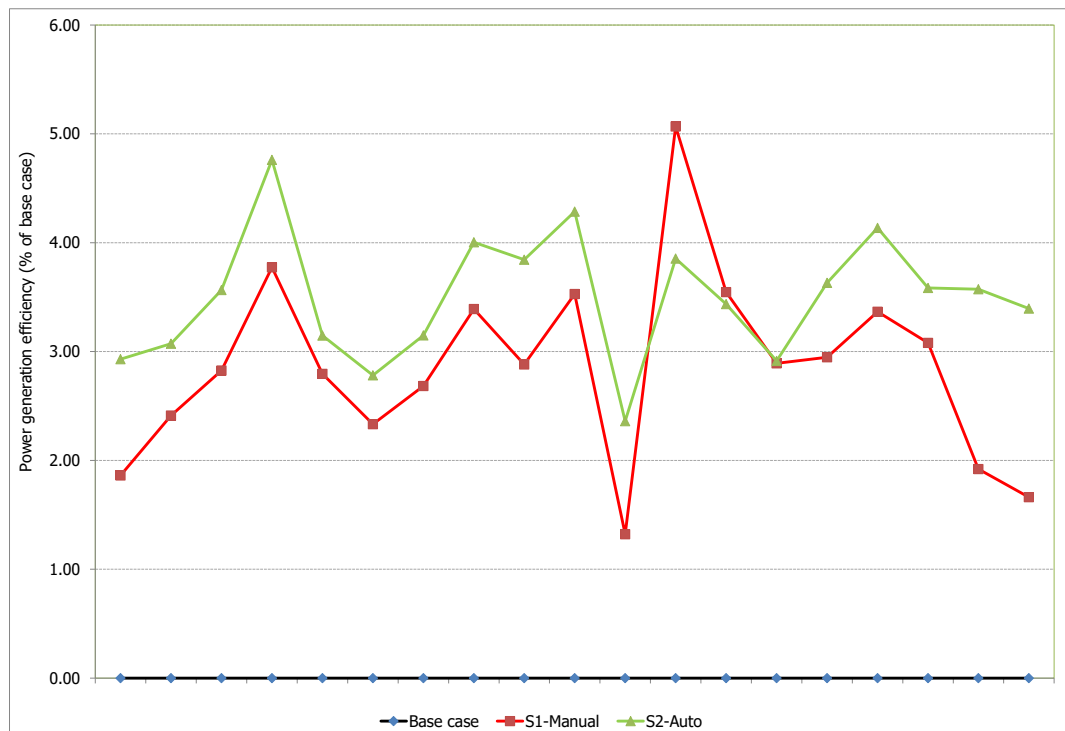
เวลา	Base case	S1-Manual	S2-Auto
6:00:00	0.0000	0.0000	0.0000
6:30:00	0.0001	0.0002	0.0003
7:00:00	0.0039	0.0041	0.0044
7:30:00	0.0126	0.0127	0.0132
8:00:00	0.0287	0.0292	0.0295
8:30:00	0.0473	0.0484	0.0487
9:00:00	0.0634	0.0652	0.0656
9:30:00	0.0790	0.0820	0.0827
10:00:00	0.0858	0.0882	0.0886
10:30:00	0.0925	0.0947	0.0951
11:00:00	0.1018	0.1045	0.1050
11:30:00	0.1078	0.1114	0.1121
12:00:00	0.1134	0.1167	0.1178
12:30:00	0.1003	0.1039	0.1046
13:00:00	0.1029	0.1043	0.1054
13:30:00	0.0945	0.0993	0.0981
14:00:00	0.0983	0.1018	0.1017
14:30:00	0.0946	0.0973	0.0973
15:00:00	0.0850	0.0875	0.0881
15:30:00	0.0727	0.0751	0.0757
16:00:00	0.0622	0.0642	0.0645
16:30:00	0.0487	0.0497	0.0505
17:00:00	0.0314	0.0319	0.0324
17:30:00	0.0165	0.0169	0.0174
18:00:00	0.0053	0.0055	0.0057
18:30:00	0.0001	0.0002	0.0004
19:00:00	0.0000	0.0000	0.0001
ผลรวม	1.55	1.59	1.60
อัตราเพิ่ม	-	2.96%	3.60%



ภาพที่ 3.24 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์โดยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2562

3.4.7 ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย ระดับความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนอุณหภูมิของเซลล์ จำนวนเซลล์ในแต่ละ Module พื้นที่ของแต่ละเซลล์ และชนิดของสารที่นำมาใช้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิเป็นสิ่งที่มีความกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ถ้าอุณหภูมิของแผงเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง และยังส่งผลต่ออายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์ให้สั้นลงด้วย ดังนั้น การเพาะเห็ดได้แผงซึ่งจะต้องมีการรดน้ำเห็ด จะช่วยให้อุณหภูมิได้แผงของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.4.1 ซึ่งจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเพาะเห็ดได้แผงเปรียบเทียบกับกรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่มีการเพาะเห็ด พบว่า กรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเพาะเห็ดได้แผง (S1-Manual, S2-Auto) มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงกว่ากรณีที่ไม่มีการเพาะเห็ดได้แผง โดยที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเพาะเห็ดได้แผงโดยใช้คนรดน้ำ (S1-Manual) และใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ (S2-Auto) มีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 2.73 และ 3.77 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มี การเพาะเห็ดได้แผง สำหรับกรณีการเพาะเห็ดได้แผงและใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพสูงกว่ากรณีการรดน้ำโดยใช้คน เนื่องจากความไม่แน่นอนของปริมาณน้ำที่ใช้ในการรดเห็ดของคนในแต่ละครั้ง ในขณะที่การรดน้ำด้วยระบบอัตโนมัติสามารถควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้และเวลาที่ใช้ในการรดน้ำได้ แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพดังภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเพาะเห็ดได้แผงเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการเพาะเห็ดได้แผง (Base case) ในแต่ละช่วงเวลา

3.5 การคำนวณต้นทุน ความคุ้มค่า และจัดทำคู่มือการเพาะเห็ดขอนขาวใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

3.5.1 การคำนวณต้นทุนและความคุ้มค่า

การคำนวณต้นทุนคิดจากต้นทุนการก่อสร้างโรงเพาะเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในกรณีต่างๆ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การคำนวณต้นทุนการก่อสร้างโรงเพาะเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	รวม VAT
1	เหล็กฉาก	เส้น	216	178	38,448	41,139.36
2	เหล็กฉาก	ตัว	600	45	27,000	28,890.00
3	นอตยึดเหล็ก	ตัว	2490	5	11,205	11,989.35
4	ผ้าใบ	ชุด	24	680	16,320	17,462.40
5	สแลงดำ	ชุด	24	520	12,480	13,353.60
6	อิฐบล็อก	ก้อน	100	15	1,500	1,605.00
7	ค่าแรงจัดทำ	งาน	1	23,460	23,460	25,102.20
	รวมทั้งสิ้น					139,541.91
	ค่าเฉลี่ยโครงสร้างต่อโรงเพาะ					5,814.25

ในการศึกษาครั้งนี้ มีการจัดทำโรงเพาะเห็ดทั้งหมดจำนวน 24 โรงเพาะ ดังนั้นต้นทุนเฉลี่ยในการสร้างโรงเพาะเห็ดต่อ 1 โรง ประมาณ 5,814 บาท ยังไม่รวมอุปกรณ์การให้น้ำ และมีการจัดทำระบบให้น้ำเป็น 2 แบบ คือ การรดน้ำด้วยแรงงานคน จำนวน 12 โรงเพาะ และการรดน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ จำนวน 12 โรงเพาะ สำหรับโรงเพาะแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนจะมีอุปกรณ์เพิ่มเติม ดังรายการที่แสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ต้นทุนอุปกรณ์รดน้ำด้วยแรงงานคน

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	รวม VAT
1	สายยาง	เมตร	60	35	2,100	2,247.00
2	หัวฉีดน้ำ	อัน	1	363	363	388.41
	รวมทั้งสิ้น					2,635.41

จากต้นทุนอุปกรณ์เสริมที่เพิ่มขึ้นมา ทำให้ต้นทุนโรงเพาะเห็ดแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนสูงขึ้นเล็กน้อย โดยมีต้นทุนเฉลี่ยต่อโรงเพาะที่ประมาณ 6,034 บาท สำหรับโรงเพาะเห็ดแบบรดน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ มีอุปกรณ์เพิ่มเติม ดังรายการที่แสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ต้นทุนอุปกรณ์รดน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน	รวม VAT
1	ปั๊มแรงดันสูง	ชุด	2	7,500	15,000	16,050.00
2	ถังน้ำขนาด 100 ลิตร	ถัง	1	850	850	909.50
3	ชุดกรองน้ำ	ชุด	1	1,600	1,600	1,712.00
4	หัวพ่นน้ำแรงดันสูง	ตัว	60	65	3,900	4,173.00
5	ท่อน้ำแรงดันสูง	เมตร	130	80	10,400	11,128.00
6	สายไฟ No 3x1.5	เมตร	60	85	5,100	5,457.00
7	ตุ้มน้ำขนาด 60x80 cm	ตุ้	1	4,500	4,500	4,815.00
8	Timer	ตัว	1	850	850	909.50
9	ท่อเหล็กเดินสายไฟ	ที่	6	550	3,300	3,531.00
10	Data logger temp and humid	ชุด	4	5,500	22,000	23,540.00
11	Software Data logger	ชุด	4	2,500	10,000	10,700.00
12	ค่าแรงจัดทำ	งาน	1	4,140	4,140	4,429.80
	รวมทั้งสิ้น					87,354.80

ดังนั้นจากต้นทุนอุปกรณ์และค่าแรงงานจัดทำที่เพิ่มขึ้นมา โดยการคำนวณค่าแรงเป็นการประมาณการโดยใช้การปันส่วนที่ร้อยละ 15 ของค่าแรงทั้งหมด ส่งผลให้ต้นทุนเฉลี่ยของโรงเพาะเห็ดแบบรดน้ำด้วยระบบอัตโนมัติ มีต้นทุนเฉลี่ยต่อโรงเพาะที่ 13,094 บาท

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเพาะเห็ด 2 ชนิด คือ เห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดขอนขาว ซึ่งมีระยะเวลาการเพาะต่อรุ่นไม่เท่ากัน โดย เห็ดนางฟ้าภูฐานมีระยะเวลาในการเพาะต่อรุ่น 4 เดือน แบ่งเป็นระยะเวลาพักตัว 1 เดือน และเก็บเกี่ยว 3 เดือน ในขณะที่เห็ดขอนขาวมีระยะเวลาในการเพาะต่อรุ่น 6 เดือน แบ่งเป็นระยะเวลาพักตัว 3 เดือน และเก็บเกี่ยว 3 เดือน ดังนั้นเห็ดนางฟ้าภูฐานสามารถเพาะได้ 3 รุ่นต่อปี ในขณะที่เห็ดขอนขาวสามารถเพาะได้ 2 รุ่นต่อปี ซึ่งช่วงที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากการศึกษาคือช่วงที่เป็นระยะเก็บเกี่ยวเท่านั้น โดยการศึกษาต้นทุนกำหนดระยะเวลาโครงการ 10 ปี (ประมาณการจากอายุการใช้งานโครงเหล็ก)

จากการศึกษาสามารถประมาณการต้นทุนการผลิตต่อรุ่น โดยต้นทุนก้อนเห็ด หากเป็นก้อนเห็ดสำเร็จรูป ราคา 8 บาท/ก้อน ก้อนเห็ดทำเอง ราคา 5 บาท/ก้อน สำหรับการประมาณการต้นทุนจะใช้ราคาก้อนเห็ดสำเร็จรูปในการคำนวณต้นทุนผันแปรในการผลิตหลัก ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ต้นทุนผันแปรหลักต่อโรงเพาะในการผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดขอนขาวต่อรุ่น แบบบรรดน้ำด้วยแรงงานคน

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	บาทต่อหน่วย	จำนวนเงิน
1	ก้อนเห็ดสำเร็จรูป	120	ก้อน	8	960
2	ค่าน้ำ	4.66	หน่วย	8	37
3	ค่าแรง (ดูแลและเก็บ)	3	เดือน	375	1,125
	รวมทั้งสิ้น				2,122

โดยค่าแรงประมาณการจาก ค่าแรงงานขั้นต่ำ 300 บาทต่อวัน ใช้แรงงาน 1 คน ดูแลโรงเพาะเห็ดทั้ง 24 โรงเพาะ เป็นเวลา 3 เดือนต่อรุ่น นอกจากนี้ยังมีต้นทุนเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงที่ไม่เท่ากันในแต่ละปี สำหรับการเพาะเห็ดในโรงเรือนแบบบรรดน้ำด้วยแรงงานคน เช่น ค่าสแลน ค่าสายยาง เป็นต้น ดังแสดงรายการในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ค่าซ่อมบำรุงโรงเพาะและอุปกรณ์ให้น้ำในช่วงระยะเวลาโครงการ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	บาทต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
1	หัวฉีดน้ำ	1	อัน	388.41	388	เปลี่ยนทุกปี
2	ค่าสแลน (ต่อโรงเพาะ)	1	ชิ้น	556.4	556	เปลี่ยนทุก 2 ปี
3	ค่าผ้าใบ (ต่อโรงเพาะ)	1	ชิ้น	727.6	728	เปลี่ยนทุก 5 ปี
4	ค่าสายยาง	1	เส้น	2247	2,247	เปลี่ยนทุก 5 ปี

สำหรับการประมาณการด้านรายได้จากการเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เห็ดนางฟ้าภูฐาน

เห็ด 1 ก้อน ได้ผลผลิต 300 กรัม กิโลกรัมละ 87.50 บาท คิดเป็นรายได้ 26.50 บาท/ก้อน ระยะเวลา 1 ปี สามารถเก็บผลผลิตได้ 3 รอบ โดย 1 โรงเพาะมีก้อนเห็ดจำนวน 120 ก้อน ดังนั้น โรงเพาะเห็ด 1 โรงจะมีรายได้ต่อปี ประมาณ 9,450 บาท นอกจากรายได้จากการเพาะเห็ดแล้ว ยังมีรายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อโรงเพาะต่อวัน จาก Base case ที่ผลิตไฟฟ้าได้ 1.55 kWh ต่อวัน เป็น 1.57 kWh ต่อวัน

ดังนั้นจะผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น 0.02 kWh ต่อวัน โดยให้ตนนางฟ้าภูฐานสามารถเพาะได้ 3 รอบต่อปี รอบละ 3 เดือน คิดเป็นเวลา 9 เดือน ต่อปี ในการประมาณการรายได้จะประมาณการโดย 1 เดือน มี 30 วัน รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า หน่วยละ 5.66 บาทต่อหน่วย ตามอัตราซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ FiT ปี 2558 (http://www.eppo.go.th/images/Power/pdf/FT-history/FiT_2558.pdf) ดังนั้นค่าไฟฟ้าส่วนเพิ่มจะมาจาก จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อวัน X จำนวนวันที่ใช้ในการปลูกเห็ดทั้งปี X ราคาจำหน่ายไฟฟ้า $(0.02 \times (30 \times 9) \times 5.66)$ ซึ่งจะทำให้มีรายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อโรงเพาะเท่ากับ 30.56 บาทต่อปี

จากข้อมูลต้นทุน และรายได้ต่างๆ สามารถนำมาคำนวณค่าคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานต่อโรงเพาะได้ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.10 และ 3.11

ตารางที่ 3.10 มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรงเพาะ

ปีที่	มูลค่าต้นทุน			มูลค่าผลประโยชน์			ผลประโยชน์สุทธิ	
	การปลูกและบริหารจัดการ (บาท/ปี)	การลงทุน (บาท/ปี)	รวมมูลค่าต้นทุน (บาท/ปี)	ผลผลิตเห็ด (บาท/ปี)	ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น (บาท/ปี)	รวมมูลค่าผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์สะสม (บาท/ปี)
0	6,755.19	6,034.00	12,789.19	9,450.00	30.56	9,480.56	- 3,308.63	- 3,308.63
1	7,311.59	-	7,311.59	9,450.00	30.56	9,480.56	2,168.97	- 1,139.65
2	6,755.19	-	6,755.19	9,450.00	30.56	9,480.56	2,725.37	1,585.72
3	7,311.59	-	7,311.59	9,450.00	30.56	9,480.56	2,168.97	3,754.70
4	9,729.79	-	9,729.79	9,450.00	30.56	9,480.56	-249.23	3,505.47
5	7,311.59	-	7,311.59	9,450.00	30.56	9,480.56	2,168.97	5,674.44
6	6,755.19	-	6,755.19	9,450.00	30.56	9,480.56	2,725.37	8,399.82
7	7,311.59	-	7,311.59	9,450.00	30.56	9,480.56	2,168.97	10,568.79
8	6,755.19	-	6,755.19	9,450.00	30.56	9,480.56	2,725.37	13,294.17
9	7,311.59	-	7,311.59	9,450.00	30.56	9,480.56	2,168.97	15,463.14
รวม	73,308.50	6,034.00	79,342.50	94,500.00	305.64	94,805.64	15,463.14	
PV 6%	57,165.29	6,034.00	63,199.29	73,725.99	238.45	73,964.44	10,765.15	
PV 8%	53,079.07	6,034.00	59,113.07	68,483.09	221.49	68,704.58	9,591.52	
PV 10%	49,481.00	6,034.00	55,515.00	63,872.78	206.58	64,079.36	8,564.36	
PV 12%	46,299.81	6,034.00	52,333.81	59,801.96	193.42	59,995.38	7,661.57	
PV 14%	43,476.13	6,034.00	49,510.13	56,193.21	181.74	56,374.96	6,864.83	

ตารางที่ 3.11 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรงเพาะที่อัตราการคิดลดต่างๆ

ผลการวิเคราะห์	อัตราการคิดลด				
	6%	8%	10%	12%	14%
อัตราผลตอบแทน (IRR)	54%	51%	48%	46%	43%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	10,765	9,592	8,564	7,662	6,865
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C)	1.17	1.16	1.15	1.15	1.14
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	1 ปี 7 เดือน	1 ปี 7 เดือน	1 ปี 8 เดือน	1 ปี 8 เดือน	1 ปี 9 เดือน

พบว่า ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรดน้ำด้วยแรงงานคนนั้น มีความคุ้มค่าในทุกอัตราการคิดลด โดยที่อัตราการคิดลดร้อยละ 6 จะมีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี 7 เดือน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 10,765 บาทต่อปี อัตราผลตอบแทน 54% และมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C ratio) 1.17 จัดว่าเป็นกิจกรรมที่มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน

เห็ดขอนขาว

เห็ด 1 ก้อน ได้ผลผลิต 300 กรัม กิโลกรัมละ 120 บาท คิดเป็นรายได้ 36 บาท/ก้อน ระยะเวลา 1 ปี สามารถเก็บผลผลิตได้ 2 รอบ โดย 1 โรงเพาะมีก้อนเห็ดจำนวน 120 ก้อน ดังนั้น โรงเพาะเห็ด 1 โรงจะมีรายได้ต่อปี ประมาณ 8,640 บาท นอกจากรายได้จากการเพาะเห็ดแล้ว ยังมีรายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อโรงเพาะต่อวัน จาก Base case ที่ผลิตไฟฟ้าได้ 1.55 kWh ต่อวัน เป็น 1.57 kWh ต่อวัน ดังนั้น จะผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น 0.02 kWh ต่อวัน เช่นกัน โดยเห็ดขอนขาวสามารถเพาะได้ 2 รอบต่อปี รอบละ 3 เดือน คิดเป็นเวลา 6 เดือน ต่อปี ในการประมาณการรายได้จะประมาณการโดย 1 เดือน มี 30 วัน รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า หน่วยละ 5.66 บาทต่อหน่วย ตามอัตราซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ FiT ปี 2558 (http://www.eppo.go.th/images/Power/pdf/FT-history/FiT_2558.pdf) ดังนั้นค่าไฟฟ้าส่วนเพิ่มจะมาจาก จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อวัน X จำนวนวันที่ใช้ในการปลูกเห็ดทั้งปี X ราคาจำหน่ายไฟฟ้า ($0.02 \times (30 \times 6) \times 5.66$) ซึ่งจะทำให้มีรายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อโรงเพาะเท่ากับ 20.38 บาทต่อปี

สำหรับการคำนวณค่าคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวต่อโรงเพาะ สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.12 และ 3.13

ตารางที่ 3.12 มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของ
การเพาะเห็ดนางฟ้าขอนขาวแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรงเพาะ

ปีที่	มูลค่าต้นทุน			มูลค่าผลประโยชน์			ผลประโยชน์สุทธิ	
	การปลูกและ บริหารจัดการ (บาท/ปี)	การลงทุน (บาท/ปี)	รวมมูลค่า ต้นทุน (บาท/ปี)	ผลผลิต เห็ด (บาท/ปี)	ไฟฟ้าที่ เพิ่มขึ้น (บาท/ปี)	รวมมูลค่า ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ สะสม (บาท/ปี)
0	4,632.93	6,034.00	10,666.93	8,640.00	20.38	8,660.38	-2,006.55	- 2,006.55
1	5,189.33	-	5,189.33	8,640.00	20.38	8,660.38	3,471.05	1,464.49
2	4,632.93	-	4,632.93	8,640.00	20.38	8,660.38	4,027.45	5,491.94
3	5,189.33	-	5,189.33	8,640.00	20.38	8,660.38	3,471.05	8,962.98
4	7,607.53	-	7,607.53	8,640.00	20.38	8,660.38	1,052.85	10,015.83
5	5,189.33	-	5,189.33	8,640.00	20.38	8,660.38	3,471.05	13,486.88
6	4,632.93	-	4,632.93	8,640.00	20.38	8,660.38	4,027.45	17,514.32
7	5,189.33	-	5,189.33	8,640.00	20.38	8,660.38	3,471.05	20,985.37
8	4,632.93	-	4,632.93	8,640.00	20.38	8,660.38	4,027.45	25,012.81
9	5,189.33	-	5,189.33	8,640.00	20.38	8,660.38	3,471.05	28,483.86
รวม	52,085.90	6,034.00	58,119.90	86,400.00	203.76	86,603.76	28,483.86	
PV 6%	40,608.07	6,034.00	46,642.07	67,406.62	158.97	67,565.59	20,923.52	
PV 8%	37,699.29	6,034.00	43,733.29	62,613.11	147.66	62,760.77	19,027.49	
PV 10%	35,136.60	6,034.00	41,170.60	58,397.97	137.72	58,535.69	17,365.09	
PV 12%	32,869.62	6,034.00	38,903.62	54,676.08	128.94	54,805.02	15,901.41	
PV 14%	30,856.38	6,034.00	36,890.38	51,376.65	121.16	51,497.82	14,607.43	

ตารางที่ 3.13 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนต่อ 1 โรง
เพาะที่อัตราการคิดลดต่างๆ

ผลการวิเคราะห์	อัตราการคิดลด				
	6%	8%	10%	12%	14%
อัตราผลตอบแทน (IRR)	160%	155%	151%	146%	142%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	20,924	19,027	17,365	15,901	14,607
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อ ต้นทุน (B/C)	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	0 ปี 8 เดือน	0 ปี 8 เดือน	0 ปี 8 เดือน	0 ปี 8 เดือน	0 ปี 8 เดือน

พบว่า ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวได้แฝงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรดน้ำด้วยแรงงานคนนั้น มีความคุ้มค่าในทุกอัตราคิดลด โดยที่อัตราคิดลดร้อยละ 6 จะมีระยะเวลาคืนทุน 8 เดือน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 20,924 บาทต่อปี อัตราผลตอบแทน 160% และมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C ratio) 1.45 จัดว่าเป็นกิจกรรมที่มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน และผลตอบแทนมากกว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน

สำหรับการเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิด แบบระบบน้ำอัตโนมัติ นั้น จากการศึกษาสามารถประมาณการต้นทุนการผลิตต่อรุ่น ในส่วนของต้นทุนผันแปรการผลิตหลัก ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 ต้นทุนผันแปรหลักต่อโรงเพาะในการผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดขอนขาวต่อรุ่น แบบรดน้ำอัตโนมัติ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	บาทต่อหน่วย	จำนวนเงิน
1	ก้อนเห็ดสำเร็จรูป	120	ก้อน	8	960
2	ค่าน้ำ	4.05	หน่วย	8	32
3	ค่าไฟฟ้า	0.975	หน่วย	4	4
4	ค่าแรง (ดูแลและเก็บ)	3	เดือน	338	1,013
	รวมทั้งสิ้น				2,008

ถึงแม้จะมีค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่มีภาระงานด้านแรงงานลดลงจากเดิมประมาณ 10% เนื่องจากไม่ต้องให้น้ำเห็ดแต่ก็ยังจะต้องมีการดูแลอื่นๆ และการเก็บเกี่ยวจึงยังต้องใช้แรงงานคนเช่นกัน ดังนั้นต้นทุนผันแปรหลักๆ ในการผลิต จึงต่ำกว่าแบบรดน้ำด้วยแรงงานคนแต่ไม่มาก ถึงอย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมบำรุงจากการประมาณการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากระบบการให้น้ำด้วยแรงงานคน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 ค่าซ่อมบำรุงโรงเพาะและอุปกรณ์ให้น้ำแบบอัตโนมัติในช่วงระยะเวลาโครงการ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	บาทต่อหน่วย	จำนวนเงิน	หมายเหตุ
1	ค่าสแลน	1	ชิ้น	556	556	เปลี่ยนทุก 2 ปี
2	ชุดกรองน้ำ	1	ชุด	1,712	1,712	เปลี่ยนทุก 2 ปี
3	ค่าผ้าใบ	1	ชิ้น	728	728	เปลี่ยนทุก 5 ปี
4	ถังน้ำขนาด 100 ลิตร	1	ถัง	910	910	เปลี่ยนทุก 5 ปี
5	Timer	1	อัน	910	910	เปลี่ยนทุก 5 ปี

การประมาณการด้านรายได้จากการเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิดด้วยระบบน้ำอัตโนมัติจากการทดลองไม่มีความแตกต่างกันด้านผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงประมาณการรายได้จึงใช้การประมาณการเช่นเดียวกับการประมาณการรายได้จากการเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิดด้วยการให้น้ำแบบแรงงานคน ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้ นอกจากรายได้จากการเพาะเห็ดแล้ว ยังมีรายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อโรงเพาะต่อวัน จาก Base case ที่ผลิตไฟฟ้าได้ 1.55 kWh ต่อวัน เป็น 1.58 kWh ต่อวัน ดังนั้นจะผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นในกรณีเป็นระบบน้ำแบบอัตโนมัติเท่ากับ 0.03 kWh ต่อวัน โดยเห็ดนางฟ้าภูฐานสามารถเพาะได้ 3

รอบต่อปี รอบละ 3 เดือน คิดเป็นเวลา 9 เดือนต่อปี ในการประมาณการรายได้จะประมาณการโดย 1 เดือน มี 30 วัน รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า หน่วยละ 5.66 บาทต่อหน่วย ตามอัตราซื้อไฟฟ้าในรูปแบบ FiT ปี 2558 ดังนั้นค่าไฟฟ้าส่วนเพิ่มจะมาจาก จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อวัน X จำนวนวันที่ใช้ในการปลูกเห็ดทั้งปี X ราคาจำหน่ายไฟฟ้า $(0.03 \times (30 \times 9) \times 5.66)$ ซึ่งจะทำให้มีรายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อโรงเพาะเห็ดเท่ากับ 45.85 บาทต่อปี ในขณะที่เห็ดขอนขาวสามารถเพาะได้ 2 รอบต่อปี รอบละ 3 เดือน คิดเป็นเวลา 6 เดือนต่อปี จะมีรายได้จากไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นต่อโรงเพาะเห็ดเท่ากับ 30.56 บาทต่อปี

จากข้อมูลต้นทุน และรายได้ต่างๆ ของการเพาะเห็ดแต่ละชนิดด้วยการให้น้ำแบบอัตโนมัติ สามารถคำนวณค่าคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานต่อโรงเพาะได้ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.16 และ 3.17

ตารางที่ 3.16 มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะ

ปีที่	มูลค่าต้นทุน			มูลค่าผลประโยชน์			ผลประโยชน์สุทธิ	
	การปลูกและบริหารจัดการ (บาท/ปี)	การลงทุน (บาท/ปี)	รวมมูลค่าต้นทุน (บาท/ปี)	ผลผลิตเห็ด (บาท/ปี)	ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น (บาท/ปี)	รวมมูลค่าผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์สะสม (บาท/ปี)
0	6,025.38	13,094.00	19,119.38	9,450.00	45.85	9,495.85	- 9,623.53	- 9,623.53
1	8,293.78	-	8,293.78	9,450.00	45.85	9,495.85	1,202.07	- 8,421.46
2	6,025.38	-	6,025.38	9,450.00	45.85	9,495.85	3,470.47	- 4,950.99
3	8,293.78	-	8,293.78	9,450.00	45.85	9,495.85	1,202.07	- 3,748.92
4	6,025.38	-	6,025.38	9,450.00	45.85	9,495.85	3,470.47	- 278.45
5	10,840.38	-	10,840.38	9,450.00	45.85	9,495.85	- 1,344.53	- 1,622.98
6	6,025.38	-	6,025.38	9,450.00	45.85	9,495.85	3,470.47	1,847.49
7	8,293.78	-	8,293.78	9,450.00	45.85	9,495.85	1,202.07	3,049.56
8	6,025.38	-	6,025.38	9,450.00	45.85	9,495.85	3,470.47	6,520.03
9	8,293.78	-	8,293.78	9,450.00	45.85	9,495.85	1,202.07	7,722.10
รวม	74,142.36	13,094.00	87,236.36	94,500.00	458.46	94,958.46	7,722.10	
PV 6%	57,502.05	13,094.00	70,596.05	73,725.99	357.68	74,083.67	3,487.62	
PV 8%	53,301.69	13,094.00	66,395.69	68,483.09	332.24	68,815.33	2,419.64	
PV 10%	49,607.93	13,094.00	62,701.93	63,872.78	309.87	64,182.65	1,480.72	
PV 12%	46,346.32	13,094.00	59,440.32	59,801.96	290.12	60,092.09	651.76	
PV 14%	43,454.91	13,094.00	56,548.91	56,193.21	272.62	56,465.83	-83.07	

ตารางที่ 3.17 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะที่ อัตราการคิดลดต่างๆ

ผลการวิเคราะห์	อัตราการคิดลด				
	6%	8%	10%	12%	14%
อัตราผลตอบแทน (IRR)	7%	5%	3%	2%	0%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	3,488	2,420	1,481	652	83
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C)	1.05	1.04	1.02	1.01	1.00
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	6 ปี 4 เดือน	7 ปี 1 เดือน	7 ปี 5 เดือน	7 ปี 11 เดือน	ไม่คุ้มทุน

พบว่า ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรดน้ำอัตโนมัติ นั้น มีความคุ้มค่าเพียง 4 อัตราคิดลด โดยที่อัตราคิดลดร้อยละ 6 จะมีระยะเวลาคืนทุน 6 ปี 4 เดือน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 3,488 บาทต่อปี อัตราผลตอบแทน 7% และมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C ratio) 1.05 จัดว่าเป็นกิจกรรมที่มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน แต่มีระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานกว่าการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานแบบรดน้ำด้วยแรงงานคน

สำหรับการคำนวณค่าคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อโรงเพาะ สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.18 และ 3.19

ตารางที่ 3.18 มูลค่าต้นทุน ผลประโยชน์ในด้านต่างๆ และผลประโยชน์สุทธิตลอดระยะเวลาโครงการของการเพาะเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะ

ปีที่	มูลค่าต้นทุน			มูลค่าผลประโยชน์			ผลประโยชน์สุทธิ	
	การปลูกและบริหารจัดการ (บาท/ปี)	การลงทุน (บาท/ปี)	รวมมูลค่าต้นทุน (บาท/ปี)	ผลผลิตเห็ด (บาท/ปี)	ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น (บาท/ปี)	รวมมูลค่าผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์สะสม (บาท/ปี)
0	4,016.92	13,094.00	17,110.92	8,640.00	30.56	8,670.56	-8,440.35	-8,440.35
1	6,285.32	-	6,285.32	8,640.00	30.56	8,670.56	2,385.25	-6,055.11
2	4,016.92	-	4,016.92	8,640.00	30.56	8,670.56	4,653.65	-1,401.46
3	6,285.32	-	6,285.32	8,640.00	30.56	8,670.56	2,385.25	983.79
4	4,016.92	-	4,016.92	8,640.00	30.56	8,670.56	4,653.65	5,637.43
5	8,831.92	-	8,831.92	8,640.00	30.56	8,670.56	-161.35	5,476.08
6	4,016.92	-	4,016.92	8,640.00	30.56	8,670.56	4,653.65	10,129.73
7	6,285.32	-	6,285.32	8,640.00	30.56	8,670.56	2,385.25	12,514.97
8	4,016.92	-	4,016.92	8,640.00	30.56	8,670.56	4,653.65	17,168.62
9	6,285.32	-	6,285.32	8,640.00	30.56	8,670.56	2,385.25	19,553.87
รวม	54,057.78	13,094.00	67,151.78	86,400.00	305.64	86,705.64	19,553.87	

ปีที่	มูลค่าต้นทุน			มูลค่าผลประโยชน์			ผลประโยชน์สุทธิ	
	การปลูกและ บริหารจัดการ (บาท/ปี)	การลงทุน (บาท/ปี)	รวมมูลค่า ต้นทุน (บาท/ปี)	ผลผลิต เห็ด (บาท/ปี)	ไฟฟ้าที่ เพิ่มขึ้น (บาท/ปี)	รวมมูลค่า ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ (บาท/ปี)	ผลประโยชน์ สะสม (บาท/ปี)
PV 6%	41,832.67	13,094.00	54,926.67	67,406.62	238.45	67,645.07	12,718.40	
PV 8%	38,746.61	13,094.00	51,840.61	62,613.11	221.49	62,834.61	10,993.99	
PV 10%	36,032.71	13,094.00	49,126.71	58,397.97	206.58	58,604.55	9,477.84	
PV 12%	33,636.29	13,094.00	46,730.29	54,676.08	193.42	54,869.49	8,139.20	
PV 14%	31,511.86	13,094.00	44,605.86	51,376.65	181.74	51,558.40	6,952.53	

ตารางที่ 3.19 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวแบบรดน้ำอัตโนมัติต่อ 1 โรงเพาะที่
อัตราการคิดลดต่างๆ

ผลการวิเคราะห์	อัตราการคิดลด				
	6%	8%	10%	12%	14%
อัตราผลตอบแทน (IRR)	27%	24%	22%	20%	18%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	12,718	10,994	9,478	8,139	6,953
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อ ต้นทุน (B/C)	1.23	1.21	1.19	1.17	1.16
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	3 ปี 1 เดือน	3 ปี 2 เดือน	3 ปี 3 เดือน	3 ปี 4 เดือน	3 ปี 6 เดือน

พบว่า ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเพาะเห็ดขอนขาวใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรดน้ำ
อัตโนมัติ นั้น มีความคุ้มค่าในทุกอัตราการคิดลด โดยที่อัตราการคิดลดร้อยละ 6 จะมีระยะเวลาคืนทุน 3 ปี 1 เดือน
มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 12,718 บาทต่อปี อัตราผลตอบแทน 27% และมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน
(B/C ratio) 1.23 จัดว่าเป็นกิจกรรมที่มีความคุ้มค่าที่จะลงทุน แต่มีระยะเวลาคืนทุนที่ยาวนานกว่าการเพาะ
เห็ดขอนขาวแบบรดน้ำด้วยแรงงานคน

ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างการปลูกเห็ด 2 ชนิด การปลูกเห็ดขอนขาวจะมีความคุ้มค่า
มากกว่าปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน และวิธีการให้น้ำแบบแรงงานคนจะคุ้มค่ากว่าให้น้ำแบบอัตโนมัติ แต่หากมี
การใช้ระบบควบคุมในพื้นที่กว้างขึ้นมากกว่าที่ทำการทดสอบอาจจะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลง ผลการคุ้มค่า
อาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้

3.5.2 การจัดทำคู่มือ

ได้จัดทำคู่มือการเพาะเห็ดไต้หวันได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 23 หน้า เลขที่ ISBN 978-616-278-521-4 ดังแสดงปกหน้า-หลัง ในภาพที่ 3.26



ภาพที่ 3.26 คู่มือการเพาะเลี้ยงเห็ดภายใต้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์ (ก) ปกหน้า และ (ข) ปกหลัง

3.5.3 การมีส่วนร่วมของคนในท้องถิ่น

สำหรับการต่อยอดและขยายผลโครงการไปยังคนในท้องถิ่น ต้องได้รับความร่วมมือจากทั้งคนในท้องถิ่นและบริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน) ดังนั้น จึงควรมีการจัดประชุมระหว่าง บริษัท บีซีพีจี จำกัด (มหาชน) และ ชุมชนในพื้นที่ เพื่อนำเสนอผลงานที่ได้จากโครงการนี้ รับฟังความคิดเห็นและระดมความคิดเห็นทั้งผลดีผลเสียในทุกมิติ เพื่อให้เกิดความร่วมมือและแนวทางในการต่อยอดการใช้ประโยชน์จริงในพื้นที่

การมีส่วนร่วม (participation) ของคนในท้องถิ่นก่อให้เกิดผลดีต่อการขับเคลื่อนการดำเนินงานหรือการขยายผลในพื้นที่จริง เนื่องจากมีผลในทางจิตวิทยาเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือผู้ที่เข้ามามีส่วนร่วมย่อมเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจที่ได้เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงาน ความคิดเห็นถูกรับฟัง และนำไปปฏิบัติเพื่อการพัฒนาหรือขยายผล และที่สำคัญผู้ที่มีส่วนร่วมจะมีความรู้สึกเป็นเจ้าของ ซึ่งความรู้สึกเป็นเจ้าของจะเป็นพลังในการขับเคลื่อนการพัฒนาหรือขยายผล ที่ดีที่สุด

หลักของการมีส่วนร่วม ในความหมายของการบริหารจัดการมีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับ “การตัดสินใจ” นั่นคือ การมีส่วนร่วม จะนำไปสู่การตัดสินใจอย่างมีคุณค่าและอย่างชอบธรรม และต้องเป็นการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง (meaningful participations) ไม่วางระบบไว้ให้ดูเหมือนว่าได้จัดกระบวนการให้มีส่วนร่วมแล้วเท่านั้น ถ้าการตัดสินใจที่เกิดจากการมีส่วนร่วมมีความสมเหตุสมผลและชอบธรรมก็จะนำไปสู่การปฏิบัติ แต่ถ้าผู้มีอำนาจเห็นว่าการตัดสินใจนั้นไม่เหมาะสม ขัดกับการตัดสินใจของการมีส่วนร่วม ก็จะต้องอธิบายได้โดยมีมาตรฐานแห่งความชอบธรรมที่จะเลือกตัดสินใจเช่นนั้น โดยที่สังคมส่วนใหญ่ยอมรับได้ (ที่มา: วันชัย วัฒนศัพท์. การมีส่วนร่วมกับการพัฒนาองค์กร บรรยายในการสัมมนานายจ้างและลูกจ้างภาครัฐวิสาหกิจ เรื่อง “ระบบทวิภาคีกับการแก้ปัญหาแรงงานในรัฐวิสาหกิจ วันที่ 6-8 มีนาคม 2546 โรงแรม

พญาเซนเตอร์ เมืองพญา ชลบุรี จัดโดย กองรัฐวิสาหกิจสัมพันธ์ กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน)



ภาพที่ 3.27 แผนภูมिरะดับการมีส่วนร่วมของประชาชน

หากดูแผนภูมिरะดับการมีส่วนร่วมของประชาชน (ภาพที่ 3.27) จะเห็นว่ามีตั้งแต่ขั้นต่ำสุดของการมีส่วนร่วม คือ การรับรู้และเรียนรู้จากการแจ้งให้ข้อมูลข่าวสาร หากเห็นว่าการตัดสินใจนั้นอาจมีผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียก็ควรต้องมี “การปรึกษาหารือหรือรับฟังความคิดเห็น” ถือเป็นการมีส่วนร่วมในระดับที่สูงขึ้นมาอีกเล็กน้อย คือได้รับฟังความคิดเห็นก่อนตัดสินใจ วิธีการที่มักจะหยิบขึ้นมาทำกันบ่อยๆในระดับนี้คือ “การทำประชาพิจารณ์” หรือ “การรับฟังความคิดเห็นของประชาชน” ทั้งนี้กระบวนการรับฟังความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จะต้องดำเนินการตั้งแต่เริ่มคิดและตระหนักถึงปัญหาเพื่อคิดหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกัน (ไม่ใช่ทำเมื่อได้ตัดสินใจไปแล้วและได้รับการประท้วง) กระบวนการสามารถทำได้ตั้งแต่ จัดเวทีคุยกันในกลุ่มเล็ก ใช้แบบสอบถาม แล้วประมวลข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อผู้มีอำนาจเพื่อตัดสินใจ โดยการรับฟังประเด็นต่างๆ ทุกประเด็น และตอบคำถามให้ได้ทุกประเด็น เพื่อให้ได้การตัดสินใจที่มีคุณธรรมและเป็นที่ยอมรับได้ หากไม่ทำกระบวนการมีส่วนร่วมเหล่านี้ แต่มาทำเพียงวิธีการรับฟังความคิดเห็นอย่างเป็นทางการครั้งเดียวหรือสองครั้ง อาจเกิดเป็นปัญหา เนื่องจากกลายเป็นเวทีที่แต่ละฝ่าย คือ ฝ่ายสนับสนุนและฝ่ายค้านมาแสดงจุดยืน ตอกล้ำความเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

บทที่ 4

สรุปผลการศึกษาและ ข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษางานวิจัยนี้มีแนวคิดการนำพื้นที่ได้แฉงพลังงานแสงอาทิตย์มาเพาะเห็ด เพื่อเป็นการนำทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด พบว่า พื้นที่ได้แฉงพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้ในการเพาะเห็ดได้ทั้งระบบที่รดน้ำด้วยมือและระบบอัตโนมัติโดยได้ผลผลิตรวมของเห็ดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ยังต้องมีการปรับปรุงระบบการเพาะเลี้ยงให้ได้ผลผลิตเห็ดมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตเห็ดที่ได้ต่ำกว่าการเพาะเห็ดทางการค้า โดยให้ผลผลิตเห็ดประมาณ 66-70% ของผลผลิตเห็ดทางการค้า

การเพาะปลูกเห็ดในพื้นที่ได้แฉงพลังงานแสงอาทิตย์นั้น หากพิจารณาแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ พบว่า การปลูกเห็ดได้แฉงพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยเพิ่มแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้มีการปลูกเห็ดได้แฉง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การเพาะเห็ดได้แฉงพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิได้แฉงพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบพื้นที่ได้แฉงที่ผลิตไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวและพื้นที่ได้แฉงที่มีการเพาะปลูกเห็ดร่วมด้วย พบว่า อุณหภูมิได้แฉงที่มีการเพาะปลูกเห็ดต่ำกว่าอุณหภูมิได้แฉงที่ผลิตไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เนื่องมาจากอุณหภูมิได้แฉงที่มีการเพาะเห็ดมีการรดน้ำ ความชื้นจึงส่งผลให้อุณหภูมิได้แฉงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ควรพิจารณาลักษณะทางกายภาพของเห็ดที่ผลิตได้เพิ่มเติม เช่น สี กลิ่น และรสชาติ เป็นต้น นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบในระยะยาวของการปลูกเห็ดได้แฉงพลังงานแสงอาทิตย์ต่ออายุการใช้งานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน, 2558. แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2558-2579. [ออนไลน์]:

http://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/PDP_TH.pdf

ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, 2561. สถานการณ์เห็ดของประเทศไทย. เอกสารประกอบบรรยายพิเศษแนวทางการพัฒนาการวิจัยด้านเห็ด, วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561, ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญยัง ปลั่งกลาง (2552) รายงานผลการวิจัย “ระบบวัดและแสดงผลพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์” ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atclen/news_en/15mk/122201037/?ST=msbe

http://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atclen/news_en/15mk/101400894/?ST=msbe

<http://www.thansettakij.com/content/207445>

<https://www.facebook.com/118899624951850/posts/764117760430030/>

<https://www.chillpainai.com/scoop/8113/>

บทที่ 5

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เปรียบเทียบผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับและดำเนินการจริง

เปรียบเทียบผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับและดำเนินการจริง

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	เดือนที่	ผลผลิต	
			คาดว่าจะได้รับ	ดำเนินการจริง
1. หาแนวทางในการใช้ประโยชน์พื้นที่ได้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการเพาะเห็ด	- ลงสำรวจพื้นที่ได้แผงเซลล์ แสงอาทิตย์เพื่อประเมินความ เหมาะสมและวางแผนการ ทำงาน	1	พื้นที่ที่เหมาะสมกับการ ดำเนินงาน	พื้นที่ที่เหมาะสมกับการ ดำเนินงาน
	- คัดเลือกแรงงานท้องถิ่นใน การดำเนินการ	1	แรงงานท้องถิ่น	แรงงานท้องถิ่น 1 คน
	- ออกแบบและสร้างระบบ เพาะเห็ด	1	ระบบเพาะเห็ด	ระบบเพาะเห็ดรดน้ำ ด้วยมือและอัตโนมัติ
	- ดำเนินการเพาะเห็ด พร้อม ทั้งเก็บผลผลิต	2-4	ข้อมูลการเจริญเติบโต ของเห็ดได้แผงเซลล์ แสงอาทิตย์	ผลผลิตของเห็ดขอนขาว และเห็ดนางรมภูฐาน
2. ศึกษาผลกระทบ ที่มีต่อประสิทธิภาพและ สมรรถนะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้า อันเนื่องมาจาก กิจกรรมต่างๆ ที่ เกี่ยวเนื่องจากการ เพาะเห็ด	- ศึกษาประสิทธิภาพของ เซลล์แสงอาทิตย์ โดยการวัด ความเข้มของแสง กระแสที่ได้ ของโซลาร์เซลล์ แรงดันไฟฟ้า ที่ได้จากโซลาร์เซลล์ อุณหภูมิ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และ อัตราการเสื่อมสภาพ	2-5	ผลกระทบจากการเพาะ เห็ดที่มีต่อประสิทธิภาพ และสมรรถนะการ ทำงาน ของระบบผลิต ไฟฟ้า	ผลกระทบจากการเพาะ เห็ดที่มีต่อประสิทธิภาพ และสมรรถนะการ ทำงาน ของระบบผลิต ไฟฟ้า
3. จัดทำคู่มือการ ดำเนินงาน เพื่อเป็น ต้นแบบในการเรียนรู้ และขยายผล	- จัดทำคู่มือการเพาะเห็ด ขอนขาวได้แผงเซลล์ แสงอาทิตย์	4-6	คู่มือการเพาะเห็ดขอน ขาวได้แผงเซลล์ แสงอาทิตย์	คู่มือการเพาะเห็ดขอน ขาวได้แผงเซลล์ แสงอาทิตย์
4. ศึกษาผลกระทบเชิง เศรษฐศาสตร์	- ศึกษาผลกระทบเชิง เศรษฐศาสตร์ เช่น ต้นทุน การ มีส่วนร่วมของเจ้าของพื้นที่	5-6	ต้นทุนการเพาะเห็ด	ต้นทุนการเพาะเห็ด

ภาคผนวก ข
คำชี้แจงต่อการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจงต่อการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

ที่	การประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ	คำชี้แจงของนักวิจัย
มติคณะกรรมการอำนวยการโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. – สกว. ในการประชุมคณะกรรมการอำนวยการฯ ครั้งที่ 7/2562 วันที่ 15 พฤษภาคม 2562		
1	ควรมีการเก็บข้อมูล ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าแรงงาน ที่ใช้ในการดำเนินการ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบในการพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และจะได้นำไปดำเนินการในครั้งต่อไป
2	ควรมีการเปรียบเทียบผลผลิต/ต้นทุน/รายได้ ของการเพาะเห็ดแบบทั่วไปกับการเพาะเห็ดที่ได้แมงฯ	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ในรายงานฉบับนี้ เนื่องจากไม่ได้มีการเพาะเห็ดแบบวิธีการทั่วไปเพื่อเปรียบเทียบตั้งแต่เริ่มต้น จึงขอใช้การคำนวณเปรียบเทียบกับต้นทุนผลผลิต และรายได้จากข้อมูลที่ได้รับจากการเพาะเห็ดทางการค้า
3	ควรมีการใช้ Feedback Control โดยนำค่าความชื้นในโรงเพาะเห็ดมาควบคุมการรดน้ำ ซึ่งน่าจะประหยัดน้ำและสามารถคุมความชื้นได้คงที่กว่าที่ปฏิบัติอยู่ เช่น รดน้ำ 15 นาที เว้น 4 ชั่วโมง อาจจะทำให้ผลผลิตเห็ดมากขึ้นตามไปด้วย	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และจะได้นำไปดำเนินการในครั้งต่อไป
4	ในคู่มือ ควรใส่ข้อควรระวังเกี่ยวกับความชื้นและน้ำ ที่อาจจะมีผลต่อประสิทธิภาพของแมงฯ ไว้ด้วย	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ แต่เนื่องจากยังไม่มีผลการทดลองที่ชัดเจน จึงไม่ขอเพิ่มข้อมูลดังกล่าว
มติคณะกรรมการอำนวยการโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. – สกว. ในการประชุมคณะกรรมการอำนวยการฯ ครั้งที่ 11/2562 วันที่ 21 สิงหาคม 2562		
5	ด้านการผลิตไฟฟ้า ต้องทำความเข้าใจในนิยามของ กระแสไฟฟ้า (แอมป์), กำลังไฟฟ้า (วัตต์, กิโลวัตต์) และ พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ให้ถูกต้อง เพราะอาจทำให้การสรุปผลการวิจัยผิดพลาดได้	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง
6	เพิ่มการแสดงผลหรือกราฟประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (ก่อน-หลัง) เพิ่มเติม เพื่อให้เห็นผลกระทบจากการใช้พื้นที่ได้แมงต่อประสิทธิภาพได้ชัดเจนขึ้น	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง
7	ปกติแล้ว เมื่ออุณหภูมิแมงฯ ลดลง ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแมงฯ จะเพิ่มขึ้น ควรนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยปรึกษากับวิศวกรของบางจากที่มีความร่วมมือกันอยู่เพื่อตรวจสอบและสรุปผลการวิจัยให้สอดคล้องกับ Specification ของแมงฯ และสอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมไฟฟ้ากำลังมากขึ้น	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้ปรับแก้ไขแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง
8	ใส่รายละเอียดการเพาะเห็ด การรดน้ำแบบ Auto ให้ครบถ้วน เช่น ควบคุมด้วยการตั้งเวลา หรือ ควบคุมโดยค่าความชื้น เนื่องจากกราฟค่าความชื้นที่แสดงมี	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง 2.2

	ความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด ถ้ามีการควบคุมความชื้นในโรงเพาะ กราฟความชื้นก็ไม่น่าจะแตกต่างกัน	
9	ต้องวิเคราะห์สาเหตุที่ผลผลิตที่ได้จากการเพาะเห็ดได้แมลงมีปริมาณต่ำกว่าการเพาะแบบปกติมากถึง 30% เช่น อุณหภูมิและความชื้นในโรงเพาะ อุณหภูมิของน้ำที่รด ความเข้มแสงอาทิตย์ การออกแบบโรงเพาะเห็ดไม่ได้เป็นแบบมาตรฐานทั่วไป เป็นต้น หากสาเหตุมาจากเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น สายรดน้ำรั่ว แตกชำรุด ควรแยกข้อมูลส่วนนั้นออกไปวิเคราะห์ต่างหาก ไม่ควรนำมาวิเคราะห์รวมกับข้อมูลในกรณีปกติ	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้ปรับแก้ไขแล้ว
10	การสรุปผลการวิจัยต้องนำผลที่ได้จากการวิจัยของโครงการมาสรุป ไม่ควรนำการสรุปผลของงานวิจัยอื่นที่ review มาใช้เนื่องจากอาจมีวิธีวิจัย หรือ ปัจจัยต่างๆ ที่ไม่เหมือนกัน	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้ปรับแก้ไขแล้ว
11	การคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ควรประเมินตามหลักวิชาการทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยดัชนีหลายตัวที่จะบ่งชี้ถึงความเหมาะสมต่อการลงทุน	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในข้อ 3.5
ความเห็นจากผู้ประสานงานโครงการ วันที่ 24 เมษายน 2563		
12	หัวข้อ 3.4.3 ได้กล่าวถึงตาราง 3.1 ซึ่งไม่สอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้อนี้ ควรตรวจสอบ	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้ปรับแก้ไขแล้ว
13	หัวข้อ 4.4.5 (ต้องแก้เป็น 3.4.5) ในภาพที่ 3.22 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าหลังการเพาะเห็ด (อุณหภูมิได้แมลงลดลง) แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าน้อยลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.4 ที่ว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแรงดันไฟฟ้าจะลดลง ควรตรวจสอบผลแรงดันไฟฟ้างกล่าวหรือหาเหตุผลประกอบเพิ่มเติม	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง
14	หัวข้อ 4.4.5 (ต้องแก้เป็น 3.4.5) ในภาพที่ 3.23-3.25 การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้า พบว่าการเพาะเห็ดสามารถเพิ่มกระแสไฟฟ้าในการผลิตได้ เนื่องจาก “ความชื้นได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์ส่งผลให้ด้านบนสามารถรับแสงได้มากยิ่งขึ้น” คำอธิบายนี้ไม่เป็นเหตุเป็นผลกัน เพราะจะทำให้การเพาะเห็ดหรือไม่ขึ้นพื้นที่รับแสงอาทิตย์ยังคงเท่าเดิม ควรทบทวนใหม่	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง
15	ต่อเนื่องจากข้อ 3) “กระแสไฟฟ้าก่อนเพาะเห็ดเฉลี่ยประมาณ 5.12 A ส่วนหลังเพาะเห็ดเฉลี่ยประมาณ 6.13 A เพิ่มขึ้นประมาณ 16.59%” กระแสที่ผลิตได้ก่อน-หลังนี้ไม่ควรนำมาเปรียบเทียบกันเพราะเป็นข้อมูลคนละช่วงเวลากัน กล่าวคือ คำอธิบาย	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง

	ตอนต้นหัวข้อ หัวข้อ 4.4.5 (ต้องแก้เป็น 3.4.5) บอกว่า ก่อนการเพาะเห็ดรวบรวมข้อมูลเดือน ม.ค.- ก.พ. 62 และ หลังเพาะเห็ดเป็นข้อมูลเดือน ก.พ.- พ.ค. ซึ่งค่าความเข้มแสงอาทิตย์ในช่วงเดือน ก.พ.-พ.ค. นั้นมีค่าสูงกว่า ม.ค.-ก.พ. อยู่มาก จึงน่าจะเป็นเหตุผลหลักที่ทำให้กระแสที่ผลิตได้มีค่าสูงขึ้นถึง 16% ดังนั้นการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ควรเปรียบเทียบระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในพื้นที่ที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว(SMU4-5 CH6-7) กับ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เพาะเห็ด (SMU6-7 CH6-7) “ในช่วงเวลาเดียวกัน” เพื่อจะได้ทราบปัจจัยของอุณหภูมิและความชื้นที่ส่งผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว (ความเข้มแสงเท่ากัน)	
16	หัวข้อ 4.4.6 (ต้องแก้เป็น 3.4.6) ได้กล่าวถึงตาราง 3.2 ซึ่งไม่สอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้อนี้ จึงทำให้ไม่ทราบรายละเอียดของระบบฯ ควรตรวจสอบ และควรแสดงรายละเอียดของระบบ เช่น Base case มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดกี่วัตต์จำนวนกี่แผง เป็นต้น เพราะมีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวัน	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง
17	ข้อสังเกต หัวข้อ 4.4.6 (ต้องแก้เป็น 3.4.6) ตาราง 3.3 แสดงให้เห็นว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 1.2% และ 1.7% แต่ในหัวข้อ หัวข้อ 4.4.5 (ต้องแก้เป็น 3.4.5) นั้น กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นถึง 16% ซึ่งผลการศึกษาทั้งสองหัวข้อนี้ ไม่สอดคล้องกัน	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในส่วนที่เกี่ยวข้อง
18	ในหัวข้อ 3.5 ตารางที่ 3.10, 3.12, 3.16 และ 3.18 ควรแสดงที่มาของมูลค่าผลประโยชน์ด้านไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น (บาท/ปี) ว่าคำนวณมาจากไหนอย่างไร เพราะค่าที่แสดงในตาราง เช่น 30 บาท/ปี หรือ 20 บาท/ปี นั้น คิดเป็นหน่วยไฟฟ้าแค่ 4-6 หน่วยต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณไฟฟ้าที่ต่ำมาก นอกจากนี้มูลค่าผลประโยชน์ด้านไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณผลตอบแทนอื่นและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น ควรตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณมูลค่าผลประโยชน์ด้านไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น อีกครั้งหนึ่ง	นักวิจัยรับทราบข้อเสนอแนะ และได้อธิบายเพิ่มแล้วในข้อ 3.5

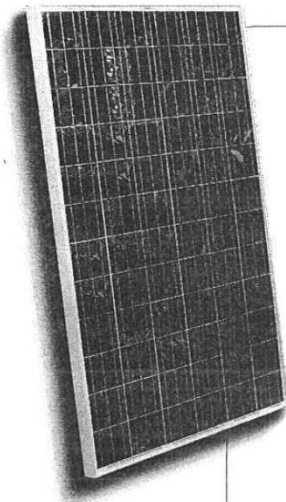
ภาคผนวก ค

รายละเอียดแผนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในโครงการ

SuperPoly STP295 - 24/Vd STP290 - 24/Vd

SUNTECH

295 Watt POLYCRYSTALLINE SOLAR MODULE



Features



High module conversion efficiency

Module efficiency up to 15.2% achieved through advanced cell technology and manufacturing capabilities



Self-cleaning & anti-reflective

Higher module efficiency from anti-reflective, hydrophobic layer with higher light absorption and minimal surface dust



Positive tolerance

Guaranteed positive tolerance of 5% delivers higher outputs reliably



Excellent weak light performance

Excellent performance under low light conditions



Extended wind and snow load tests

Module certified to withstand extreme wind (3800 Pascal) and snow loads (5400 Pascal) *



Suntech current sorting process

System output maximized by reducing mismatch losses up to 2% with modules sorted & packaged by amperage

Certifications and standards:
IEC, CE, PV Cycle, PCII, MCS



Trust Suntech to Deliver Reliable Performance Over Time

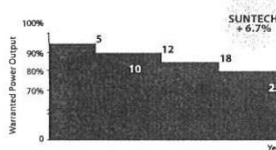
- World's No.1 manufacturer of crystalline silicon photovoltaic modules
- Unrivaled manufacturing capacity and world-class technology
- Rigorous quality control meeting the highest international standards: ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 and ISO 17025: 2005
- Tested for harsh environments (salt mist and ammonia corrosion testing: IEC 61701, DIN 50916:1985 T2)***

Newest Ingot Technology

Suntech's Vd module is based on the innovative and energy efficient casting mono production process which boosts power levels to that of mono crystalline cells.



Industry-leading Warranty based on Pnom



- Based on nominal power (Pnom)
- 25-year transferrable power output warranty: 5 years/95%, 12 years/90%, 18 years/85%, 25 years/80% ****
- Warrants 6.7% more than the market standard over 25 years
- 10-year material and workmanship warranty

Reliable IP67 Rated Junction Box



Supports multiple orientation installation. High performance low resistance connectors ensure maximum output for highest energy production.

* Please refer to Suntech Standard Module Installation Manual for details. **PV Cycle only for EU market.

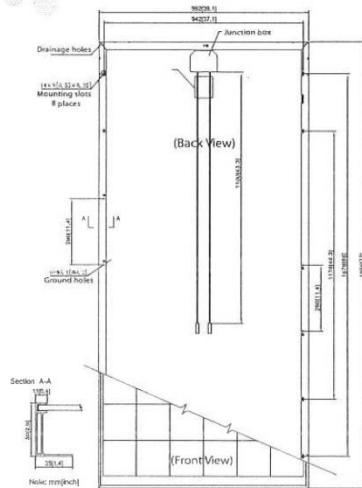
*** Please refer to Suntech Product Near-coast Installation Manual for details. **** Please refer to Suntech Product Warranty for details.

©Copyright 2012 Suntech Power

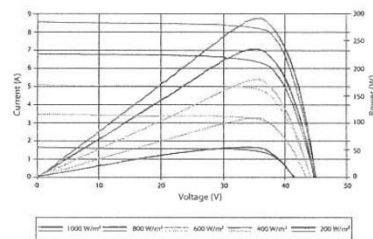
www.suntech-power.com

EN-EU-STD-VdP-NO1.01-Rev 2012

SuperPoly STP295 - 24/Vd STP290 - 24/Vd

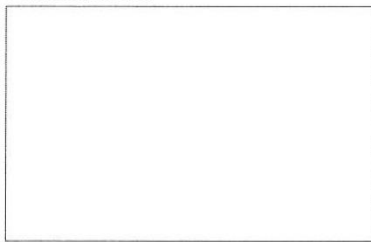


Current-Voltage & Power-Voltage Curve (295-24)



Excellent performance under weak light conditions: at an irradiance intensity of 200 W/m² (AM 1.5, 25 °C), 65.5% or higher of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved

Dealer information



Specifications are subject to change without further notification

Electrical Characteristics

STC	STP295-24/Vd	STP290-24/Vd
Optimum Operating Voltage (Vmp)	35.7 V	35.6 V
Optimum Operating Current (Imp)	8.27 A	8.15 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.1 V	45.0 V
Short Circuit Current (Isc)	8.57 A	8.42 A
Maximum Power at STC (Pmax)	295 W	290 W
Module Efficiency	15.2%	14.9%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C	
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC) / 600V DC (UL)	
Maximum Series Fuse Rating	20 A	
Power Tolerance	0/+5 %	

STC: Irradiance 1000 W/m², module temperature 25 °C, AM=1.5;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

NOCT	STP295-24/Vd	STP290-24/Vd
Maximum Power at NOCT (Pmax)	215 W	211 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	32.3 V	32.2 V
Optimum Operating Current (Imp)	6.66 A	6.56 A
Open Circuit Voltage (Voc)	41.3 V	41.2 V
Short Circuit Current (Isc)	6.90 A	6.80 A

NOCT: Irradiance 800 W/m², ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

Temperature Characteristics

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.44 %/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.33 %/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.055 %/°C

Mechanical Characteristics

Solar Cell	Polycrystalline silicon 156 × 156 mm (6 inches)
No. of Cells	72 (6 × 12)
Dimensions	1956 × 992 × 50mm (77.0 × 39.1 × 2.0 inches)
Weight	27.0 kgs (59.5 lbs.)
Front Glass	4.0 mm (0.16 inches) tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction Box	IP67 rated (3 bypass diodes)
Output Cables	TUV (2Pfg 1169:2007), UL 4703, UL44 4.0 mm² (0.006 inches²), symmetrical lengths (-) 1100mm (43.3 inches) and (+) 1100 mm (43.3 inches)
Connectors	H4 connectors(MC4 connectable)

Packing Configuration

Container	20' GP	40' GP	40' HC
Pieces per pallet	21	21	21
Pallets per container	5	12	24
Pieces per container	105	252	504

E-mail: sales@suntech-power.com

www.suntech-power.com

EN-EU-STD-VdP-NO1.01-Rev.2012

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut

ZEICHENGENEHMIGUNG MARKS APPROVAL

Suntech Power Holding Co.Ltd.
No. 12 Xinhua Road
214028 WUXI NEW DISTRICT
Jiangsu
CHINA

ist berechtigt, für ihr Produkt /
is authorized to use for their product

Terrestrische Photovoltaik-Module mit Silizium-Solarzellen
Crystalline silicon terrestrial photovoltaic modules

die hier abgebildeten markenrechtlich geschützten Zeichen
für die ab Blatt 2 aufgeführten Typen zu benutzen /
the legally protected Marks as shown below for the types referred to on page 2 ff.



Geprüft und zertifiziert nach /
Tested and certified according to

DIN EN 61215 (VDE 0126-31):2006-02; EN 61215:2005-08
DIN EN 61730-1 (VDE 0126 Teil 30-1):2007-10; EN 61730-1:2007-05
DIN EN 61730-2 (VDE 0126 Teil 30-2):2007-10; EN 61730-2:2007-05
IEC 61215(ed.2)
IEC 61730-1(ed.1)
IEC 61730-2(ed.1)

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH
VDE Testing and Certification Institute
Zertifizierungsstelle / Certification

VDE Zertifikate sind nur gültig bei Veröffentlichung unter:
VDE certificates are valid only when published on:

VDE

Aktenzeichen: 5009732-3972-0001 / 148897
File ref.:

Ausweis-Nr. 40021884
Certificate No.

Blatt 1
Page

Weitere Bedingungen siehe Rückseite und Folgebblätter /
further conditions see overleaf and following pages

Offenbach, 2007-08-22
(letzte Änderung/updated 2011-12-14)

<http://www.vde.com/zertifikat>
<http://www.vde.com/certificate>



VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut
Zeichengenehmigung

Ausweis-Nr. / Blatt /
Certificate No. page
40021884 2

Name und Sitz des Genehmigungs-Inhabers / Name and registered seat of the Certificate holder

Suntech Power Holding Co.Ltd., No. 12 Xinhua Road, 214028 WUXI NEW DISTRICT, Jiangsu,
CHINA

Aktenzeichen / File ref.

5009732-3972-0001 / 148897 / FG82 / ROT

letzte Änderung / updated Datum / Date

2011-12-14 2007-08-22

Dieses Blatt gilt nur in Verbindung mit Blatt 1 des Zeichengenehmigungsausweises Nr. 40021884
This supplement is only valid in conjunction with page 1 of the Certificate No. 40021884.

Terrestrische Photovoltaik-Module mit Silizium-Solarzellen
Crystalline silicon terrestrial photovoltaic modules

Typ(en) / Type(s):

- A) STPXXS-18/U_b
- A) STPXXX-18/U_b
- B) STPXXS-18/U_{db}
- B) STPXXX-18/U_{db}
- B) STPXXS-18/U_d
- B) STPXXX-18/U_d
- C) STPXXS-24/V_b
- C) STPXXX-24/V_b
- D) STPXXS-24/V_d
- D) STPXXX-24/V_{db}
- D) STPXXX-24/V_d
- D) STPXXX-24/V_{db}
- E) STPXXS-20/W_d
- E) STPXXS-20/W_{db}
- E) STPXXX-20/W_d
- E) STPXXX-20/W_{db}
- E) STPXXS-20/W_d+
- E) STPXXS-20/W_{db}+
- E) STPXXX-20/W_d+
- E) STPXXX-20/W_{db}+
- F) STPXXS-24/V_{dx}
- F) STPXXX-24/V_{dx}
- G) STPXXE-12/TEA
- G) STPXXD-12/TEA
- H) STPXXS-24/A_d
- H) STPXXX-24/A_d
- H) STPXXS-24/A_d+
- H) STPXXS-24/A_{db}
- H) STPXXX-24/A_{db}
- H) STPXXS-24/A_{db}+
- I) STPXXS-12/J_d
- I) STPXXX-12/J_d
- I) STPXXS-12/J_d+
- I) STPXXS-12/J_{db}
- I) STPXXX-12/J_{db}
- I) STPXXS-12/J_{db}+

Fortsetzung siehe Blatt 3 /
continued on page 3

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH • Testing and Certification Institute

Merianstrasse 28, D-63069 Offenbach

Phone + 49 (0) 69 83 06-0
Telefax + 49 (0) 69 83 06-555

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut
Zeichengenehmigung

Ausweis-Nr. / Blatt /
Certificate No. page
40021884 3

Name und Sitz des Genehmigungs-Inhabers / Name and registered seat of the Certificate holder

Suntech Power Holding Co.Ltd., No. 12 Xinhua Road, 214028 WUXI NEW DISTRICT, Jiangsu,
CHINA

Aktenzeichen / File ref.

5009732-3972-0001 / 148897 / FG82 / ROT

letzte Änderung / updated Datum / Date
2011-12-14 2007-08-22

Dieses Blatt gilt nur in Verbindung mit Blatt 1 des Zeichengenehmigungsausweises Nr. 40021884
This supplement is only valid in conjunction with page 1 of the Certificate No. 40021884.

J) MSZ-XXXB-C
J) MSZ-XXXJ-C
J) MSZ-XXXB-D
J) MSZ-XXXJ-D
J) MSZ-XXXB-E
J) MSZ-XXXJ-E
K) STPXXX-VRM-1
K) STPXXXS-VRM-1
L) STPXXX-VRM-1.5
L) STPXXXS-VRM-1.5

Typenschlüssel

Types code

XXX im Typ ersetzt die Leistung in Watt bei STC und kann
jeder Wert sein zwischen:

*XXX in the type replaces the power in Watt at STC and can be
any number between:*

170 - 230
Für / for A), B)
220 - 310
Für / for C), D), F), K), L)
110 - 140
Für / for G)
210 - 265
Für / for E)
70 - 100
Für / for I)
140 - 205
Für / for H), J)

Max. Systemspannung
Max. system voltage

DC 1000 V

Schutzklasse
Class

II

Anwendungsklasse
Class of application

A

Brennbarkeitsprüfung
Burning test

Brandklasse C
Fire rating class C

Fortsetzung siehe Blatt 4 /
continued on page 4

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH * Testing and Certification Institute

Meriansrasse 28, D-63069 Offenbach

Phone + 49 (0) 69 83 06-0
Telefax + 49 (0) 69 83 06-555

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut
Zeichengenehmigung

Ausweis-Nr. / Blatt /
Certificate No. page
40021884 4

Name und Sitz des Genehmigungs-Inhabers / *Name and registered seat of the Certificate holder*
Suntech Power Holding Co.Ltd., No. 12 Xinhua Road, 214028 WUXI NEW DISTRICT, Jiangsu,
CHINA

Aktenzeichen / *File ref.*
5009732-3972-0001 / 148897 / FG82 / ROT

letzte Änderung / *updated* Datum / *Date*
2011-12-14 2007-08-22

Dieses Blatt gilt nur in Verbindung mit Blatt 1 des Zeichengenehmigungsausweises Nr. 40021884
This supplement is only valid in conjunction with page 1 of the Certificate No. 40021884.

Absicherung <i>Fuse</i>	max. 15 A Für / <i>for</i> H), I), J) max. 20 A Für / <i>for</i> A), B), C), D), E), F), G), K), L)
Weitere Angaben <i>Further information</i>	siehe Anlage 1 - 6 <i>see Annex 1 - 6</i>

Dieser Zeichengenehmigungs-Ausweis bildet eine Grundlage für die EG-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung durch den Hersteller oder dessen Bevollmächtigten und bescheinigt die Konformität mit den grundlegenden Schutzanforderungen der **EG-Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG** mit ihren Änderungen.

This Marks Approval is a basis for the EC Declaration of Conformity and the CE Marking by the manufacturer or his agent and proves the conformity with the essential safety requirements of the EC Low-Voltage Directive 2006/95/EC including amendments.

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH
VDE Testing and Certification Institute
Fachgebiet FG82
Section FG82

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH * Testing and Certification Institute

Merianstrasse 28, D-63069 Offenbach

Phone + 49 (0) 69 83 06-0
Telefax + 49 (0) 69 83 06-555

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut
Zeichengenehmigung

Ausweis-Nr. / Beiblatt /
Certificate No. Supplement
40021884

Name und Sitz des Genehmigungs-Inhabers / Name and registered seat of the Certificate holder
Suntech Power Holding Co.Ltd., No. 12 Xinhua Road, 214028 WUXI NEW DISTRICT, Jiangsu,
CHINA

Aktenzeichen / File ref.
5009732-3972-0001 / 148897 / FG82 / ROT

letzte Änderung / updated Datum / Date
2011-12-14 2007-08-22

Dieses Beiblatt ist Bestandteil des Zeichengenehmigungsausweises Nr. 40021884.
This supplement is part of the Certificate No. 40021884.

Terrestrische Photovoltaik-Module mit Silizium-Solarzellen
Crystalline silicon terrestrial photovoltaic modules

Fertigungsstätte(n)
Place(s) of manufacture

Referenz/Reference
30017172 Wuxi Suntech Power Co., Ltd.
16 Xinhua Road
New District
214028 WUXI CITY
Jiangsu
CHINA

Referenz/Reference
30018798 Suntech Power Japan Corporation
Nagano Plant
825-1 Yasuhara
Saku-shi
NAGANO 385-0004
JAPAN

Referenz/Reference
30020984 Solartron Public Company Ltd.
Soi Sukhumvit
1000/65, 66, 67 P.B. Tower 16th floor
TH-10110 NORTH KLONGTAN, WATTANA, BANGKOK

Referenz/Reference
30020766 Xiang Tai New Energy
(Suzhou) Co. Ltd.
1500 RuYuan Road, Xiang Cheng District
215131 SUZHOU
Jiangsu
CHINA

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH
VDE Testing and Certification Institute
Fachgebiet FG82
Section FG82

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH * Testing and Certification Institute

Merianstrasse 28, D-63069 Offenbach

Phone + 49 (0) 69 83 06-0
Telefax + 49 (0) 69 83 06-555

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut
Zeichengenehmigung

Ausweis-Nr. / Infoblatt /
Certificate No. Info sheet
40021884

Name und Sitz des Genehmigungs-Inhabers / Name and registered seat of the Certificate holder
Suntech Power Holding Co.Ltd., No. 12 Xinhua Road, 214028 WUXI NEW DISTRICT, Jiangsu,
CHINA

Aktenzeichen / File ref.
5009732-3972-0001 / 148897 / FG82 / ROT

letzte Änderung / updated Datum / Date
2011-12-14 2007-08-22

Dieses Blatt gilt nur in Verbindung mit Blatt 1 des Zeichengenehmigungsausweises Nr. 40021884
This supplement is only valid in conjunction with page 1 of the Certificate No. 40021884.

Genehmigung zum Benutzen des auf Seite 1 abgebildeten markenrechtlich geschützten Zeichens des VDE:

Grundlage für die Benutzung sind die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH (www.vde.com/AGB-Institut). Das Recht zur Benutzung erstreckt sich nur auf die bezeichnete Firma mit den genannten Fertigungsstätten und die oben aufgeführten Produkte mit den zugeordneten Bezeichnungen. Die Fertigungsstätte muss so eingerichtet sein, dass eine gleichmäßige Herstellung der geprüften und zertifizierten Ausführung gewährleistet ist. Die Genehmigung ist so lange gültig wie die VDE-Bestimmungen gelten, die der Zertifizierung zugrunde gelegen haben, sofern sie nicht auf Grund anderer Bedingungen aus der VDE Prüf- und Zertifizierungsordnung (PM102) zurückgezogen werden muss. Der Gültigkeitszeitraum einer VDE-GS-Zeichengenehmigung kann auf Antrag verlängert werden. Bei gesetzlichen und / oder normativen Änderungen kann die VDE-GS-Zeichengenehmigung ihre Gültigkeit zu einem früheren als dem angegebenen Datum verlieren. Produkte, die das Biozid Dimethylfumarat (DMF) enthalten, dürfen gemäß der Kommissionsentscheidung 2009/251/EG nicht mehr in den Verkehr gebracht oder auf dem Markt bereitgestellt werden. Der VDE-Zeichengenehmigungsausweis wird ausschließlich auf der ersten Seite unterzeichnet.

Approval to use the legally protected Mark of the VDE as shown on the first page:

Basis for the use are the general terms and conditions of the VDE Testing and Certification Institute (www.vde.com/terms-institute). The right to use the mark is granted only to the mentioned company with the named places of manufacture and the listed products with the related type references. The place of manufacture shall be equipped in a way that a constant manufacturing of the certified construction is assured.

The approval is valid as long as the VDE specifications are in force, on which the certification is based on, unless it is withdrawn according to the VDE Testing and Certification Procedure (PM102E).

The validity period of a VDE-GS-Mark Approval may be prolonged on request. In case of changes in legal and / or normative requirements, the validity period of a VDE-GS-Mark Approval may be shortened.

Products containing the biocide dimethylfumarate (DMF) may not be marketed or made available on the EC market according to the Commission Decision 2009/251/EC.

The approval is solely signed on the first page.



Certificate of Compliance

Certificate: 2323920

Master Contract: 242937

Project: 2486681

Date Issued: December 21, 2011

Issued to: Suntech Power Holdings Co Ltd
17-6 Chang Jiang S Rd
Wuxi, 214028
China

The products listed below are eligible to bear the CSA Mark shown with adjacent indicators 'C' and 'US' for Canada and US or with adjacent indicator 'US' for US only or without either indicator for Canada only.



Brij Aggarwal

Issued by: Brij Aggarwal, P.Eng.

PRODUCTS

CLASS 5311 10 - POWER SUPPLIES - Photovoltaic Modules and Panels

CLASS 5311 90 - POWER SUPPLIES - Photovoltaic Modules and Panels - Certified to US Standards

Photovoltaic Modules with maximum system voltage of 600 V dc and Class C fire class rating, Model Series STPXXX-24/Vd, STPXXXS-24/Vd, STPXXX-24/Vdb, STPXXXS-24/Vdb, where 'XXX' is the power output from 220 W to 310 W, Model Series STPXXX-18/Ud, STPXXXS-18/Ud, STPXXX-18/Udb, STPXXXS-18/Udb, where 'XXX' is the power output from 170 W to 230 W, Model Series STPXXX-20/Wd, STPXXXS-20/Wd, where 'XXX' is the power output from 210 W to 265 W, and Model Series STPXXX-24/Vdx, where 'XXX' is the power output from 220 W to 290 W, with the following electrical ratings typical at 280, 210 and 240, 280 W respectively @ Standard Test Condition (STC):

Open Circuit Voltage (Voc): 44.8 /33.6/37.2/44.8 V dc

Short Circuit Current (Isc): 8.33/8.33/8.43/8.33 A

Operating Voltage (Vpmax): 35.2/26.4/ 30.2/35.2 V dc

Current at Operating Voltage (Ipmax): 7.95/7.95/7.95/7.95 A



Certificate: 2323920

Master Contract: 242937

Project: 2486681

Date Issued: December 21, 2011

Notes:

Rated electrical characteristics are within $\pm 10\%$ of measured values at Standard Test Conditions of 100 mW/cm² irradiance, AM 1.5 spectrum, and 25°C.

APPLICABLE REQUIREMENTS

ULC/ORD- C1703-01 - Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels

UL 1703-3rd Edition - Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels

ภาคผนวก ง

คู่มือการเพาะเห็ดไต้หวันพลังงานแสงอาทิตย์

คู่มือการเพาะเห็ด

ไต้หวันเซลล์แสงอาทิตย์



กฟผ.



KAPI

คู่มือการเพาะเห็ดได้แก่เซลล์แสงอาทิตย์

จัดทำโดย

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

พิมพ์ครั้งที่ 1

มิถุนายน 2562

ISBN: 978-616-278-521-4

คณะจัดทำ

ดร.วรารณ อภิวัฒนาภักดิ์

ดร.พิลาณี ไฉนอมสัจย์

ดร.วรารุณี ศุภมิตรมงคล

นางสาวจิราภรณ์ มีลักษณะ

นางสาวปณิดา อุไทย

สถานที่ติดต่อ

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 02-942-8600-3 เว็บไซต์ www.kapi.ku.ac.th



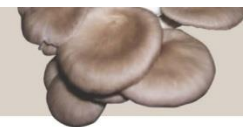


คำนำ

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากมลพิษ ปัจจุบันถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก เป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูงสามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่หมดสิ้น โดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้า เพื่อเสริมความมั่นคงให้ระบบไฟฟ้าของประเทศไทยและยังช่วยลดปัญหาโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง

ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ดำเนินการในลักษณะวางเรียงติดกันเป็นแผงหน้ากระดานบนพื้นดิน และมีช่องว่างสำหรับการถ่ายเทอากาศ และการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งใช้พื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นจึงเป็นการเสียการใช้ประโยชน์พื้นที่ภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในกรณี ที่เม่นกวิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจความเป็นไปได้เบื้องต้น พบว่า ภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการประยุกต์ใช้ประโยชน์ในทางใดทางหนึ่ง จึงมีแนวคิดว่าหากสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่สำหรับการเพาะเห็ดซึ่งต้องการอุณหภูมิในระดับที่ไม่สูงมากเกินไป ก็จะสามารถลดการสูญเสียพื้นที่จากการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างดี

ในโครงการนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ด้านทุนวิจัยจากโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) – สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และพื้นที่ทดลอง จาก บริษัท บีซีพีจี จำกัด ณ โรงผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยได้พัฒนารูปแบบการเพาะเห็ดให้เหมาะสมกับพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีลักษณะไม่สูงมากนัก รูปแบบการพัฒนาดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในพื้นที่อื่นได้ เป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ



สารบัญ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ด	1
การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก	5
การผลิตเชื้อรุ้น	9
การเชื้อเนื้อเยื่อเห็ดลงอาหารรุ้น	11
การผลิตหัวเชื้อเห็ด	13
การทำก้อนเห็ด	14
การเชื้อเชื้อเห็ด	16
การเปิดดอกในโรงเรือน	17
ลักษณะการเปิดดอกของเห็ดนางฟ้าภูฐานและเห็ดขอนขาว	18
ลักษณะโรงเรือนเพาะเห็ดภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์	19
การคำนวณต้นทุน	21
บรรณานุกรม	23





คู่มือการเพาะเห็ดได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ด

เห็ด คือราขนาดใหญ่สามารถสร้างสปอร์ได้จากส่วนของดอกเห็ด เมื่อสปอร์ตกลงสู่พื้นจึงเจริญเป็นเส้นใยแล้วเกิดการรวมตัวกันของเส้นใยจนกลายเป็นดอกเห็ด ดังแสดงในภาพที่ 1 เห็ดถูกใช้ในการประกอบอาหารมาช้านานซึ่งได้ถูกยกย่องว่าเป็น “อาหารมหัศจรรย์” เนื่องจาก นอกจากจะใช้เป็นอาหารแล้ว ยังมีสรรพคุณในการป้องกันและรักษาโรคต่างๆ ได้อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย ดังนั้น จึงทำให้มีการผลิตและบริโภคเห็ดไปทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย ทั้งนี้ การเก็บเห็ดจากแหล่งธรรมชาติเพื่อการบริโภคจึงมีปริมาณไม่เพียงพอ ส่งผลให้มีการส่งเสริมให้ความรู้ในการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกเพื่อการบริโภคในประเทศและส่งออกยังต่างประเทศ ในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยสามารถผลิตเห็ดได้ผลผลิตรวม 120,000 ตันต่อปี โดยแบ่งตามชนิดเห็ดได้ ดังนี้ เห็ดฟาง 55% เห็ดสกุลนางรม 20% เห็ดหูหนู 12% เห็ดเข็มทอง, เห็ดถลม, เห็ดแครง และเห็ดอื่นๆ 10% เห็ดหอม 3% ซึ่งนำไปใช้บริโภคภายในประเทศ ส่งออกหรือแช่แข็ง ใช้ในโรงงานกระป๋อง และอบแห้ง เห็ดแต่ละชนิดมีราคาที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ราคาขายของเห็ดในตลาดปัจจุบัน ณ วันที่ 6 พฤษภาคม 2562

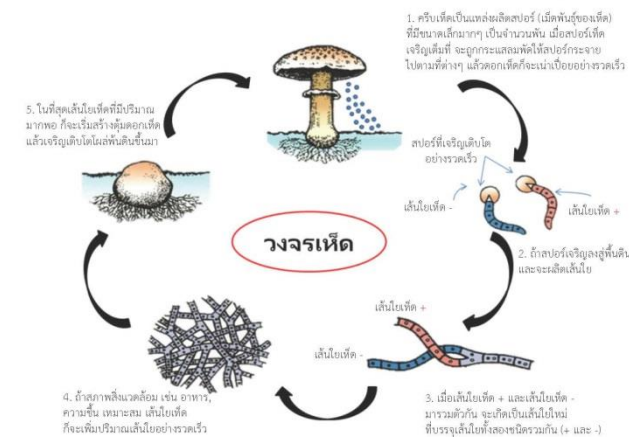
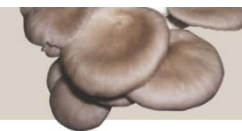
ชนิดเห็ด	ราคาสูงสุด	ราคาต่ำสุด	ราคาเฉลี่ย
เห็ดนางฟ้า	120.00	100.00	110.00
เห็ดขอนขาว	120.00	120.00	120.00

ที่มา: ตลาดไทย, 2562



1

คู่มือการเพาะเห็ดได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 1 วงจรเห็ด

ที่มา: http://www.industry.in.th/dip/knowledge_detail.php?id=2663&uid=46554

ปัจจุบันคนไทยหันมาบริโภคเห็ดมากขึ้นเนื่องจากเห็ดมีคุณค่าทางอาหารและสรรพคุณทางยามากมาย เช่น มีโปรตีน ไขมัน ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์และย่อยง่าย เราสามารถเพาะเห็ดเหล่านี้ให้เป็นเห็ดเศรษฐกิจได้โดยการเพาะในถุง การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกกำลังเป็นที่นิยมทำกันมากโดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพวกขี้เลื่อย ไม้ชนิดต่างๆ หรือฟางข้าวผสมอาหารเสริม มาเป็นวัสดุเพาะเลี้ยง สามารถทำได้ง่าย การดูแลไม่ยุ่งยาก การลงทุนไม่สูงมาก และเพาะได้ตลอดทั้งปี



2



คู่มือการเพาะเห็ดได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะเห็ด นอกจากวัสดุที่นำมาทำเป็นก้อนเห็ดแล้วยังมีอีกหลายปัจจัย ดังนี้ (เอกรินทร์, 2510)

1. การถ่ายเทอากาศ เห็ดต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในระยะของการเจริญเส้นใยทำให้เส้นใยเจริญเติบโตได้ดี แต่ในช่วงของการออกดอก ออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นโรงเรือนควรเป็นแบบที่ถ่ายเทอากาศได้ดี ไม่เช่นนั้นดอกเห็ดที่ออกมาจะไม่สมบูรณ์ ดอกเล็ก ก้านยาวผิดปกติ
2. ความเป็นกรดเป็นด่าง เห็ดเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่เป็นกลางหรือกรดอ่อน ถ้าอาหารมีสภาวะที่เป็นกรดมากเกินไปก้อนเห็ดจะไม่ออกดอกหรือออกดอกได้น้อย
3. แสงสว่าง มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดและการออกดอกออกมาแสงจะกระตุ้นการรวมตัวของเส้นใยเห็ดให้เป็นดอกเห็ด โดยเห็ดต่างชนิดกันจะมีความต้องการแสงที่ต่างกัน และจะมีผลต่อการเจริญของดอกเห็ดต่างกัน เช่น ถ้าเห็ดหูหนูได้แสงมากก็จะทำให้สีเห็ดมีสีเข้ม ถ้าแสงน้อยดอกเห็ดจะมีสีซีด
4. ความชื้นสัมพัทธ์ เห็ดเจริญได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสูง โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความชื้นในวัสดุเพาะเห็ด ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 60-65% ถ้าความชื้นมากกว่านี้จะทำให้เส้นใยอ่อนแอ เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อราชนิดอื่นและแบคทีเรียได้ อีกประเภทหนึ่งคือความชื้นในอากาศ ในระยะเปิดดอกเห็ดต้องการความชื้นสูง ถ้าความชื้นน้อยเกินไป ดอกเห็ดจะมีสีเหลือง เจริญเติบโตไม่ดี แต่ถ้ามากเกินไปคุณภาพของดอกเห็ดจะต่ำ เนื่องจากขุมน้ำมากเกินไป ความชื้นในอากาศที่เหมาะสมต่อการออกดอกอยู่ในช่วง 70-80%



คู่มือการเพาะเห็ดได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์



การปนเปื้อนของเชื้อรา เนื่องจากความชื้นจากวัสดุเพาะเห็ดมากเกินไป



ดอกเห็ดมีสีเหลือง เจริญเติบโตไม่ดี เนื่องจากความชื้นในอากาศน้อยเกินไป

ที่มา: <https://pantip.com/topic/30872455> และ <https://board.postjung.com/891301>

5. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในระยะการเจริญเติบโตของเส้นใยและระยะออกดอกของเห็ด ซึ่งเห็ดแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมต่างกันในแต่ละระยะ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และแสงที่เหมาะสมในการเพาะเห็ด

ชนิดเห็ด	อุณหภูมิ (°C)		ระยะที่เจริญเป็นดอกเห็ด	
	ระยะเส้นใย	ระยะออกดอก	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	แสง
นางฟ้า	22-25	28-35	70-90	น้อย
ขอนขาว	28-32	30-35	70-90	น้อย

ที่มา: <https://hug-hed.blogspot.com/2015/07/factors-affect-mushroom-growth.html>





คู่มือการเพาะเห็ดได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

เห็ดที่จะทำการเพาะในถุงพลาสติก ได้แก่

1. เห็ดนางฟ้าภูฐาน
2. เห็ดขอนขาว

ลักษณะโดยทั่วไปของเห็ดแต่ละชนิดคือ

เห็ดนางฟ้าภูฐาน

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer

ชื่อสามัญ: เห็ดนางฟ้า

ลักษณะดอก: หมวกเห็ดเป็นทรงคล้ายใบพัดสีน้ำตาลอ่อนแกมเทา มีผิวค่อนข้างเรียบสีขาว ส่วนด้านล่างของเห็ดจะมีครีบแคบๆ และเรียวยาวลงไปถึงก้านซึ่งมีสีขาว โคนเห็ดจะเล็ก เรียวและเชื่อมติดกัน

ระยะบ่มเชื้อ: เส้นใยเจริญเต็มก่อนอาหารใช้เวลา 30-40 วัน ที่อุณหภูมิ 22-25 °ซ

ระยะออกดอก: เห็ดออกดอกเก็บไว้ได้นาน 3-4 เดือน ที่อุณหภูมิ 28-35 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70-90% ต้องการแสงน้อย

ความพร้อมของก้อน: พร้อมเปิดดอกหลังจากเส้นใยเจริญเต็มก่อนแล้วอีกประมาณ 5-7 วัน

รอบในการออกดอก: แต่ละชุดห่างกัน 5-7 วัน ประมาณ 8-12 ชุด (3-4 เดือน)

ผลผลิตเฉลี่ย: 300-400 กรัม ต่อ ก้อนเห็ด 1 ถุง

ประโยชน์ทางยา: ลดระดับคอเลสเตอรอล มีโปรตีนสูง ทำให้ระบบการทำงานของหัวใจดีขึ้น มีวิตามินซีสูง ช่วยแก้การคันตามผิวหนัง ช่วยเสริมสร้างภูมิต่างๆ ให้แก่ร่างกาย

เมนูอาหาร: เห็ดนางฟ้าภูฐานผัดไข่ ต้มยำเห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดนางฟ้าภูฐานชุบแป้งทอด แหนมเห็ดนางฟ้าภูฐาน



5

คู่มือการเพาะเห็ดได้แมลงเซลล์แสงอาทิตย์



เห็ดขอนขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Lentinus squarrosulus* Mont.

ชื่อสามัญ: เห็ดขอนขาว

ลักษณะดอก: หมวกเห็ดมีรอยปุ่มตรงกลางเล็กน้อย ขนาดของหมวกเห็ดไม่ใหญ่มากและมีก้านชูดอกเห็ด มีสีขาวทั้งหมวกเห็ดและก้านเห็ด

ระยะบ่มเชื้อ: เส้นใยเจริญเต็มก่อนอาหารใช้เวลา 35-45 วัน ที่อุณหภูมิ 28-32 °ซ

ระยะออกดอก: เห็ดออกดอกเก็บไว้ได้นาน 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30-35 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 70-90% ต้องการแสงน้อย

ความพร้อมของก้อน: พร้อมเปิดดอกหลังจากเส้นใยเจริญเต็มก่อนแล้วอีกประมาณ 10-15 วัน

รอบในการออกดอก: แต่ละชุดห่างกัน 3-5 วัน ประมาณ 6-8 ชุด (2-3 เดือน)

ผลผลิตเฉลี่ย: 200-250 กรัม ต่อ ก้อนเห็ด 1 ถุง

การเปิดดอก: พับปากถุง หรือตัดปากถุงออก

ประโยชน์ทางยา: มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันและยับยั้งการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยระบบขับถ่าย แก้พิษไข้และขับของเสียออกจากร่างกาย ป้องกันอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ ป้องกันโรคเบาหวาน ปรับระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาล

เมนูอาหาร: ยำเห็ดขอนขาว ต้มยำเห็ดขอนขาว หมกเห็ดขอนขาวใส่ไข่ ต้มโคล้งเห็ดขอนขาว ลาบ แกงเห็ด และเห็ดขอนขาวทอด



6



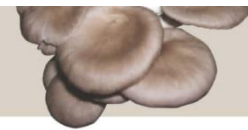
คู่มือการเพาะเห็ดได้แมงเซลล์แสงอาทิตย์

ปัญหาในการเพาะเห็ด (พิมพ์กานต์, 2544 และ ifarm, 2560)

1. ก่อนเชื้อเกิดราดำ ราเขียว ราจุดไข่ปลาและราส้ม เนื่องจากบริเวณที่ใส่เชื้อเห็ดลงในก้อนเห็ดไม่สะอาด มีลม หรืออาจเกิดจากการนึ่งก้อนเห็ดที่ใช้ความร้อนไม่สูงพอ
แก้ไข โดยการนึ่งก้อนเห็ดให้ได้ความร้อน 100 °ซ เป็นเวลานาน 3-4 ชั่วโมง และเลือกสถานที่ใส่เชื้อเห็ดลงก้อนเห็ดที่สะอาดและไม่มีลมพัด
2. เกิดการปนเปื้อนในเมล็ดธัญพืชในขั้นตอนเตรียมหัวเชื้อ เนื่องจากการทำความสะอาดเมล็ดธัญพืชไม่ดี
แก้ไข แช่เมล็ดธัญพืชในน้ำค้างไว้ 1 คืน เพื่อกระตุ้นให้แบคทีเรียไม่อยู่ในระยะที่ทนความร้อนได้คือระยะเอนโดสปอร์
3. เส้นใยเห็ดไม่เจริญ เนื่องจากนึ่งฆ่าเชื้อนานเกินไป หรือสูตรอาหารไม่เหมาะสมกับเชื้อเห็ดชนิดนั้น
แก้ไข ลดเวลาในการนึ่งฆ่าเชื้อ หรือเปลี่ยนสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ
4. เส้นใยเห็ดเจริญไม่ดี ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากเส้นใยของหัวเชื้อไม่กระจายทั่วเมล็ดธัญพืช ปริมาณเชื้อเห็ดเริ่มต้นมีน้อยเกินไป หรือเกิดจากการปนเปื้อนของแบคทีเรีย
แก้ไข เขย่าขวดให้เชื้อกระจายให้ทั่วขวด หรือเขย่าเส้นใยลงในขวดหัวเชื้อให้มากขึ้น หรือทำเชื้อให้บริสุทธิ์แล้วเอาเชื้อเห็ดที่บริสุทธิ์มาใช้ หรือเพิ่มเวลาในการฆ่าเชื้อในขวดเมล็ดธัญพืชมากขึ้น
5. ก้อนเห็ดบวมใหญ่จะเห็นเป็นเส้นใยเห็ดจับตัวเป็นเส้นขาวๆ หนา ทำให้เห็ดออกดอกน้อย ไม่สมบูรณ์ ไม่แข็งแรง
แก้ไข ให้ขยับคอก้อนเห็ดให้ออกเล็กน้อยให้มีอากาศเข้าไปในก้อนเห็ด



คู่มือการเพาะเห็ดได้แมงเซลล์แสงอาทิตย์



6. ถ้าด้านหน้าก้อนเห็ดไม่ออกดอกแล้ว เนื่องจากเห็ดออกไปหลายรอบ ด้านหน้าก้อนเห็ดเริ่มช้ำ
แก้ไข ให้ปิดจุดด้านหน้า แล้วกรีดด้านข้างก้อนเห็ดจะทำให้เห็ดออกดอกได้อีก
7. มีแมลงหวี่ซึ่งเป็นสาเหตุให้ดอกเห็ดหักงอ
แก้ไข ใช้น้ำส้มควันไม้ฉีดพ่นรอบๆ โรงเห็ด

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกมีขั้นตอนดังนี้ แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

ซึ่งมีขั้นตอนหลักๆ อยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้





การผลิตเชื้อวุ้น

อุปกรณ์

1. หลอดแก้ว/ขวดแบน
2. เตาและหม้อต้ม
3. ผ้ากรอง
4. หม้อต้มแรงดัน (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

- | | |
|---------------------|---------------|
| 1. มันฝรั่ง | 200 กรัม/ลิตร |
| 2. ผงวุ้น | 20 กรัม/ลิตร |
| 3. น้ำตาลกลูโคส | 20 กรัม/ลิตร |
| 4. น้ำกลั่น/น้ำกรอง | 1 ลิตร |

ขั้นตอนการเตรียมอาหาร แสดงในภาพที่ 3

1. นำมันฝรั่งมาปอกเปลือก แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดเท่ากับลูกเต๋า หรือ ขนาด $1 \times 1 \times 1$ ซม.
2. นำมันฝรั่งมาต้มกับน้ำสะอาด ประมาณ 1 ลิตร โดยใช้ไฟอ่อนถึงปานกลาง จนมันฝรั่งสุก สังเกตโดยมันฝรั่งไม่มีสีขุ่นๆ ตรงกลาง นำมาบดแล้วนึ่งไม่แห้งเป็นไต
3. กรองเอากากมันฝรั่งออก ปรับปริมาณให้ได้ 1 ลิตร เติมน้ำตาลกลูโคสอัตรา 20 กรัมต่อลิตร คนจนกระทั่งน้ำตาลละลายหมด
4. นำวุ้นทรานางเจ็คน้ำหนัก 20 กรัม ผสมกับน้ำเย็นปริมาณเล็กน้อย เพราะถ้าใส่ลงไปในส่วนผสมในลักษณะเป็นผง จะทำให้อาหารวุ้นจับกันเป็นก้อน หลังจาก ที่นำวุ้นผสมกับน้ำเย็นแล้ว จึงเทใส่ลงในส่วนผสม พร้อมกับกวนอยู่ตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารวุ้นไหม้บริเวณก้นหม้อ



5. เมื่ออาหารวุ้นละลายหมดแล้ว จึงนำอาหารมาบรรจุขวดแบนหรือขวดกึ่งประมาณ ขวดละ 20-30 มิลลิตร (ประมาณ 1 ใน 4 ของขวดหรือ 1 ใน 5 ของหลอดแก้ว) ระวังอย่าให้อาหารเบียดปากขวด จากนั้นใช้จุกสำลีอุดปากขวด แล้วหุ้มด้วยกระดาษ ใช้ยางรัดให้เรียบร้อย
6. นำขวดอาหารวุ้นมานึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 15-20 นาที
7. ขวดอาหารวุ้นที่ผ่านการนึ่งแล้ว ก่อนที่อาหารวุ้นจะแข็งตัว ให้นำขวดอาหารวุ้น มาวางในลักษณะนอน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวของอาหารวุ้น และเมื่ออาหารวุ้นแข็งตัวดีแล้ว ก็สามารถนำไปใช้เลี้ยงเชื้อเห็ดได้ต่อไป



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมอาหารวุ้น (PDA)



การเชื่อมเนื้อเยื่อเห็ดลงอาหารรุ้น

การเชื่อมเนื้อเยื่อเห็ดลงอาหารรุ้น ดังแสดงในภาพที่ 4

1. เตรียมบริเวณที่เชื่อมต่อให้สะอาด ทำความสะอาดด้วยเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นบริเวณที่ไม่มีลมพัดผ่าน และต้องจุดตะเกียงแอลกอฮอล์ไว้ตลอดเวลา ที่ทำการเชื่อมต่อ
2. ทำความสะอาดมือทั้ง 2 ข้างด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
3. เตรียมดอกเห็ดที่สมบูรณ์ แข็งแรง สด สะอาด และดอกใหญ่ แล้วฉีกดอกเห็ดออกจากนั้นทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์แล้วฉีกไฟผ่านไฟผ่านมา 2-3 ครั้ง จากนั้นนำมาตัดเนื้อเยื่อเห็ดด้านในดอกเห็ดที่ถูกฉีกออก
4. นำเข็มเชื่อมเชื่อมไฟเพื่อฆ่าเชื้อเข็มแล้วปล่อยให้เย็น (ประมาณ 15 วินาที) แล้วใช้เข็มนี้เกี่ยวเนื้อเยื่อเห็ดที่ตัดไว้แล้วออกมา เปิดจุกอาหาร PDA แล้วนำเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องได้ไปวางไว้ในอาหารรุ้น PDA ที่เตรียมไว้ โดยวางไว้ตรงกลางจานอาหาร
5. ปิดปากหลอดด้วยสำลีและนำกระดาษมาหุ้มป้องกันมดหรือแมลงเข้าไป
6. วางอาหารรุ้นไว้ที่อุณหภูมิห้อง รอจนเส้นใยเห็ดเดินเต็มพื้นผิวอาหารรุ้น จากนั้นจึงนำไปขยายพันธุ์บนเมล็ดข้าวฟ่าง



ภาพที่ 4 การเชื่อมเนื้อเยื่อเห็ดลงอาหารรุ้น (PDA)

การผลิตหัวเชื้อเห็ด

การผลิตหัวเชื้อเห็ด ดังแสดงในภาพที่ 5

1. นำเมล็ดข้าวฟ่างมาล้างด้วยการแช่น้ำ 1 คืน เพื่อให้เมล็ดอ่อนนุ่มและนำไปทำให้สุกต่อไป
2. นำไปผึ่งลมให้แห้งพอหมาดๆ
3. บรรจุเมล็ดข้าวฟ่างลงในขวดประมาณ 2 ใน 3 ของขวด
4. ปิดจุกด้วยสำลี ห่อด้วยกระดาษ และรัดด้วยยาง
5. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °ซ ความดัน 15 ปอนด์ เป็นเวลา 15-20 นาที
6. เมื่อครบเวลาแล้ว รอจนอุณหภูมิและความดันเครื่องลดลงจนถึงระดับที่เปิดได้ ให้นำออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องจนเย็น จากนั้นนำไปแช่เชื้อวุ้น PDA ลงข้าวฟ่าง



ภาพที่ 5 การผลิตหัวเชื้อเห็ด

การทำก้อนเห็ด

สูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้าและนางรม

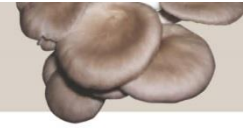
1. ซีลี้อย	100 กิโลกรัม
2. รำอ่อน	8-10 กิโลกรัม
3. ปูนขาว	2 กิโลกรัม
4. ยิปซัม	5 ซีต
5. ดิเกลียว	3 ซีต
6. ภูไมท์	1 กิโลกรัม
7. น้ำ (ความชื้น)	60-70 เปอร์เซ็นต์

สูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดขอนขาว

1. ซีลี้อย	100 กิโลกรัม
2. รำอ่อน	10-15 กิโลกรัม
3. ปูนขาว	2 กิโลกรัม
4. ยิปซัม	5 ซีต
5. ดิเกลียว	4 ซีต
6. ภูไมท์	1 กิโลกรัม
7. น้ำ (ความชื้น)	65-75 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนการผสมซีลี้อย

คลุกเคล้าวัสดุทุกอย่างให้เข้ากัน และสุดท้ายเทน้ำผสมลงไปให้พอเหมาะ อย่ายให้แฉะเกินไป ให้ได้ความชื้นตามที่กำหนด บรรจุลงถุงพลาสติกมัดให้แน่น น้ำหนักประมาณ 800-900 กรัมต่อถุง ใส่คอขวดพลาสติก ใส่สำลีปิดทับด้วยกระดาษรัดด้วยยางรัด แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง จากนั้นปล่อยให้เย็นลง แล้วนำออกจากหม้อนึ่ง เข้าห้องเชื้อ (ดังแสดงในภาพที่ 6)



การเขี่ยเชื้อเห็ด

การเขี่ยเชื้อเห็ด ดังแสดงในภาพที่ 7

นำขวดเชื้อเห็ดมาลงไฟด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ ใช้เข็มเขี่ยเชื้อ ย่อยหัวเชื้อให้ละเอียดนำไปเคาะลงในถุงพลาสติกแต่ละถุง ประมาณ 20-30 เมล็ดต่อขวดเชื้อ 1 ขวด เขี่ยลงถุงได้ประมาณ 30-35 ถุง ปิดสาลี่แล้วปิดกระดาด ริดด้วยยางรัดอีกทีให้มิดชิดนำไปวางเรียงกันไว้บนชั้นในโรงเรือนบ่มเชื้อ การบ่มเชื้อเห็ดใช้ระยะเวลาบ่มตามแต่ชนิดของเห็ด เห็ดนางฟ้าภูฐานประมาณ 30-45 วัน ส่วนเห็ดขอนขาวประมาณ 28-30 วัน



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการเขี่ยเชื้อเห็ด



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการผสมเชื้อเห็ด

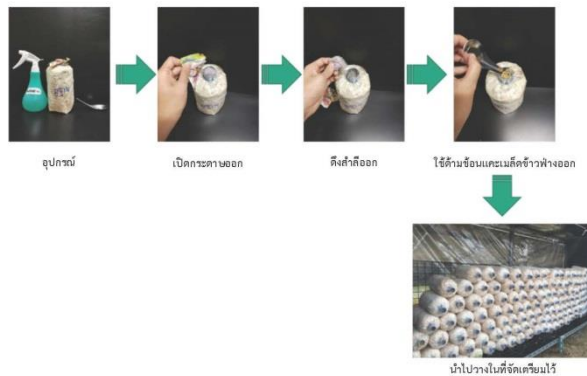


การเปิดดอกในโรงเรือน

การเปิดดอกในโรงเรือน ดังแสดงในภาพที่ 8

เมื่อบ่มเชื้อเห็ดครบ 30-45 วันแล้ว นำก้อนเชื้อไปวางเรียงไว้ในโรงเรือนที่เตรียมไว้ แกะกระดาษ ดึงลวดออก แล้วใช้หางจิ้งจอกเขี่ยด้วยแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อเข็มลวดขาวฟาง ที่อยู่ภายในปากถุงออกทุกถุง จากนั้นนำไปไว้ในโรงเรือนเปิดดอก ให้น้ำหลังจาก เปิดดอกประมาณ 2 วัน

ปล. หากเป็นเห็ดขอนขาวจะต้องตัดปากถุงออกด้วย



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการเปิดดอกในโรงเรือน

ลักษณะการเปิดดอกของเห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดขอนขาว

ลักษณะการเปิดดอกของเห็ดนางฟ้าภูฐานและขอนขาว ดังแสดงในภาพที่ 9



การเปิดดอกเห็ดนางฟ้าภูฐาน

การเปิดดอกเห็ดขอนขาว

ภาพที่ 9 การเปิดดอกเห็ดนางฟ้าภูฐานและขอนขาว

ลักษณะโรงเรือนทั่วไปที่เหมาะสมในการเปิดดอกเห็ด

1. โรงเรือนต้องไม่อยู่ในน้ำท่วมถึง หรือไม่เป็นที่น้ำขังเนื่องจากอาจก่อให้เกิดโรคในก้อนเห็ด
2. ต้องให้มีอากาศถ่ายเทได้ดี โดยกำหนดทิศทางลมที่ถูกต้องจากทิศเหนือไปทิศใต้ ประตูควรอยู่ที่ทิศตะวันออกซึ่งเป็นด้านแคบเพื่อรับลมร้อน และหากเอาด้านยาวหรือด้านข้างรับลมร้อนต้องมีสแลนกันหรือมีหลังคายื่นออกมา
3. พื้นโรงเห็ดควรราดด้วยปูนแต่ถ้าต้นทุนน้อยอาจใช้ทรายร่วมกับปูนก็ได้ จะทำให้ช่วยเก็บความชื้นได้ดี
4. หลังคาควรใช้วัสดุที่เก็บความชื้นภายในโรงเรือนได้และต้องมีการระบายอากาศได้ดี ชั้นวางเห็ดไม่ควรทำสูงใกล้หลังคามากนัก เนื่องจากอาจได้รับความร้อนที่มาจากหลังคา
5. ชั้นวางเห็ดชั้นต่ำสุดท้ายไม่ควรวางติดพื้นอาจสูงกว่าพื้นประมาณ 15-30 เซนติเมตร

ลักษณะโรงเรือนเพาะเห็ด ภายใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

1. โรงเพาะเห็ดมีขนาดกว้าง 240 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร และมีขาตั้งสูง 10 เซนติเมตร
2. ผึงด้านบนและด้านหลังหุ้มด้วยพลาสติกใส เพื่อควบคุมความชื้นในโรงเพาะ
3. ด้านหน้าและด้านข้างหุ้มด้วยสแลน เพื่อกันแสงเข้าโรงเพาะเห็ดมากเกินไป ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 โรงเรือนเพาะเห็ดใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

4. ส่วนโรงเพาะเห็ดที่รดน้ำด้วยระบบอัตโนมัติมีส่วนเพิ่มเติมดังนี้ แสดงดังภาพที่ 11
 - 4.1 ถังน้ำขนาด 100 ลิตร
 - 4.2 ปั๊มแรงดันสูง
 - 4.3 ท่อน้ำแรงดันสูง
 - 4.4 ชุดกรองน้ำ
 - 4.5 หัวพ่นน้ำ
 - 4.6 ระบบไฟ



ถังพักน้ำและกล่องควบคุม



ตัวกรองน้ำเข้าถังพัก



ปั๊มแรงดันสูง 2 ตัว



ตัวควบคุมการให้น้ำ



หัวพ่นน้ำในโรงเพาะเห็ด

ภาพที่ 11 แสดงระบบรดน้ำเห็ดด้วยระบบอัตโนมัติ



การคำนวณต้นทุน

1. โรงเพาะเห็ด ขนาด $240 \times 100 \times 50$ ซม. บรรจุได้อย่างต่ำ 120 ก้อน เป็นเงิน 5,600 บาท/โรง
2. ก้อนเห็ด
 - ก้อนเห็ดสำเร็จรูป 8 บาท/ก้อน
 - ก้อนเห็ดทำเอง 5 บาท/ก้อน
3. ผลผลิต
 - 3.1 เห็ดนางฟ้าภูฐานกิโลกรัมละ 87.50 บาท
 - เห็ด 1 ก้อน ได้ผลผลิต 300 กรัม คิดเป็นรายได้ 26 บาท/ก้อน
 - คิดเป็นกำไร 16 บาท/ก้อน (ก้อนเห็ดสำเร็จรูป) และ 21 บาท/ก้อน (ก้อนเห็ดทำเอง)
 - คิดเป็นรายได้ทั้งหมด 1,950 บาท/โรงเพาะเห็ด (เห็ด 120 ก้อน) (ก้อนเห็ดสำเร็จรูป) 2,550 บาท/โรงเพาะเห็ด (ก้อนเห็ดทำเอง)
 - ระยะเวลา 1 ปี สามารถเก็บผลผลิตได้ 3 รอบ จะสามารถคืนทุนค่าทำโรงเพาะเห็ด
 - 3.2 เห็ดขอนขาวกิโลกรัมละ 120 บาท
 - เห็ด 1 ก้อน ได้ผลผลิต 300 กรัม คิดเป็นรายได้ 36 บาท/ก้อน
 - คิดเป็นกำไร 26 บาท/ก้อน (ก้อนเห็ดสำเร็จรูป) 31 บาท/ก้อน (ก้อนเห็ดทำเอง)
 - คิดเป็นรายได้ทั้งหมด 3,120 บาท/โรงเพาะเห็ด (เห็ด 120 ก้อน) (ก้อนเห็ดสำเร็จรูป) 3,720 บาท/โรงเพาะเห็ด (ก้อนเห็ดทำเอง)
 - ระยะเวลา 1 ปี สามารถเก็บได้ 2 รอบ จะสามารถคืนทุนค่าทำโรงเพาะเห็ด



4. ค่าน้ำ
 - บั๊มขนาด 3 ลิตร จำนวนทั้งหมด 2 ตัว เท่ากับ $3 \times 2 = 6$ ลิตรต่อวันที่
 - ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน 90 นาทีต่อวัน คิดเป็น $6 \times 90 = 540$ ลิตรต่อวัน คิดเป็นเดือนได้เป็น $540 \times 30 = 162,000$ ลิตรต่อเดือน คิดเป็นหน่วยได้ $162,000/1000 = 16.2$ หน่วย
 - ค่าน้ำปะปาหน่วยละ 8 บาท คิดเป็น $8 \times 16.2 = 129.6$ บาทต่อเดือน
 - ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 3 เดือน คิดเป็น $129.6 \times 3 = 388.8$ บาท
5. ค่าไฟ
 - บั๊มขนาด 50W จำนวนทั้งหมด 2 ตัว เท่ากับ $50 \times 2 = 100W$ คิดเป็นจำนวนหน่วยได้เป็น $100/1000 = 0.1$ หน่วย
 - ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน 1.30 ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น $0.1 \times 1.3 = 0.13$ หน่วยต่อวัน คิดเป็นเดือนได้เป็น $0.13 \times 30 = 3.9$ หน่วยต่อเดือน
 - ค่าไฟหน่วยละ 3.65 บาท คิดเป็น $3.65 \times 3.9 = 14.25$ บาทต่อเดือน
 - ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 3 เดือน คิดเป็น $14.25 \times 3 = 42.75$ บาท





คู่มือการเพาะเห็ดได้แกงเซลล์แสงอาทิตย์

บรรณานุกรม

เอกรินทร์ (วิชนะ) ช่วยชู. 2510. ปัจจัยของสิ่งไม่มีชีวิตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด. 29 Sep 2010 อ้างอิงเมื่อวันที่ 4 กพ 62 <https://www.gotoknow.org/posts/399299%E0%B8%AD%E0%B8%B1>

พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธ์. 2544. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ด. เอกสารวิชาการเพาะเห็ดเศรษฐกิจ. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกร็ดความรู้. เห็ดขอนขาว ประโยชน์และสรรพคุณของเห็ดขอนขาว. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2562. จาก <https://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B9%87%E0%B8%94%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B8%B2%E0%B8%A7/>

iFit4Health. เห็ดขอนขาว สุดยอดผักที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถนำไปทำเมนูอะไรได้บ้าง สรรพคุณที่ช่วยให้ร่างกายแข็งแรงคืออะไร. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2562. จาก <https://www.ifit4health.com/2018/06/30/%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B9%87%E0%B8%94%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B8%B2%E0%B8%A7-%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%94%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88/>

ตลาดไท. ราวเห็ด. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2562. จาก <https://talaadthai.com/product-search/result?q=%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B9%87%E0%B8%94>



23



กฟผ.



KAPI

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย

โครงการการใช้ประโยชน์พื้นที่ได้แกงพลังงานแสงอาทิตย์

จากโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) – สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

