



บทความวิจัย

การส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรน ในประเทศไทย

Solar Radiation Transmissivity of Saran Greenhouse in Thailand

อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์

วท.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน)

Usavadee Tuntiwaranuruk

M.Sc. (Energy Technology)

นักศึกษาระดับปริญญาเอกคณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Doctorate Student of Energy Technology, School of Energy and Materials, King Mongkut's
University of Technology, Thonburi, Bangkok, 10140

ศิริชัย เทพา

วท.ด. (เทคโนโลยีพลังงาน)

Sirichai Thepa

D.Sc. (Energy Technology)

คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

School of Energy and Materials, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok,
10140

สุวิทย์ เตีย

วศ.ด. (เทคโนโลยีพลังงาน)

Suwit Tia

D.Eng. (Energy Technology)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok, 10140

ศักรินทร์ ภูมิรัตน์

Ph.D. (Chemical Engineering)

Sakarin Bhumiratana

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology, Thonburi, Bangkok, 10140

คำสำคัญ : ค่าการส่งผ่าน, ซาแรน, โรงเรือนพืช

Key words : Transmissivity, Saran, Greenhouse



Abstract

This research was conducted to determine and evaluate transmissivity of black saran greenhouse in Thailand from inside and outside global radiation data. Four varieties of saran were collected from market in Thailand. The results showed that the absorption of 50%, 60%, 70% and 80% saran were found the transmissivity values of 42%, 24%, 20% and 10% saran respectively. The values of the transmissivity were agreed very well with the absorption because of rms discrepancy less than 1. The differences between inside and outside temperature of 50%, 60%, 70% and 80% saran were 1.80 °C, 2.19 °C, 2.71 °C, 4.00 °C respectively. It can be concluded that saran with difference transmissivity is suitable for each type of plant growth.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนในประเทศไทยโดยเน้นซาแรนสีดำที่มีค่าการพรางแสงขนาดต่าง ๆ กัน 4 ขนาดที่มีขายอยู่ในประเทศไทย จากการทดลองโดยใช้ข้อมูลรังสีอาทิตย์ภายในและภายนอกพบว่าซาแรนที่มีค่าการพรางแสง 50%, 60%, 70% และ 80% จะมีค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์ผ่านซาแรน 42%, 24%, 20% และ 10% ตามลำดับ ซึ่งค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์จะมีความสอดคล้องในระดับค่อนข้างดีกับค่าการพรางแสงของซาแรนในแต่ละค่า เนื่องจากค่า rms discrepancy มีค่าน้อยกว่า 1 สำหรับผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนพืชแบบซาแรนที่มีค่าการพรางแสง 50%, 60%, 70% และ 80% มีค่าประมาณ 1.80 °C, 2.19 °C, 2.71 °C, 4.00 °C ตามลำดับ สรุปได้ว่าซาแรนที่มีค่าการพรางแสงต่าง ๆ กันนี้ จะมีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชแต่ละชนิด

1. บทนำ

ในประเทศไทยโรงเรือนไม้ดอกเป็นแบบธรรมดาทั่วๆ ไป เน้นราคาไม่แพงและง่ายต่อการบำรุงรักษาส่วนใหญ่เป็นโรงเรือนพืชแบบซาแรน (โรงเรือนเกษตรกรรมที่หลังคาคลุมด้วยซาแรน) ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โครงสร้างทำด้วยไม้ระแนง เช่น โรงเรือนเสาไม้ที่ใช้ไม้ขนาด 1.5x1.5 นิ้ว ระยะของเสาห่างกัน 2x6 เมตรคานที่รองรับซาแรนเป็นไม้หรือสายสลิงเป็นรูปแบบที่ก่อสร้างง่ายแต่อายุใช้งานสั้นและปัจจุบันไม้ที่มีคุณภาพดี หาได้ยากและราคาแพง ดังรูปที่ 1 ส่วนใหญ่เป็นโรงเรือนพืชแบบเพาะชำนิยมใช้วัสดุที่หาได้ง่ายภายในบ้าน เช่น โครงทำด้วยไม้ไผ่หรือไม้สน หลังคามุงด้วยทางมะพร้าวหรือซาแรนถือว่าเป็นการทำโรงเรือนแบบประหยัด เมื่อไม่มีราคาแพงจึงดัดแปลงโครงสร้างทำด้วยโครงเหล็กหรือเสาคอนกรีต ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 หลังคาและด้านข้างปิดด้วยซาแรน

แทนไม้ระแนง ประโยชน์คือเป็นที่สำหรับปลูกเลี้ยงพืชบางชนิดที่ต้องการสภาพแวดล้อมจำเพาะเจาะจง เช่น กล้วยไม้ หน้วว เป็นต้น



รูปที่ 1 โรงเรือนเสาไม้



รูปที่ 2 โรงเรือนเสาเหล็ก



รูปที่ 3 โรงเรือนเสาคอนกรีต

โรงเรือนพืชแบบซาแรนนิยมสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคล้ายถ้ำไม้ขีด กว้างยาวตามความต้องการใช้ประโยชน์ ส่วนความสูงอย่างน้อยประมาณ 2.5 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้อากาศภายในโรงเรือนอบอ้าวเกินไป แต่บางแห่งจะสูง 3 เมตร ปิดหลังคาและด้านข้างด้วยตาข่ายพลาสติกซึ่งมีน้ำหนักเบา ราคาถูก สามารถใช้ตลอดเส้นใหญ่เป็นโครงหลังคาและผูกยึดกับเสาเสาคอนกรีตในการก่อสร้างทนทานพอสมควร ถ้าผูกมัดซาแรนกับโครงแน่นหนาดี ซาแรนไม่สามารถปลิวหรือเคลื่อนไหวเมื่อมีลมพัดสามารถจะใช้งานได้ถึง 3 ปี อายุการใช้งานจะสั้นลงถ้าจึงซาแรนไม่ตึง และมีลักษณะเด่นอีกประการคือมีให้เลือกหลายประเภทตามความต้องการแสงโดยบอกเป็นร้อยละของการพรางแสงสามารถเลือกใช้ตามความต้องการของพืช เช่น โรงเรือนพืชที่สวนนงนุช จังหวัดชลบุรี เป็นต้น

การเพาะปลูกภายในโรงเรือนจึงนับเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรที่ได้รับความนิยม เพราะการปลูกไม้ดอกในโรงเรือนนั้นสามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิความชื้นตลอดจนสภาวะที่เหมาะสมให้กับพืชแต่ละชนิด ซึ่งจะสามารถลดความเสี่ยงในการผลิต และควบคุมคุณภาพให้มีความมาตรฐานเท่าเทียมกัน และง่ายต่อการวางแผนในการผลิตของเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนารูปแบบโครงสร้างโรงเรือนในลักษณะต่างๆ ตลอดจนการนำเทคนิคที่มีความเหมาะสมมาปรับใช้ภายในโรงเรือนพืชแต่ละชนิด เช่น เทคนิคการปรับสภาพอุณหภูมิและความชื้น โดยอาศัยหลักการทำความเย็นแบบระเหย การใช้การระบายอากาศผ่านหลังคาโดยธรรมชาติมาใช้ในการลดความร้อนที่สะสมภายในโรงเรือนได้ ซึ่งล้วนแต่จะช่วยในการประหยัดพลังงานค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนที่มีการพรางแสงต่างๆ กัน เนื่องจากค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์เป็นตัวแปรที่สำคัญในการทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนพืชลดลง ซึ่ง Garg (1985) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเพาะ

ปลูกพืชควรอยู่ระหว่าง 21-33 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ทำการปลูกภายในโรงเรือน

2. ทฤษฎี

แสงอาทิตย์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในสมดุลพลังงานที่หลังคาของโรงเรือนแบบซาแรน รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนที่หลังคา ส่วนหนึ่งจะส่องผ่านเข้าไปภายในโรงเรือนและมีเพียงเล็กน้อยสะท้อนออกไป ทำให้อุณหภูมิที่หลังคาและภายในโรงเรือนสูงขึ้น เกิดการพาความร้อนที่หลังคาทั้งด้านในและด้านนอกโรงเรือน พร้อมกับเกิดการแผ่รังสีความร้อนด้านนอกโรงเรือน Desmarais และคณะ (1999) ได้หาความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาโดยใช้สมการสมดุลพลังงานของอากาศภายในโรงเรือน ดังนี้

$$m_a C_p \frac{dT_i}{dt_i} = q_i - q_t - q_{Nv} \pm (q_{cd} + q_g) \\ = (\tau A_f - (1 - \tau_t) q_{iw} - q_{Nv} \pm (q_{cd} + q_g) \quad (1)$$

เมื่อ	m_a	=	มวลของอากาศภายใน (kg)
	C_p	=	ค่าความจุความร้อนของอากาศ (J/kgK)
	T_i	=	อุณหภูมิอากาศภายใน (K)
	q_i	=	อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับของโรงเรือน (W)
	q_t	=	อัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสี (W)
	q_{Nv}	=	อัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการระบายอากาศตามธรรมชาติ (W)
	q_{iw}	=	อัตราพลังงานแสงอาทิตย์ที่รับทางด้านข้างของโรงเรือน (W)
	q_{cd}	=	อัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการนำ (W)
	q_g	=	อัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาจากพื้นดิน (W)

- τ = ค่าการส่งผ่านของวัสดุโรงเรือน (-)
 A_f = พื้นที่ของพื้นโรงเรือน (m^2)
 I = รังสีอาทิตย์ทั้งหมด (W/m^2)
 τ_t = ค่าการส่งผ่านรังสีความร้อน (-)

จากสมการ (1) จะเห็นว่าตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนพืชแบบซาแรนมีค่าสูงขึ้นคือค่าการส่งผ่านของวัสดุโรงเรือน (Walker, 1965 ; Duncan, 1981) ดังนั้นจากแนวคิดที่นำมาประยุกต์เกี่ยวกับสมดุลพลังงานและมวล พลังงานที่ตกกระทบวัสดุใดๆ พลังงานบางส่วนจะถูกดูดกลืนไว้ในวัสดุ บางส่วนถูกสะท้อนกลับมาและบางส่วนส่งผ่านวัสดุไป ซึ่งมีสามตัวแปรที่สัมพันธ์โดยสมการที่รู้จักกันดีคือ

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad (2)$$

เมื่อ α = ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (-)

ρ = ค่าการสะท้อนของรังสีอาทิตย์ (-)

τ = ค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์ (-)

สำหรับค่าการส่งผ่านคลื่นสั้นของโรงเรือนแบบซาแรน เป็นตัวแปรสำคัญที่นำมาใช้ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ให้สมบุรณ์ Critten (1986) และ Duffie และคณะ (1980) ได้ศึกษาการส่งผ่านของแสงในโรงเรือน ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมของดวงอาทิตย์ แต่รูปแบบจำลองที่ง่าย ๆ สามารถใช้สำหรับประมาณการถ่ายเทรังสีอาทิตย์ทั้งหมด (Baille et al., 2001) ค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์รวมสามารถประมาณได้จากอัตราส่วนการแผ่รังสีภายในและภายนอก (Duffie et al., 1980; Tiwari, 2001) แสดงเป็นสมการได้ดังนี้

$$\tau = \frac{I_o}{I_t} \quad (3)$$

เมื่อ I_o = รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบ (W/m^2)

I_t = รังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านวัสดุได้ (W/m^2)

การคำนวณค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์ τ โดยใช้สมการ (3) จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์ $\bar{\tau}$ ซึ่งได้จากการคำนวณจากการพรางแสงจากวิธีทางสถิติโดยใช้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของการคำนวณและการทดลองได้จาก

$$\% \text{ discrepancy} = (\tau - \bar{\tau}) \times 100 \quad (4)$$

$$\text{rms } d_i (\%) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{discrepancy}_i)^2}{n}} \quad (5)$$

โดยทั่วไปแล้วค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์ที่ได้จากการทดลองและการคำนวณต้องไม่แตกต่างกันมาก และจะแสดงค่าความสอดคล้องกันก็ต่อเมื่อ rms d_i มีค่าต่ำคือน้อยกว่า 1

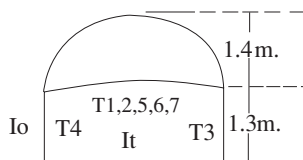
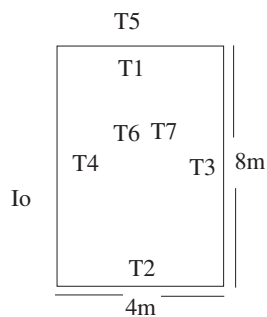
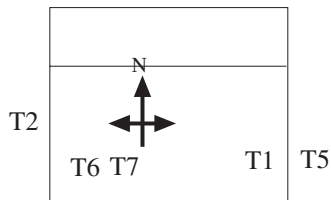
วิธีการทดลอง

ลักษณะของโรงเรือนแบบซาแรนที่ใช้ทำการทดลองเป็นโรงเรือนพืชแบบหลังคาโค้งมีขนาดความกว้างเท่ากับ 4.0 เมตร ความยาว 8.0 เมตร และความสูง 2.7 เมตร โดยหลังคาจะมีลักษณะโค้ง มีความยาวส่วนโค้งเท่ากับ 5.35 เมตร ซึ่งด้านข้างคลุมด้วยพลาสติกใสพอลิเอทรีลีนรอบโรงเรือน หลังคาคลุมด้วยซาแรนที่มีค่าการพรางแสงที่แตกต่างกัน โดยดำเนินการติดตั้งอยู่ที่ศาลฟ้า ดิกลีฟลิคส์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ทำการติดตั้งเครื่องวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิและเครื่องวัดความเข้มรังสีอาทิตย์ภายในและภายนอกโรงเรือนแสดงดังรูปที่ 4 โดยมีการเปลี่ยนชนิดของซาแรนที่คลุมหลังคา 4 ชนิด คือซาแรนที่มีค่าการพรางแสง 50%, 60%, 70% และ 80% ดังรูปที่ 5 ซึ่งซาแรนแต่ละชนิดทำการวัดประมาณ 5-7 วัน โดยทำการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิทุกๆ 1 ชั่วโมงโดยใช้ HOBO RH /Temperature Logger (Cat. No. H08-003-02) ที่มีช่องการวัด 2 ช่อง สัญญาณ และช่วงในการวัดอยู่ระหว่าง -20 ถึง +70 °C แสดงความถูกต้อง $\pm 0.7^\circ C$ ที่อุณหภูมิ 21 °C และใช้ไพแรนอมิเตอร์ของ Kipp & Zonen CM11 NO 021583 ซึ่งมีค่าความไวของหัววัดเท่ากับ 91.00 $\mu V/Wm^2$ วัดความเข้มรังสีอาทิตย์

ผลการทดลอง

ในการส่งผ่านซาแรนมีตัวแปรที่มีผลต่อค่าการส่งผ่านคือความเข้มรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิ และเวลา โดย

การวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์และวัดอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน โดยทำการทดลองระหว่างวันที่ 12 มีนาคม 2546 ถึงวันที่ 1 พฤษภาคม 2546 ซึ่งได้เลือกความสัมพันธ์ระหว่างรังสีอาทิตย์กับเวลาและอุณหภูมิกับเวลาของซาแรนชนิดต่าง ๆ ในแต่ละวันที่ทดลองมาเขียนกราฟ ดังรูปที่ 6 - 9



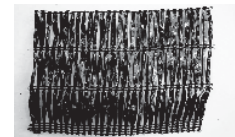
- It รังสีอาทิตย์ภายในโรงเรือน
- Io รังสีอาทิตย์ภายนอกโรงเรือน
- T1 อุณหภูมิของผนังด้านทิศตะวันออก
- T2 อุณหภูมิของผนังด้านทิศตะวันตก
- T3 อุณหภูมิของผนังด้านทิศเหนือ
- T4 อุณหภูมิของผนังด้านทิศใต้
- T5 อุณหภูมิของด้านทิศตะวันออกนอกโรงเรือน
- T6 อุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือน
- T7 อุณหภูมิของกระเปาะเปียกภายในโรงเรือน



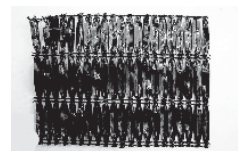
รูปที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง



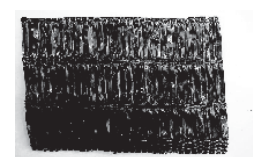
(a) 50 %



(b) 60 %

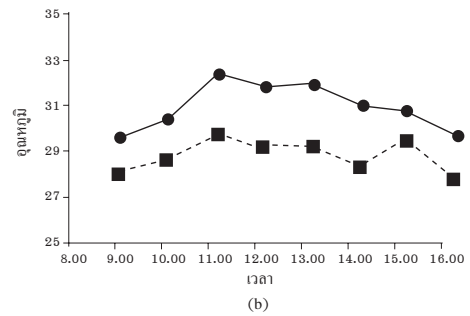
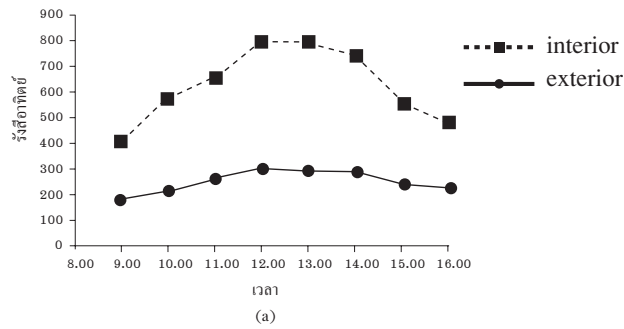


(c) 70 %

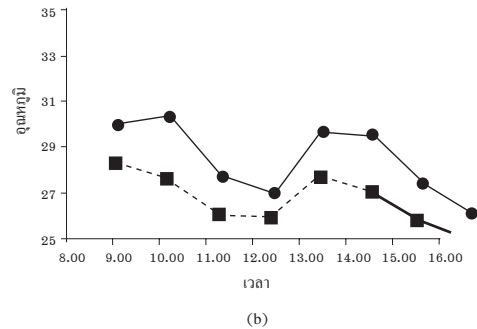
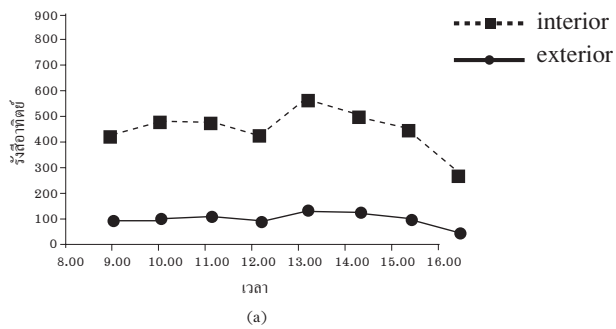


(d) 80 %

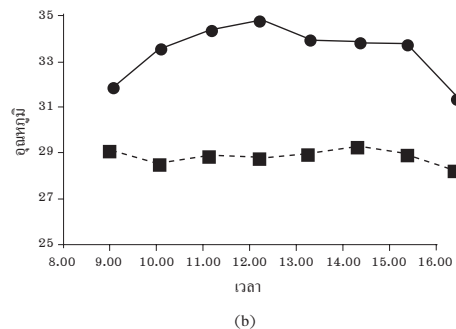
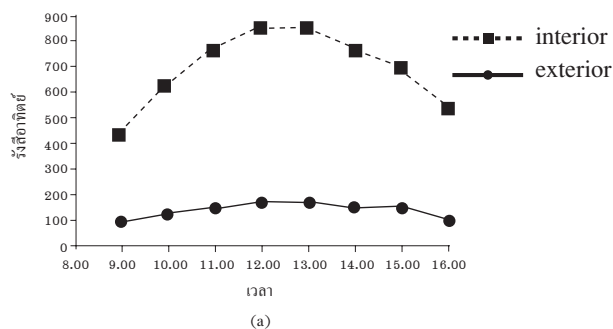
รูปที่ 5 ซาแรนที่มีค่าการพร่างแสงชนิดต่าง ๆ



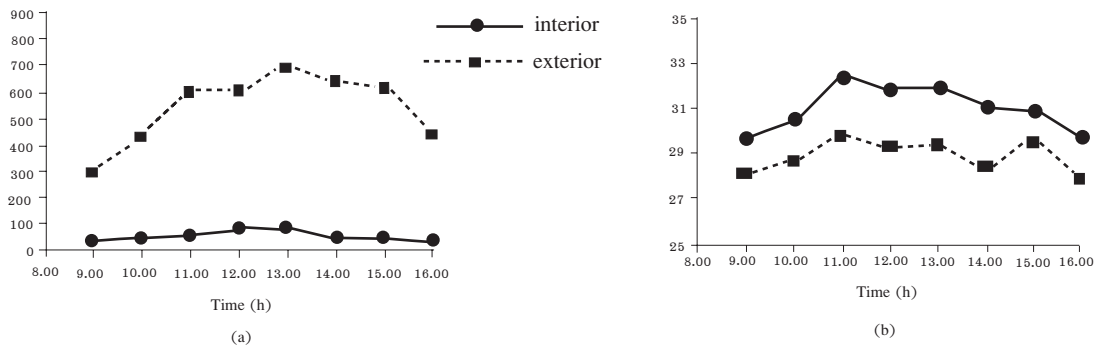
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างรังสีอาทิตย์กับเวลา (a) และอุณหภูมิกับเวลา (b)
ของซาแรนชนิด 50% (1 พฤษภาคม 2546)



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างรังสีอาทิตย์เฉลี่ยกับเวลา (a) และอุณหภูมิเฉลี่ยกับเวลา (b)
ของซาแรนชนิด 60% (26 มีนาคม 2546)



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างรังสีอาทิตย์กับเวลา (a) และอุณหภูมิกับเวลา (b)
ของซาแรนชนิด 70 % (9 เมษายน 2546)



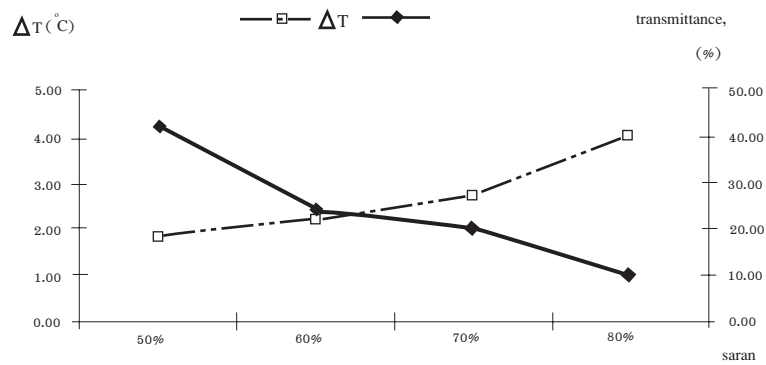
รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างรังสีอาทิตย์กับเวลา (a) และอุณหภูมิกับเวลา (b)
ของซาแรนชนิด 80 % (17 มีนาคม 2546)

จากรูปที่ 6 (a) และ (b) แสดงกราฟรังสีอาทิตย์กับเวลาและอุณหภูมิกับเวลาของซาแรน 50% พบว่าค่ารังสีอาทิตย์และอุณหภูมิจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงเวลาประมาณ 13.00 น. จะมีค่ารังสีอาทิตย์มากที่สุดและก็จะลดต่ำลง โดยค่ารังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านซาแรนจะมีค่าน้อยกว่าค่ารังสีอาทิตย์ภายนอก ส่วนอุณหภูมิภายในซาแรนจะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกซาแรนเพียงเล็กน้อยประมาณ 1.80 องศาเซลเซียส ในรูปที่ 7 (a) และ (b) นั้นเป็นของ ซาแรน 60% พบว่ามีค่าไม่คงที่ที่มีลักษณะเป็นเช่นนี้เนื่องจากในวันที่ทำการทดลองมีฝนตกเป็นช่วงๆ สลับกับการมีแดด โดยที่ช่วงเวลาที่แดดค่ารังสีอาทิตย์ก็จะสูงขึ้นซึ่งอยู่ที่เวลา 10.00 น. และ 13.00 น. ส่วนช่วงเวลาที่ฝนตกหรือมีเมฆมากค่ารังสีอาทิตย์ก็จะมีค่าต่ำอยู่ในช่วงเวลา 12.00 น. และอุณหภูมิภายในซาแรนมีค่ามากกว่าอุณหภูมิภายนอกซาแรนประมาณ 2.19 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาที่ฝนตกอุณหภูมิจะใกล้เคียงกันมาก ในรูปที่ 8 (a) และ (b) พบว่าค่ารังสีอาทิตย์ภายนอกซาแรน 70 % มีค่าสูงมากในเวลา 13.00 น. แต่ภายในซาแรนนี้นี้มีค่ารังสีอาทิตย์ไม่มากเพราะซาแรนสามารถพรางแสงได้ดีและค่าอุณหภูมิภายนอกซาแรนจะมีค่ามากกว่าภายในโรงเรือนประมาณ 2.71 องศาเซลเซียส สำหรับรูปที่ 9 (a) และ (b) เป็นของซาแรนชนิด 80% พบว่าค่ารังสีอาทิตย์ภายนอกจะ

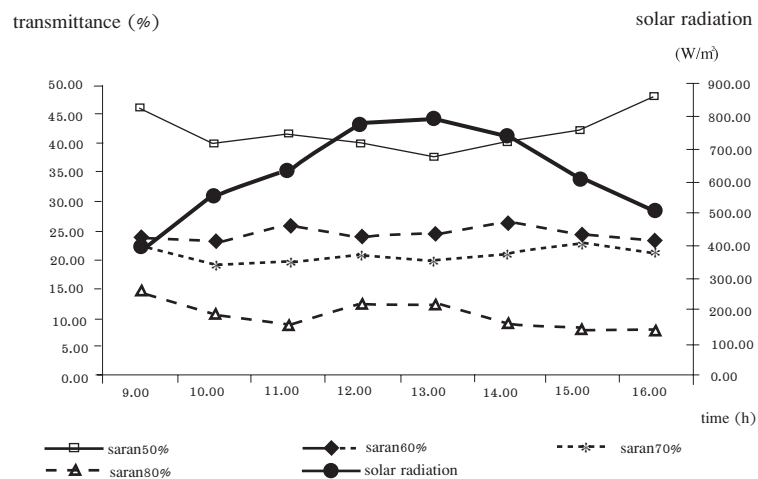
แตกต่างกับค่ารังสีอาทิตย์ภายในมากเพราะว่ามีค่ารังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านมามีค่าน้อย ส่วนอุณหภูมิภายในซาแรนจะมีค่ามากกว่าอุณหภูมิภายนอกซาแรนประมาณ 4.00 องศาเซลเซียสความแตกต่างกันของอุณหภูมิค่อนข้างสม่ำเสมอ ส่วนผลกระทบของอุณหภูมิภายในโรงเรือนค่ารังสีอาทิตย์ที่ลดลงจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเนื่องจากหลังคาซาแรนจะช่วยในการพรางรังสีอาทิตย์ได้ส่วนหนึ่ง ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่สูงมากนัก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละซาแรนจำนวน 360 ข้อมูลมาวิเคราะห์และนำมาเขียนกราฟเปรียบเทียบค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนแต่ละชนิดได้ดังรูปที่ 10 โดยใช้ค่าเฉลี่ยของรังสีอาทิตย์ที่ค่อนข้างใกล้เคียงมาทำการหาค่าเฉลี่ยแล้วนำมาวิเคราะห์จะเห็นว่าค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนที่มีค่าการพรางแสงต่างกันก็จะมีค่าการส่งผ่านไม่เท่ากันแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าซาแรนที่มีค่าการส่งผ่านมากที่สุดคือ ซาแรนที่มีค่า การพรางแสง 50% และซาแรนที่มีค่าการส่งผ่านน้อยที่สุดคือซาแรนที่มีค่าการพรางแสง 80% นั่นคือสามารถป้องกันแสงได้มากที่สุดซึ่งค่าที่ได้จะมีความสม่ำเสมอค่อนข้างคงที่ในทุกช่วงเวลาและรูปที่ 11 แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกของซาแรนขนาดต่างๆ มาทำเป็นหลังคาโรงเรือนพืช

ตารางที่ 1 การส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนชนิดต่างๆ

Saran	Transmittance $\bar{\tau}$	Transmittance τ	discrepancy	rms d_i
50%	50%	42%	16	0.13
60%	40%	24%	26	0.40
70%	30%	20%	14	0.30
80%	20%	10%	12	0.50



รูปที่ 10 ความแตกต่างของอุณหภูมิและการส่งผ่านรังสีอาทิตย์
ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนที่มีค่าการพรางแสงแต่ละชนิด



รูปที่ 11 ค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์และรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบ
ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนที่มีค่าการพรางแสงแต่ละชนิด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนโดยการเปลี่ยนชนิดของซาแรนสีดำทั้งหมด 4 ชนิด คือซาแรนที่มีการพร่างแสง 50% ซาแรนที่มีการพร่างแสง 60% ซาแรนที่มีการพร่างแสง 70% และซาแรนที่มีการพร่างแสง 80% โดยซาแรนชนิดต่างๆ ที่กล่าวมานั้นจะสามารถพร่างแสงให้ลดลงได้แตกต่างกัน จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในของซาแรนสีดำแต่ละชนิดมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากโรงเรือนที่ทำการทดลองนั้นเป็นโรงเรือนที่ปิดมิดชิดและไม่มีการปลูกพืชภายใน ทั้งนี้เพื่อหาค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ผ่านซาแรนเท่านั้น จึงมีการพาความร้อนต่ำทำให้มีการเก็บสะสมความร้อนในโรงเรือนพืช ซาแรนที่มีค่าการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ของโรงเรือนพืชแบบซาแรนมากที่สุดคือซาแรนที่มีการพร่างแสง 50% มีค่าการส่งผ่านเท่ากับ 42% และความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนพืช 1.8 องศาเซลเซียส รองลงมาคือซาแรนที่มีการพร่างแสง 60% และ 70% มีค่าการส่งผ่านเท่ากับ 24% และ 20% และความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกโรงเรือนพืช 2.19 องศาเซลเซียสและ 2.71 องศาเซลเซียสตามลำดับ แสดงค่าผิดพลาดประมาณ 26% และ 14% ตามลำดับ รวมทั้งค่า $rms d_i$ 0.4 และ 0.3 ตามลำดับ ส่วนซาแรนที่มีการพร่างแสง 80% มีค่าการส่งผ่านเท่ากับ 0.10 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดโดยสามารถให้ความแตกต่างของอุณหภูมิได้ประมาณ 4 องศาเซลเซียสซึ่งมีค่าผิดพลาดประมาณ 12% และค่า $rms d_i$ 0.1 ซึ่งค่าการส่งผ่านเป็นค่าคงที่และจะได้ออกมาเป็นเส้นตรง ซึ่งค่าการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์จะมีความสอดคล้องในระดับค่อนข้างดีกับค่าการพร่างแสงของซาแรนแต่ละค่าเนื่องจากค่า $rms d_i$ มีค่าน้อยกว่า 1.00 ซึ่งโดยส่วนรวมแล้วการทดลองนี้ให้ผลที่เชื่อถือได้และน่าพอใจ เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่วิเคราะห์เป็นข้อมูลขนาดใหญ่และค่า $rms d_i$ มีค่าต่ำ สรุปได้ว่าซาแรนที่มีค่าการพร่างแสงต่างๆ กันนี้มีผลทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนมีความแตกต่างกันซึ่งซาแรนที่มีค่าการพร่างแสงชนิดใดจะมีความเหมาะสม

ต่อการปลูกพืชชนิดใดนั้นจะขึ้นอยู่กับความต้องการของพืชแต่ละชนิด ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ในงานเกษตรกรรมได้

เอกสารอ้างอิง

- Albright, L. D., Seginer, I., Marsh, L. S. & Oko A. (1985). In situ thermal calibration of unventilated greenhouses. J. Agri, Engng Res. (31), 265-281.
- Baille, A. & Kittas, C. & Katsoulas. (2001). Influence of whitening on greenhouse Microclimate and crop energy partitioning. Agricultural and Forest Meteorology. (107), 293-306.
- Cohen, S. & Fuchs, M. (1999). Measuring and Prediction Radiometric Properties of Reflective Shade Nets and Thermal Screens. J. Agri, Engng Res. (73), 245-255.
- Critten, D. L. (1986). A general analysis of light transmission in greenhouse. J. Agri, Engng Res. (33), 289-302.
- Desmarais, G., Ratti, C. & Raghavan, G. S. V. (1999). Heat transfer modeling of greenhouses. J. Agri, Engng Res. (65), 271-284.
- Duffie J.A. & Beckman W.A. (1980). Solar Engineering Thermal Process. Wiley. New York.
- Garg, H.P. (1985). Advances in Solar Energy Technology Heating. Agricultural and Photovoltaic Applications of Solar Energy. Volume 3. New Dalhi: John Wiley&Son.

- Miguel1, A.F., van de Braak N. J., Silva1; A. M. & Bot; G. P. A. (1998) Free-Convection Heat Transfer in Screened Greenhouses. J. agric. Engng Res. (69), 133-139.
- Papadakis G., Franoudakis A. & Kyrotsis S. (1994). Experimental investigation and modeling of heat and mass transfer between a tomato crop and the greenhouse environment. J.agric Engng. Res. (57), 217-227.
- Tiwari, G.N. (2001). Solar Energy:Fundamentals, Design, Modelling and Applications. New Delhi. Alpha Science Internation Ltd.
- Walker J. N.; Aldrich R. A. & Short T. H. (1983). Quantity of air flow for greenhouse structures. In: Ventilation of Agricultural Structures. Ed.: Hellickson and Walker. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan.