การออกแบบและสร้างชุดทดสอบเพื่อหาค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนในงานเกษตรกรรม

Experimental Fabrication and Design for the Transmissivity of Polyethylene in Agriculture

วิศรุต ศรีนวล[1] อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์[1*] วรสิทธิ ศรีบุญ[1] และ ศักดิ์สิทธิ์ สุขประสงค์[2]

Witsarut Srinual[1], Usavadee Tuntiwaranuruk[1*], Worasitti Sriboon[1] and Saksit Sukprasong[2]

[1]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[2]คณะวิทยาศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

[1]Department of Physics Faculty of Science Burapha University

[2]Faculty of Science at Si Racha, Kasetsart University Si Racha Campus

Received : 12 June 2017

Accepted : 11 September 2017

Published online : 21 September 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดสอบการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนในงานเกษตรกรรม โดยใช้แสงจากโคมไฟหลอดแอลอีดี วอร์มไวท์ (warm white LED) 5 วัตต์ ผ่านเส้นใยแก้วนำแสง เข้าเครื่องวัดความเข้มแสงที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาในช่วงความยาวคลื่น 410 – 575 นาโนเมตร จากการทดสอบพบว่าค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนในแต่ละชนิดที่ใช้ในการศึกษามีความสอดคล้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มพอลิเอทิลีนเป็นอย่างดี และเมื่อนำชุดทดสอบนี้มาทำการวัดค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนที่ความหนาแตกต่างกัน (ในระดับไมโครเมตร) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าชุดทดสอบนี้มีศักยภาพในการจำแนกพอลิเอทิลีนที่ความหนาแตกต่างกันได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับทฤษฎีพื้นฐานของการส่งผ่านแสงเป็นอย่างดี ดังนั้นชุดทดสอบการส่งผ่านแสงที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้สามารถใช้ในการหาค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนได้ และมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้วัดค่าการส่งผ่านแสงของฟิล์มพอลิเอทิลีน สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการตัดสินใจเลือกใช้พอลิเอทิลีนเพื่อคลุมดินหรือคลุมโรงเรือนพืชในด้านเกษตรกรรมได้อย่างเหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ : ค่าการส่งผ่านแสง พอลิเอทิลีน เกษตรกรรม ชุดทดสอบ

***Corresponding author. E-mail:** usavadee@buu.ac.th

Abstract

The objective of this research was to design and construct an experiment in order to determine the light transmittance of polyethylene in agriculture using 200 μm thicknesses. The Warm White LED lamp (5 W) was used through fiber optics connected to spectrometer at the wavelength range between 410 - 575 nm. According to the results, the transmittance value of each polyethylene was consistent with the physical properties of the polyethylene film. When this experimental set was used to measure the transmittance of polyethylene at different thicknesses (In microns). The results showed that the experimental set had the potential to distinguish polyethylene at different thicknesses and in accordance with the basic theory of transmission as well. The results revealed that this experimental set had the potential to distinguish polyethylene at different thicknesses. Therefore, this transmittance set is sufficiently effective enough to measure the transmittance of polyethylene. In order to be informed of the decision to use polyethylene, cover the soil or cover crops in agriculture.

Keywords : transmittance, polyethylene, agriculture, experimental set

บทนำ

เป็นเวลาหลายสิบปีที่พลาสติกถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านเกษตรกรรม อาทิเช่น การนำมาใช้คลุมโรงเรือนปลูกพืชแทนการใช้กระจกใส และการนำมาใช้คลุมดิน เป็นต้น (Bualek *et al*., 1991) ซึ่งการปลูกพืชในโรงเรือนเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจาก สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อม เช่น ความชื้น อุณหภูมิอากาศ แสง รวมถึงสามารถลดความเสี่ยงในการผลิตอาทิเช่น แมลง และภัยจากธรรมชาติ เป็นต้น (Tuntiwaranuruk, 2006) อย่างไรก็ตาม โรงเรือนสำหรับปลูกพืชที่ใช้ในประเทศมีลักษณะโครงสร้างและวัสดุสำหรับคลุมโรงเรือนที่มีความหลากหลาย อันส่งผลต่อสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มแสงและอุณหภูมิภายในโรงเรือน ซึ่งถือเป็นปัญหาที่สำคัญและมีผลทางตรงต่อความสามารถในการเจริญเติบโตของพืช โดยตัวแปรที่สำคัญตัวแปรหนึ่งทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนและความเข้มแสงมีค่าไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือค่าการส่งผ่าน (Transmittance) รังสีอาทิตย์ของวัสดุคลุมโรงเรือน (Rakkanrane, 2006) โดย Fitprayoon (1992) ได้ศึกษาผลของหลังคาพลาสติกในการห่อช่อผลที่มีต่อคุณภาพของผลองุ่นที่ผลิตบนดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ในฤดูฝน พบว่าว่าหลังคาพลาสติกจะลดความเข้มแสงประมาณร้อยละ 30 ส่วนการใช้ฟิล์มพลาสติกเพื่อคลุมดิน (Mulching) ยังสามารถลดการสูญเสียน้ำจากการระเหย ยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ช่วยเพิ่มผลผลิตและควบคุมอุณหภูมิดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชได้ (Ni *et al*., 2016; Charoenpongsanukul *et al*., 2003; Wu *et al*., 2017) และ Mahmoudpour & Stapleton (1997) ได้รายงานว่าการใช้พลาสติกสีขาวและสีเงินคลุมดินจะช่วยให้เกิดการสะท้อนแสงมากขึ้น และจะช่วยเพิ่มการสังเคราะห์แสงสูงขึ้น จึงเป็นการเพิ่มน้ำหนักผลได้

พอลิเอทิลีน (Polyethylene, PE) เป็นพลาสติกที่เกษตรกรนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และยังถูกนำมาปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชและรูปแบบที่นำมาใช้ส่วนใหญ่ ได้แก่ พอลิเอทิลีนแบบความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene : LDPE) พอลิเอทิลีนแบบความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (Linear Low

density polyethylene : LLDPE) และพอลิเอทิลีนแบบความหนาแน่นสูง (High density polyethylene : HDPE) (Plastics Institute of Thailand, 2013) ดังนั้นการเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกพอลิเอทิลีนที่พอเหมาะกับพืชแต่ละชนิดในทางการเกษตร ไม่ว่าจะใช้ในการคลุมโรงเรือน เพื่อช่วยคัดกรองความเข้มแสง โดยปริมาณแสงในช่วงการสังเคราะห์แสงของพืชที่ความยาวคลื่น 400 - 700 nm (Luhtala *et al*., 2013) และอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช 21 – 33 $^{\circ}$C สำหรับการปลูกพืชในโรงเรือน (Tuntiwaranuruk *et al*., 2005) หรือการใช้คลุมดินเพื่อช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมภายในดิน ซึ่งถือจึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรละเลยสำหรับเกษตรกร จากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่าค่าการส่งผ่านแสงถือคุณสมบัติทางแสงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพิจารณาพลาสติกเพื่อเลือกใช้ในงานด้านเกษตรกรรม แต่ในปัจจุบันวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าการส่งผ่านแสงของพลาสติกที่ใช้กันโดยทั่วไปมีราคาแพง มีการใช้ที่ยุ่งยาก คณะผู้วิจัยจึงศึกษาการวัดการส่งผ่านแสง โดยทำการออกแบบและสร้างชุดทดสอบสำหรับวัดค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนเพื่อการเกษตร โดยใช้วัสดุที่มีราคาไม่แพง รวมทั้งติดตั้งง่าย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการตรวจสอบค่าการส่งผ่านแสงของพลาสติกแบบต่างๆ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเลือกใช้ในการคลุมดินและคลุมโรงเรือนพืชทางการเกษตรอย่างคุ้มค่าและเหมาะสม ที่ในปัจจุบันตามท้องตลาดมีขายอยู่อย่างมากมายหลายแบบหลายชนิด และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการหาค่าการส่งผ่านของแสง

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและสร้างชุดทดสอบในงานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการของคุณสมบัติการแผ่รังสีของวัสดุ(Radiative properties of materials) ได้แก่ การปลดปล่อยรังสี (Emisitivity) การดูดกลืน (Absorptivity) การสะท้อน (Reflectivity) และการส่งผ่านของแสง (Transmissivity) ที่ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น ทิศทาง และอุณหภูมิ (Cengel, 2003) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเน้นการออกแบบและสร้างชุดทดสอบอย่างง่ายเพื่อหาค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนในงานเกษตรกรรม โดยค่าการส่งผ่านของแสงคือ อัตราส่วนของปริมาณความเข้มแสงที่ส่งทะลุผ่านออกมาจากวัตถุ ต่อปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบบนวัตถุนั้น หรืออัตราส่วนของความส่องสว่างที่ทะลุผ่านออกมาจากพื้นผิววัตถุ ต่อ ความส่องสว่างที่ตกกระทบวัตถุนั้นโดยมีค่าระหว่าง 0 – 1 หรือเทียบค่าเป็นระหว่าง 0 – 100% (Duffie & Beckman, 2013)

$$\tau = \frac{I_t}{I_0} \tag{1}$$

โดยที่ τ แทนค่าการส่งผ่านแสง, ไม่มีหน่วย

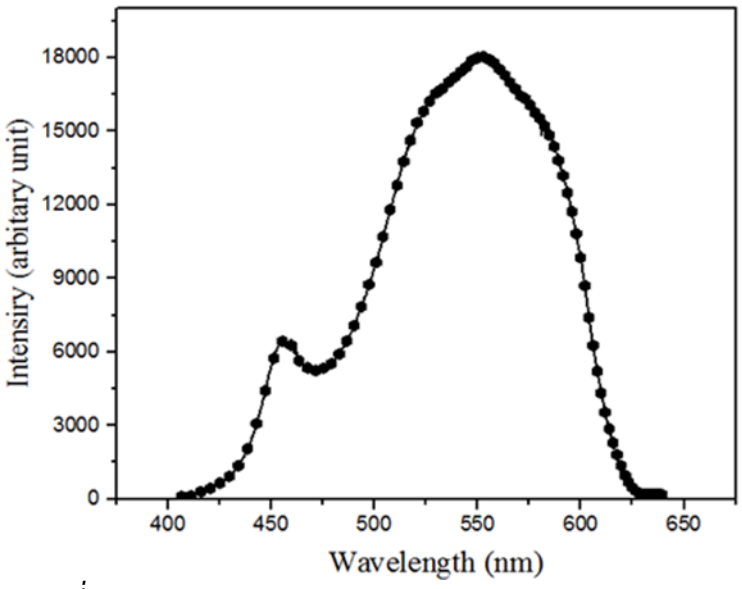
I_t แทนความเข้มแสงที่ส่งทะลุผ่านออกมาจากวัตถุ, วัตต์ต่อตารางเมตร

I_0 แทนความเข้มแสงที่ตกกระทบวัตถุ, วัตต์ต่อตารางเมตร

ในการออกแบบและสร้างชุดทดลองนี้ได้ใช้แสงจากโคมไฟ ที่หาได้ง่ายและราคาถูกเป็นแหล่งกำเนิดแสง โดยมีสเปกตรัมของแสงแสดงได้ดังภาพที่ 1 ที่สามารถใช้แทนแสงธรรมชาติได้ แสงจากแหล่งกำเนิดจะเดินทางเข้าสู่รูรับแสงของเส้นใยแก้วนำแสงและเกิดการสะท้อนอยู่ในเส้นใยแก้วนำแสงโดยไม่ถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกตกลงบนแผ่นแผ่นชิ้นงาน เมื่อแสงตกกระทบพลาสติกตัวอย่างจะมีปริมาณแสงส่วนหนึ่งที่สามารถทะลุผ่านพลาสติกตัวอย่างได้ โดยแสงที่ทะลุผ่านนี้จะเคลื่อนที่เข้าสู่รูรับแสงของเส้นใยแก้วนำแสงอีกเส้นหนึ่งส่งผ่านแสงเข้าสู่เครื่องวัดความเข้มแสง (Spectrometers) รุ่น Science-Surplus BTC-110S ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่บันทึกและประมวลผล โดยชุด

ทดสอบที่พัฒนาขึ้นมานี้ค่อนข้างมีราคาถูกและตัวอุปกรณ์ต่างๆ หาซื้อง่ายในท้องตลาด มีขนาดเล็กกะทัดรัดสะดวกต่อการพกพา และสามารถปรับเปลี่ยนระบบให้เหมะสมกับชิ้นงานที่นำมาวัดค่าได้ง่าย โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ออกแบบทางเดินของแสงโดยให้แสงจากโคมไฟหลอดแอลอีดีวอร์มไวท์ 5 วัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งวางห่างจากตัวรับแสง 10 เซนติเมตร โดยแสงจะเคลื่อนที่ไปภายในเส้นใยแก้วนำแสงแล้วตกลงบนไปยังชิ้นงาน โดยแสงบางส่วนจะสามารถส่องผ่านชิ้นงานได้ ซึ่งแสงที่ส่องผ่านนี้จะเคลื่อนที่เข้าสู่เส้นใยแก้วนำแสงอีกเส้นหนึ่งและเข้าสู่เครื่องมือวัดความเข้มแสงเพื่อบันทึกและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยรายละเอียดการติดตั้งชุดทดสอบแสดงได้ดังภาพที่ 2

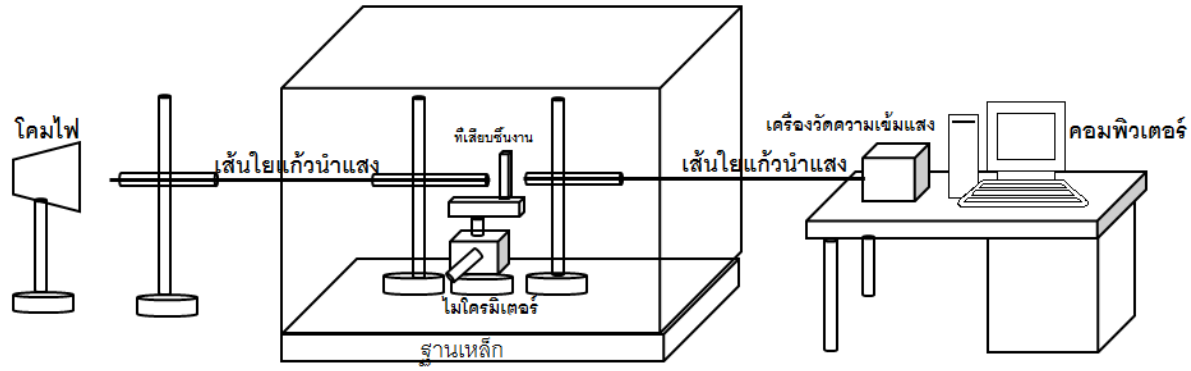


ภาพที่ 1 ลักษณะของสเปกตรัมแสงตกกระทบ (I_0) จากแหล่งกำเนิดแสง

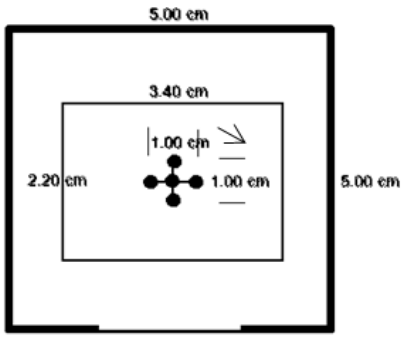
ภาพที่ 2 การติดตั้งชุดทดสอบวัดค่าการส่งผ่านแสง

2. จัดอุปกรณ์ดังภาพที่ 3 โดยยังไม่เสียบชิ้นงานลงไปในช่องเสียบชิ้นงานเพื่อบันทึกค่าความเข้มแสงทั้งหมดที่ตกกระทบที่ได้เป็น I_o จากนั้นนำพอลิเอทิลีนที่เตรียมไว้แบบที่ 1 เสียบลงในช่องเสียบชิ้นงาน แล้วปรับเลื่อนไมโครมิเตอร์ไปยังตำแหน่งที่จะทำการวัดความเข้มแสงส่งผ่าน ทำการบันทึกวัดค่าความเข้มแสงที่ได้ในแต่ละตำแหน่งต่างๆของชิ้นงานจนครบ 5 ตำแหน่ง โดยมีรายละเอียดของตำแหน่งชิ้นงานแสดงได้ดังภาพที่ 4 เมื่อครบทุกตำแหน่งแล้วจึงทำการเปลี่ยนชิ้นงานในแบบถัดไปและบันทึกค่าความเข้มแสงทั้ง 5 ตำแหน่งตามขั้นตอนดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นจนครบทุกแบบ หาค่าเฉลี่ยความเข้มแสงจากทุกตำแหน่ง แล้วนำไปคำนวณหาค่าการส่งผ่านแสงของในแต่ละชนิดของพอลิเอทิลีนตามสมการที่ (1)

3. ทดสอบประสิทธิภาพของระบบวัด จากการวิเคราะห์ค่าการส่งผ่านแสงช่วงความยาวคลื่น 450 - 575 นาโนเมตร ของพอลิเอทิลีนทั้ง 4 แบบ ค่าที่วัดได้จากชุดทดสอบกับลักษณะทางกายภาพของฟิล์มพอลิเอทิลีน ได้แก่ชนิดของฟิล์ม และความหนาของฟิล์ม ที่ก่อให้เกิดการแปลี่ยนแปลงของการส่งผ่านของแสง ซึ่งพอลิเอทิลีนทั้ง 4 แบบประกอบด้วย แบบที่ 1 พอลิเอทิลีน A (Polyethylene A) เป็นพอลิเอทิลีนสีใส มีส่วนผสมเป็น พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (LLDPE) และมีสารป้องกันยูวี (UV stabilizer) แบบที่ 2 พอลิเอทิลีน B (Polyethylene B) เป็นพอลิเอทิลีนสีส้ม มีส่วนผสมเป็นพอลิเอทิลีนคความหนาแน่นต่ำ (LDPE) กับแบบความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (LLDPE) และตัวเลือกแสง (Photo selective) แบบที่ 3 พอลิเอทิลีน C (Polyethylene C) เป็นพอลิเอทิลีนสีขาว มีส่วนผสมเป็น พอลิเอลิลีความหนาแน่นต่ำ (LDPE) กับแบบความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (LLDPE) สารป้องกันยูวี (UV stabilizer) และสารทำเสีขาว (White masterbatch) และแบบที่ 4 พอลิเอทิลีน D (Polyethylene D) เป็นพอลิเอทิลีนสีดำมีส่วนผสมเป็นแบบความหนาแน่นต่ำ (LDPE) กับแบบความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (LLDPE) สารป้องกันยูวี (UV stabilizer) และสารทำสีดำ (Black masterbatch)



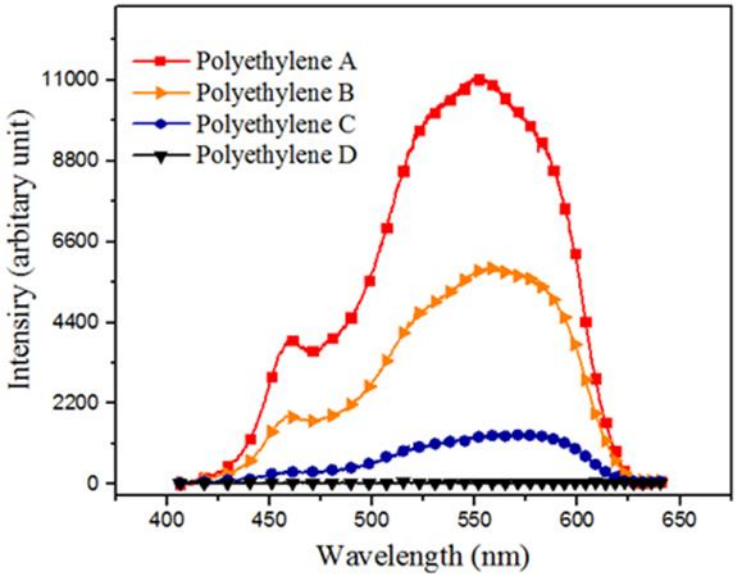
ภาพที่ 3 อุปกรณ์การทดลอง



ภาพที่ 4 ลักษณะของชิ้นงานและตำแหน่งในการวัดค่าความเข้มแสงการส่งผ่าน

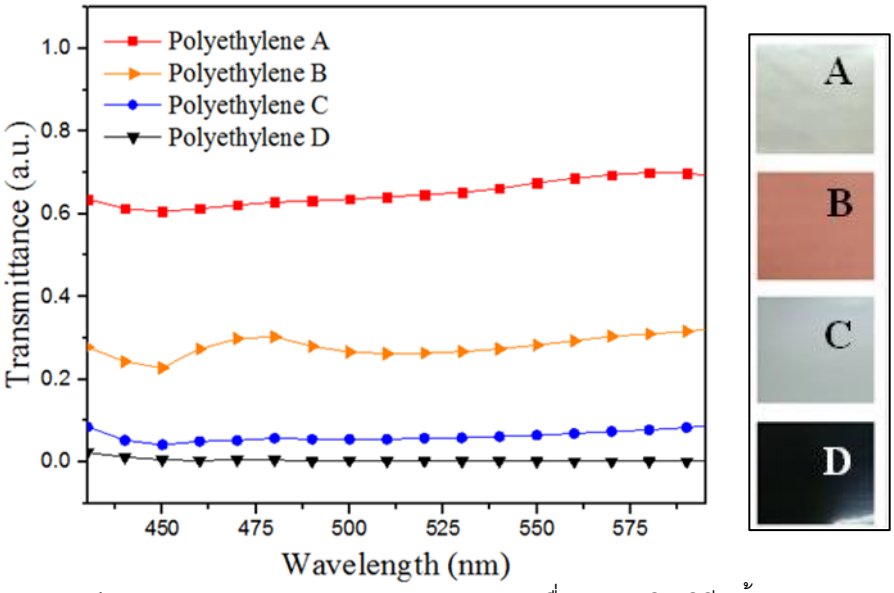
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

เมื่อแสงตกกระทบเข้ากับชิ้นงาน แสงบางส่วนจะทะลุผ่านเข้าสู่ระบบวัด ซึ่งจะประมวลผลออกมาในรูปของสเปกตรัมแสง โดยสเปกตรัมการส่งผ่านแสงในแต่ละชนิดของพอลิเอทิลีนแสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 สเปกตรัมการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนทั้ง 4 แบบ

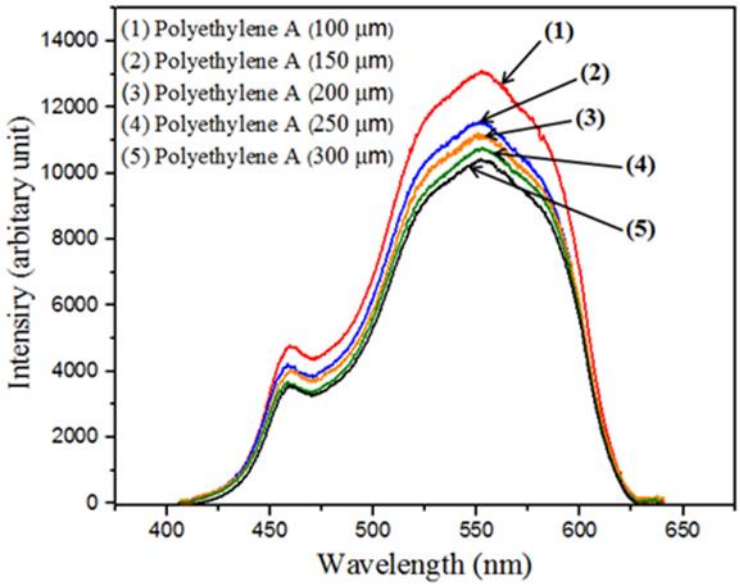
จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าค่าของสเปกตรัมการส่งผ่าน ที่วัดได้จากชุดทดสอบมีความแตกต่างกันของพอลิเอทิลีนแต่ละชนิด เพื่อที่จะได้เข้าใจถึงพฤติกรรมการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนให้มากยิ่งขึ้น ข้อมูลทางสเปกตรัมแสงส่งผ่านของพอลิเอทิลีนทั้งหมดที่ได้จากการวัดด้วยชุดทดสอบ จะถูกนำไปคำนวณร่วมกับค่าของแสงตกกระทบจากแหล่งกำเนิดตามความสัมพันธ์ดังสมการที่ (1) เพื่อที่จะคำนวณค่าการส่งผ่านของแสง โดยความสัมพันธ์ของค่าการส่งผ่านกับความยาวคลื่นในแต่ละชนิดของพอลิเอทิลีนแสดงได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการส่งผ่านของแสงกับความยาวคลื่นของพอลิเอทิลีนทั้ง 4 แบบ

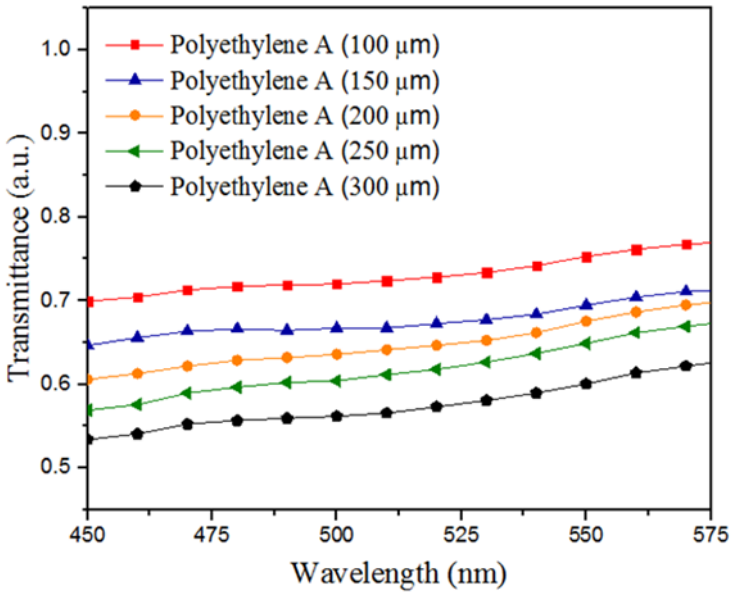
จากภาพที่ 6 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการส่งผ่านของพอลิเอทิลีนทั้ง 4 ชนิด ที่ความยาวคลื่นช่วง 420 - 600 นาโนเมตร ณ ความหนาเดียวกัน (200 μm) จะเห็นได้ว่าค่าการส่งผ่านของแสงมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าการส่งผ่านของแสงมีค่าสูงที่สุดในพอลิเอทิลีนสีใส (A) จากนั้นค่าจะลดลงในพอลิเอทิลีนสีส้ม (B) พอลิเอทิลีนสีขาว (C) ตามลำดับ และค่าเหลือน้อยที่สุดในพอลิเอทิลีนสีดำ (D) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่าค่าการส่งผ่านของแสงที่เปลี่ยนแปลงมีความสอดคล้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของพอลิเอทิลีนทั้งสี่ชนิดเป็นอย่างดี กล่าวคือพอลิเอทิลีน (A) มีความใสจึงยินยอมให้แสงทะลุผ่านได้ดีค่าการส่งผ่านของแสงจึงสูง ในทางตรงกันข้ามพอลิเอทิลีนสีขาว (C) มีการสะท้อนของแสงค่อนข้างมาก และพอลิเอทิลีนสีดำ (D) มีคุณสมบัติการดูดกลืนแสงสูง จึงทำให้พอลิเอทิลีนทั้งสอง ชนิดนี้มีค่าการส่งผ่านของแสงต่ำ สำหรับพอลิเอทิลีนสีส้ม (B) นั้นความสัมพันธ์ระหว่างค่าการส่งผ่านกับความยาวคลื่นแสงจะมีความเป็นเชิงเส้นน้อยกว่าพอลีเอทิลีนชนิดอื่น ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากพฤติกรรมการดูดกลืนแสงของตัวเลือกแสง (Photo selective) ที่มีเฉพาะในพอลิเอทิลีนสีส้ม นั่นเอง

เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการวิเคราะห์ของชุดทดสอบมากยิ่งขึ้น ได้ทำการพิจารณาค่าการส่องผ่านของแสงที่มีความสัมพันธ์กับความหนาของพอลิเอทิลีน โดยเลือกศึกษาพอลิเอทิลีน A (สีใส) ที่ความหนาแตกต่างกันเป็น 100, 150, 200, 250 และ 300 ไมโครเมตรตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่าชุดทดสอบนี้สามารถแยกสเปกตรัมการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนที่ความหนาแตกต่างกันได้ แสดงได้ดังภาพที่ 7 และจากรูปแสดงให้เห็นว่าค่าของสเปคตัมการส่งผ่านของพอลิเอทิลีนที่มีความหนาแตกต่างกันที่วัดได้มีค่าแตกต่างกัน



ภาพที่ 7 สเปกตรัมแสงการส่งผ่านแสงที่ความหนาแตกต่างกันของพอลิเอทิลีน A (สีใส)

เมื่อวิเคราะห์ค่าการส่องผ่านของแสง ซึ่งเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าความหนาของวัสดุจะเป็นผลให้ความสามารถในการทะลุผ่านของแสง โดยข้อมูลการส่งผ่านแสงที่มีความหนาแตกต่างกันจากภาพที่ 8 ซึ่งได้จากการคำนวณด้วยชุดทดสอบพบว่ามีการตอบสนองต่อความหนาของพอลิเอทิลีนที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับไมโครเมตรได้เป็นอย่างดี โดยจะเห็นได้ว่าค่าการส่งผ่านของแสงมีค่าลดลงอย่างชัดเจน เมื่อความหนาของพอลิเอทิลีนเพิ่มขึ้น และยังพบอีกว่าที่ทุกๆ ความหนาของพอลิเอทิลีน ค่าการส่องผ่านแสงจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความยาวคลื่นแสงเพิ่มขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากสารเคลือบป้องกันยูวี (UV stabilizer) บนผิวของพอลิเอทิลีน A ที่มีคุณสมบัติตอบสนองต่อการดูดกลืนแสงย่านพลังงานสูง (ความยาวคลื่นสั้น) ได้เป็นอย่างดี ทำให้แสงที่ส่องผ่านออกมาได้น้อยในช่วงความยาวคลื่นต่ำ และเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวคลื่นแสงสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของค่าการส่องผ่านแสงมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันในทุกๆ ความหนาของพอลิเอทิลีน A ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการวัดของชุดทดสอบอีกด้วย



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการส่งผ่านของแสงกับความยาวคลื่นของพอลิเอทิลีน A ที่ความหนา 100, 150, 200, 250 และ 300 ไมโครเมตรตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาตามลักษณะทางกายภาพของชุดทดสอบ จากการออกแบบและสร้างชุดทดสอบเพื่อหาค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนในงานเกษตรกรรม จะเห็นได้ว่าชุดทดสอบที่สร้างขึ้นมานี้ ราคาถูกและประกอบใช้ได้ง่าย เหมาะแก่การนำไปใช้ในการเรียนรู้ และวัดค่าการส่องผ่านแสงของฟิล์มพอลิเอทิลีน มีความยืดหยุ่นในการใช้งานค่อนข้างสูง สามารถปรับเปลี่ยนระบบวัดให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของชิ้นงานได้ในทุกรูปแบบ ราคาถูก และยังสามารถพัฒนาให้เป็นชุดทดสอบเอนกประสงค์ที่สามารถวัดค่าการส่งผ่านของแสง ค่าการสะท้อนของแสง และค่าการดูดกลืนของของพอลิเอทิลีนได้ในคราวเดียวกัน ซึ่งเครื่องมือวัดในลักษณะนี้หาได้ยากในท้องตลาดและมีราคาค่อนข้างสูง

ดังนั้นการออกแบบและสร้างชุดทดสอบสามารถใช้ในการหาค่าการส่งผ่านแสงของพอลิเอทิลีนได้ แต่จากผลการใช้ชุดทดสอบวิเคราะห์กับชิ้นงานจริง จะเห็นได้ว่าชุดทดสอบมีความสามารถในการแยกแยะและชี้ชัดถึงคุณลักษณะทางกายภาพของพอลิเอทิลีนได้เป็นอย่างดี มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของฟิล์มพอลิเอทิลีนได้ดี ซึ่งพิจารณาได้จากค่าการส่องผ่านแสงที่เปลี่ยนไปที่ความหนาของพอลิเอทิลีนแตกต่างกัน โดยมีความแม่นยำในการวัดที่น่าจะเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน ซึ่งในขั้นตอนต่อไปจะนำไปสอบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน โดยใช้แสงจากหลอดไฟที่มีคุณสมบัติเหมือนกับแสงจากดวงอาทิตย์ เช่น หลอดไฟฮาโลเจน เป็นต้น เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการหาค่าการส่งผ่านของแสงที่เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการเลือกใช้พอลิเอทิลีนคลุมดินและคลุมโรงเรือนพืชให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพาผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 71/2560 และโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และขอบคุณบริษัท วิสและบุตร จำกัด ที่สนับสนุนพลาสติกที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

Bualek, S., Krisda, S., Boonariya, S., & Arakul, B. R. (1991). Aging of low density polyethylene films for agricultural use in Thailand. Journal of The Science Society of Thailand, *17*, 103-122.

Cengel, Y.A., (2003). *Heat Transfer: A Practical Approach*. (2nd edition). New York : Mcgraw-Hill.

Charoenpongsanukul, S., Nilnond, S., Phavaphutanon, L., & Arirob, W. (2003). Effect of Reflective Plastic Mulch on Yield and Fruit Quality of 'Beauty Seedless' Grapes Produced at Doi Inthanon, Chiangmai Province. In Proceedings of 41th Kasetsart University Annual Conference: Field Crops, Agricultural Extension and Communication.. (pp. 504-509). Kasetsart University. Thailand.

Duffie, J.A. & Beckman, W.A.. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition.

Fitprayoon, A. (1992). Effects of plastic roof and bagging fruit clusters on fruit quality of 'Beauty Seedless' grapes production on Doi Inthanon, Changwat Chiang Mai in rainy season. Master Thesis. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University Thailand. (inThai)., 107p

Luhtala, H., Tolvanen, H., and Kalliola, R. (2013). Annual spatio-temporal variation of the euphotic depth in the SW-Finnish archipelago, Baltic Sea. *Oceanologia*, *55*(2), 359-373.

Mahmoudpour, M.A. and J.J. Stapleton. (1997). Influence of sprayable mulch colour on yieldof eggplant Solanum melongena. L. cv. Millionaire. *Sci. Hort.*, *70*, 331-338.

Ni, X., Song, W., Zhang, H., Yang, X., & Wang, L. (2016) Effects of Mulching on Soil Properties and Growth of Tea Olive (Osmanthus fragrans) PLoS ONE. 11(8): e0158228. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158228.

Plastics Institute of Thailand. (2013). *Plastic in the agricultural industry*. Retrieved May 16, 2016, from http://www.thaiplastics.org/content_attachment/attach/plastics_foresight_vol.6_.pdf. (in Thai)

Rakkanrane, P. (2006). Mathematical and Experimental and Analysis of Transmittance Properties of Greenhouse Screening Materials. Master Thesis. School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi Thailand. (inThai)., 117p

Tuntiwaranuruk, U., Thepa, S., Tia, S., & Bhumiratana, S. (2005). Solar Radiation Transmissivity of Saran Greenhouse in Thailand. Thaksin University Journal, *8*(1), 34-46.

Tuntiwaranuruk, U. (2006). The Study of Natural Ventilation Rate in a Greenhouse. *Srinakharinwirot Science Journal*, *22*(1), 5-13.

Wu, Y., Du, T., Ding, R., Yuan, Y., Li, S., and Tong, L., (2017). An isotope method to quantify soil evaporation and evaluate water vapor movement under plastic film mulch. Agricultural Water Management, *184*, 59-66.