

ผลของฟิล์มคลุมโรงเรือนมัลติฟังก์ชันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค และพันธุ์เรดโอ๊ค

Effects of multifunctional greenhouse film on growth and yield of 'Green Oak' and 'Red Oak' lettuces (*Lactuca sativa* L.)

กาญจน์เจริญ ศรีอ่อน^{1*}, ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ¹, อติตยา เพ็ชรสุข², ดวงฤทัย ศรีนุ่น²
และ ดวงพร ศิริกิตติกุล²

Kancharoen Srioorn^{1*}, Thammasak Thongket¹, Atitsa Petchsuk², Duangruthai Srinun²
and Doungporn Sirikittikul²

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

² ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย อ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

² National Metal and Materials Technology Center, 114 Thailand Science Park, Paholyothin Road, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120, Thailand

บทคัดย่อ: ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกพืชในโรงเรือนกันมากขึ้น และฟิล์มคลุมหลังคาโรงเรือนถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการปลูกพืชในโรงเรือน ดังนั้นศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติจึงได้พัฒนาฟิล์มมัลติฟังก์ชันชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการกรองรังสีอัลตราไวโอเล็ต สะท้อนรังสีความร้อน และกระจายแสงได้ดี การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของฟิล์มมัลติฟังก์ชันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค และพันธุ์เรดโอ๊ค โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 3 ทรีตเมนต์ ได้แก่ โรงเรือนฟิล์มการค้า ฟิล์ม MultiTech และ ฟิล์ม MultiTech-Ultra ปลูกต้นกล้าผักกาดหอมลงในถุงเพาะชำขนาด 8 x 16 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดินซึ่งมีส่วนผสมของขุยมะพร้าว: กาบมะพร้าวสับ อัตรา 2:1 ให้สารละลายปุ๋ยสูตร Enshi ดัดแปลง ที่ความเข้มข้น 1.2 mS/cm ผลการทดลอง พบว่า ต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค อายุ 3 สัปดาห์ หลังย้ายปลูกที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech มีการเจริญเติบโตทางต้นดีกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า โดยมีน้ำหนักสดต้น 128.8 ก./ต้น หรือมีน้ำหนักต้นเพิ่มขึ้น 27.0% แต่ต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่อายุ 4 สัปดาห์ มีน้ำหนักสดของต้นและปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีน้ำหนักสดต้น 296.1–301.0 ก./ต้น และมีปริมาณวิตามินซี 21.2–24.6 มก./100 ก. น้ำหนักสด ส่วนต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คอายุ 4 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra มีน้ำหนักสดต้น 178.3 และ 171.7 ก./ต้น หรือมีน้ำหนักต้นเพิ่มขึ้น 15.7 และ 11.4% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า แต่อย่างไรก็ตามต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้ากลับมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุดคือ 33.0 มก./100 ก. น้ำหนักสด

คำสำคัญ : ผักกาดหอม; การเจริญเติบโต; ฟิล์มมัลติเทค; การกระจายแสง

ABSTRACT: Recently, the trend of plant production in the greenhouse has drastically increased. The greenhouse cover film is one of the most important factors on plant growth in the greenhouse. Therefore, National Metal and Materials Technology Center has developed the new multifunctional film that combines the properties of UV filters, near infrared radiation (NIR) reflection and good light diffusion. This experiment aimed to study the effects of multifunction film on the growth and yields of Green Oak and Red Oak lettuces. The experiment was planned completely randomized design (CRD) with 3 treatments which were greenhouses covered with commercial film, MultiTech film and MultiTech-Ultra film. The lettuce plants were put into 8x16 inch planting bags with the soil free

* Corresponding author: agrpps@ku.ac.th

planting material consisting of coconut coir: chopped coconut bract at a ratio of 2: 1. Providing an Enshi modified fertilizer solution with the concentration 1.2 mS/ cm was applied throughout experiment. The result found that 3-week old Green Oak grown under MultiTech cover films showed better growth than those in the greenhouse using commercial cover film. The fresh weight values were 128.8 g/plant accounting for a fresh weight increase of 27.0%. But Green Oak lettuce at 4 weeks old had the fresh weight of the plant and vitamin C content was not statistically different ($P > 0.05$), with the fresh weight of the plant 296.1–301.0 g/plant and vitamin C quantity 21.2–24.6 mg/100 g fresh weight. Whereas, 4-week old Red Oak grown under MultiTech and MultiTech-Ultra cover films contained weight of 178.3 and 171.7 g/plant or increased 15.7 and 11.4%, respectively when compared to those Red Oak were planted in greenhouse covered with commercial film. However, Red Oak lettuce grown in commercial film greenhouses had the highest vitamin C content of 33.0 mg/100 g fresh weight.

Keywords: lettuce; growth; multitech film; light diffusion

บทนำ

ผักกาดหอม (Lettuce) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lactuca sativa* L. อยู่ในวงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว พันธุ์ผักกาดหอมที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 กลุ่มใหญ่ คือ 1) กลุ่มครีสป์เฮด (Crisp Head) คือ ผักกาดหอมหัว มีลักษณะใบบางขอบใบหยัก ปลูกได้ดีในช่วงเดือนตุลาคม – มกราคม ต้นผักกาดหอมต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตระหว่าง 15.5 – 21.0 °C. เช่น พันธุ์ Great Lake 695 เป็นต้น และ 2) กลุ่มลิฟ (Leaf) คือ ผักกาดหอมใบหยิก เช่น พันธุ์กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค เป็นต้น ใบมีลักษณะหยิกเป็นคลื่น สีของใบมีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีแดงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ผักกาดหอมกลุ่มนี้สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีแต่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็น อุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 18.0 – 25.0 °C. (เช่น ไฮโดรโพนิคส์, 2559; Smith et al., 2012) การปลูกพืชในโรงเรือนเป็นเทคโนโลยีการผลิตพืชที่ช่วยป้องกันพืชจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และช่วยป้องกันศัตรูพืชบางชนิดที่มารบกวน ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ช่วยให้ผลผลิตมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น ประกอบกับความนิยมในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นปัจจัยช่วยผลักดันให้เกษตรกรหันมาพึ่งเทคโนโลยีการปลูกพืชในโรงเรือนมากขึ้น และในบรรดาเทคโนโลยีที่ใช้ในการปลูกพืชในโรงเรือนฟิล์มคลุมหลังคาโรงเรือนถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความจำเป็นและมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จในการปลูกพืชเพราะฟิล์มคลุมโรงเรือนมีส่วนช่วยป้องกันพืชจากโรค แมลง ลดแรงปะทะจากลม ฝน และแสงแดด (เสาวภรณ์, 2539; จริญญา และอัญชัย, 2560) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชส่วนหนึ่งมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ น้ำ ธาตุอาหาร วัสดุปลูก อุณหภูมิ และแสง ซึ่งแสงจากดวงอาทิตย์มีความยาวช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน คือ แสงช่วงคลื่นสั้น (short wave) มีความยาวช่วงคลื่นต่ำกว่า 380 นาโนเมตร เช่น แสงอัลตราไวโอเล็ต เอ็กซ์เรย์ และรังสีแกมมา เป็นต้น แสงช่วงคลื่นสั้นเหล่านี้เป็นแสงที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต แสงช่วงคลื่นยาว (long wave) มีความยาวช่วงคลื่นมากกว่า 760 นาโนเมตร เช่น แสงฟราเรด และอินฟราเรด เป็นต้น ถ้ามีการสะสมของแสงเหล่านี้มากจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนทำให้อุณหภูมิรอบทรงพุ่มพืชสูงขึ้น ส่วนแสงที่มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 380 – 760 นาโนเมตร เป็นแสงช่วงคลื่นที่ตาเราสามารถมองเห็นได้ (visible light) แสงช่วงคลื่นนี้เป็นประโยชน์ต่อพืชซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ (สมบุญ, 2544; ธรรมศักดิ์, 2558; Dole and Wilkins, 2005) นอกจากนี้อุณหภูมิสูงมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลดลง เช่น ในถั่วเหลือง เมล่อน และมะเขือ เป็นต้น (Hew et al., 1969) ดังนั้น ฟิล์มคลุมโรงเรือนที่ดีต้องมีคุณสมบัติช่วยคัดเลือกว่าช่วงแสงที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และป้องกันช่วงแสงที่จะส่งผลเสียต่อพืชให้เข้ามาภายในโรงเรือนน้อยที่สุด สามารถกรองและสะท้อนรังสีความร้อน ป้องกันการเกิดหยดน้ำ และการเกิดตะไคร่น้ำบนแผ่นฟิล์มซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการผ่านของแสงที่จะเข้ามาภายในโรงเรือนได้ (เสาวภรณ์, 2539)

ปัจจุบันประเทศจีนมีการปลูกพืชในโรงเรือนมากขึ้นการใช้ฟิล์มคลุมโรงเรือนก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และล่าสุดได้พัฒนาฟิล์มป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ฟิล์มป้องกันและสะท้อนรังสีความร้อน (NIR) ในขณะที่ยอมให้แสงในช่วงพาร์ (PAR) ส่องผ่านได้ซึ่งเป็นแสงที่มีความจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์แสงของพืช (Espi et al., 2006) และจากการศึกษาการปลูกมะเขือยาวในโรงเรือนที่มีการกรองรังสีอัลตราไวโอเล็ตของ Kittas et al. (2006) พบว่าการปลูกมะเขือยาวในโรงเรือนที่รังสีอัลตราไวโอเล็ตไม่สามารถผ่านได้มีผลทำให้น้ำหนักของมะเขือยาวต่อผลเพิ่มขึ้นซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือยาวที่ปลูกในโรงเรือนที่มีการส่องผ่านของรังสี

อัลตราไวโอเลต 5% นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนที่มีการกระจายแสงได้ดีในช่วง 45 – 71% ช่วยทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศเพิ่มขึ้น 9 – 11% (Dueck et al., 2012) ซึ่งฟิล์มคลุมโรงเรือนแบบกระจายแสงช่วยทำให้การกระจายแสงภายในโรงเรือนดีขึ้นส่งผลให้การสังเคราะห์แสงของพืชและการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มขึ้น (Hemming et al., 2008) อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปลูกพืชในโรงเรือนในบ้านเรายังคงประสบปัญหา ส่วนหนึ่งเนื่องจากฟิล์มคลุมโรงเรือนที่ใช้อยอมให้แสงทุกช่วงคลื่นส่องผ่านเข้ามาภายในโรงเรือนได้ การกระจายของแสงภายในโรงเรือนไม่สม่ำเสมอ และฟิล์มที่ใช้ในปัจจุบันกรองและสะท้อนรังสีความร้อน (Near Infrared Radiation, NIR) ได้น้อย ดังนั้น ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA) ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้พัฒนาฟิล์มมัลติฟังก์ชันสำหรับใช้กับโรงเรือนปลูกพืชในเขตร้อน โดยทีมวิจัยได้พัฒนาและใส่สารเติมแต่ง (functional additives) ชนิดต่าง ๆ นำไปผสมกับโพลิเมอร์ และเป่าขึ้นรูปฟิล์มให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยได้พัฒนาฟิล์ม MultiTech และฟิล์ม MultiTech-Ultra ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ 1) กรองรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งฟิล์ม MultiTech-Ultra และฟิล์ม MultiTech ยอมให้รังสีอัลตราไวโอเลตผ่านได้ 5.4 และ 6.5% ตามลำดับ 2) ยอมให้แสงในช่วงพาร์ (Photosynthetically Active Radiation, PAR) ซึ่งมีความยาวช่วงคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร ส่องผ่านได้เพราะเป็นประโยชน์ต่อพืชซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Cervantes, 2006) และ 3) มีการกระจายแสงได้ดี (light diffusion) เพื่อให้พืชที่อยู่ภายในโรงเรือนได้รับแสงสม่ำเสมอทั้งโดยฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra สามารถกระจายแสงได้มากถึง 64.7 และ 68.7% ตามลำดับ ในขณะที่ฟิล์มการค้ากระจายแสงได้เพียง 38.8% นอกจากนี้ฟิล์ม MultiTech-Ultra ยังมีคุณสมบัติในการกรองและสะท้อนรังสีความร้อนได้สูงถึง 16.0%R (Table 1) และเพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของฟิล์มมัลติฟังก์ชันทั้ง 2 ชนิดกับฟิล์มการค้า คณะผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกพืชที่ให้ผลตอบแทนสูง ตลาดมีความต้องการมาก และเหมาะสมสำหรับปลูกในโรงเรือน จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ มะเขือเทศเชอร์รี่ เมล่อน และผักกาดหอมมาทำการทดลองซึ่งในบทความทางวิชาการครั้งนี้ขอนำเสนอเฉพาะข้อมูลของผักกาดหอม โดยคณะผู้วิจัยคาดหวังว่าโรงเรือนที่คลุมด้วยฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra ซึ่งสามารถกรองรังสีอัลตราไวโอเลต กระจายแสงได้ดี และยอมให้แสงช่วงพาร์ส่องผ่านได้น่าจะทำให้พืชมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นและเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าทั่วไป นอกจากนี้ฟิล์ม MultiTech-Ultra ยังสามารถกรองและสะท้อนรังสีความร้อนได้สูงกว่าฟิล์ม MultiTech ซึ่งจะช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของฟิล์มมัลติฟังก์ชันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค และพันธุ์เรดโอ๊ค

Table 1 Optical properties of field test greenhouse films used in the study

Treatment ^{1/}	Thickness (μm)	UV transmission (%T)	PAR transmission (%T)	NIR reflection (%R)	Light intensity ($\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$)		Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	
					November	December	November	December
CF	150	33.4 $\pm$ 1.2	89.6 $\pm$ 0.2	8.9 $\pm$ 0.0	896.2	757.0	22.8-36.0	24.4-35.7
MF	120	6.5 $\pm$ 0.4	88.0 $\pm$ 0.1	9.1 $\pm$ 0.5	833.0	655.6	23.0-36.5	24.7-36.3
MUF	120	5.4 $\pm$ 0.3	76.4 $\pm$ 0.4	16.0 $\pm$ 0.7	721.8	559.5	22.9-36.9	24.6-36.6

^{1/} CF= Commercial Film, MF= MultiTech Film, MUF= MultiTech-Ultra Film

วิธีการศึกษา

การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของฟิล์มคลุมโรงเรือนที่พัฒนาขึ้นโดยทีมวิจัยของศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) โดยทีมวิจัยได้พัฒนาฟิล์มมัลติฟังก์ชันสำหรับใช้กับโรงเรือนปลูกพืชในเขตร้อน มีการใส่สารเติมแต่งชนิดต่าง ๆ เข้าไปผสมกับโพลิเมอร์และเป่าขึ้นรูปฟิล์มจนได้ฟิล์ม MultiTech และฟิล์ม MultiTech-Ultra ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการคือ กรองรังสี

อัลตราไวโอเลต ยอมให้แสงในช่วงพาร์ส่องผ่าน สะท้อนรังสีความร้อน และกระจายแสงได้ดี หลังจากนั้นจึงนำฟิล์มดังกล่าวมาตรวจสอบคุณสมบัติทางแสงในห้องปฏิบัติการทั้งค่าการผ่านของแสงและการสะท้อนของแสงในช่วง 200–2,500 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS/NIR Spectrophotometer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น Lambda 950 ตามมาตรฐานการทดสอบ JIS R 3106 วัดการผ่านของแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวช่วงคลื่น 280 – 400 นาโนเมตร แสงในช่วงพาร์ที่ความยาวช่วงคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร วัดการสะท้อนรังสีความร้อน (NIR) ที่ความยาวช่วงคลื่น 700 – 2,500 นาโนเมตร โดยวัดการผ่านของแสงและการสะท้อนของแสงจำนวน 3 ซ้ำ และวัดค่าการกระจายแสงด้วยเครื่อง Haze meter (BYK Gardner, model 107821) ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D-1003 ทำการทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการของศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ หลังจากนั้นจึงนำฟิล์ม MultiTech ฟิล์ม MultiTech-Ultra และฟิล์มการค้ำาติดบนหลังคาโรงเรือนขนาด 6 x 18 ม. จำนวน 3 หลัง ณ แปลงทดลอง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน ในช่วงที่ปลูกผักกาดหอมทำการวัดค่าความเข้มของแสงภายในโรงเรือนทุกชั่วโมงจำนวน 5 วันต่อเดือน ด้วยเครื่องวัดความเข้มแสงยี่ห้อ LI-COR รุ่น LI-250 ซึ่งในรายงานครั้งนี้นำเสนอเฉพาะค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสูงสุด และวัดอุณหภูมิของอากาศซึ่งติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนทั้ง 3 หลัง โดยศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (Thai Microelectronics Center) (Table 1)

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาผลของฟิล์มคลุมโรงเรือนมัลติฟังก์ชันต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค และพันธุ์เรดโอ๊คโดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมลงในถาดหลุมใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ และเลี้ยงต้นกล้าในโรงเรือนเพาะกล้านาน 2 สัปดาห์ (Figure 1) หลังจากนั้นจึงย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงชำสีขาว ขนาด 8 x 16 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว : กาบมะพร้าว สับ อัตรา 2 : 1 โดยปริมาตร โรงเรือนที่ใช้ปลูกผักกาดหอมมีขนาด 6 x 18 ม. ด้านข้างเป็นมุ้งตาข่ายขนาด 20 เมช (mesh) จำนวน 3 หลัง การดูแลรักษาระหว่างทำการทดลองให้สารละลายปุ๋ยแกลตันผักกาดหอมโดยใช้ปุ๋ยสูตร Enshi ดัดแปลง (ธรรมศักดิ์, 2559) ความเข้มข้นของปุ๋ยในรูปของการนำไฟฟ้าที่ 1.2 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ตลอดการทดลองและปรับ pH ของสารละลาย 6.0 ให้สารละลายปุ๋ยจำนวน 3 ครั้ง/วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลอง (Treatment) คือ 1) โรงเรือนควบคุม (Control) โดยใช้ฟิล์มการค้ำา 2) ฟิล์ม MultiTech และ 3) ฟิล์ม MultiTech-Ultra (Figure 2) ทำการสุ่มต้นผักกาดหอมมาพันธุ์ละ 20 ซ้ำ ๆ ละ 2 ต้น ทำการทดลอง ณ แปลงทดลอง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ในช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2562

การบันทึกข้อมูล

การเจริญเติบโตของต้น โดยเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอมที่อายุ 3 และ 4 สัปดาห์ หลังจากย้ายปลูก โดยนับจำนวนใบต่อต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น และวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (Ascorbic acid) ด้วยวิธี 2,6-dichlorophenolindophenol titration method (AOAC, 1990)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ The Statistical Analysis System for windows v 9.0 วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

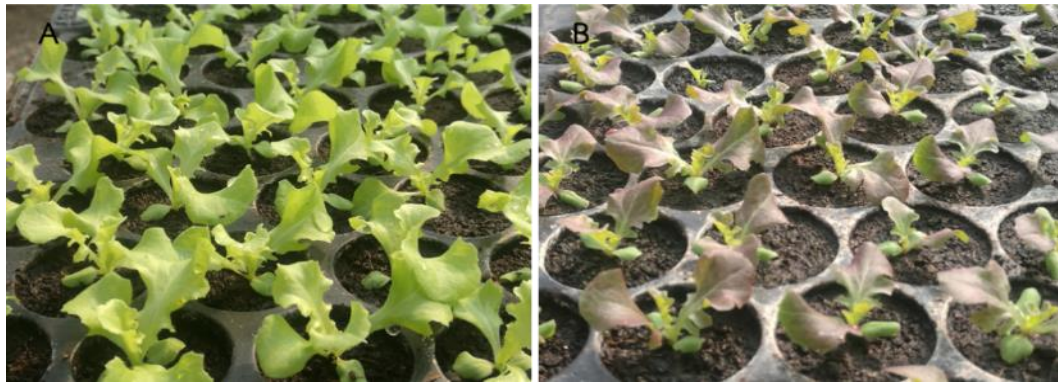


Figure 1 Seedlings of lettuce A) Green oak B) Red oak at age 2 weeks after sowing



Figure 2 Greenhouses for growing lettuces covered with A) Commercial film B) MultiTech-Ultra film and C) MultiTech film

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของต้นผักกาดหอม

ต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คอายุ 3 สัปดาห์ที่ปลูกในโรงเรือนคลุมด้วยฟิล์ม MultiTech มีจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม และ น้ำหนักสดต้นมากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีจำนวนใบ 25.8 ใบ ความกว้างทรงพุ่ม 28.9 ซม. และน้ำหนักสดต้น 128.8 ก. ในขณะที่ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้ามีจำนวนใบ 24.7 ใบ ความกว้างทรงพุ่ม 28.2 ซม. และมีน้ำหนักสดต้น 101.4 ก. แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในด้านน้ำหนักแห้งของต้น ($P > 0.05$) โดยมีน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 3.5 – 3.9 ก./ต้น (Table 2) ส่วนต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คอายุ 3 สัปดาห์ ที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra มีจำนวนใบมากกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีจำนวนใบ 21.1 และ 21.4 ใบ ตามลำดับ ในขณะที่ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้ามีจำนวนใบ 19.4 ใบ ส่วน ความกว้างทรงพุ่มต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้ามีความกว้างของทรงพุ่มน้อยกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech-Ultra โดยมีความกว้างของทรงพุ่ม 24.5 และ 25.6 ซม. ตามลำดับ (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากต้นผักกาดหอมที่ปลูกใน โรงเรือนฟิล์มการค้าได้รับความเข้มของแสงมาก และรังสีอัลตราไวโอเลตสามารถส่องผ่านฟิล์มคลุมโรงเรือนได้มากกว่าต้นผักกาดหอมที่

ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech–Ultra (Table 1) สอดคล้องกับ นวรัตน์ (2558) ที่กล่าวว่าเมื่อพืชได้รับความเข้มของแสง และรังสีอัลตราไวโอเลตสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพืช เช่น ทรงพุ่มเล็กลง ใบไม่ยืต ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพืชดังกล่าวมีส่วนช่วยให้ใบพืชได้รับแสงและรังสีอัลตราไวโอเลตน้อยลง ใบมีโอกาสบังแสงกันมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามไม่มีผลทำให้น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีน้ำหนักสดของต้นอยู่ในช่วง 66.6 – 81.9 ก./ต้น และมีน้ำหนักแห้งของต้นอยู่ในช่วง 2.3 – 2.5 ก./ต้น (Table 3)

Table 2 Effects of multifunctional films on the leaf number, plant width, fresh weight, and dry weight of Green Oak lettuce at age 3 weeks after transplanting

Treatment ^{1/}	Leaf number	Plant width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
CF	24.7 b ^{2/}	28.2 b ^{2/}	101.4 b ^{2/}	3.5
MF	25.8 a	28.9 a	128.8 a	3.9
MUF	24.7 b	28.8 a	113.1 ab	3.5
P-value	0.01	0.01	0.05	0.29
SEM	0.19	0.10	4.77	0.13

Note: ^{1/} CF= Commercial Film, MF= MultiTech Film, MUF= MultiTech–Ultra Film

^{2/} Mean values in the same columns followed by different superscripts are statistically different when compared using Duncan's New Multiple Range Test

Table 3 Effects of multifunctional films on the leaf number, plant width, fresh weight, and dry weight of Red Oak lettuce at age 3 weeks after transplanting

Treatment ^{1/}	Leaf number	Plant width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
CF	19.4 b ^{2/}	24.5 b ^{2/}	66.6	2.4
MF	21.1 a	25.1 ab	81.9	2.5
MUF	21.4 a	25.6 a	77.4	2.3
P-value	0.01	0.04	0.13	0.41
SEM	0.32	0.11	3.20	0.08

Note: ^{1/} CF= Commercial Film, MF= MultiTech Film, MUF= MultiTech–Ultra Film

^{2/} Mean values in the same columns followed by different superscripts are statistically different when compared using Duncan's New Multiple Range Test

ต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่อายุ 4 สัปดาห์ หลังย้ายปลูกซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนคลุมด้วยฟิล์มทั้ง 3 ชนิด มีจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยต้นผักกาดหอมมีจำนวนใบ 43.8 – 46.8 ใบ ความกว้างทรงพุ่ม 35.3 – 36.8 ซม. มีน้ำหนักสดต้น 296.1 – 301.0 ก. และมีน้ำหนักแห้งของต้น 7.9 – 8.6 ก. (Table 4 and Figure 3) ส่วนต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในโรงเรือนคลุมด้วยฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra มีจำนวนใบ และมีน้ำหนักสดต้นมากกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยมีจำนวนใบ เท่ากับ 35.0 และ 34.2 ใบ ตามลำดับ และมีน้ำหนักสดต้น เท่ากับ 178.3 และ 171.7 ก./ต้นตามลำดับ ในขณะที่ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าจำนวนใบ เท่ากับ 32.5 ใบ และมีน้ำหนักสดต้นเพียง 154.0 ก. หรือต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra มีน้ำหนักสดต้นมากกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า เท่ากับ 15.7 และ 11.4% ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ในด้านความกว้างทรงพุ่ม และน้ำหนักแห้งของต้น ต้นผักกาดหอมมีความกว้างทรงพุ่ม เท่ากับ 29.0 – 30.4 ซม. และมีน้ำหนักแห้งของต้น เท่ากับ 5.0–5.8 ก. (Table 5 and Figure 4) และจากข้อมูลความเข้มของแสงในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม 2562 ที่เวลา 13.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเข้มแสงในรอบวันสูงสุด พบว่า ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech-Ultra ได้รับความเข้มแสงน้อยที่สุดคือ 721.8 และ 559.5 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ถัดขึ้นมาคือ ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech ได้รับความเข้มแสง เท่ากับ 833.0 และ 655.6 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ และโรงเรือนฟิล์มการค้าต้นผักกาดหอมได้รับความเข้มแสงมากที่สุด เท่ากับ 896.2 และ 757.0 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิภายในโรงเรือนทั้งสามหลังไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในเดือนพฤศจิกายน และ ธันวาคม 2562 มีอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดอยู่ในช่วง 22.8 – 36.9 ช. และ 24.4 – 36.6 ช. ตามลำดับ (Table 1) สาเหตุที่อุณหภูมิภายในโรงเรือนไม่แตกต่างกันทั้งๆ ที่โรงเรือนฟิล์ม MultiTech-Ultra สามารถกรองและสะท้อนรังสีความร้อนได้สูงถึง 16.0%R ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการสะสมความร้อนภายในโรงเรือนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และการระบายถ่ายเทอากาศภายในโรงเรือนไม่ดีโดยมีมุ้งกันแมลงและฟิล์มคลุมหลังคาเป็นตัวขวางกั้นจึงทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ใกล้เคียงกัน และจากการศึกษาพบว่าต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค และพันธุ์เรดโอ๊คเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศเย็นอุณหภูมิกลางวันที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 18.0 – 25.0 ช. (เซน ไฮโดรโพนิคส์, 2559; Smith et al., 2012) ความเข้มแสงที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดหอมอยู่ที่ 600 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ โดยทดลองปลูกผักกาดหอมในท้องฟโตรีตรอนควบคุมอุณหภูมิกลางวัน 20 ช. อุณหภูมิกลางคืน 16 ช. พบว่าต้นผักกาดหอมมีน้ำหนักสดของต้นมากที่สุดคือ 162.8 ก./ต้น (Fu et al., 2012) แต่อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองในโรงเรือนกึ่งปิดซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 22.8–36.9 ช. ความเข้มแสงของโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra อยู่ในช่วง 559.5–833.0 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ซึ่งเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต และต้นผักกาดหอมสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีแม้ในบางช่วงจะได้รับความเข้มแสงมากถึง 833.0 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ แต่ก็ไม่พบปัญหาเรื่องใบไหม้ที่เกิดจากความเข้มของแสงมากเกินไปประกอบกับโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra มีการกระจายของแสงภายในโรงเรือนได้ดีกว่าโรงเรือนฟิล์มการค้า โดยกระจายแสงได้ 64.7 และ 68.7% ตามลำดับ ในขณะที่โรงเรือนฟิล์มการค้ากระจายแสงได้เพียง 38.8% จึงทำให้ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra ได้รับแสงสม่ำเสมอขึ้น ส่งผลให้การเจริญเติบโตทางต้นเร็วและดีกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ Zhou et al. (2019) ที่พบว่า การปลูกผักกาดหอมที่อุณหภูมิสูง (อุณหภูมิกลางวัน 30 ช. และกลางคืน 25 ช.) ความเข้มแสงที่เหมาะสมในการปลูก 600 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ โดยความเข้มแสงดังกล่าวให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 102.7 ก./ต้น ส่วนที่ความเข้มแสง 350 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ซึ่งมีความเข้มของแสงต่ำและไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงให้ผลผลิตเพียง 80.8 ก./ต้น เช่นเดียวกับ Dueck et al. (2012) ที่พบว่าการปลูกมะเขือเทศในโรงเรือนที่มีการกระจายของแสงได้ดีในช่วง 45 – 71% ช่วยทำให้ผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้น 9 – 11% นอกจากนี้สมบุญ (2544) กล่าวว่าความเข้มของแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตและกระบวนการสร้างอาหารในพืช การสังเคราะห์แสงของพืชเพิ่มขึ้นเมื่อพืชได้รับความเข้มของแสงมากขึ้น แต่ถ้าความเข้มแสงมากเกินไปจนเลยจุดอิ่มตัวของแสง (light saturation point) จะทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง



Figure 3 Comparison of Green Oak lettuce at age 4 weeks after transplanting into roofed greenhouses with film
A) Commercial film B) MultiTech–Ultra film and C) MultiTech film

Table 4 Effects of multifunctional films on the number of leaves, plant width, fresh weight, dry weight, and Vitamin C of Green Oak lettuce at age 4 weeks after transplanting

Treatment ^{1/}	Number of leaves	Plant width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Vitamin C (mg/100 g FW)
CF	43.8	35.3	296.1	7.9	24.6
MF	46.8	36.2	301.0	8.5	21.2
MUF	45.7	36.8	300.2	8.6	23.8
P-value	0.68	0.23	0.86	0.35	0.09
SEM	0.33	0.16	3.82	0.21	0.68

Note: ^{1/} CF= Commercial Film, MF= MultiTech Film, MUF= MultiTech–Ultra Film

Table 5 Effects of multifunctional films on the number of leaves, plant width, fresh weight, dry weight, and Vitamin C of Red Oak lettuce at age 4 weeks after transplanting

Treatment ^{1/}	Number of leaves	Plant width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Vitamin C (mg/100 g FW)
CF	32.5 b ^{2/}	29.0	154.0 b ^{2/}	5.0	33.0 a ^{2/}
MF	35.0 a	29.9	178.3 a	5.8	26.1 b
MUF	34.2 a	30.4	171.7 a	5.6	24.2 b
P-value	0.009	0.86	0.001	0.25	0.04
SEM	0.35	0.22	2.65	0.12	1.32

Note: ^{1/} CF= Commercial Film, MF= MultiTech Film, MUF= MultiTech–Ultra Film

^{2/} Mean values in the same columns followed by different superscripts are statistically different when compared using Duncan's New Multiple Range Test



Figure 4 Comparison of Red Oak lettuce at age 4 weeks after transplanting into roofed greenhouses with film

A) Commercial film B) MultiTech–Ultra film and C) MultiTech film

ปริมาณวิตามินซี

ผลการทดลองพบว่าปริมาณวิตามินซีในผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่อายุ 4 สัปดาห์ หลังย้ายปลูก ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต มีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้ามีวิตามินซี 24.6 มก./100 ก. น้ำหนักสด ในขณะที่ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และฟิล์ม MultiTech–Ultra มีวิตามินซี 21.2 และ 23.8 มก./100 ก. น้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 4) ส่วนต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คมีปริมาณวิตามินซีแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้ามีวิตามินซีมากที่สุดคือ 33.0 มก./100 ก. น้ำหนักสด รองลงมาได้แก่ ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech–Ultra มีปริมาณวิตามินซี 26.1 และ 24.2 มก./100 ก. น้ำหนักสด ตามลำดับ (Table 5) เมื่อพิจารณาความเข้มของแสงพบว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าได้รับความเข้มของแสงมากกว่าโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และฟิล์ม MultiTech–Ultra ตลอดช่วงการเพาะปลูก โดยในเดือนพฤศจิกายน 2562 ที่เวลา 13.00 น. มีความเข้มแสงในรอบวันสูงสุดคือ 896.2 833.0 และ 721.8 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ Zhang et al. (2018) ที่พบว่าเมื่อความเข้มแสงมากขึ้นมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นโดยต้นผักกาดหอมที่ได้รับแสง LED ที่ความเข้มแสง 200 250 และ 300 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ มีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีของต้นผักกาดหอมพันธุ์ Ziwei เพิ่มขึ้น คือ 35.6 38.3 และ 40.1 มก./100 ก. ตามลำดับ ประกอบกับโรงเรือนฟิล์มการค้ามีการส่องผ่านของรังสีอัลตราไวโอเลตได้มาก (33.4%) ในขณะที่โรงเรือนฟิล์ม MultiTech และฟิล์ม MultiTech–Ultra มีการส่องผ่านของรังสีอัลตราไวโอเลตใกล้เคียงกันคือ 5.4 – 6.5% (Table 1) ซึ่งความเข้มแสง และรังสีอัลตราไวโอเลตที่ส่องผ่านฟิล์มเข้ามาภายในโรงเรือนปลูกพืชมีผลต่อสภาวะเครียดของพืชจึงทำให้ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าซึ่งได้รับความเข้มของแสง และรังสีอัลตราไวโอเลตมากกว่าจึงเกิดภาวะเครียด สอดคล้องกับรายงานของ Fu et al. (2012) ที่พบว่าเมื่อปลูกผักกาดหอมที่ความเข้มแสง 100, 200 และ 400 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ไม่มีผลทำให้ต้นผักกาดหอมเกิดความเครียด แต่ที่ความเข้มแสง 600 และ 800 $\mu\text{mole m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ต้นผักกาดหอมเกิดความเครียดเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นและพืชตอบสนองโดยการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้นซึ่งวิตามินซีก็เป็นหนึ่งในนั้น ผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Akram et al. (2017) ที่พบว่าวิตามินซีในพืชมีบทบาทในการต่อต้านอนุมูลอิสระซึ่งถูกสร้างมากขึ้นในพืชที่เกิดภาวะเครียด และรายงานของ University of Exeter (2007) พบว่าวิตามินซีมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเอนไซม์ GDP–L–galactose phosphorylase ชักนำให้มีการสังเคราะห์วิตามินซีหรือ ascorbate ในพืชช่วยให้พืชจัดการกับความเครียดจากภัยแล้ง รังสียูวี และวิตามินซีช่วยป้องกันผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายของแสงในระหว่างการสังเคราะห์แสง

สรุป

ผลของฟิล์ม MultiTech และ MultiTech–Ultra ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค และพันธุ์เรดโอ๊ค พบว่า ต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค อายุ 3 สัปดาห์ หลังย้ายปลูกที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech มีการเจริญเติบโตทางต้นดีกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า โดยมีน้ำหนักสดต้น 128.8 ก./ต้น หรือน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น 27.0% เมื่อเปรียบเทียบกับต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า แต่ที่อายุ 4 สัปดาห์ ต้นผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คมีการเจริญเติบโตทางต้น และมีปริมาณ

วิตามินซีไม่แตกต่างทางสถิติ โดยมีน้ำหนัสดอกอยู่ในช่วง 296.1–301.0 ก./ต้น ส่วนต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คอายุ 3 สัปดาห์ ที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra มีการเจริญเติบโตทางต้นดีกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า โดยมีจำนวนใบ และความกว้างของทรงพุ่มมากกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้า และที่อายุ 4 สัปดาห์ ต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์ม MultiTech และ MultiTech-Ultra มีการเจริญเติบโตทางต้นดีกว่าต้นผักกาดหอมที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้าเช่นกัน โดยมีน้ำหนัสดอกต้น 178.3 และ 171.7 ก./ต้น หรือมีน้ำหนัสดอกเพิ่มขึ้น 15.7 และ 11.4% ตามลำดับ ดังนั้นฟิล์มคลุมโรงเรือน MultiTech จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ในการผลิตผักกาดหอมทั้ง 2 พันธุ์ แต่อย่างไรก็ตามต้นผักกาดหอมพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในโรงเรือนฟิล์มการค้ากลับมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุดคือ 33.0 มก./100 ก.

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับทำงานวิจัยในครั้งนี้ โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA) ตามสัญญาจ้างเลขที่ 3043180071 ลงวันที่ 1 มิถุนายน 2561

เอกสารอ้างอิง

- จริยา วิสิทธิ์พานิช และอัญชลี ชมภูพวง. 2560. โรงเรือนปลูกผักในประเทศไทย. น. 7–25. ใน: จริยา วิสิทธิ์พานิช, บรรณาธิการ. คู่มือการผลิตผักคุณภาพและปลอดภัยในโรงเรือน. ฝ่ายเกษตร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.
- เซน ไฮโดรโพนิกส์. 2559. สลัด กรีนโอ๊ค. แหล่งที่มา: <http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/green-oak-lettuce.html>, 2 มีนาคม 2563.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2558. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2559. เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร เทคโนโลยีฟาร์มผักอัจฉริยะ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- นวรรตน์ อุดมประเสริฐ. 2558. สรีรวิทยาของพืชภายใต้สภาวะเครียด. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เสาวรภัย บัวเล็ก. 2539. การใช้พลาสติกในการเกษตร: พลาสติกสำหรับสร้างโรงเรือนปลูกพืช. แหล่งข้อมูล: https://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/247_56-61.pdf, ค้นเมื่อ 22 พฤษภาคม 2563.
- Akram, N.A., F. Shafiq, and M. Ashraf. 2017. Ascorbic acid-a potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*. 8: 613.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Cervantes, J. 2006. Marijuana Horticulture: The Indoor/Outdoor Medical Grower's Bible. Van Patten Publishing, Vancouver.
- Dole, J.M., and H.F. Wilkins. 2005. Floriculture Principles and Species. Pearson prentice hall, New Jersey.
- Dueck, T., J. Janse, T. Li, F. Kempkes, and B. Eveleens. 2012. Influence of diffuse glass on the growth and production of tomato. *Acta Horticulturae*. 956: 75–82.
- Espi, E., A. Salmerón, A. Fontecha, Y. García, and A.I. Real. 2006. Plastic film for agricultural applications. *Journal of Plastic Film & Sheeting*. 22: 85–102.
- Fu, W., P. Li, Y. Wu, and J. Tang. 2012. Effects of different light intensities on anti-oxidative enzyme activity, quality and biomass in lettuce. *Horticultural Science*. 39: 129–134.

- Hemming, S., V. Mohammadkhani, and T. Dueck. 2008. Diffuse greenhouse covering materials – material technology, measurements and evaluation of optical properties. *Acta Horticulturae*. 797: 469–475.
- Hew, C.S., G. Krotkov, and D.T. Canvin. 1969. Effects of temperature on photosynthesis and CO₂ evolution in light and darkness by green leaves. *Plant Physiology*. 44: 671–677.
- Kittas, C., M. Tchamitchian, N. Katsoulas, P. Karaïskou, and Ch. Papaioannou. 2006. Effect of two UV-absorbing greenhouse-covering films on growth and yield of an eggplant soilless crop. *Scientia Horticulturae*. 110: 30–37.
- Smith, R., M. Cahn, O. Daugovish, S. Koike, E. Natwick, H. Smith, K. Subbarao, E. Takele, and T. Turini. 2012. Leaf Lettuce Production in California. Available: <https://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7216.pdf>, Accessed March 2, 2020.
- University of Exeter. 2007. Vitamin C Is Essential for Plant Growth. Available: <https://www.sciencedaily.com/releases/2007/09/070923205844.htm>, Accessed March 2, 2020.
- Zhang, X., D. He, G. Niu, Z. Yan, and J. Song. 2018. Effects of environment lighting on the growth, photosynthesis, and quality of hydroponic lettuce in a plant factory. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 11: 33–40.
- Zhou, J., P. Li, J. Wang, and W. Fu. 2019. Growth, photosynthesis, and nutrient uptake at different light intensities and temperatures in lettuce. *HortScience*. 54: 1925–1933.