



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การตอบสนองของการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร
ภายใต้สภาพการพรางแสง
Response of growth and yield of Kalmegh
under shading condition

รศ.ดร.สมยศ เดชภีรัตน์มงคล

นางสาวโสมนันท์ ลิพันธ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การตอบสนองของการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ภายใต้สภาพการพร่างแสง แหล่งเงิน เงินงบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ เดือนธันวาคม พ.ศ.2557 – เดือนพฤษภาคม 2561

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

รศ. ดร. สมยศ เดชภีรัตน์มงคล ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

นางสาวโสมนันท์ ลิพันธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees) เป็นพืชสมุนไพรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ใช้ในการรักษาโรคต่างๆ เช่น เจ็บคอ, ไข้หวัดใหญ่, เป็นไข้, โรคท้องร่วง และอาการไอ การผลิตฟ้าทะลายโจรในบางภูมิภาคมักจะได้รับผลกระทบจากแสงแดดสูง อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของการพร่างแสงที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้าทะลายโจรยังขาดแคลนอยู่ ดังนั้นจุดประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของการพร่างแสงที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร โดยทำการทดลองทั้งสามการทดลอง ซึ่งได้ดำเนินการที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย ในระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2561

การทดลองที่ 1 ดำเนินการทดลองโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาการตอบสนองของการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจร ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต เมื่อได้รับการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2558 มีการวางแผนการทดลองแบบ split plot in randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ main plots คือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ท้องถิ่นจำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ส่วน sub plots คือ การพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจร จำนวน 5 ระดับ (พร่างแสง 0, 20, 40, 50 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สำหรับการเก็บข้อมูล ได้เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของฟ้าทะลายโจร ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรและระดับของการพร่างแสง ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีจำนวนกิ่งต่อต้น, ดัชนีพื้นที่ใบ, น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง มีค่ามากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี, พันธุ์พิจิตร 4-4 และพันธุ์พิษณุโลก 5-4 ตามลำดับ การพร่างแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของฟ้าทะลายโจร นอกจากนี้ยังพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของลักษณะการเจริญเติบโตทั้งหมด ระหว่างฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง (control) กับที่ได้รับการพร่างแสง สำหรับระดับการพร่างแสงที่แตกต่างกันพบว่า ดัชนีพื้นที่ใบ, น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง มีค่าสูงที่สุดภายใต้สภาพการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองนี้สรุปได้ว่าฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุด ภายใต้การพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์ของฟ้าทะลายโจรพันธุ์ท้องถิ่นจำนวน 3 พันธุ์ ที่มีการตอบสนองต่อการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน ทำการทดลองตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2560 วางแผนการทดลองแบบ split-plot in randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ main plots คือฟ้าทะลายโจรพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) sub plots คือ ระดับของการพรางแสง 4 ระดับ (พรางแสง 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ มีการเก็บข้อมูลความสูงของลำต้น, น้ำหนักลำต้น, ใบ และรากแห้ง, ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดและใบแห้ง และปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีการเจริญเติบโตดีที่สุดในทุกระดับของการพรางแสง ตามมาด้วยพันธุ์นครปฐมและพันธุ์สระบุรี ระดับของการพรางแสงที่แตกต่างกันมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร การเจริญเติบโตของลำต้น, ใบ, ราก, น้ำหนักแห้งรวม, ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดและใบแห้ง และปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์ มีค่าสูงสุดที่ระดับการพรางแสง 25 เปอร์เซ็นต์ ตามมาด้วย ระดับการพรางแสง 0, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าควรแนะนำการปลูกฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีและมีการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 3 ได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2561 เพื่อศึกษาผลกระทบของการพรางแสงในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของฟ้าทะลายโจร ทำการทดลองในกระถางโดยมีการวางแผนการทดลองแบบ split-plot in randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ main plots คือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิจิตร 4-4 และพันธุ์พิษณุโลก 5-4 ส่วน sub plots มีการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ช่วงเวลาที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต คือ 1) พรางแสงฟ้าทะลายโจรที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว 2) พรางแสงฟ้าทะลายโจรที่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว 3) พรางแสงฟ้าทะลายโจรที่อายุ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว และ 4) ไม่มีการพรางแสง (control) ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะของฟ้าทะลายโจร คือ ความสูงของลำต้น, น้ำหนักลำต้น, ใบ และรากแห้ง, น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง ผลจากการทดลองพบว่า ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีการเจริญเติบโตและความสูงของลำต้น รวมไปถึงน้ำหนักใบแห้งและรากแห้ง, น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง สูงที่สุด ตามมาด้วยฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4 การพรางแสงในช่วงเวลาที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตฟ้าทะลายโจรอย่างชัดเจน ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสงมีการเจริญเติบโตและผลผลิตน้อยที่สุด ในขณะที่การพรางแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตบางอย่างสูงกว่าไม่มีการพรางแสง แต่ก็มีค่าต่ำกว่าการพรางแสงที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว การเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีค่าสูงที่สุด ภายใต้การพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ คือการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ผลจากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง สามารถสรุปได้ว่า สมควรพร่างแสง 20-25 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่พืชลายใจพันธุ์ปราจีนบุรี ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกลงกระถางเก็บเกี่ยว พืชลายใจจะให้ผลผลิตสูงสุด

คำหลัก : การพร่างแสง, การเจริญเติบโต, ผลผลิต, พืชลายใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Response of growth and yield of Kalmegh under shading condition

Researcher: Assoc. Prof. Dr. Somyot Detpiratmongkol

Faculty: Agricultural Technology **Department:** Plant Production Technology

ABSTRACT

Presently, Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees) is widely used as a medicinal plant in Thailand to treat diseases such as sore throat, flu, fever, diarrhea, and cough. Kalmegh production in some region is negatively affected by high radiation. However, the information on the effect of shade on growth and yield of kalmegh is lacking. Therefore, the aims of this study were to investigate the effect of shading on growth and yield of kalmegh. The three experiments were conducted at the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand from December 2014 to May 2018.

The first experiment was carried out with the objectives to study the response of kalmegh growth and yield to different shading levels. The study was conducted from December 2014 to April 2015. A split plot in randomized complete block design with 3 replications was arranged. Four local kalmegh varieties (Phisanulok 5-4, Prachinburi, Ratchaburi and Phichit 4-4) and 5 shading levels (0%, 20%, 40%, 50% and 80% of shading) were as main plots and sub plots, respectively. Data were collected on growth and yield of the crop. The results showed that we were not found interaction between kalmegh varieties and shading levels. Prachinburi variety gave the highest number of branches plant⁻¹, leaf area index and leaf dry weight yield and followed by Ratchaburi, Phichit 4-4 and Phisanulok 5-4 varieties, respectively. Shading affected on growth and yield of kalmegh. In addition, significant differences were observed for all growth characters between open light condition (0% shade) and shaded plants. For different shading levels, leaf area index and leaf dry weight yield was the highest under 20% shading condition. It was concluded that kalmegh variety Prachinburi performed better in terms of highest growth and yield grew under 20% shading condition.

In the second experiment, we studied the growth, yield and andrographolide content of three local kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees) responses to varying shade levels under greenhouse conditions, from March to July 2018. Our experiment was laid out in a split plot in randomized complete block design with three

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

replications. Three local kalmegh varieties (Prachinburi, Nakhon Prathom, and Saraburi) and four shading levels (0%, 25%, 50%, and 75% shading) were applied to the test plots. Stem height, stem, leaf, and root dry weight, seed and leaf dry weight yield and andrographolide content were recorded. The Prachinburi variety, followed by Nakhon Prathom and Saraburi, showed the strongest growth under all shade conditions. Different shading levels strongly influenced growth and kalmegh yield. The highest growth, stem, leaf, root, total dry weight, seed, and leaf dry weight yield and andrographolide content were registered at 25% shading levels followed by 0%, 50%, and 75% shading levels. We concluded that 25% shading and the local Prachinburi variety kalmegh should be recommended.

The third experiment was undertaken, from January to May 2018, to investigate the effects of shading at different growth stages on the growth, yield, and quality of kalmegh. The design of this pot experiment was split plot in randomized complete block design with three replications; three local kalmegh varieties (Prachinburi, Phisanulok 5-4, and Phichit 4-4) were the main plots. The four sub plots were 20% shading at 3 stages of growth viz: 30, 60 and 90 days after planting (DAP) till harvest and no shading which was the control. Several agronomic characteristics of kalmegh such as plant height, dry weight of stem, leaf, and root, total dry weight and leaf dry weight yield were recorded. The results indicated that Prachinbuti cultivar gave the tallest plant and stem heights as well as the highest dry weight of leaf and root, total dry weight and leaf dry weight yield, followed by Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4. Shading at different stages of growth clearly affected the growth and yield of kalmegh. No shading resulted in the least growth and yield while shading at 90 DAP till harvest promoted some growth and yield that was higher than no shading but lower than shading at 30 and 60 DAP till harvest. The maximum values of growth and yield were observed under 20% shading at 30 DAP till harvest.

However, for the three experimental results, it was concluded that kalmegh cultivar Prachinburi grown under 20-25% shading at 30 DAP till harvest gave the highest yield.

Keywords : Shading, Growth, Yield, Kalmegh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำการวิจัยใคร่ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา จากงบประมาณเงินรายได้ ปีการศึกษา 2561 (Grant No. 2561-01-04-011) ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืช และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ของวิชาเอกพืชไร่ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต่องานวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลงด้วยดี

รศ.ดร.สมยศ เดชภีรัตน์มงคล

นางสาวโสมนันท์ ลิพันธ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	4
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของฟ้าทะลายโจร	4
2.2 การเขตกรรมของฟ้าทะลายโจร	5
2.3 สารออกฤทธิ์ที่สำคัญ	6
2.4 แสง และการการพรางแสงกับการเจริญเติบโตของพืช	7
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	10
บทที่ 4 ผลการทดลอง	17
4.1 การศึกษาถึงผลของการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตทาง ลำต้น ผลผลิต และสารสำคัญ ในฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์	17
4.2 การศึกษาถึงผลของการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตทาง ลำต้น ผลผลิต และสารสำคัญ ในฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์	32
4.3 การศึกษาถึงการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญในฟ้าทะลายโจร	46
บทที่ 5 วิจัยผลผลการทดลอง	62
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	71
เอกสารอ้างอิง	73
ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย	83
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	18
4.2	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	19
4.3	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	21
4.4	น้ำหนักลำต้นแห้ง และน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	23
4.5	ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	25
4.6	น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	26
4.7	น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	28
4.8	ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	30
4.9	แอนโดรกราโฟไลด์ในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	33
4.11	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	34
4.12	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	36
4.13	น้ำหนักลำต้นแห้ง และน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	37
4.14	ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	39
4.15	น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	40
4.16	น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	42
4.17	ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	44
4.18	แอนโดรกราไฟไลต์ในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน	45
4.19	ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้ายะลวยโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.20	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	48
4.21	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	50
4.22	ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	52
4.23	น้ำหนักลำต้นแห้ง และน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	54
4.24	น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	56
4.25	น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูกเมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	58
4.26	ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	60
4.27	แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ฟ้าทะลายโจร (*Kalmegh*) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees อยู่ในวงศ์ Acanthaceae เนื่องจากเป็นพืชที่มีรสขมมากจึงถูกขนานนามว่า King of bitters (Abhishek *et al.*, 2010) เป็นพืชสมุนไพรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศอินเดีย และประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Saravanan *et al.*, 2008) ในปี พ.ศ. 2542 กระทรวงสาธารณสุขของไทย ได้จัดให้พืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจร อยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ (มัลลิกา และจรัญ, 2548) ฟ้าทะลายโจรเป็นพืชป่าที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ร่มเป็นพุ่มไม้หรือในทุ่งโล่ง (Saravanan *et al.*, 2008) เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการในบางครั้งมีการปลูกสำหรับนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ยาเพื่อรักษาโรค ที่ได้รับการใช้อย่างกว้างขวาง เช่น ความดันโลหิตสูง, ความดันโลหิตต่ำ, โรคเบาหวาน, ไข้หวัดใหญ่, แก้ไข้, แก้เจ็บคอ, ป้องกันอาการท้องร่วง, โรคนิ่ว, อาการไอ, ด้านการอักเสบ, ตับอักเสบ, ป้องกันการบวม, ป้องกันเนื้องอก และปกป้องตับจากสารพิษ (Akbar, 2011; Biffa, 2003; Heyne, 1987; Jaganath and Teik, 2003; Kumaran *et al.*, 2003; Niranjan *et al.*, 2010; Shah *et al.*, 2007; Winarto, 2003) และในปี พ.ศ. 2549 ได้มีประกาศเพิ่มเติมจากกระทรวงสาธารณสุขของไทย ให้ฟ้าทะลายโจรสามารถรักษาอาการท้องเสียแบบไม่ติดเชื้อ, อ่อนเพลีย, ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และน้ำมูกไหล ซึ่งเป็นอาการของไข้หวัดได้ด้วย (มัลลิกา และจรัญ, 2548) การที่ฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์เป็นยาได้ก็เนื่องมาจากสารสำคัญหรือองค์ประกอบเคมีที่อยู่ในพืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่มีประโยชน์ทางเภสัชวิทยา คือ Diterpene lactone โดยมี Andrographolide เป็นส่วนประกอบหลัก (Aromdee *et al.*, 2005; Edi *et al.*, 2011) ในปัจจุบันกระแสดังกล่าวต้องการบริโภคสินค้าเพื่อสุขภาพมีการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งฟ้าทะลายโจรสามารถใช้เป็นทางเลือกในการป้องกันและดูแลสุขภาพได้อีกทางเลือกหนึ่ง (ปรารธนา, 2549) จึงทำให้เกษตรกรมีความสนใจ และขยายพื้นที่เพื่อเพาะปลูกฟ้าทะลายโจรเป็นการค้ากันเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณผลผลิตฟ้าทะลายโจรที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวได้ยังคงมีความไม่แน่นอน และมีคุณภาพไม่ดี (Edi *et al.*, 2011) สำหรับแหล่งปลูกฟ้าทะลายโจรที่สำคัญของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดนครปฐม, ราชบุรี, อุตรดิตถ์, พิษณุโลก, สุพรรณบุรี, สระแก้ว และปราจีนบุรี เป็นต้น (พรพิมล และคณะ, 2548) ผลผลิตเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจรทั้งประเทศอยู่ที่ 400 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ (กุหลาบ, 2559) ดังนั้นถ้าได้มีการวิจัยและพัฒนาการผลิตอย่างเหมาะสม ก็จะสามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของฟ้าทะลายโจรให้มากขึ้นได้

แสงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการของพืช และเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อวงจรชีวิตของพืช เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่ก่อให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง ความเข้มของแสงที่แตกต่างกันอาจมีผลแตกต่างกันไปในการพัฒนาการของพื้นที่ใบ, การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช (Martin *et al.*, 2011; Vyas *et al.*, 2004)

สำหรับการพร่างแสงจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อลดความเข้มของแสง, อุณหภูมิ และเพิ่มความชื้นในแปลงปลูก (Nur Faezah *et al.*, 2015) พืชที่ได้รับระดับความเข้มของแสงที่เหมาะสมจะนำไปสู่ความสมดุลระหว่างการคายน้ำในใบของพืช ที่มีการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุจากรากพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของพืชจึงจะสมบูรณ์ (Sulandjari *et al.*, 2005) พืชเมื่อได้รับความเข้มของแสงที่มากจนเกินไปจะมีผลไปทำลายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยความเข้มของแสงที่มากที่นำไปสู่การยับยั้งการสังเคราะห์แสง เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการทำลายรงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Kumar *et al.*, 2012; Ferus and Arokosiova, 2001) ในขณะที่เดียวกันการพร่างแสงที่ไม่เพียงพออาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต โดยทำให้เกิดการยับยั้งด้วยแสง (Photo-inhibit) ซึ่งเป็นผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อกระบวนการเผาผลาญอาหารของพืช (Vyas, 2004) Medany *et al.* (2009) ได้ศึกษาถึงการเจริญเติบโตของพริกหวานที่ให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นภายใต้โรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายสีดำ เนื่องจากการพร่างแสงมีผลทำให้อุณหภูมิ, ความเร็วลม และความเข้มของแสง มีค่าลดลง แต่ความชื้นในแปลงปลูกเพิ่มขึ้น Saravanan *et al.* (2008) ได้ทดลองพร่างแสงให้กับฟ้าทะลายโจรในระดับความเข้มของแสงที่แตกต่างกัน พบว่าปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์มีค่าไม่แตกต่างกัน และการปลูกโดยไม่ได้รับการพร่างแสง ฟ้าทะลายโจรให้ผลผลิตสูงที่สุด Edi *et al.* (2011) พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างปุ๋ยหมักฟางข้าวและระดับของการพร่างแสง 25% มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และให้ปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์สูงมากที่สุด จรรย์ และคณะ (2552) รายงานว่าการพร่างแสงและไม่พร่างแสง มีผลทำให้ความสูงของลำต้นและความกว้างของทรงพุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การพร่างแสงมีผลทำให้ผลผลิตลดลงแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่พร่างแสง และมีปริมาณแลคโตนรวมสูงสุดเมื่อมีการพร่างแสง 70% และ 60% ตามลำดับ สุจรรยา และวิชัย (2549) กล่าวว่า การพร่างแสงระดับต่างๆ นั้นไม่มีผลแตกต่างกันในทางสถิติกับผลผลิตฟ้าทะลายโจร และปริมาณแลคโตนรวมมีค่าต่ำสุดที่ได้รับการพร่างแสง 70% Watson *et al.* (1984) พบว่า Berseem clover (*Trifolium alexandrium* L.) และ 'Nangeela' subclover (*T. subterraneum* L.) ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่มีค่าเพิ่มมากขึ้นภายใต้การพร่างแสง 50% ส่วน Jeong *et al.* (2007) รายงานว่าพื้นที่ใบของต้นปาล์มจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระดับการพร่างแสงมีค่าเพิ่มมากขึ้น Bushra *et al.* (2012) ได้ทดลองพร่างแสงในระยะเวลาที่ยาวนานแตกต่างกันในมะเขือเทศพันธุ์ Roma และ Rio Grande พบว่าการพร่างแสงในระยะเวลาที่ยาวนานมีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศในช่วงฤดูร้อนมีค่าเพิ่มมากขึ้น D'iaz-Perez (2014) พบว่าผลผลิตของพริกหยวกเพิ่มขึ้นตามสภาพของความยาวนานของการพร่างแสง Milenkovic *et al.* (2012); Rodr'iguezdel-Bosque *et al.* (2005) กล่าวว่า พริก Piquin และ 'Chameleon' peppers (also *C. annuum* L.) ที่ได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ตลอดอายุการเจริญเติบโต มีผลทำให้ผลผลิตลดลง ส่วนการพร่างแสงบางส่วนมีผลทำให้ผลผลิตของพริกมีค่าสูงที่สุด จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้พบว่า การพร่างแสงมีบทบาทที่สำคัญต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชเป็นอย่างมาก สำหรับพื้นที่การปลูกฟ้าทะลายโจรก็มีความแตกต่างกัน บางพื้นที่มีการปลูกในที่โล่ง และบางพื้นที่ก็ปลูกในสภาพที่มีการพร่างแสง ซึ่งจากการตรวจเอกสาร

งานวิจัยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศที่ศึกษาเกี่ยวกับการพรางแสงฟ้าทะลายโจรก็ยังคงพบว่ายังมีการศึกษากันอยู่น้อยมาก และผลการทดลองที่ได้ก็ยังคงมีความไม่แน่นอน การพรางแสงในระดับใดและควรพรางแสงช่วงเวลาใดจึงจะให้ผลดีที่สุด โดยที่ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตทางลำต้นดีและให้ผลผลิตสูงสุด ก็ยังไม่เคยมีการศึกษากันมาก่อนเช่นกัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้ทำการวิจัยได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ฟ้าทะลายโจรที่เกษตรกรมีการปลูกกันโดยทั่วไป ซึ่งมีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูงจำนวน 6 พันธุ์ นำมาปลูกเปรียบเทียบกันว่าพันธุ์ใดจะให้ผลผลิตสูงสุด และเมื่อได้รับการพรางแสงที่ระดับแตกต่างกัน และช่วงเวลาการพรางแสงที่แตกต่างกัน การตอบสนองของฟ้าทะลายโจรทั้ง 6 พันธุ์ เป็นอย่างไร ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงเล็กน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง การทดลองนี้มีประโยชน์กับเกษตรกรผู้ปลูกฟ้าทะลายโจรเป็นอย่างมาก เพื่อที่เกษตรกรจะได้ทราบว่าสมควรเลือกปลูกฟ้าทะลายโจรพันธุ์ใด และเมื่อมีการพรางแสงควรพรางแสงที่ระดับใดและช่วงเวลาใดจึงทำให้ผลผลิตฟ้าทะลายโจรมีค่ามากที่สุด ซึ่งจะเป็นการเพิ่มผลผลิตฟ้าทะลายโจรให้มีค่าเพิ่มมากขึ้น และเมื่อนำมาขายก็จะทำให้เกษตรกรมีรายได้ที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อต้องการทราบถึงการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ แอนโดรกราโฟไลด์ ของฟ้าทะลายโจรจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พิษณุโลก 5-4, ปราจีนบุรี, ราชบุรี, พิจิตร 4-4, นครปฐม และสระบุรี
2. เพื่อต้องการทราบถึงการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ แอนโดรกราโฟไลด์ ของฟ้าทะลายโจรทั้ง 6 พันธุ์ เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน และช่วงเวลาของการพรางแสงที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับที่ไม่พรางแสง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ทำให้ทราบว่าฟ้าทะลายโจรที่ได้นำมาศึกษา 6 พันธุ์ ได้แก่ พิษณุโลก 5-4, ปราจีนบุรี, พิจิตร 4-4, ราชบุรี, สระบุรี และนครปฐม มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ผลผลิตแตกต่างกันเล็กน้อยเพียงใด นอกจากนี้พันธุ์ใดมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ แอนโดรกราโฟไลด์ มีค่ามากที่สุด
2. ทำให้ทราบว่าควรพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรที่เหมาะสม ควรเป็นระดับการพรางแสงเท่าใดจึงจะทำให้ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตที่ดี และให้ผลผลิตสูงสุด
3. ทำให้ทราบว่าควรพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจร ควรพรางแสงช่วงเวลาเท่าใดของการเจริญเติบโต ฟ้าทะลายโจรจึงจะมีการเจริญเติบโตที่ดี และให้ผลผลิตสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ฟ้าทะลายโจร (*Kalmegh*) เป็นพืชสมุนไพรล้มลุกและเป็นไม้พุ่ม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees อยู่ในวงศ์ Acanthaceae เป็นที่รู้จักกันในนาม “King of bitters” เนื่องจากมีรสชาติที่ขมมาก (Kumar *et al.*, 2012) ฟ้าทะลายโจรกระจายอยู่ในประเทศแถบเอเชียเขตร้อนโดยเฉพาะในอินเดีย, ศรีลังกา, ปากีสถาน, อินโดนีเซีย, มาเลเซีย, จีน, ไทย, อินเดียตะวันออกและตะวันตก และมอริเชียส สามารถพบได้หลากหลายถิ่นในพื้นที่ราบลุ่ม, เนินเขา, แนวชายฝั่งทะเล และพื้นที่อื่นๆ เช่น ฟาร์ม และพื้นที่ที่รกร้าง (Nur Faezah *et al.*, 2015; Palaniswamy, 2005) ในประเทศไทยฟ้าทะลายโจรมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามท้องถิ่น เช่น ฟ้าทะลายโจร, น้ำลายพังพอน (กรุงเทพฯ), หญ้าก้านงู (สงขลา), ฟ้าสาบ (พนัสนิคม), เขยตายยายคลุม (โพธาราม), สามสิบดี (ร้อยเอ็ด), เมฆทะลาย (ยะลา) และฟ้าสะท้าน (พัทลุง) (ทวิผล และคณะ, 2542) ฟ้าทะลายโจรเป็นหนึ่งในพืชสมุนไพรที่สำคัญที่ได้รับการพิสูจน์ว่ามีฤทธิ์ทางด้านเภสัชวิทยาต่างๆ รวมถึงการต้านมะเร็ง, การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (Kumar *et al.*, 2012) และต้านการอักเสบเช่นเดียวกับยาต้านมาลาเรีย (Mishra *et al.*, 2007) สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกฟ้าทะลายโจรอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่มีปริมาณน้ำฝน 1,500-2,000 มิลลิเมตรต่อปี (Zaharah *et al.*, 2001) เจริญเติบโตได้ดีในที่มีร่มเงา เช่น ในพงป่า (Valdiani *et al.*, 2012)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ต่างๆ ของฟ้าทะลายโจรนั้นจะเห็นได้ว่าฟ้าทะลายโจรมีลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม มีความสูง 30-100 เซนติเมตร ใบเดี่ยวติดกับลำต้นเป็นคู่แบบตรงกันข้ามในแต่ละข้อ ตัวใบเป็นรูปไข่กว้าง 1-4 เซนติเมตร ยาว 2-12 เซนติเมตร ออกเป็นคู่ตรงกันข้ามบริเวณข้อ และสลัดตั้งฉากกับคู่ถัดไป ลักษณะโคนใบและปลายใบแหลม ขอบใบหยักตื้นหรือเรียบ ผิวใบด้านบนสีเข้มกว่าด้านใต้ใบ ใบใกล้ปลายยอดจะมีขนาดเล็ก มีก้านใบสั้น (ชาตรี และดรณ, 2531; ทวิผล และคณะ, 2542) ฟ้าทะลายโจรมีการออกดอกเป็นดอกช่อ (Panicle) ออกที่ปลายยอดหรือซอกโคนก้านใบ (ชาตรี และดรณ, 2531) เป็นดอกสมบูรณ์เพศ บริเวณด้านบนของกลีบดอกมีขน กลีบเลี้ยงมี 5 กลีบ ยาว 3-4 มิลลิเมตร เชื่อมติดกัน กลีบดอกมี 5 กลีบ กลีบเชื่อมติดกันปลายแยกเป็น 5 แฉก แบ่งเป็น 2 ปาก (Lip) ปากบนมี 3 แฉกยาว 5-7 มิลลิเมตร สีขาวมีแต้มสีม่วงเข้ม ปากล่างมี 2 แฉก ยาวไล่เลี่ยกัน ปากบนสีขาว เกสรตัวผู้มี 2 อัน ติดที่บริเวณปากหลอดของกลีบดอก ก้านชูอับเรณูยาว 6-8 มิลลิเมตร มีขน อับเรณูสีม่วงเข้มมี 2 ห้อง หรือ 2 Carpel ตำแหน่งของรังไข่อยู่เหนือวงกลีบดอก (Superior ovary) โดยก้านชูยอดเกสรตัวเมีย (Style) มี 1 อัน ยาวโค้งแนบชิดกับก้านชูอับเรณู ผลหรือฝักรูปขอบขนานค่อนข้างแบนยาวไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ปลายและโคนแหลม เมื่อแก่ฝักจะแตกสองซีก มีเมล็ด 8-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดต่อฝัก เมล็ดค่อนข้างเล็กรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยม และมีลักษณะแบนสีน้ำตาลแดง (ชาติรี และตรุน, 2531; ทวีผล และคณะ, 2542)

การเขตกรรมของฟ้าทะลายโจร

ฟ้าทะลายโจรเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในทุกฤดูกาล และเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตได้ดีทั้งในที่ร่ม และกลางแจ้ง โดยจะเจริญเติบโตได้ดีในภูมิอากาศร้อนหรือร้อนชื้น ฤดูที่เหมาะสมคือ ช่วงต้นฤดูฝนราวเดือนเมษายน ถึง ต้นเดือนพฤษภาคม (มัลลิกา และจรัญ, 2548; สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2549)

การเตรียมดิน

การเตรียมดินปลูกฟ้าทะลายโจรควรเป็นดินร่วนซุยที่มีการระบายน้ำดี การปรับให้ดินร่วนซุยแล้ว ยังเป็นการกำจัดวัชพืชด้วย ในพื้นที่ปลูกฟ้าทะลายโจรมันมีวัชพืชไม่มากให้ทำการไถพรวนเพียงครั้งเดียวก็พอ แต่ถ้าพื้นที่ปลูกมีวัชพืชมากและหน้าดินแข็ง ควรทำการไถพรวน 2 ครั้ง คือ ไถตะแล้วตากดินไว้ 1-2 สัปดาห์ แล้วจึงไถแปรอีกครั้ง สำหรับพื้นที่ปลูกที่เป็นที่ลุ่มและปลูกในฤดูฝน ควรทำการขุดยกร่องแปลงเพื่อป้องกันน้ำท่วมขัง โดยขุดยกแปลงสูง 15-20 เซนติเมตร แปลงกว้าง 1-2 เมตร ความยาวของแปลงตามความเหมาะสมของขนาดพื้นที่ เว้นทางเดินระหว่างแปลงประมาณ 1 เมตร และมีการให้น้ำเพียงพอ (ชาติรี และตรุน, 2531; โครงการสมุนไพรรักษาโรคเพื่อตนเอง, 2534)

วิธีการปลูก

1. การปลูกแบบเพาะกล้าโดยทำการเพาะกล้าในแปลงเพาะกล้า และจะมีการย้ายกล้าปลูกเมื่อมีอายุประมาณ 45-60 วันหลังออก หรือเมื่อมีใบประมาณ 10-14 ใบ จากนั้นลงปลูกในแปลงที่เตรียมไว้โดยปลูก 1 ต้นต่อหลุม ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับแปลงปลูกที่มีปัญหาวัชพืชรุนแรงหรือกรณีที่ไม่ลืดยุติมีราคาแพง หรือมีจำนวนเมล็ดพันธุ์ในปริมาณที่จำกัด ก่อนปลูกเมล็ดฟ้าทะลายโจรควรกระตุ้นการงอกโดยนำเมล็ดไปแช่น้ำธรรมดาสัก 2 คืน หรือแช่น้ำร้อน 80-100 องศาเซลเซียส ประมาณ 5-10 นาที (ณัฐสุดา, 2536)

2. การปลูกแบบหว่าน โดยใช้เมล็ดมาผสมทรายหยาบในอัตรา 1:1-2:1 (ชาติรี และตรุน, 2531)

3. การปลูกแบบโรยเมล็ดเป็นแถว โดยขุดร่องตื้นๆ เป็นแถวยาว มีระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 40 เซนติเมตร โรยเมล็ดกลบดินบางๆ (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2553)

ส่วนที่นำไปใช้ประโยชน์

ลำต้น ใบสด และใบแห้ง โดยจะเก็บใบมาใช้เมื่อต้นฟ้าทะลายโจรมีอายุได้ 3-5 เดือน (มัลลิกา และจรัญ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรรพคุณของฟ้าทะลายโจร

สรรพคุณมี 4 ประการ คือ

1. แก้ไข้ต่างๆ ไป เช่น ไข้หวัด และไข้หวัดใหญ่
2. ระวังอาการอักเสบ พวกไอ เจ็บคอ คออักเสบ ต่อมทอนซิล หลอดลมอักเสบ และขับเสมหะ
3. รักษาโรคผิวหนัง ผิ แก่ติดเชื้อที่ทำให้ปวดท้อง ท้องเสีย บิด แก้กะเพาะและลำไส้อักเสบ
4. เป็นยาขมเจริญอาหาร (มัลลิกา และจรัญ, 2548; สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2542)

สารออกฤทธิ์ที่สำคัญ

ฟ้าทะลายโจรมีสารสำคัญ ประเภท ไดเทอร์พีน แลคโตน (Diterpene lactones) ได้แก่ แอนโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide) มีฤทธิ์ลดไข้และต้านการอักเสบ และดีออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (Deoxyandrographolide) ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของท้องร่วง มาตรฐานของฟ้าทะลายโจรที่ใช้ในการผลิตยาจะต้องมี Andrographolide ไม่น้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2542)

การดูแลรักษา

การกำจัดวัชพืชสำหรับการปลูกแบบหวานและแปลงเพาะเมล็ด มีการกำจัดวัชพืชโดยการถอนส่วนการปลูกแบบโรยเป็นแถวแบบหยอดหลุม และปลูกด้วยต้นกล้า สามารถกำจัดโดยการถอนหรือใช้เครื่องมือช่วยก็ได้ (โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง, 2534)

สำหรับการป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลง ในปัจจุบันโรคพืชและแมลงที่ทำความเสียหายอย่างรุนแรงไม่พบในการปลูกฟ้าทะลายโจร มีแต่เพียงเล็กน้อยที่ทำความเสียหายบ้างเท่านั้น ได้แก่ โรคโคนเน่า และรากเน่า ต้น จะพบบริเวณโคนและรากที่สามารถขาดได้ง่าย สาเหตุของโรคโคนเน่า และรากเน่าต้น มาจากเชื้อรา *Fusarium* sp. อาการของโรคโคนเน่า และรากเน่าต้น ต้นฟ้าทะลายโจรจะแสดงอาการเหี่ยวเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ จนแห้งตายในที่สุด และบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม การป้องกันและกำจัดในเบื้องต้นควรถอน และทำลายต้นฟ้าทะลายโจรที่เกิดโรค ซึ่งโรคแอนแทรคโนสจะพบอาการที่ตรงกลางใบหรือปลายใบ อาการที่พบบนใบคือ เนื้อใบแห้งตายเป็นสีฟางขาว ขอบแผลสีเข้ม สาเหตุของโรคมานจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. การป้องกันและกำจัดในเบื้องต้นควรถอนและทำลายต้นฟ้าทะลายโจรที่เกิดโรค (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2542)

แสง และการพร่างแสงกับการเจริญเติบโตของพืช

แสงแดดที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด ก็คือความเข้มของแสง (Light intensity) ซึ่งพืชทุกชนิดต้องการแสงแดดเพื่อใช้สำหรับการสร้างอาหาร และถ้าแสงแดดที่มีอยู่ลดลงพืชต้องเปลี่ยนแปลงในรูปแบบต่างๆ เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ๆ (Nur Faezah *et al.*, 2015) พืชบางชนิดไม่ต้องการแสงแดดในปริมาณที่มาก แต่เมื่อได้รับแสงแดดโดยตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวันจึงทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่ดี ดังนั้นในการปลูกพืชบางชนิดจึงต้องมีการพร่างแสง ซึ่งการพร่างแสงจะช่วยลดผลกระทบที่จะมีต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้อุณหภูมิลดลงโดยไม่มีผลต่อสถานที่ที่ใช้พร่างแสง (Paez and Lopez, 2000) วันดี (2539) แนะนำว่า การปลูกพืชสมุนไพรบางชนิดที่ต้องการแสงแดดน้อย มีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องใช้ตาข่ายพร่างแสงช่วย เพื่อให้พืชเหล่านั้นได้รับแสงแดดน้อยลงจนไม่เป็นอันตรายต่อพืช สำหรับการปลูกพืชสมุนไพร เสน่ห์ (2536) กล่าวว่า การปลูกพืชสมุนไพรสามารถปลูกได้ทั้งในที่ร่มและกลางแจ้ง แต่ถ้าพืชสมุนไพรบางชนิดปลูกในที่ร่มจะโตไว และมีการแตกหน่อได้น้ำหนักต้นที่มากกว่า คณะเภสัชศาสตร์ (2535) รายงานว่า พืชสมุนไพรหญ้าปักกิ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีแสงแดดรำไร และไม่ควรได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน หรือถ้าได้รับร่มเงามากเกินไปก็ไม่เป็นผลดีต่อหญ้าปักกิ่ง เพราะจะทำให้ใบเหลืองได้ (พริกชี้หู, 2543) สุภาพรณ์ และสุดใจ (2545) ระบุว่า พืชสมุนไพรที่ได้รับร่มเงามากจนเกินไปก็มีผลกระทบต่อการออกดอก คือจะมีการออกดอกน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพืชสมุนไพรที่ได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ เสน่ห์ (2536) แนะนำว่า การปลูกพืชสมุนไพรที่ดีไม่ควรให้ได้รับแสงแดดมากเกินไป พืชสมุนไพรบางชนิดชอบแสงแดดรำไร ซึ่งต้องปลูกพืชสมุนไพรเอาไว้ใต้ต้นไม้ใหญ่ ผ่องพรรณ (2553) พบว่า พืชสมุนไพรเป็นพืชที่ชอบร่มเงา ไม่ควรโดนแสงแดดจัดตลอดทั้งวัน หรืออยู่ในที่ร่มมากจนเกินไป รุจิชาติ (2531) รายงานว่า พืชสมุนไพรเมื่อได้รับแสงแดดจัด และมีการขาดน้ำจะทำให้พืชสมุนไพรมีการปรับตัว แต่ถ้าปรับตัวไม่ได้ก็จะเกิดอันตรายต่อพืชสมุนไพร ทำให้มีลำต้นเหลืองและใบเหลือง และตายได้ในที่สุด Palaniswamy (2005) กล่าวว่า ใบของพืชที่สัมผัสกับแสงแดดโดยตรงจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง 35% และความเข้มข้นของกรดออกซาลิกสูงถึง 30% แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของรงควัตถุ และความเข้มข้นของกรดออกซาลิกอาจเป็นกลไกการป้องกันกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแสงสว่าง

สำหรับการศึกษากการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจร Hendrynus *et al.* (2015) พบว่าการปลูกฟ้าทะลายโจรโดยให้ได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันกับการปลูกภายใต้ตาข่ายพร่างแสง 50% Nur Faezah *et al.* (2015) ได้ทดลองปลูกฟ้าทะลายโจรภายใต้การพร่างแสง 0%, 20%, 30% และ 50% พบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันกับการตัดแต่งกิ่ง น้ำหนักใบแห้งมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับระดับการพร่างแสงเพิ่มขึ้น การปลูกฟ้าทะลายโจรโดยมีการพร่างแสงและมีการตัดแต่งกิ่งหนึ่งครั้งจะทำให้ผลผลิตทางชีวภาพมีค่าสูงขึ้น สุจรรยา และวิชัย (2549) รายงานว่าการพร่างแสงที่ 0%, 30%, 50% และ 70% ไม่มีผลทำให้ความสูงของลำต้นและความกว้างของทรงพุ่มฟ้าทะลายโจรมีค่าแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าฟ้าทะลายโจรที่ปลูกในสภาพที่ไม่มี

การพร่างแสง และพร่างแสง 30% มีการเจริญเติบโตทางทรงพุ่มมากกว่าระดับอื่น ฟ้ำทะเลลายโจรที่ปลูกภายใต้การพร่างแสง 70% มีปริมาณแลคโคโตนรวมต่ำที่สุด จรรย์ และคณะ (2552) กล่าวว่า การพร่างแสงทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 50% แตกต่างกันในทางสถิติกับฟ้ำทะเลลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง และการพร่างแสง 70% และ 60% ให้ปริมาณแลคโคโตนรวมสูงที่สุด

ส่วนการศึกษาถึงผลของพร่างแสงในพืชชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่พืชสมุนไพรที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง Medany *et al.* (2009) พบว่า การเจริญเติบโตของพริกหวานเพิ่มมากขึ้นภายใต้โรงเรือนที่ใช้ตาข่ายพร่างแสงสีดำ ทั้งนี้ก็เป็นผลมาจากการที่ภูมิอากาศบริเวณที่ได้รับการพร่างแสงนั้น (Microclimate) ดีขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิ, ความเร็วลม และความเข้มของแสงมีค่าลดลง ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Quaglitto (1976); Priya *et al.* (2002) ที่พบว่าในพริกหวานที่ได้รับการพร่างแสง 35% โดยใช้ตาข่ายสีดำมีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตาข่ายพร่างแสงโดยใช้ตาข่ายสีเขียวขนาด 50% และ 75% ตามลำดับ

Thangam and Thamburaj (2008) ระบุว่าพืชที่ปลูกภายใต้การพร่างแสงจะมีความสูงของลำต้นพืชที่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่อยู่ในทุ่งโล่ง สอดคล้องกันกับ Paez and Lopez (2000) ที่สังเกตว่าความสูงของพืช และพื้นที่ใบของพืชจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับการพร่างแสง ส่วน Jeong *et al.* (2007) รายงานว่าเมื่อมีระดับการพร่างแสงเพิ่มขึ้น พื้นที่ใบของต้นปาล์มจะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน แตกต่างไปจากพื้นที่ใบของพริกหวาน (Medany *et al.*, 2009), มะเดื่อ (Weeping fig) (*Ficus benjamina* L.) และ Croton (*Codiaeum variegatum* L.) พบว่ามีค่าลดลงเมื่อระดับการพร่างแสงมีค่าเพิ่มมากขึ้น (Scuderi *et al.*, 2008) สอดคล้องกับ Chen *et al.* (2001) และ Fonteno and McWilliams (1978) ที่กล่าวว่า ภายใต้สภาวะที่มีแสงน้อย การหลุดร่วงของใบและการยึดตัวของข้อและปล้องจะเพิ่มขึ้น ซึ่งคล้ายกับการตอบสนองของ *Ficus benjamina* L. ในสภาพที่มีระดับความเข้มของแสงที่น้อย

Wong *et al.* (1985) พบว่าพืชตระกูลถั่วมีอัตราส่วนของใบ / ลำต้น (Leaf / Stem ratio) ที่ลดลง และอัตราส่วนของหน่อ / ราก (Shoot / Root ratio) เพิ่มขึ้นอย่างมาก ในขณะที่พืชตระกูลถั่วที่ทนต่อร่มเงามีการรักษาความสมดุลระหว่างใบและลำต้นภายใต้สภาพที่มีการพร่างแสง

Aloni *et al.* (1996); Bazan-Tene *et al.* (2005); D'iaz-Perez (2013) กล่าวว่า ผลผลิตของพืชที่สูงขึ้นภายใต้การพร่างแสงปานกลางอาจเกี่ยวข้องกับการผสมผสานกันของปัจจัยหลายอย่าง เช่น การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ใบทั้งหมด, อุณหภูมิที่ลดลง และไม่เกิดการหลุดร่วงของดอกและผล

Anthura (2010); Stancato *et al.* (2010) รายงานว่า ระดับความเข้มของแสงที่สูงมาก ซึ่งมากกว่าความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืชจนทำให้เกิดการยับยั้งด้วยแสง (Photo-inhibition) ในใบอ่อนและดอกของพืช และยังเป็นไปได้ว่าพืชจะถูกเผาไหม้ที่ระดับความเข้มของแสงที่สูง

Biondo and Noland (2000); Dole and Wilkins (2005) รายงานว่า ความเข้มของแสงจะกำหนดอัตราของการเหนี่ยวนำให้เกิดดอกในคาร์เนชั่น

Tombesi *et al.* (1993) และ Zoran *et al.* (2012) พบว่า องค์ประกอบของผลไม้จะได้รับผลกระทบอย่างชัดเจนเกี่ยวกับระดับความเข้มของแสง โดยจะมีผลกระทบต่อลักษณะการสุกของผลไม้ รวมทั้งเวลาเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บรักษา

Jaimez and Rada (2011) รายงานว่า ผลผลิตของพริกหวานพันธุ์ Pepon (*C. chinense* Jacq.) สูงที่สุดในระดับการพร่างแสง 40% มากกว่าที่ได้รับแสงแดดโดยตรง และการพร่างแสง 60% ตามลำดับ

Bushra *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษารายการพร่างแสงบางส่วนต่อเนื่องเป็นเวลาสามเดือนกับมะเขือเทศ คือพร่างแสงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน, 1 พฤษภาคม และ 1 มิถุนายน จนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะปลูก โดยมีการพร่างแสงในระดับที่ 55 เปอร์เซ็นต์ กับมะเขือเทศ 2 พันธุ์ พบว่าความสูงของพืชสูงที่สุด 101 เซนติเมตร ภายใต้สภาพของการพร่างแสงบางส่วนที่ใช้ตั้งแต่เดือนเมษายน การพร่างแสงบางส่วนในเดือนเมษายนและพฤษภาคม ทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมากและอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกับการพร่างแสงในเดือนมิถุนายน และการได้รับแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่

Gent (2008) ระบุว่า การพร่างแสงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชภายในสามสัปดาห์แรกของการพร่างแสง แต่หลังจากผ่านไปแล้วมีการพร่างแสงเป็นหกสัปดาห์ ผลผลิตของพืชจะลดลงมากถึง 30% เมื่อเปรียบเทียบกับกับสภาพที่ไม่มีการพร่างแสง

Díaz-Perez (2014) ได้ศึกษาถึงการพร่างแสงบางส่วนให้กับพริกหยวก พบว่าผลผลิตโดยรวมของพริกหยวกเพิ่มมากขึ้น เมื่อได้รับการพร่างแสง

Milenkovic *et al.* (2012); Rodríguezdel-Bosque *et al.* (2005) รายงานว่า พริก Piquin และ 'Chameleon' peppers (also *C. annuum* L.) ให้ผลผลิตสูงสุดภายใต้การพร่างแสงบางส่วน ในขณะที่พริกที่ได้รับแสงแดดอย่างเต็มรูปแบบจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง

สำหรับในฟ้าทะลายโจรเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีการปลูกในสภาพธรรมชาติ พบได้ทั้งในบริเวณที่มีร่มเงาและพื้นที่โล่งกว้าง (Nur Faezah *et al.*, 2015) ที่มีแสงแดดจัดตลอดทั้งวัน อย่างไรก็ตามจากการตรวจเอกสารก็พบว่าในต่างประเทศก็มีการศึกษาเกี่ยวกับการพร่างแสงฟ้าทะลายโจรกันอยู่บ้าง ส่วนในประเทศไทยก็ยังคงมีการศึกษาการพร่างแสงฟ้าทะลายโจรกันน้อยมากเช่นกัน และผลการทดลองที่ได้ก็ยังคงมีความไม่แน่นอน อีกทั้งฟ้าทะลายโจรที่ปลูกกันอยู่มีอยู่หลายพันธุ์ ดังนั้นเมื่อมีการพร่างแสงฟ้าทะลายโจรที่ปลูกแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเป็นอย่างไร ปัจจุบันยังไม่เคยมีการศึกษากันมาก่อน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาถึงผลของการพร่างแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และสารสำคัญ ในฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ

Main plot คือ พันธุ์ฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่

1. ฟ้าทะลายโจร พันธุ์พิษณุโลก5-4
2. ฟ้าทะลายโจร พันธุ์ปราจีนบุรี
3. ฟ้าทะลายโจร พันธุ์ราชบุรี
4. ฟ้าทะลายโจร พันธุ์พิจิตร 4-4

Sub plot ได้แก่ การพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรที่แตกต่างกัน ดังนี้คือ

1. ฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง หรือได้รับแสงแดด 100 เปอร์เซ็นต์ (Control)
2. ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (ได้รับแสง 80 เปอร์เซ็นต์)
3. ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ (ได้รับแสง 60 เปอร์เซ็นต์)
4. ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (ได้รับแสง 50 เปอร์เซ็นต์)
5. ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ (ได้รับแสง 20 เปอร์เซ็นต์)

ปลูกฟ้าทะลายโจรลงในกระถางจำนวนทั้งหมด 100 กระถาง โดยมีการปลูกจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง เมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุได้ 15 วันหลังปลูก ทำการถอนแยกให้เหลือ จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ก่อนปลูกมีการให้น้ำแก่ดินที่ระดับความจุสนาม (Field capacity) หลังจากนั้นมีการให้น้ำแก่ฟ้าทะลายโจรทุกวันในปริมาณเทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 5 มิลลิเมตร สำหรับช่วงเวลาของการให้น้ำจะให้ในช่วงเวลาเช้าและมีการให้อย่างสม่ำเสมอโดยใช้บัวรดน้ำ การให้น้ำให้พร้อมกันทั้งหมดทุกกระถาง ตลอดอายุการเจริญเติบโต สำหรับการดูแลรักษามีการกำจัดวัชพืช จำนวน 3 ครั้ง เมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ส่วนการป้องกันกำจัดโรคและแมลงพบว่าในฟ้าทะลายโจรมีแมลงศัตรูพืชมารบกวนน้อยมาก จึงไม่มีการป้องกันกำจัด หลังจากฟ้าทะลายโจรมีอายุ 60 วันหลังปลูก ก็จะมีการตัดกิ่งก้านสาขาและแตกยอดอ่อนเป็นกอและเป็นพุ่มที่สวยงาม สามารถเก็บต้นสดได้เมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุ 120 วันหลังปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวิธีการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรจะใช้ตาข่ายพร่างแสงสีดำ และการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกันจะใช้เครื่องมือ Li-1600 Steady state porometer (ยี่ห้อ LI-COR, USA) โดยวัดค่าแสงให้ได้ตามค่าที่กำหนดเอาไว้ในสิ่งทดลอง สำหรับการทำให้ฟ้าทะลายโจร จะใช้ไม้รวกและไม้ไผ่ทำเป็นค้ำสี่เหลี่ยมโดยมีขนาด ความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 4 x 4 x 2 เมตร จากนั้นคลุมด้วยตาข่ายพร่างแสงตามที่กำหนดเอาไว้ในสิ่งทดลอง โดยจะเริ่มทำการพร่างแสงเมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วันหลังปลูก ส่วนการไม่พร่างแสงก็จะทำการปลูกฟ้าทะลายโจรให้ได้รับแสงอย่างเต็มที่ตลอดอายุการเจริญเติบโต และไม่มีการบังแสง

การเก็บข้อมูล

1. วัดความสูงของลำต้นฟ้าทะลายโจร และนับจำนวนกิ่งบนลำต้นฟ้าทะลายโจร โดยทำการตรวจวัดในแต่ละสิ่งทดลองที่อายุ 120 วันหลังปลูก
2. ชั่งน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ดอก ฝัก และรากของฟ้าทะลายโจร โดยหลังจากแยกส่วนต่างๆ ของฟ้าทะลายโจรในแต่ละสิ่งทดลองแล้ว อบแห้งในตู้อบโดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักแห้งคงที่ แล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ดอก ฝัก และราก และนำมาคำนวณหาค่าน้ำหนักแห้งรวม ซึ่งในการตรวจวัดหาน้ำหนักแห้งนี้ตรวจวัดเมื่อฟ้าทะลายโจร มีอายุ 120 วันหลังปลูก ตามลำดับ
3. หาค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index : LAI) ของฟ้าทะลายโจร ทำการตรวจวัดที่อายุ 120 วันหลังปลูก โดยนำข้อมูลพื้นที่ใบของฟ้าทะลายโจรมาแทนค่า ลงในสูตรของ Hunt (1978) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)} = \frac{\text{พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)}}{\text{พื้นที่ปลูก (ตารางเซนติเมตร)}}$$

4. ตรวจวัดหาค่าคลอโรฟิลล์ภายในใบของฟ้าทะลายโจรที่อายุ 120 วันหลังปลูก โดยทำการตรวจวัดใบที่ 5 นับจากยอดลงมา ใช้ใบตรวจวัดจำนวน 3 ใบ โดยใช้ใบที่มีการขยายตัวเต็มที่และวัดบริเวณส่วนกลางของใบ ด้วยเครื่อง SPAD chlorophyll meter reading (ยี่ห้อ Minolta รุ่น SPAD-502) จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย
5. ทำการเก็บตัวอย่างใบสดมาหาปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ในใบของฟ้าทะลายโจร โดยทำการตรวจวัดเมื่อฟ้าทะลายโจร มีอายุ 120 วันหลังปลูก โดยทำการเจาะรูใบฟ้าทะลายโจร แล้วนำไปใส่ในสารละลายอะซิโตน 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลานาน 7 วัน จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสารละลายที่ได้มาอ่านค่าการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 663 และ 645 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Thermo รุ่น Genesy 10 S UV-VIS) (Whithan *et al.*, 1971)

6. การวิเคราะห์หาปริมาณของสารแอนโดรกราโฟไลด์ในใบของฟ้าทะลายโจรที่อายุ 120 วันหลังปลูก ด้วยเทคนิคเครื่องแยกสารระบบโครมาโตกราฟีชนิดแรงดันสูง (High performance liquid chromatography: HPLC) โดยการนำตัวอย่างใบฟ้าทะลายโจรที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง มาบดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 80 แล้วนำมาเก็บรักษาในถุงพลาสติกซีลปิด ทำการสกัดสารแอนโดรกราโฟไลด์โดยการนำตัวอย่างใบฟ้าทะลายโจรที่บดแล้ว มาเติมเมทานอลปริมาณ 10 มิลลิลิตร และรีฟลักซ์ด้วย water bath เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งเอาไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง whatman หมายเลข 4 ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร และล้างตะกอน 3 ครั้งด้วยเมทานอลปริมาณ 10 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ได้ปริมาณ 25 มิลลิลิตร

นำสารละลายที่ได้มาเจือจางด้วยอะซิโตนไตรล์ และแยกสารแอนโดรกราโฟไลด์ ด้วยเทคนิคเครื่องแยกสารระบบโครมาโตกราฟีชนิดแรงดันสูง (High performance liquid chromatography: HPLC) ด้วยคอลัมน์ C-18 Thermo-Hypersil ที่มีขนาด 250 x 4.60 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิห้อง โดยทำการฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ครั้งละ 20 ไมโครลิตร ตรวจวัดปริมาณสารตัวอย่างด้วยค่าการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร (Cava *et al.*, 1962; Matsuda *et al.*, 1994; Lomlim *et al.*, 2003)

7. เก็บผลผลิตฟ้าทะลายโจรในแต่ละสิ่งทดลอง นำมาแยกส่วนใบ, ฝัก, เมล็ด และลำต้นออกจากกัน จากนั้นนำเมล็ดและใบเข้าตูบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักแห้งคงที่ จึงชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วนำข้อมูลน้ำหนักเมล็ดและใบแห้ง มาหาค่าผลผลิตคิดเป็นกรัมต่อตารางเมตร

ขั้นตอนและใช้การในการวิเคราะห์

วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ทางสถิติตามแผนการทดลอง Split plot in randomized complete block design และหาค่า LSD เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง หลังจากนั้นทำกราฟ ตาราง และรายงานผลการทดลองที่ 1

3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาถึงผลของการพร่างแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และสารสำคัญ ในฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ

Main plot คือ พันธุ์ของฟ้าทะลายโจรจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ฟ้ายะลายโจร พันธุ์ปราจีนบุรี
2. ฟ้ายะลายโจร พันธุ์นครปฐม
3. ฟ้ายะลายโจร พันธุ์สระบุรี

Sub plot คือ การพรางแสงให้กับฟ้ายะลายโจรที่ช่วงอายุแตกต่างกัน ได้แก่

1. ไม่มีการพรางแสง (Control) (ได้รับแสงแดด 100 เปอร์เซ็นต์)
2. ฟ้ายะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ (ได้รับแสง 75 เปอร์เซ็นต์)
3. ฟ้ายะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (ได้รับแสง 50 เปอร์เซ็นต์)
4. ฟ้ายะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ (ได้รับแสง 25 เปอร์เซ็นต์)

ปลูกฟ้ายะลายโจรลงในกระถางทั้งหมด 60 กระถาง โดยมีการปลูกจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง เมื่อฟ้ายะลายโจรมีอายุ 15 วันหลังปลูก ก็จะถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง ก่อนปลูกมีการให้น้ำแก่ดินที่ระดับความจุสนาม (Field capacity) หลังจากนั้นมีการให้น้ำแก่ฟ้ายะลายโจรทุกวันในปริมาณเทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 5 มิลลิเมตร ช่วงเวลาของการให้น้ำจะให้ช่วงเวลาเช้าและมีการให้อย่างสม่ำเสมอโดยใช้บัวรดน้ำ การให้น้ำให้พร้อมกันทั้งหมดทุกกระถาง ตลอดอายุการเจริญเติบโต สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลายโจรจะใช้ระดับของการพรางแสง ตามที่กำหนดในสิ่งทดลอง สำหรับการดูแลรักษา มีการกำจัดวัชพืช จำนวน 3 ครั้ง เมื่อฟ้ายะลายโจรมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ส่วนการป้องกันกำจัดโรคและแมลงพบว่าในฟ้ายะลายโจรมีแมลงศัตรูพืชมารบกวนน้อยมาก จึงไม่มีการป้องกันกำจัด หลังจากฟ้ายะลายโจรมีอายุ 60 วันหลังปลูก ก็จะมีการแตกกิ่งก้านสาขาและแตกยอดอ่อนเป็นกอและเป็นพุ่มสีเขียวสด และสามารถเก็บผลผลิตต้นสดได้เมื่อฟ้ายะลายโจรมีอายุ 120 วันหลังปลูก

สำหรับวิธีการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลายโจรจะใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ และทำการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกันโดยจะใช้เครื่องมือ Li-1600 Steady state porometer (ยี่ห้อ LI-COR, USA) วัดค่าระดับความเข้มของแสงให้ได้ตามค่าที่กำหนดเอาไว้ในสิ่งทดลอง สำหรับการทำให้โรงเรือนที่จะใช้พรางแสงฟ้ายะลายโจร จะใช้ไม้รวกและไม้ไผ่ทำเป็นค้ำสี่เหลี่ยมโดยมีขนาด ความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 4 x 4 x 2 เมตร จากนั้นคลุมด้วยตาข่ายพรางแสงตามที่กำหนดเอาไว้ในสิ่งทดลอง โดยจะเริ่มทำการพรางแสงเมื่อฟ้ายะลายโจรมีอายุตั้งแต่ 30 วันหลังปลูก ส่วนในสิ่งทดลองการไม่พรางแสง ก็จะปลูกฟ้ายะลายโจรให้ได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ตลอดอายุการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว และไม่มีการพรางแสง

การเก็บข้อมูล

1. วัดความสูงของลำต้น และนับจำนวนกิ่งบนลำต้นฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
2. ชั่งหาน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ดอก ฝัก และรากของฟ้าทะลายโจร แล้วนำมาคำนวณหาค่าน้ำหนักแห้งรวม เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
3. หาค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index : LAI) ของฟ้าทะลายโจรเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
4. ตรวจวัดหาค่าคลอโรฟิลล์ภายในใบของฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
5. ทำการเก็บตัวอย่างใบสดของฟ้าทะลายโจร มาหาปริมาณของคลอโรฟิลล์ a และ b ภายในใบฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
6. การวิเคราะห์หาปริมาณของสารแอนโดรกราโฟไลด์ในใบของฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
7. เก็บผลผลิตฟ้าทะลายโจรในแต่ละสิ่งทดลอง แล้วนำข้อมูลน้ำหนักเมล็ดและใบแห้งมาหาค่าผลผลิต คิดเป็นกรัมต่อตารางเมตร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์

วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ทางสถิติตามแผนการทดลอง Split plot in randomized complete block design และหาค่า LSD เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง หลังจากนั้นทำกราฟ ตาราง และรายงานผลการทดลองที่ 2

3.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาถึงการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญในฟ้าทะลายโจร

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design มีจำนวน 3 ซ้ำ

Main plot คือ พันธุ์ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ต่างๆ จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่

1. ฟ้าทะลายโจร พันธุ์ปราจีนบุรี
2. ฟ้าทะลายโจร พันธุ์พิษณุโลก5-4
3. ฟ้าทะลายโจร พันธุ์พิจิตร 4-4

Sub plot ได้แก่ การพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ช่วงเวลาที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต ดังนี้คือ

1. พรางแสงฟ้าทะลายโจรที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
2. พรางแสงฟ้าทะลายโจรที่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
3. พรางแสงฟ้าทะลายโจรที่อายุ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว
4. ไม่มีการพรางแสง (control)

ปลูกฟ้าทะลายโจรลงในกระถางจำนวนทั้งหมด 60 กระถาง โดยมีการปลูกจำนวน 2 ต้นต่อกระถาง จนกระทั่งฟ้าทะลายโจรมีอายุได้ 15 วันหลังปลูก ทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง ก่อนปลูกมีการให้น้ำแก่ดินที่ระดับความจุสนาม (Field capacity) หลังจากนั้นมีการให้น้ำแก่ฟ้าทะลายโจรทุกวันในปริมาณเทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 5 มิลลิเมตร สำหรับช่วงเวลาของการให้น้ำจะให้ในช่วงเวลาเช้าและมีการให้อย่างสม่ำเสมอโดยใช้บัวรดน้ำ การให้น้ำให้พร้อมกันทั้งหมดทุกกระถาง ตลอดอายุการเจริญเติบโต สำหรับการดูแลรักษามีการกำจัดวัชพืช จำนวน 3 ครั้ง เมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ส่วนการป้องกันกำจัดโรคและแมลงพบว่าในฟ้าทะลายโจรมีแมลงศัตรูพืชมารบกวนน้อยมาก จึงไม่มีการป้องกันกำจัด หลังจากฟ้าทะลายโจรมีอายุ 60 วันหลังปลูก ก็จะมีการแตกกิ่งก้านสาขาและแตกยอดอ่อนเป็นกอและเป็นพุ่มสีเขียวสด สามารถเก็บต้นสดได้เมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุ 120 วันหลังปลูก สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรโดยให้ฟ้าทะลายโจรได้รับการพรางแสงที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดไว้ในสิ่งทดลองนั้น จะเริ่มมีการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจร เมื่อมีอายุได้ 30 วันหลังปลูก

สำหรับวิธีการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรจะใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำ และการพรางแสงในระดับที่ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยจะใช้เครื่องมือ Li-1600 Steady state porometer (ยี่ห้อ LI-COR, USA) วัดค่าแสงให้ได้ตามค่าที่กำหนดเอาไว้ในสิ่งทดลอง สำหรับการทำโรงเรือนที่จะใช้พรางแสงฟ้าทะลายโจร จะใช้ไม้รวกและไม้ไผ่ทำเป็นค้ำสี่เหลี่ยมโดยมีขนาด ความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 4 x 4 x 2 เมตร จากนั้นคลุมด้วยตาข่ายพรางแสงตามที่กำหนดเอาไว้ในสิ่งทดลอง คือพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยจะเริ่มทำการพรางแสงเมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุ 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก ตามสิ่งทดลองที่กำหนดไว้ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง ก็ จะปลูกฟ้าทะลายโจรในที่โล่งแจ้งให้ได้รับแสงเต็มที่ตลอดทั้งวันทุกวัน ตั้งแต่หลังจากปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว และไม่มีมีการบังแสง

การเก็บข้อมูล

1. วัดความสูงของลำต้น และนับจำนวนกิ่งบนลำต้นฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
2. ชั่งหาน้ำหนักแห้งของลำต้น ใบ ดอก ฝัก และรากของฟ้าทะลายโจร แล้วนำมาคำนวณหาค่า น้ำหนักแห้งรวม เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
3. หาค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index : LAI) ของฟ้าทะลายโจรเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตรวจวัดหาค่าคลอโรฟิลล์ภายในใบของฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
5. ทำการเก็บตัวอย่างใบสดของฟ้าทะลายโจร มาหาปริมาณของคลอโรฟิลล์ a และ b ภายในใบฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
6. การวิเคราะห์หาปริมาณของสารแอนโดรกราโฟไลด์ในใบของฟ้าทะลายโจร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1
7. เก็บผลผลิตฟ้าทะลายโจรในแต่ละสิ่งทดลอง แล้วนำข้อมูลน้ำหนักเมล็ดและใบแห้งมาหาค่าผลผลิต คิดเป็นกรัมต่อตารางเมตร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์

วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ทางสถิติตามแผนการทดลอง Split plot in randomized complete block design และหาค่า LSD เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง หลังจากนั้นทำกราฟ ตาราง และรายงานผลการทดลองที่ 3

สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

แปลงทดลอง และโรงเรือนทดลอง ของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2557 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2561

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาถึงผลของการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และสารสำคัญ ในฟ้าทะลายโจรจำนวน 4 พันธุ์

4.1.1 ลักษณะทางสรีรวิทยาของฟ้าทะลายโจร

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้าทะลายโจรทั้ง 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.1) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 58.06 SPAD unit รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และ พิจิตร 4-4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 54.42 และ 54.40 SPAD unit ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 50.84 SPAD unit สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมากที่สุดเท่ากับ 67.24 SPAD unit รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50, 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 59.33, 55.66 และ 50.13 SPAD unit ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง (0 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 39.97 SPAD unit นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบของฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจรทั้ง 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.2) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.14 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบเท่ากับ 0.13 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบมากที่สุดเท่ากับ 0.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50, 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบเท่ากับ 0.15, 0.09 และ 0.04

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง (0 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด นอกจากนี้ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบของฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ปริมาณค่าของคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD unit)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
พิษณุโลก 5-4	50.84
ปราจีนบุรี	58.06
ราชบุรี	54.42
พิจิตร 4-4	54.40
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)	
0 (Control)	39.97
20	50.13
40	55.66
50	59.33
80	67.24
ค่าเฉลี่ย	54.46
LSD (0.05) (A)	4.62
LSD (0.05) (B)	3.74
LSD (0.05) (A × B)	ns
C.V. (%) (A)	9.51
C.V. (%) (B)	8.26

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของพืชทะเลทรายจำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด)
พันธุ์พืชทะเลทราย (A)		
พิษณุโลก 5-4	0.05	0.16
ปราจีนบุรี	0.14	0.38
ราชบุรี	0.13	0.37
พิจิตร 4-4	0.12	0.33
ระดับการพร่างแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	0.02	0.07
20	0.04	0.15
40	0.09	0.27
50	0.15	0.41
80	0.23	0.63
ค่าเฉลี่ย	0.11	0.31
LSD (0.05) (A)	0.02	0.05
LSD (0.05) (B)	0.01	0.03
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	20.37	19.64
C.V. (%) (B)	12.30	13.60

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจรทั้ง 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.2) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.38 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบเท่ากับ 0.37 และ 0.33 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบมากที่สุดเท่ากับ 0.63 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 50, 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบเท่ากับ 0.41, 0.27 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง (0 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด นอกจากนี้ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบของฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

4.1.2 ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตฟ้าทะลายโจร

ความสูงของลำต้น

ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.3) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีความสูงของลำต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 57.08 เซนติเมตร รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีความสูงของลำต้นเท่ากับ 46.87 และ 44.34 เซนติเมตร ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีความสูงของลำต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 33.82 เซนติเมตร สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงของลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 59.88 เซนติเมตร รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 50, 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความสูงของลำต้นเท่ากับ 55.31, 46.07 และ 37.40 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง (0 เปอร์เซ็นต์) มีความสูงของลำต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 28.97 เซนติเมตร นอกจากนี้ความสูงของลำต้นฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.3 ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วัน หลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
พิษณุโลก 5-4	33.82	19.73
ปราจีนบุรี	57.08	25.33
ราชบุรี	46.87	21.20
พิจิตร 4-4	44.34	21.33
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	28.97	23.83
20	37.40	27.00
40	46.07	22.00
50	55.31	19.66
80	59.88	17.00
ค่าเฉลี่ย	45.53	21.90
LSD (0.05) (A)	8.51	2.49
LSD (0.05) (B)	4.83	1.11
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	20.94	12.77
C.V. (%) (B)	12.77	6.12

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนกิ่งต่อต้น

จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.3) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 25.33 กิ่ง รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิจิตร 4-4 และราชบุรี มีจำนวนกิ่งต่อต้นเท่ากับ 21.33 และ 21.20 กิ่ง ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีจำนวนกิ่งต่อต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 19.73 กิ่ง สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนกิ่งต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 27.00 กิ่ง รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีจำนวนกิ่งต่อต้นเท่ากับ 23.83, 22.00 และ 19.66 กิ่ง ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนกิ่งต่อต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 17.00 กิ่ง นอกจากนี้จำนวนกิ่งต่อต้นฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

น้ำหนักลำต้นแห้ง

น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.4) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักลำต้นแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.62 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีน้ำหนักลำต้นแห้งเท่ากับ 4.29 และ 3.75 กรัมต่อต้น ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีน้ำหนักลำต้นแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 2.85 กรัมต่อต้น สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักลำต้นแห้งมากที่สุดเท่ากับ 8.39 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักลำต้นแห้งเท่ากับ 5.62, 4.53 และ 2.81 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักลำต้นแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.53 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักลำต้นแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.4 น้ำหนักลำต้นแห้ง และน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
พิษณุโลก 5-4	2.85	1.61
ปราจีนบุรี	6.62	3.37
ราชบุรี	4.29	2.28
พิจิตร 4-4	3.75	1.88
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	5.62	3.13
20	8.39	3.75
40	4.53	2.83
50	2.81	1.37
80	0.53	0.33
ค่าเฉลี่ย	4.38	2.28
LSD (0.05) (A)	0.89	0.43
LSD (0.05) (B)	0.51	0.31
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	22.92	21.29
C.V. (%) (B)	14.12	16.49

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักใบแห้ง

น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.4) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.37 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 2.28 และ 1.88 กรัมต่อต้น ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 1.61 กรัมต่อต้น สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักใบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 3.75 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 3.13, 2.83 และ 1.37 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.33 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักใบแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ดัชนีพื้นที่ใบ

ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.5) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีดัชนีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.51 รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.38 และ 0.31 ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเท่ากับ 0.28 สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีพื้นที่ใบมากที่สุดเท่ากับ 0.67 รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.45, 0.33 และ 0.28 ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเท่ากับ 0.13 นอกจากนี้ ดัชนีพื้นที่ใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ตารางที่ 4.5 ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ดัชนีพื้นที่ใบ
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
พิษณุโลก 5-4	0.28
ปราจีนบุรี	0.51
ราชบุรี	0.38
พิจิตร 4-4	0.31
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)	
0 (Control)	0.45
20	0.67
40	0.33
50	0.28
80	0.13
ค่าเฉลี่ย	0.37
LSD (0.05) (A)	0.05
LSD (0.05) (B)	0.03
LSD (0.05) (A x B)	ns
C.V. (%) (A)	16.86
C.V. (%) (B)	10.17

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักรากแห้ง

น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.6) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักรากแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.84 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 0.55 และ 0.52 กรัมต่อต้น ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.44 กรัมต่อต้น สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักรากแห้งมากที่สุดเท่ากับ 0.93 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 0.86, 0.75 และ 0.30 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.10 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักรากแห้งฟัาทะเลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟัาทะเลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟัาทะเลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟัาทะเลายโจร (A)		
พิษณุโลก 5-4	0.44	0.47
ปราจีนบุรี	0.84	0.96
ราชบุรี	0.55	0.66
พิจิตร 4-4	0.52	0.52
ระดับการพร่างแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	0.86	0.78
20	0.93	1.62
40	0.75	0.53
50	0.30	0.31
80	0.10	0.01
ค่าเฉลี่ย	0.59	0.65
LSD (0.05) (A)	0.10	0.11
LSD (0.05) (B)	0.06	0.11
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	19.33	19.01
C.V. (%) (B)	12.16	20.61

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักดอกแห้ง

น้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.6) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักดอกแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.96 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีน้ำหนักดอกแห้งเท่ากับ 0.66 และ 0.52 กรัมต่อต้น ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีน้ำหนักดอกแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.47 กรัมต่อต้น สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักดอกแห้งมากที่สุดเท่ากับ 1.62 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักดอกแห้งเท่ากับ 0.78, 0.53 และ 0.31 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักดอกแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.01 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักดอกแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

น้ำหนักฝักแห้ง

น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.7) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักฝักแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.05 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีน้ำหนักฝักแห้งเท่ากับ 0.85 และ 0.45 กรัมต่อต้น ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีน้ำหนักฝักแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.19 กรัมต่อต้น สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักฝักแห้งมากที่สุดเท่ากับ 1.54 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักฝักแห้งเท่ากับ 0.93, 0.49 และ 0.20 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักฝักแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.02 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักฝักแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

น้ำหนักแห้งรวม

น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.7) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 12.84 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 8.63 และ 7.12 กรัมต่อต้น ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 5.56 กรัมต่อต้น สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุดเท่ากับ 16.23 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 12.84, 8.63 และ 7.12 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 5.56 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักแห้งรวมฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 11.32, 9.13 และ 4.99 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนฟัทยะลายโจร ที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.99 กรัมต่อตัน นอกจากนี้ น้ำหนักแห้งรวมฟัทยะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟัทยะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ตารางที่ 4.7 น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อตัน) ของฟัทยะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์ พิชญโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อตัน)	น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อตัน)
พันธุ์ฟัทยะลายโจร (A)		
พิชญโลก 5-4	0.19	5.56
ปราจีนบุรี	1.05	12.84
ราชบุรี	0.85	8.63
พิจิตร 4-4	0.45	7.12
ระดับการพร่างแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	0.93	11.32
20	1.54	16.23
40	0.49	9.13
50	0.20	4.99
80	0.02	0.99
ค่าเฉลี่ย	0.64	8.53
LSD (0.05) (A)	0.11	1.44
LSD (0.05) (B)	0.11	0.72
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	20.60	18.92
C.V. (%) (B)	22.34	10.19

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้ายะลวยโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.8) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 14.76 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งเท่ากับ 11.68 และ 6.15 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนฟ้ายะลวยโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 2.60 กรัมต่อตารางเมตร สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลวยโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งมากที่สุดเท่ากับ 21.36 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งเท่ากับ 12.93, 6.82 และ 2.65 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.24 กรัมต่อตารางเมตร นอกจากนี้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้ายะลวยโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.8) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 47.70 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 32.24 และ 26.61 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนฟ้ายะลวยโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 22.80 กรัมต่อตารางเมตร สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลวยโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมากที่สุดเท่ากับ 53.08 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 44.35, 40.05 และ 19.49 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 4.72 กรัมต่อตารางเมตร นอกจากนี้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.8 ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)	ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
พิษณุโลก 5-4	2.60	22.80
ปราจีนบุรี	14.76	47.70
ราชบุรี	11.68	32.24
พิจิตร 4-4	6.15	26.61
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	12.93	44.35
20	21.36	53.08
40	6.82	40.05
50	2.65	19.49
80	0.24	4.72
ค่าเฉลี่ย	8.80	32.34
LSD (0.05) (A)	1.48	6.15
LSD (0.05) (B)	1.59	4.43
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	18.91	21.29
C.V. (%) (B)	21.77	16.49

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ

แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.9) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี และพิจิตร 4-4 มีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบเท่ากับ 4.34 และ 4.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบน้อยที่สุดเท่ากับ 2.61 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบมากที่สุดเท่ากับ 5.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพรางแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีแอนโดรกราโฟไลดในใบเท่ากับ 5.13, 4.83 และ 3.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีแอนโดรกราโฟไลดในใบน้อยที่สุดเท่ากับ 2.41 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แอนโดรกราโฟไลดในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.9 แอนโดรกราโฟไลดในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 4 พันธุ์ (พันธุ์พิษณุโลก 5-4, พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์ราชบุรี และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	แอนโดรกราโฟไลดในใบ (เปอร์เซ็นต์)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
พิษณุโลก 5-4	2.61
ปราจีนบุรี	6.37
ราชบุรี	4.34
พิจิตร 4-4	4.01
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)	
0 (Control)	5.13
20	5.92
40	4.83
50	3.37
80	2.41
ค่าเฉลี่ย	4.33
LSD (0.05) (A)	0.52
LSD (0.05) (B)	0.36
LSD (0.05) (A x B)	ns
C.V. (%) (A)	13.66
C.V. (%) (B)	10.24

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาถึงผลของการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น ผลผลิต และสารสำคัญ ในฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์

4.2.1 ลักษณะทางสรีรวิทยาของฟ้าทะลายโจร

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.10) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 68.34 SPAD unit รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 59.60 และ 51.96 SPAD unit ตามลำดับ สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 72.87 SPAD unit รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 65.17 และ 56.02 SPAD unit ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง (การพร่างแสงที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบน้อยที่สุดเท่ากับ 45.81 SPAD unit นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.11) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบเท่ากับ 0.13 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบเท่ากับ 0.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบเท่ากับ 0.14 และ 0.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง (การพร่างแสงที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบน้อยที่สุดเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ตารางที่ 4.10 ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้ายะลวยใจ จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ปริมาณค่าของคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD unit)
พันธุ์ฟ้ายะลวยใจ (A)	
ปราจีนบุรี	68.34
นครปฐม	59.60
สระบุรี	51.96
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)	
0 (Control)	45.81
25	56.02
50	65.17
75	72.87
ค่าเฉลี่ย	59.97
LSD (0.05) (A)	5.41
LSD (0.05) (B)	4.60
LSD (0.05) (A x B)	ns
C.V. (%) (A)	7.96
C.V. (%) (B)	7.76

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้ายะลวยใจ 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.11) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยใจพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยใจพันธุ์นครปฐม และสระบุรี มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบเท่ากับ 0.06 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลวยใจในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยใจที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด รองลงมาคือฟ้ายะลวยใจที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบเท่ากับ 0.07 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยใจที่ไม่ได้รับการพรางแสง (การพรางแสงที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบน้อยที่สุดเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.11 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	0.15	0.07
นครปฐม	0.13	0.06
สระบุรี	0.06	0.04
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	0.04	0.02
25	0.06	0.04
50	0.14	0.07
75	0.21	0.10
ค่าเฉลี่ย	0.11	0.06
LSD (0.05) (A)	0.09	0.01
LSD (0.05) (B)	0.06	0.02
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	7.58	6.53
C.V. (%) (B)	5.67	5.96

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร

ความสูงของลำต้น

ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.12) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีความสูงของลำต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 30.44 เซนติเมตร รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี มีความสูงของลำต้นเท่ากับ 25.18 และ 19.28 เซนติเมตร สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงของลำต้นเท่ากับ 30.56 เซนติเมตร รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความสูงของลำต้นเท่ากับ 27.08 และ 22.76 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง (การพรางแสงที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์) มีความสูงของลำต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 19.47 เซนติเมตร นอกจากนี้ความสูงของลำต้นฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

จำนวนกิ่งต่อต้น

จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.12) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 34.56 กิ่ง รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีจำนวนกิ่งต่อต้นเท่ากับ 28.05 และ 23.42 กิ่ง ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 36.82 กิ่ง รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนกิ่งต่อต้นเท่ากับ 31.32 และ 25.48 กิ่ง ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนกิ่งต่อต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 21.08 กิ่ง นอกจากนี้จำนวนกิ่งต่อต้นฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.12 ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	30.44	34.56
นครปฐม	25.18	28.05
สระบุรี	19.28	23.42
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	19.47	31.32
25	22.76	36.82
50	27.08	25.48
75	30.56	21.08
ค่าเฉลี่ย	24.97	28.68
LSD (0.05) (A)	3.63	3.32
LSD (0.05) (B)	2.84	4.20
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	12.84	10.22
C.V. (%) (B)	11.52	14.78

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักลำต้นแห้ง

น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.13) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักลำต้นแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 53.87 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีน้ำหนักลำต้นแห้งเท่ากับ 46.96 และ 39.27 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักลำต้นแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 65.00 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักลำต้นแห้งเท่ากับ 55.21 และ 39.75 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มี

น้ำหนักลำต้นแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 27.85 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักลำต้นแห้งฟัทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟัทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.13 น้ำหนักลำต้นแห้ง และน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟัทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟัทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	53.87	25.86
นครปฐม	46.96	22.36
สระบุรี	39.27	19.14
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	55.21	24.27
25	65.00	27.48
50	39.75	20.73
75	27.85	17.31
ค่าเฉลี่ย	46.95	22.45
LSD (0.05) (A)	6.66	2.99
LSD (0.05) (B)	6.02	2.40
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	12.59	11.78
C.V. (%) (B)	13.20	10.79

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักใบแห้ง

น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.13) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 25.86 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 22.36 และ 19.14 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 27.48 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 24.27 และ 20.73 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 17.31 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักใบแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ดัชนีพื้นที่ใบ

ดัชนีพื้นที่ใบของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.14) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีดัชนีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.39 รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.25 และ 0.19 ตามลำดับ สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.48 รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.28 และ 0.24 ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุดเท่ากับ 0.11 นอกจากนี้ดัชนีพื้นที่ใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพร่างแสง

ตารางที่ 4.14 ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ดัชนีพื้นที่ใบ
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
ปราจีนบุรี	0.39
นครปฐม	0.25
สระบุรี	0.19
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)	
0 (Control)	0.28
25	0.48
50	0.24
75	0.11
ค่าเฉลี่ย	0.28
LSD (0.05) (A)	0.05
LSD (0.05) (B)	0.03
LSD (0.05) (A × B)	ns
C.V. (%) (A)	18.08
C.V. (%) (B)	13.20

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักรากแห้ง

น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.15) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักรากแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 14.21 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 11.59 และ 9.17 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักรากแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 14.51 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักรากแห้งเท่ากับ 11.58 และ 10.70 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักรากแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 9.68 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักรากแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้าทะลายโจรกับระดับของการพรางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	14.21	1.68
นครปฐม	11.59	1.32
สระบุรี	9.17	0.64
ระดับการพร่างแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	11.58	1.37
25	14.51	2.10
50	10.70	0.87
75	9.68	0.52
ค่าเฉลี่ย	11.61	1.21
LSD (0.05) (A)	1.42	0.15
LSD (0.05) (B)	1.16	0.17
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	10.77	11.31
C.V. (%) (B)	10.07	14.31

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักดอกแห้ง

น้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.15) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักดอกแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.68 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีน้ำหนักดอกแห้งเท่ากับ 1.32 และ 0.64 กรัมต่อต้น ตามลำดับ สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักดอกแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.10 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักดอกแห้งเท่ากับ 1.37 และ 0.87 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักดอกแห้งน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 0.52 กรัมต่อตัน นอกจากนี้ น้ำหนักดอกแห้งฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

น้ำหนักฝักแห้ง

น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อตัน) ของฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.16) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักฝักแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 5.06 กรัมต่อตัน รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีน้ำหนักฝักแห้งเท่ากับ 4.43 และ 2.97 กรัมต่อตัน ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลวยโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักฝักแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 5.09 กรัมต่อตัน รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักฝักแห้งเท่ากับ 4.08 และ 3.95 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักฝักแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 3.50 กรัมต่อตัน นอกจากนี้ น้ำหนักฝักแห้งฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

น้ำหนักแห้งรวม

น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อตัน) ของฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.16) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 100.68 กรัมต่อตัน รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 86.66 และ 71.19 กรัมต่อตัน ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลวยโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 114.18 กรัมต่อตัน รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 96.51 และ 76.00 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 58.86 กรัมต่อตัน นอกจากนี้ น้ำหนักแห้งรวมฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.16 น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของฟั اتهลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟั اتهลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	5.06	100.68
นครปฐม	4.43	86.66
สระบุรี	2.97	71.19
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	4.08	96.51
25	5.09	114.18
50	3.95	76.00
75	3.50	58.86
ค่าเฉลี่ย	4.15	86.38
LSD (0.05) (A)	0.60	14.68
LSD (0.05) (B)	0.57	25.11
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	12.80	13.15
C.V. (%) (B)	13.76	14.48

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟั اتهลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.17) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟั اتهลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 20.73 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ฟั اتهลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งเท่ากับ 15.90 และ 7.77 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟั اتهลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟั اتهลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 27.28 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือฟั اتهลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งเท่ากับ 17.04 และ 9.95 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนฟั اتهลายโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 4.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัมต่อตารางเมตร นอกจากนี้ผลผลิตน้ำหนักเมล็ดแห้งฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.17) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 365.27 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 310.76 และ 255.22 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลวยโจรในระดับที่แตกต่าง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 449.47 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 374.43 และ 297.40 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งน้อยที่สุดเท่ากับ 120.37 กรัมต่อตารางเมตร นอกจากนี้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

แอนโดรกราโฟไลดีนใบ

แอนโดรกราโฟไลดีนใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.18) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีแอนโดร กราโฟไลดีนใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี โดยมีแอนโดรกราโฟไลดีนใบเท่ากับ 2.41 และ 1.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการพรางแสงให้แก่ฟ้ายะลวยโจรในระดับที่แตกต่าง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีแอนโดรกราโฟไลดีนใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.93 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีแอนโดรกราโฟไลดีนใบเท่ากับ 2.62 และ 2.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงมากที่สุด คือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีแอนโดรกราโฟไลดีนใบน้อยที่สุดเท่ากับ 1.18 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แอนโดรกราโฟไลดีนใบฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของฟ้ายะลวยโจรกับระดับของการพรางแสง

ตารางที่ 4.17 ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง และผลผลิตน้ำหนักรากใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)	ผลผลิตน้ำหนักรากใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	20.73	365.27
นครปฐม	15.90	310.76
สระบุรี	7.77	255.22
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)		
0 (Control)	17.04	374.43
25	27.28	449.47
50	9.95	297.40
75	4.93	120.37
ค่าเฉลี่ย	14.80	310.41
LSD (0.05) (A)	2.24	53.88
LSD (0.05) (B)	2.44	81.81
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	13.40	15.31
C.V. (%) (B)	16.70	26.61

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แอนโดรกราโฟไลตินในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์นครปฐม และพันธุ์สระบุรี) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสงในระดับที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	แอนโดรกราโฟไลตินในใบ (เปอร์เซ็นต์)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
ปราจีนบุรี	2.78
นครปฐม	2.41
สระบุรี	1.81
ระดับการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์) (B)	
0 (Control)	2.62
25	2.93
50	2.60
75	1.18
ค่าเฉลี่ย	2.33
LSD (0.05) (A)	0.03
LSD (0.05) (B)	0.32
LSD (0.05) (A x B)	ns
C.V. (%) (A)	12.22
C.V. (%) (B)	13.76

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาถึงการพร่างแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ทางลำต้น ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญในฟ้าทะลายโจร

4.3.1 ลักษณะทางสรีรวิทยาของฟ้าทะลายโจร

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.19) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 67.34 SPAD unit รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 57.60 และ 48.88 SPAD unit ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบเท่ากับ 70.87 SPAD unit รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบลดลงเท่ากับ 63.17 และ 53.91 SPAD unit ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบต่ำสุดเท่ากับ 43.81 SPAD unit นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพร่างแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.20) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบเท่ากับ 0.04 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบลดลงเท่ากับ 0.06 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบต่ำสุดเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด นอกจากนี้ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพร่างแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.19 ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD value) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	ปริมาณค่าของคลอโรฟิลล์ภายในใบ (SPAD unit)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
ปราจีนบุรี	67.34
พิษณุโลก 5-4	57.60
พิจิตร 4-4	48.88
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)	
พร่างแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	70.87
พร่างแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	63.17
พร่างแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	53.91
ไม่มีการพร่างแสง (control)	43.81
ค่าเฉลี่ย	57.94
LSD (0.05) (A)	5.40
LSD (0.05) (B)	5.40
LSD (0.05) (A x B)	ns
C.V. (%) (A)	8.23
C.V. (%) (B)	8.14

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	0.06	0.06
พิษณุโลก 5-4	0.04	0.04
พิจิตร 4-4	0.04	0.03
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)		
พรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.07	0.07
พรางแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.06	0.05
พรางแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.04	0.03
ไม่มีการพรางแสง (control)	0.03	0.02
ค่าเฉลี่ย	0.05	0.04
LSD (0.05) (A)	0.017	0.011
LSD (0.05) (B)	0.014	0.013
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	6.42	6.30
C.V. (%) (B)	9.63	8.66

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.20) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักใบสด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบเท่ากับ 0.04 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบลดลงเท่ากับ 0.05 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบต่ำสุดเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักใบสด นอกจากนี้ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ภายในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

4.3.2 ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตฟ้าทะลายโจร

ความสูงของลำต้น

ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.21) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีความสูงของลำต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 56.41 เซนติเมตร รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีความสูงของลำต้นเท่ากับ 32.04 และ 21.84 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้ความสูงของลำต้นฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีความสูงของลำต้นมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีความสูงของลำต้นเท่ากับ 58.10 เซนติเมตร รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีความสูงลดลงเท่ากับ 42.25 และ 33.05 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีความสูงของลำต้นต่ำสุดเท่ากับ 20.31 เซนติเมตร นอกจากนี้ความสูงของลำต้นฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.21 ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) และจำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร)	จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	56.41	29.45
พิษณุโลก 5-4	32.04	18.20
พิจิตร 4-4	21.84	15.22
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)		
พรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	58.10	25.20
พรางแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	42.25	22.48
พรางแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	33.05	20.26
ไม่มีการพรางแสง (control)	20.31	18.55
ค่าเฉลี่ย	38.42	21.62
LSD (0.05) (A)	5.14	4.73
LSD (0.05) (B)	5.70	2.40
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	11.82	19.33
C.V. (%) (B)	14.98	11.22

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนกิ่งต่อต้น

จำนวนกิ่งต่อต้น (กิ่ง) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.21) พบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 29.45 กิ่ง รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีจำนวนกิ่งต่อต้นเท่ากับ 18.20 และ 15.22 กิ่ง ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้จำนวนกิ่งต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวมีจำนวนกิ่งต่อต้นเท่ากับ 25.20 กิ่ง รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว มีจำนวนกิ่งต่อต้นเท่ากับ 22.48 และ 20.26 กิ่ง ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 18.55 กิ่ง นอกจากนี้จำนวนกิ่งต่อต้นฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ดัชนีพื้นที่ใบ

ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.22) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีดัชนีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.82 รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.50 และ 0.33 ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้ดัชนีพื้นที่ใบฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีดัชนีพื้นที่ใบมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีดัชนีพื้นที่ใบเท่ากับ 0.64 รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีดัชนีพื้นที่ใบลดลงเท่ากับ 0.56 และ 0.52 ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุดเท่ากับ 0.48 นอกจากนี้ดัชนีพื้นที่ใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.22 ดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และ พันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่ แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	ดัชนีพื้นที่ใบ
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
ปราจีนบุรี	0.82
พิษณุโลก 5-4	0.50
พิจิตร 4-4	0.33
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)	
พร่างแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.64
พร่างแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.56
พร่างแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.52
ไม่มีการพร่างแสง (control)	0.48
ค่าเฉลี่ย	0.55
LSD (0.05) (A)	0.09
LSD (0.05) (B)	0.07
LSD (0.05) (A × B)	ns
C.V. (%) (A)	15.20
C.V. (%) (B)	12.73

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักลำต้นแห้ง

น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.23) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักลำต้นแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.58 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีน้ำหนักลำต้นแห้งเท่ากับ 2.11 และ 1.74 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักลำต้นแห้งฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีน้ำหนักลำต้นแห้งมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักลำต้นแห้งเท่ากับ 3.22 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักลำต้นแห้งลดลงเท่ากับ 2.91 และ 2.61 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีน้ำหนักลำต้นแห้งต่ำสุดเท่ากับ 1.14 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักลำต้นแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

น้ำหนักใบแห้ง

น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.23) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.84 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 2.05 และ 1.29 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักใบแห้งฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 2.42 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักใบแห้งลดลงเท่ากับ 2.10 และ 1.95 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีน้ำหนักใบแห้งต่ำสุดเท่ากับ 1.72 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักใบแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.23 น้ำหนักลำต้นแห้ง และน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	น้ำหนักลำต้นแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	3.58	2.84
พิษณุโลก 5-4	2.11	2.05
พิจิตร 4-4	1.74	1.29
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)		
พรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	3.22	2.42
พรางแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	2.91	2.10
พรางแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	2.61	1.95
ไม่มีการพรางแสง (control)	1.14	1.72
ค่าเฉลี่ย	2.47	2.04
LSD (0.05) (A)	0.32	0.28
LSD (0.05) (B)	0.35	0.25
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	11.28	11.94
C.V. (%) (B)	14.30	12.39

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักรากล้าง

น้ำหนักรากล้าง (กรัมต่อตัน) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.24) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักรากล้างมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.32 กรัมต่อตัน รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีน้ำหนักรากล้างเท่ากับ 0.20 และ 0.15 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักรากล้างฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีน้ำหนักรากล้างมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักรากล้างเท่ากับ 0.26 กรัมต่อตัน รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักรากล้างลดลงเท่ากับ 0.23 และ 0.21 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีน้ำหนักรากล้างต่ำสุดเท่ากับ 0.17 กรัมต่อตัน นอกจากนี้น้ำหนักรากล้างฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

น้ำหนักดอกแห้ง

น้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อตัน) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.24) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักดอกแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.05 กรัมต่อตัน รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีน้ำหนักดอกแห้งเท่ากับ 0.03 และ 0.02 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักรากล้างฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีน้ำหนักรากล้างมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักรากล้างเท่ากับ 0.06 กรัมต่อตัน รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักรากล้างลดลงเท่ากับ 0.04 และ 0.03 กรัมต่อตัน ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีน้ำหนักรากล้างต่ำสุดเท่ากับ 0.02 กรัมต่อตัน นอกจากนี้น้ำหนักรากล้างฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.24 น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	น้ำหนักรากแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักดอกแห้ง (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	0.32	0.05
พิษณุโลก 5-4	0.20	0.03
พิจิตร 4-4	0.15	0.02
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)		
พรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.26	0.06
พรางแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.23	0.04
พรางแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.21	0.03
ไม่มีการพรางแสง (control)	0.17	0.02
ค่าเฉลี่ย	0.21	0.04
LSD (0.05) (A)	0.02	0.01
LSD (0.05) (B)	0.03	0.01
LSD (0.05) (A × B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	14.55	15.32
C.V. (%) (B)	15.16	14.03

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักฝักแห้ง

น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อต้น) ของฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.25) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักฝักแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.25 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีน้ำหนักฝักแห้งเท่ากับ 0.12 และ 0.05 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักฝักแห้งฟ้ายะลวยโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้ายะลวยโจรที่มีน้ำหนักฝักแห้งมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักฝักแห้งเท่ากับ 0.16 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักฝักแห้งลดลงเท่ากับ 0.15 และ 0.13 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีน้ำหนักฝักแห้งต่ำสุดเท่ากับ 0.12 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักฝักแห้งฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้ายะลวยโจร และการพรางแสง ในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

น้ำหนักแห้งรวม

น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.25) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 7.03 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 4.51 และ 3.26 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักแห้งรวมฟ้ายะลวยโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้ายะลวยโจรที่มีน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 6.12 กรัมต่อต้น รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีน้ำหนักแห้งรวมลดลงเท่ากับ 5.43 และ 4.93 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนฟ้ายะลวยโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีน้ำหนักแห้งรวมต่ำสุดเท่ากับ 3.17 กรัมต่อต้น นอกจากนี้ น้ำหนักแห้งรวมฟ้ายะลวยโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้ายะลวยโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.25 น้ำหนักฝักแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของฟั اتهลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	น้ำหนักฝักแห้ง (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น)
พันธุ์ฟั اتهลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	0.25	7.03
พิษณุโลก 5-4	0.12	4.51
พิจิตร 4-4	0.05	3.26
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)		
พรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.16	6.12
พรางแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.15	5.43
พรางแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว	0.13	4.93
ไม่มีการพรางแสง (control)	0.12	3.17
ค่าเฉลี่ย	0.14	4.91
LSD (0.05) (A)	0.01	0.31
LSD (0.05) (B)	0.01	0.25
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	10.91	13.21
C.V. (%) (B)	13.43	12.41

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.26) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 3.57 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งเท่ากับ 2.11 และ 1.74 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งเท่ากับ 3.22 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งลดลงเท่ากับ 2.91 และ 2.61 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งต่ำสุดเท่ากับ 1.14 กรัมต่อตารางเมตร นอกจากนี้ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง

ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.26) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 40.44 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ซึ่งมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 29.40 และ 18.29 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนการพรางแสงในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งเท่ากับ 33.74 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งลดลงเท่ากับ 31.14 และ 28.53 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีผลผลิตน้ำหนักใบแห้งต่ำสุดเท่ากับ 24.10 กรัมต่อตารางเมตร นอกจากนี้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.26 ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้ง และผลผลิตน้ำหนักรวมใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)	ผลผลิตน้ำหนักรวมใบแห้ง (กรัมต่อตารางเมตร)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)		
ปราจีนบุรี	3.57	40.44
พิษณุโลก 5-4	2.11	29.40
พิจิตร 4-4	1.74	18.29
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)		
พร่างแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก	3.22	33.74
จนกระทั่งเก็บเกี่ยว		
พร่างแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูก	2.91	31.14
จนกระทั่งเก็บเกี่ยว		
พร่างแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูก	2.61	28.53
จนกระทั่งเก็บเกี่ยว		
ไม่มีการพร่างแสง (control)	1.14	24.10
ค่าเฉลี่ย	2.47	29.37
LSD (0.05) (A)	0.32	3.66
LSD (0.05) (B)	0.35	2.97
LSD (0.05) (A x B)	ns	ns
C.V. (%) (A)	11.28	11.01
C.V. (%) (B)	14.30	10.21

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ

แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ตารางที่ 4.27) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.39 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และ พิจิตร 4-4 ซึ่งมีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบเท่ากับ 2.02 และ 1.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสง ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่ามีผลทำให้แอนโดร กราโฟไลดีนในใบฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในทางสถิติ ฟ้าทะลายโจรที่มีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบมีค่ามากที่สุดคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบเท่ากับ 2.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยมีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบลดลงเท่ากับ 2.16 และ 1.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง มีแอนโดรกราโฟไลดีนในใบต่ำสุดเท่ากับ 1.60 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แอนโดรกราโฟไลดีนในใบฟ้าทะลายโจร ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ฟ้าทะลายโจร และการพรางแสงในช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.27 แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ (เปอร์เซ็นต์) ของฟ้าทะลายโจร จำนวน 3 พันธุ์ (พันธุ์ปราจีนบุรี, พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพันธุ์พิจิตร 4-4) ที่อายุ 120 วันหลังปลูก เมื่อได้รับการพรางแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต

สิ่งทดลอง	แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ (เปอร์เซ็นต์)
พันธุ์ฟ้าทะลายโจร (A)	
ปราจีนบุรี	2.39
พิษณุโลก 5-4	2.02
พิจิตร 4-4	1.66
ช่วงเวลาของการเจริญเติบโต (B)	
พรางแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว	2.33
พรางแสงที่อายุ 60 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว	2.16
พรางแสงที่อายุ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว	1.99
ไม่มีการพรางแสง (control)	1.60
ค่าเฉลี่ย	2.02
LSD (0.05) (A)	0.24
LSD (0.05) (B)	0.24
LSD (0.05) (A x B)	ns
C.V. (%) (A)	10.46
C.V. (%) (B)	11.98

ns = ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1

ผลจากการทดลองที่ 1 พบว่าฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี, พันธุ์พิจิตร 4-4 และพันธุ์พิษณุโลก 5-4 ตามลำดับ การที่ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี มีการสะสมน้ำหนักลำต้น ใบ ราก ดอก และฝักแห้ง มีค่ามากที่สุด และมีการสะสมน้ำหนักรวมมีค่าสูงสุด จึงทำให้มีผลผลิตใบแห้งมีค่าสูงสุด ในขณะที่ฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่ดี มีการสะสมน้ำหนักรวมของใบ ลำต้นและรากน้อย จึงทำให้มีผลผลิตใบแห้งมีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.4, 4.6 และ 4.8) ผลการทดลองนี้ สอดคล้องกับการทดลองของ สมยศ และคณะ (2560ก) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร 4 พันธุ์ ก็ให้ผลเช่นเดียวกันโดยพบว่าฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการสะสมน้ำหนักลำต้น ใบ และรากแห้ง มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี, พิจิตร 4-4 และพิษณุโลก 5-4 ตามลำดับ สำหรับการเจริญเติบโตทางลำต้นและการให้ผลผลิตของฟ้าทะลายโจรในแต่ละพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันนี้ อันเนื่องมาจากฟ้าทะลายโจรในแต่ละพันธุ์มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างกัน พันธุ์ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี และมีการสะสมน้ำหนักรวมสูงจะมีพื้นที่ใบมาก จึงทำให้มีพื้นที่ในการสังเคราะห์แสงมาก และสามารถสร้างอาหารได้มากกว่า จึงส่งผลให้มีผลผลิตน้ำหนักรวมสดและแห้ง มีค่ามากที่สุด (สมยศ, 2561; สมยศ และคณะ, 2552ก, 2552ข; สมยศ และคณะ, 2556; สมยศ และอรธนพ, 2555) อย่างไรก็ตามความแตกต่างของการเจริญเติบโตและผลผลิตของฟ้าทะลายโจรมีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์นี้ ยังพบได้ในพืชชนิดอื่นอีก โดยเฉพาะ EL-Bassiony *et al.* (2014) รายงานว่า ความผันแปรทางพันธุกรรม ยังพบได้ในพืชจำพวกมะเขือเทศ กล่าวคือ มะเขือเทศที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตของมะเขือเทศแตกต่างกัน โดยเฉพาะพันธุ์ GS12 และพันธุ์ Marwa ซึ่งมีอิทธิพลทางพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดมากกว่าสภาพแวดล้อม

แสงโดยทั่วไปแล้วมีบทบาทที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Li *et al.*, 2010) พืชที่ได้รับความเข้มของแสงในระดับที่เหมาะสม มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงมีประสิทธิภาพสูงสุด และทำให้พืชมีการเจริญเติบโตมากที่สุด ถ้าพืชได้รับแสงในระดับที่น้อยลงมากก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชลดลง ซึ่งเหตุผลดังกล่าว บางครั้งการเพิ่มระดับความเข้มของแสง ก็ไม่ได้ทำให้การสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น จุดนี้เรียกว่า light saturation point (จุดชดเชยแสง) (Neri *et al.*, 2003)

สำหรับการพร่างแสงในระดับที่ต่างกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจร ซึ่งได้มีการพร่างแสงให้กับฟ้าทะลายโจรที่ระดับ 0, 20, 40, 50 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการทดลองพบว่า การพร่างแสงมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตทางลำต้นและผลผลิตฟ้าทะลายโจรโดยตรง กล่าวคือ ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้น มีพื้นที่ใบ น้ำหนักใบแห้ง น้ำหนักลำต้นแห้ง และผลผลิตน้ำหนักรวมมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ การพร่างแสงที่ระดับ 0, 40

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสงที่ระดับมากที่สุดคือ 80 เปอร์เซ็นต์ ฟ้าทะเลลายโจรมีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่ดี และให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งมีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 4.8) สุรินทร์ และคณะ (2543) ได้ทำการศึกษาในพืชสมุนไพรผักคาวตองที่ปลูกภายใต้สภาพระดับความเข้มของแสงที่แตกต่างกัน ก็พบเช่นเดียวกันว่า น้ำหนักแห้งของใบและลำต้น มีค่าสูงสุดในสภาพที่มีระดับความเข้มของแสงที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับความเข้มของแสง 25 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้พืชมีความยาวของลำต้นเพิ่มมากขึ้น แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบมีค่าลดลง Devkota and Jha (2010) พบว่า การพร่างแสงที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ผลผลิตทางชีวภาพของใบบวบก มีค่าสูงสุด ส่วน Srikrishnah and Sutharsan (2015) รายงานว่าในขมิ้นชันที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินพื้นที่ใบ และผลผลิตมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือการพร่างแสงที่ระดับ 70 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกที่ไม่มีการพร่างแสง Medany *et al.* (2009) กล่าวว่า การเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นของพริกหวานที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพร่างแสงสีดำ มีผลกระทบมาจากการลดลงของอุณหภูมิ, ความชื้น, ความเร็วลม และความเข้มแสง เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าในพืชแต่ละชนิด เมื่อได้รับการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน มีการตอบสนองของการเจริญเติบโต และผลผลิตแตกต่างกัน สำหรับในพืชสมุนไพรฟ้าทะเลลายโจร พบว่า การพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ฟ้าทะเลลายโจรมีการเจริญเติบโตที่ดี และให้ผลผลิตสูงสุด

การพร่างแสงยังมีผลต่อพื้นที่ใบและน้ำหนักใบแห้ง Wiebel *et al.* (1994) รายงานว่า พืชเมื่อมีการพร่างแสงเพิ่มขึ้น มีผลทำให้พื้นที่ใบ และน้ำหนักใบแห้งมีค่าลดลง แตกต่างไปจากการทดลองของ Jeong *et al.* (2007) ที่รายงานว่าใน begonia พื้นที่ใบมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการพร่างแสงเพิ่มขึ้น แตกต่างไปจากพื้นที่ใบของพืชพวก sweet pepper (Medany *et al.*, 2009), weeping fig (*Ficus benjamina* L.) และ croton (*Codiaeum Variegatum* L.) (Scuderi *et al.*, 2008) ที่พบว่าพื้นที่ใบมีค่าลดลง ในขณะที่มีการพร่างแสงเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองเหมือนกันกับการทดลองนี้ที่พบว่า เมื่อมีการพร่างแสงเพิ่มมากขึ้นกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้พื้นที่ใบของฟ้าทะเลลายโจรมีค่าลดลง Naidu and Swamy (1993) ได้พบว่า จำนวนใบและพื้นที่ใบของ *Pongamia pinnata* มีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีการเจริญเติบโตในสภาพที่มีการพร่างแสง

น้ำหนักแห้งรวม องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิต พบว่ามีความแตกต่างกัน เมื่อได้รับการพร่างแสง Araki *et al.* (2014) รายงานว่า น้ำหนักแห้งรวมต่อต้นมีค่าลดลง เมื่อเพิ่มระดับของการพร่างแสงที่มากขึ้น ส่วนจำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักฝักแห้งก็มีค่าสูงสุด ก็เช่นเดียวกัน เมื่อพืชได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกับการพร่างแสงในช่วงอื่นๆ อย่างไรก็ตามมีบางงานทดลองในพืชบางชนิดที่พบว่า การพร่างแสงมีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้นมีค่าลดลง เช่นในพืชตระกูลถั่ว โดยเฉพาะถั่วเหลือง ซึ่งมีรายงานโดย Kurosaki and Yumoto (2003) และ Kakiuchi and Kobota (2004, 2006)

สำหรับผลผลิตก็พบเช่นเดียวกันว่า การพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด การพร่างแสงเพิ่มมากขึ้นเป็น ที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินมีค่าน้อยที่สุด สอดคล้องกับ Kakiuchi and Kobota (2004, 2006) ที่รายงานว่า น้ำหนักแห้งรวมมีค่าลดลง เมื่อการพร่างแสงมีค่าเพิ่มมากขึ้น การพร่างแสงที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ผลผลิตฟ้าทะเลลายโจรลดลงนี้ สอดคล้องกับการทดลองของ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Devkota and Jha (2010) แสดงให้เห็นว่า เมื่อระดับของการพร่างแสงเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้การเจริญเติบโตของลำต้น และผลผลิตพืชมีค่าลดลง อย่างไรก็ตามผลจากการทดลองก็พบเช่นเดียวกันว่า การเพิ่มขึ้นของระดับการพร่างแสงมีผลทำให้ผลผลิตฟัทะลายโจรมีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลการทดลองนี้แตกต่างไปจากการทดลองของ Santiago-Santos and Cedeno-Maldonado (1991) ที่รายงานว่า น้ำหนักแห้งของพืช Ngo gui มีค่ามาก เมื่อได้รับการพร่างแสงมากที่สุดคือ 63 หรือ 73 เปอร์เซ็นต์ จะให้ค่ามากกว่าการปลูกพืชที่ไม่ได้รับการพร่างแสง

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 2

ผลจากการทดลองที่ 2 นี้ชี้ให้เห็นว่า ฟัทะลายโจร 3 พันธุ์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ผลผลิตใบแห้ง มีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ ฟัทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นค่อนข้างมาก มีพื้นที่ใบมาก ทำให้มีพื้นที่ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง และสร้างอาหารได้มาก จึงทำให้ในช่วงเก็บเกี่ยว มีการสะสมน้ำหนักต้น, ใบ, ราก และน้ำหนักแห้งรวม มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟัทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13, 4.15 และ 4.16) ส่วนผลผลิตเมล็ด, ผลผลิตใบแห้ง และสารแอนโดรกราโฟไลดีนในใบ ก็ให้ผลในทำนองเดียวกันกับการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยพบว่าฟัทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการสะสมน้ำหนักลำต้นและใบแห้งมาก จึงทำให้ผลผลิตเมล็ดและใบแห้ง มีค่ามากที่สุดนี้ นอกจากสามารถนำธาตุอาหารที่สะสมเอาไว้ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น นำมาใช้ในการสร้างฝักและเมล็ด ซึ่งทำให้มีผลผลิตเมล็ดมีค่ามากที่สุดเช่นกัน ส่วนสารแอนโดรกราโฟไลดีนในใบก็พบเช่นเดียวกันว่า ฟัทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีการใช้ธาตุอาหารในการสร้างสารแอนโดรกราโฟไลดีนในใบ มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟัทะลายโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี ตามลำดับ สำหรับฟัทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดี และให้ผลผลิตสูงนั้น ได้มีการทดลองของ Detpiratmongkol and Liphon (2018) พบว่าจากการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตของฟัทะลายโจร 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ปราจีนบุรี, พิษณุโลก 5-4 และนครปฐม พบว่า ฟัทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่มากที่สุดคือ มีความสูงของลำต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, น้ำหนักลำต้นและใบแห้ง, ผลผลิตเมล็ดและใบแห้ง และสารออกฤทธิ์แอนโดรกราโฟไลดีนในใบ มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ พันธุ์นครปฐม และพิษณุโลก ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ สมยศ และคณะ (2560ข) ได้ทดลองปลูกฟัทะลายโจร 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พิษณุโลก 5-4, ปราจีนบุรี, พิจิตร 4-4 และราชบุรี ซึ่งผลจากการทดลองก็พบเช่นเดียวกันว่า ฟัทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่มากที่สุด มีการสะสมน้ำหนักใบแห้ง มีพื้นที่ใบ การแตกกิ่งก้าน และการสะสมน้ำหนักแห้งรวม มีค่ามากที่สุด อีกทั้งเมื่อเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ ยังมีจำนวนฝักต่อต้น, น้ำหนักฝักแห้งต่อต้น, น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดต่อต้น มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟัทะลายโจรพันธุ์ราชบุรี, พิจิตร 4-4 และพิษณุโลก 5-4 ตามลำดับ ความแตกต่างในการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตเมล็ดที่ต่างกันนี้ อาจเนื่องมาจากฟัทะลายโจรทั้ง 4 พันธุ์ มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างกัน (พชรिता และยิ่งยง, 2552; สมยศ และคณะ, 2560ก) Sandeep *et al.* (2009) รายงานว่า การที่พืชมีลักษณะพันธุ์ที่ต่างกันนี้ จะมีผลทำให้ความสูงของลำต้น, น้ำหนักลำต้นและใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห้ง, น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักแห้ง มีค่าแตกต่างกัน Almodares *et al.* (2008) สรุปว่า ฟ้าทะเลลายโจรที่มีการเจริญเติบโตที่ดี จะมีค่าน้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักแห้งมีค่ามาก ส่วน Detpiratmongkol *et al.* (2017) ได้ทดลองปลูกฟ้าทะเลลายโจรพันธุ์ต่างๆ และได้ข้อสนับสนุนเพิ่มเติมว่า น้ำหนักลำต้นและใบแห้ง, น้ำหนักแห้งรวม, ผลผลิตน้ำหนักใบและเมล็ดแห้ง และปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์ภายในใบ ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของฟ้าทะเลลายโจร

นักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาถึงลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นของพืช ที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของคุณภาพและผลผลิต (Ramesh *et al.*, 2011; Mishra and Jain, 2013) อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของคุณภาพและผลผลิตพืช มีความสัมพันธ์กันกับระดับของความเข้มของแสงที่เหมาะสม และช่วงเวลาของการได้รับแสง มีรายงานแสดงให้เห็นว่าการตอบสนองของฟ้าทะเลลายโจรในทางที่เพิ่มมากขึ้นกับระดับความเข้มของแสง นอกจากนี้แสงยังเป็นปัจจัยสำคัญของสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการเจริญเติบโตและผลผลิต (Singhal, 1999) พืชที่มีการตอบสนองต่อความผันแปรของระดับความเข้มของแสงและช่วงเวลาที่ได้รับแสงแตกต่างกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางรูปร่าง และการพัฒนาการ ยกตัวอย่างเช่น มีค่าเพิ่มมากขึ้นของความสูงของลำต้น, น้ำหนักใบ, ลำต้นและรากแห้ง และผลผลิต (Kumar *et al.*, 2009)

ส่วนการเจริญเติบโตทางลำต้นของฟ้าทะเลลายโจร เมื่อได้รับการพร่างแสงที่ระดับแตกต่างกันนั้น สำหรับความสูงของลำต้นพบว่า ฟ้าทะเลลายโจรที่ปลูกโดยมีการพร่างแสงที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงของลำต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 30.56 เซนติเมตร ซึ่งมีค่ามากกว่า 11 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ของการพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การปลูกฟ้าทะเลลายโจรโดยไม่มีการพร่างแสง มีความสูงของลำต้นน้อยที่สุด เท่ากับ 19.47 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.13) ผลจากการทดลองนี้ สอดคล้องกับการทดลองของ Saravanan *et al.* (2008) ที่พบว่าความสูงของลำต้นมีความผันแปรขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของแสง ฟ้าทะเลลายโจรมีความสูงของลำต้นที่ลดลงมากถึง 32 เปอร์เซ็นต์ ในการปลูกฟ้าทะเลลายโจรแบบได้รับแสงโดยตลอด เปรียบเทียบกับฟ้าทะเลลายโจรที่ได้รับแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ การที่พืชได้รับแสงโดยตลอดและมีลำต้นเดี่ยว อาจเนื่องมาจากความยาวของข้อและปล้องมีค่าลดลง ผลจากการทดลองนี้ได้รับการสนับสนุน และสอดคล้องกับการทดลองของ Bordman (1977) และ Purwanto (2011) ซึ่งพบว่าพืชที่ปลูกอยู่ในสภาพที่ได้รับการพร่างแสงจะมีลำต้นที่สูงกว่า ทั้งนี้ก็เพราะมีเซลล์ที่ค่อนข้างจะเล็ก มีช่องว่างภายในเซลล์ขนาดใหญ่ขึ้น มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงที่น้อย และเนื้อเยื่อที่เชื่อมต่อกีมีจำนวนน้อยเช่นเดียวกัน ซึ่งผลอันนี้อาจจะเนื่องมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนออกซิน อย่างไรก็ตามฟ้าทะเลลายโจรมีการเจริญเติบโตที่ดี เมื่อมีการพร่างแสงอยู่ระหว่าง 25 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการทดลองนี้แตกต่างไปจากการทดลองของ Gundadon *et al.* (2015) ที่พบว่า ความสูงของฟ้าทะเลลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง มีค่าไม่แตกต่างไปจากฟ้าทะเลลายโจรที่ปลูกให้มีการพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบว่า ฟ้าทะเลลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงมีการแตกกิ่งและมีจำนวนใบที่เกิดขึ้นบนลำต้นหลักที่มากกว่าแตกต่างกัน

ส่วนการพร่างแสงให้กับฟ้าทะลายโจร พบว่าเมื่อพิจารณาถึงจำนวนกิ่งต่อต้น, น้ำหนักลำต้นแห้ง, น้ำหนักใบแห้ง, น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม ก็พบเช่นเดียวกันว่า ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง, พร่างแสงที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12, 4.13, 4.15 และ 4.16) ผลจากการทดลองนี้ สอดคล้องกันกับ การทดลองของ Ashok *et al.* (2002) และ Sanwal *et al.* (2016) กล่าวคือ พืชที่ได้รับการพร่างแสงอย่างเหมาะสม จะมีการสร้างตาข้างเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการแตกกิ่งจำนวนมาก ซึ่งการแตกกิ่งจำนวนมากนี้มีผลทำให้เกิดการสร้างใบใหม่บนจำนวนกิ่งเหล่านั้นมีมากขึ้น จึงส่งผลทำให้มีจำนวนใบต่อต้นมาก และมีน้ำหนักใบแห้งมากในช่วงเก็บเกี่ยว ส่งผลต่อเนื่องไปถึงทำให้พืชมีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามาก ผลที่เกิดขึ้นนี้ ให้ผลเช่นเดียวกันกับการทดลองในฟ้าทะลายโจรของ Kumar *et al.* (2009) และ Parashar *et al.* (2011) แต่ให้ผลในทางตรงกันข้ามกับการทดลองของ Saravanan *et al.* (2008) ที่รายงานว่าเมื่อมีการพร่างแสงให้กับฟ้าทะลายโจร ผลที่ได้รับพบว่าพื้นที่ใบต่อต้น มีค่ามากที่สุด เมื่อฟ้าทะลายโจรไม่ได้รับการพร่างแสง รองลงมาคือ ที่มีการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการพร่างแสงมากที่สุดคือ ที่ระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ ฟ้าทะลายโจรมีพื้นที่ใบต่อต้นมีค่าต่ำที่สุด แต่งานทดลองของ ถานันตร์ (2536) ได้ทำการศึกษาถึงการพร่างแสงให้กับฟ้าทะลายโจรในระดับความเข้มแสง 3 ระดับคือ ไม่พร่างแสง (62,000-78,333 ลักซ์) พร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (26,500-33,333 ลักซ์) พร่างแสงที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ (11,660-14,500 ลักซ์) ผลจากการทดลอง พบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งต่อต้นมีค่าสูงที่สุด เมื่อมีการพร่างแสงในที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และการพร่างแสงในระดับที่เพิ่มมากขึ้นคือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ฟ้าทะลายโจรมีการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงมาก อย่างไรก็ตาม สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในระดับที่แตกต่างกัน ก็พบว่าฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้นมาก มีการสะสมน้ำหนักใบ, ต้น และรากแห้ง รวมทั้งน้ำหนักแห้งรวม มีค่ามากที่สุด ซึ่งการสะสมน้ำหนักแห้งค่อนข้างมากในช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นนี้ สามารถนำมาใช้ในการสร้างผลผลิตเมล็ดและใบแห้ง รวมทั้งสารแอนโดรกราโฟไลด์ในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านกรสปีพันธุ์ และมีค่ามากที่สุดในช่วงเก็บเกี่ยว รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง และที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสงค่อนข้างมากคือ พร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อย และมีผลผลิตเมล็ด, ผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง และสารแอนโดรกราโฟไลด์ มีค่าน้อยที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Purwanto *et al.* (2011) รายงานว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของฟ้าทะลายโจร มีผลอย่างมากเมื่อปลูกโดยได้รับการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน การพร่างแสง 25 เปอร์เซ็นต์ ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และให้ผลผลิตมากที่สุด ในขณะที่ปริมาณสารออกฤทธิ์แอนโดรกราโฟไลด์ในใบ มีค่าสูงที่สุด เมื่อได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์

สำหรับน้ำหนักแห้งรวม ผลผลิตเมล็ดและใบแห้ง และสารแอนโดรกราโฟไลด์นั้น ในน้ำหนักแห้งรวมของฟ้าทะลายโจรก็มีแนวโน้มที่ให้ผลสอดคล้องกันกับลักษณะ ที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นของฟ้าทะลายโจร โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมสูงสุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการพร่างแสงสูงสุดที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมต่ำสุด สอดคล้องกับการทดลองของ Araki *et al.* (2014) อย่างไรก็ตาม Omar *et al.* (2016) พบว่า น้ำหนักลำต้นสดและแห้งมีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับของการพร่างแสงมีค่าเพิ่มขึ้น และมีน้ำหนักแห้งน้อย เมื่อฟ้าทะลายโจรได้รับแสง ซึ่งน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดินต่ำสุด การได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่นี้จะทำให้มีน้ำหนักแห้งรวมน้อย เนื่องจากว่าใบที่อยู่ตอนล่างของลำต้นจะร่วงลงมา ซึ่งใบจะมีสีเหลืองและร่วง ทั้งนี้เนื่องมาจากการบังแสง ผลการทดลองแตกต่างไปจากการทดลอง Saravanan *et al.* (2008) ได้สรุปว่า น้ำหนักใบแห้ง และสารออกฤทธิ์แอนโดรกราโฟไลด์มีค่าสูงสุด ภายใต้สภาพการได้รับแสงอย่างเต็มที่และไม่มีการพร่างแสง และเสนอว่าการปลูกฟ้าทะลายโจรที่สมควรปลูกในสภาพกลางแจ้ง ซึ่งผลที่ได้รับนี้ได้รับการยืนยันจาก Purwanto *et al.* (2011) เช่นกัน อย่างไรก็ตามความแตกต่างกันของผลผลิตน้ำหนักแห้งส่วนที่อยู่เหนือดิน ไม่ได้มีการทดลองถึงการพร่างแสงที่ระดับ 70 และ 50 เปอร์เซ็นต์ เอาไว้

สำหรับผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักใบแห้ง มีค่าสูงสุด เมื่อปลูกฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสง 25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง และพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสงมากที่สุดที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ฟ้าทะลายโจรให้ ผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักใบแห้ง มีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 4.17) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการปลูกฟ้าทะลายโจรที่จะให้ได้ผลดี ควรปลูกในสภาพที่มีการพร่างแสง การพร่างแสงทำให้การเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจรเพิ่มมากขึ้น สามารถยืนยันได้จากผลการทดลองนี้ในตารางที่ 4.13, 4.15, 4.16 และ 4.17 ที่พบว่า ลำต้น, ใบ และรากแห้ง, น้ำหนักแห้งรวม และผลผลิตน้ำหนักแห้ง มีค่าสูงสุด ภายใต้การพร่างแสง 25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการพร่างแสงที่ระดับ 0 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าต่ำที่สุด เมื่อได้รับการพร่างแสง 75 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามการที่ใบได้รับแสงมากจนเกินไปคือ มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ก็อาจจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ลดลงได้นี้ เนื่องมาจากการสังเคราะห์แสงของพืชมีค่าลดลงอย่างมาก ซึ่งการทดลองก่อนหน้านี้ Liphan and Detpiratmongkol (2017) ก็พบว่า การพร่างแสงที่มากจนเกินไปก็มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร มีค่าลดน้อยลง

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 3

ผลจากการทดลองที่ 3 พบว่า ฟ้าทะลายโจร 3 พันธุ์ ฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดี คือ มีความสูงของลำต้น มีการสะสมน้ำหนักลำต้น, ใบและรากแห้ง และน้ำหนักแห้งรวม มีค่ามากกว่าฟ้าทะลายโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.23, 4.24 และ 4.25) โดยมีพื้นที่ใบมาก จึงทำให้มีพื้นที่ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงมาก ทำให้สามารถสร้างอาหารได้มาก จึงมีการสะสมน้ำหนักแห้งโดยรวมมีค่ามาก และนำมาใช้ในการสร้างฝักและเมล็ดได้มาก ดังนั้นจึงมีผลผลิตน้ำหนักเมล็ด และมีผลผลิตใบแห้ง มีค่ามากที่สุด ในพันธุ์ปราจีนบุรี รองลงมาคือ พันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างของการเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตใบของฟ้าทะลายโจร มีความแตกต่างกันนี้ อันเนื่องมาจากมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน สอดคล้องกันกับผลการทดลองที่ 1 และ 2 ที่ได้อธิบายมาแล้วในข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจร ที่ช่วงเวลาแตกต่างกันของการเจริญเติบโต มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น และผลผลิตใบแห้งของฟ้าทะลายโจร มีความแตกต่างกันทางสถิติ การพร่างแสงที่ระดับความเข้มของแสง 20 เปอร์เซ็นต์ และพร่างแสงตั้งแต่ที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตที่มาก โดยมีการสะสมน้ำหนักต้น, ใบ และรากแห้ง รวมทั้งน้ำหนักแห้งรวมมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ การพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ตามลำดับ ส่วนการปลูกฟ้าทะลายโจรโดยไม่มีการพร่างแสง มีผลทำให้ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อย และให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่าน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25 และ 4.26)

แสงแดดมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชทุกชนิดต้องการแสงแดดเพื่อใช้สำหรับการสร้างอาหาร พืชบางชนิดไม่ต้องการแสงแดดในปริมาณที่มาก แต่เมื่อได้รับแสงแดดโดยตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน จะทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่ดี พืชมีการชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นแคระแกรน และมีลักษณะของใบไหม้เกิดขึ้น ดังนั้นในการปลูกพืชบางชนิดจึงต้องมีการพร่างแสง ซึ่งการพร่างแสงนี้จะช่วยลดผลกระทบที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้อุณหภูมิลดลง (Paez and Lopez, 2000) ซึ่งผลจากการทดลองนี้พบว่า การพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรที่ช่วงอายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ฟ้าทะลายโจรมีการเจริญเติบโตที่ดีและผลผลิตสูงที่สุดคือ มีน้ำหนักลำต้นแห้ง, น้ำหนักใบแห้ง, พื้นที่ใบ และผลผลิตน้ำหนักใบแห้ง มีค่าสูงสุด สอดคล้องกันกับการทดลองของ Paez and Lopez (2000) ระบุว่าพื้นที่ใบของพืชจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับการพร่างแสง และ Stancato *et al.* (2010) รายงานว่า ระดับความเข้มของแสงที่สูงมากกว่าความสามารถในการสังเคราะห์แสงของพืชจะทำให้ใบอ่อนและดอกไหม้ และลำต้นชะงักการเจริญเติบโต ผลจากการทดลองนี้ ก็พบเช่นเดียวกันว่า พื้นที่ใบ น้ำหนักฝักแห้ง และผลผลิตน้ำหนักแห้งของฟ้าทะลายโจร มีค่าต่ำที่สุดเมื่อปลูกในสภาพกลางแจ้ง คือไม่มีการพร่างแสง (control) นอกจากนี้ Milenkovic *et al.* (2012) และ Rodr'iguez-del-Bosque (2005) ได้รายงานไว้ว่า พริกพันธุ์ Piquin และ 'Chameleon' Peppers (also *C. annuum* L.) เมื่อได้รับแสงแดดเต็มที่ตลอดอายุการเจริญเติบโต มีผลต่อผลผลิตที่ลดลง ส่วนการพร่างแสงบางส่วนมีผลทำให้ผลผลิตมีค่าสูงที่สุด Bushra *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษาถึงการพร่างแสงในระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันต่อเนื่องเป็นเวลา 3 เดือน ในมะเขือเทศ คือพร่างแสงตั้งแต่ วันที่ 1 เมษายน 1 พฤษภาคม และ 1 มิถุนายน จนกระทั่งสิ้นสุดการเพาะปลูก โดยพร่างแสงที่ระดับ 55 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการพร่างแสงในระยะแรกของการเจริญเติบโตคือตั้งแต่เดือนเมษายนและพฤษภาคม ทำให้มีผลผลิตมีค่าลดลงแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็น การเจริญเติบโตในช่วงแรก เมื่อเปรียบเทียบกับกับการพร่างแสงในช่วงหลังของการเจริญเติบโต คือในเดือน มิถุนายน และการปลูกมะเขือเทศกลางแจ้ง

สำหรับความสูงของลำต้นฟ้าทะลายโจร เมื่อได้รับการพร่างแสงในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ก็พบว่า ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว มีความสูงของลำต้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 56.41 เซนติเมตร ซึ่งมีค่ามาก 23, 28 และ 43.11 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกับฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการปลูกฟ้าทะลายโจรโดยไม่ได้รับการพร่างแสง มีความสูงของลำต้นต่ำที่สุด เท่ากับ 20.31 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.21) การที่พืชได้รับการพร่างแสงเป็นเวลานาน และในระดับความเข้มของแสงที่เหมาะสมก็ส่งผลทำให้ความสูงของลำต้นพืชมีค่าเพิ่มมากขึ้นได้ Himbindu *et al.* (2017) กล่าวว่าพืชที่ปลูกในสภาพที่มีการพร่างแสง ความสูงของลำต้นพืชจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการแบ่งเซลล์ และการขยายตัวของเซลล์ที่เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกับพืชที่ไม่ได้รับการพร่างแสงแตกต่างกัน (Saravanan *et al.*, 2008) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกันกับผลการทดลองที่ 1 และ 2

สำหรับจำนวนกิ่งต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ ของฟ้าทะลายโจร พบว่าการพร่างแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรในช่วงเวลาพร่างแสงที่แตกต่างกัน มีผลทำให้จำนวนกิ่งต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ มีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่มีการพร่างแสง จำนวนกิ่งต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ มีค่าสูงสุด เมื่อฟ้าทะลายโจรได้รับการพร่างแสงตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว รองลงมาคือ การพร่างแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ปลูกโดยไม่ได้รับการพร่างแสง มีจำนวนกิ่งต่อต้น และดัชนีพื้นที่ใบ มีค่าต่ำที่สุด สำหรับจำนวนกิ่งต่อต้น ที่มีค่าเพิ่มมากขึ้นในสภาพที่มีการพร่างแสงนั้น Sunil Kumar *et al.* (2011) ได้อธิบายว่าจำนวนกิ่งต่อต้นมีค่ามาก เนื่องจากความสูงของฟ้าทะลายโจรมีค่าสูงที่สุด จึงทำให้มีการสร้างตาข้างเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลก็คือทำให้จำนวนกิ่งต่อต้นของฟ้าทะลายโจรมีค่าเพิ่มมากขึ้น (Singh *et al.*, 2011) ส่วนดัชนีพื้นที่ใบ มีค่าเพิ่มมากขึ้นนั้น เกิดจากพืชเมื่อได้รับการพร่างแสงเป็นเวลานานมาก คือได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ซึ่งอาจจะเป็นระดับความเข้มของแสง และช่วงเวลาที่ได้รับแสงที่เหมาะสม ซึ่งพืชจะประสบความสำเร็จในการเจริญเติบโต และมีการพัฒนาการอย่างเต็มที่ มีการคายน้ำ และการดูดน้ำและธาตุอาหารมากอย่างมีความสมดุล ซึ่งมีผลทำให้มีการสังเคราะห์แสงที่ดี มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตมาก จึงทำให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้ได้สอดคล้องกันกับการทดลองของ Sulandjari *et al.* (2005); Purwanto (2011) ซึ่ง โสมนันท์ และสมยศ (2562) รายงานว่า การที่ฟ้าทะลายโจรได้รับการพร่างแสงเป็นเวลาที่ยาวนานจะมีผลกระทบต่อความสูงของลำต้น, จำนวนกิ่งต่อต้น, น้ำหนักลำต้นและใบแห้ง สอดคล้องกับการทดลองนี้ที่พบว่า การพร่างแสงให้กับฟ้าทะลายโจร โดยให้ได้รับการพร่างแสงในระดับที่น้อยคือที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ และพร่างแสงอย่างต่อเนื่องที่ช่วงแรกของการเจริญเติบโตจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ไม่เพียงแต่จะมีผลทำให้ระดับความสูงของลำต้นพืชเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังมีผลทำให้จำนวนกิ่งต่อต้น น้ำหนักลำต้นและใบแห้ง มีค่าเพิ่มมากขึ้น และท้ายที่สุดจะไปเพิ่มผลผลิตน้ำหนักใบแห้งและเมล็ดมีค่าเพิ่มมากขึ้น (โสมนันท์ และสมยศ, 2562)

สำหรับผลผลิตใบและเมล็ด และสารแอนโดรกราโฟไลดีนในใบนั้น พบว่าผลผลิตใบและเมล็ดก็มีความสอดคล้องกันกับการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยผลผลิตใบและเมล็ด และสารแอนโดรกราโฟไลดีนในใบของฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือฟ้าทะลายโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสงมีผลผลิตใบแห้งและเมล็ดมีค่าต่ำสุด การพร่างแสงจะช่วยให้พืชไม่ต้องได้รับแสงแดดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการที่พืชได้รับแสงโดยตรงนี้จะมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้ธาตุอาหารที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสงมีค่าลดลง (Lamber and Poorter, 1992) ซึ่งมีผลต่อธาตุอาหารที่ต้องเก็บสะสมไว้ในส่วนที่เก็บสะสมอาหาร เช่น รากลดลง (Schaffer, 1996) ผลก็คือการสะสมน้ำหนักรวมของพืชมีค่าลดลง (Purwanto *et al.*, 2011) Purwanto *et al.* (2011) รายงานว่าในการปลูกพืชหลายใจที่ให้ผลดีควรจะมีระดับของการพร่างแสงอยู่ในช่วง 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ในการที่พืชหลายใจจะมีการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ให้ผลผลิตน้ำหนักใบแห้งมีค่ามาก และมีค่าสารออกฤทธิ์แอนโดรกราโฟไลด์สูงสุดนั้น พบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลายใจที่ปลูกภายใต้สภาพของการพร่างแสงที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวที่ดีที่สุด ซึ่งพอที่จะสรุปได้ว่าการพร่างแสงเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็น โดยช่วงเวลาของการพร่างแสงนี้มีความชัดเจนที่ว่า การปลูกพืชหลายใจโดยไม่มี การพร่างแสง มีผลทำให้ผลผลิตลดลงเป็นอย่างมาก ตามด้วยพืชหลายใจที่ได้รับการพร่างแสงเป็นบางส่วนแตกต่างกันอย่างมาก Rosli *et al.* (2018) รายงานว่าการปลูกพืชหลายใจภายใต้สภาพการพร่างแสงที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ช่วงแรกของการเจริญเติบโต จนกระทั่งที่อายุ 60 วันหลังย้ายกล้าปลูก สามารถเพิ่มการเจริญเติบโต, ผลผลิต และคุณภาพของพืชหลายใจ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชหลายใจที่ไม่ได้รับการพร่างแสง



บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาถึงการตอบสนองของการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้ายะลวยโจร ภายใต้สภาพการพร่างแสง ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็นทั้งหมด 3 การทดลอง ผลจากการทดลองทั้งหมดพอที่จะสรุปได้ ดังนี้

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาถึงการพร่างแสง 4 ระดับ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตฟ้ายะลวยโจร 4 พันธุ์ ซึ่งผลจากการทดลองพบว่า ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นค่อนข้างมาก มีการสะสมน้ำหนักรวม ผลผลิตเมล็ดและใบแห้ง และสารแอนโดรกราโฟไลด์ในใบ มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ราชบุรี, พิจิตร 4-4 และพิษณุโลก 5-4 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาถึงการพร่างแสง 4 ระดับ เปรียบเทียบกันกับฟ้ายะลวยโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง (control) พบว่า ฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพร่างแสง 20 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดี มีการแตกกิ่งมาก และมีพื้นที่ใบมาก จึงทำให้มีการสะสมน้ำหนักรวม มีผลผลิตเมล็ดและใบแห้ง มีค่ามากที่สุด และมีการสะสมสารออกฤทธิ์แอนโดรกราโฟไลด์มากที่สุด รองลงมาคือการพร่างแสงที่ระดับ 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสง ที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ ฟ้ายะลวยโจรมีการเจริญเติบโตทางลำต้นไม่ดี และให้ผลผลิตต่ำสุด

การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาถึงการพร่างแสงในระดับที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ผลจากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรี มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่มาก และให้ผลผลิตน้ำหนักรวม, ผลผลิตเมล็ดแห้ง และสารแอนโดรกราโฟไลด์ มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์นครปฐม และสระบุรี ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสงให้แก่ฟ้ายะลวยโจรแตกต่างกัน คือพร่างแสงที่ระดับ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกันกับที่ไม่มีการพร่างแสง พบว่าฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้นดี มีการสะสมน้ำหนักรวม ให้ผลผลิตน้ำหนักรวมและใบแห้ง รวมทั้งมีสารออกฤทธิ์แอนโดรกราโฟไลด์ในใบมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรที่ไม่ได้รับการพร่างแสง และที่ได้รับการพร่างแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพร่างแสงมากที่สุดคือที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่าต่างๆ ที่ตรวจวัดน้อยที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

การทดลองที่ 3 เป็นการศึกษาถึงการพร่างแสงในช่วงเวลาที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต และผลผลิตฟ้ายะลวยโจร 3 พันธุ์ ผลจากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และให้ผลผลิตน้ำหนักรวม ผลผลิตเมล็ดและผลผลิตน้ำหนักรวม และสารแอนโดรกราโฟไลด์มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ฟ้ายะลวยโจรพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และพิจิตร 4-4 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาถึงการพร่างแสงในช่วงเวลาที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโต พบว่าฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการพร่างแสงที่อายุ 30 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว มีน้ำหนักลำต้น, ใบ, ฝัก และรากแห้ง, น้ำหนักรวม, ผลผลิตน้ำหนักรวมและใบแห้ง และแอนโดรกราโฟไลด์ในใบ มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือฟ้ายะลวยโจรที่ได้รับการ

แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรางแสงที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่ไม่ได้รับการพรางแสง (control) มีการเจริญเติบโตทางลำต้นน้อย และให้ผลผลิตต่ำสุด

จากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง พอที่จะสรุปได้ว่า การปลูกฟ้าทะลายโจรที่ดี ควรปลูกในสภาพที่มีการพรางแสงที่ระดับ 20-25 เปอร์เซ็นต์ และควรมีการพรางแสงให้แก่ฟ้าทะลายโจรที่อายุ 30 วันหลังปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว จึงจะให้ผลดีที่สุด ส่วนการพรางแสงในแต่ละช่วงอายุของการเจริญเติบโต ผลที่ได้รับก็คือ มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้น การสะสมน้ำหนักราก และผลผลิตลดลง สำหรับพันธุ์ฟ้าทะลายโจรที่ใช้ปลูก ควรใช้พันธุ์ปราจีนบุรี ทั้งนี้ก็เพราะจากการทดลองทั้ง 3 การทดลอง ให้ผลที่เหมือนกันว่าฟ้าทะลายโจรพันธุ์ปราจีนบุรีมีการเจริญเติบโตทางลำต้นดี ให้ผลผลิตมาก มีการสะสมน้ำหนักรากมาก ให้ผลผลิตเมล็ดและใบแห้งสูง อีกทั้งยังมีสารออกฤทธิ์แอนโดรกราโฟไลด์ที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกับฟ้าทะลายโจรพันธุ์อื่นๆ อีก 5 พันธุ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กุหลาบ หมายถึงกลาง. 2559. ฟ้าทะลายโจร. ใน ระบบจัดเก็บและรายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืชรายเดือน ระดับตำบล (รต.). กรมส่งเสริมการเกษตร.
- คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2535. สมุนไพรสวนสิริรุกชาติ. กรุงเทพฯ. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป จำกัด. 260 หน้า.
- โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง. 2534. ฟ้าทะลายโจร. จุลสาร (9) : 33.
- จรัญ ดิษฐไชยวงศ์ สุธน สุวรรณบุตร จิตภา สุภาพล และอมร เพชรสม. 2552. ผลการพรางแสงที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญของฟ้าทะลายโจร. กรมวิชาการเกษตร. 48 หน้า
- ชาติร์ ชาญประเสริฐ และดร.ณ เพ็ชรพลาย. 2531. การปลูกสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพื่อใช้เป็นยา. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 30 : 315-320.
- ณัฐสุดา สุคันธปรีย์. 2536. ผลของแสง อุณหภูมิ และการเตรียมเมล็ดก่อนการงอกของเมล็ดฟ้าทะลายโจร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- ถนัดศรี สิตาลรัศมี. 2536. อิทธิพลของการพรางแสงและการคลุมดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของฟ้าทะลายโจร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- ทวีผล เตชาตวงค์ ณ อยุธยา ประนอม เดชวิศิษฎ์สกุล และเย็นจิตร เตชะดำรงสิน. 2542. มาตรฐานสมุนไพรไทย เล่มที่ 1. ฟ้าทะลายโจร *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees. สถาบันวิจัยสมุนไพร. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.
- ปรารณา ไปเหนือ. 2557. ฟ้าทะลายโจร. [Online]. Available : http://www.agriman.doe.go.th/home/news/year%202015/028_bunch%20robber.pdf. (8/5/2560).
- ม่วงพรรณ ศิริพงษ์. 2553. หญ้าเทวดาหรือหญ้าปักกิ่งรักษาโรคมะเร็ง. กลุ่มงานวิจัยสถาบันมะเร็งแห่งชาติ. 4 หน้า.
- พชรดา แข่งขัน และยิ่งยง ไผ่สุขานติวัฒนา. 2552. อิทธิพลของวันปลูกและระยะปลูก ต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ฟ้าทะลายโจร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40(พิเศษ 1) : 177-180.
- พริกชี้หนู. 2543. หญ้าปักกิ่งพืชดีมีประโยชน์ได้จริงหรือ. นิตยสารสมุนไพรเพื่อสุขภาพ. 1 : 11-19.
- พรพิมล สุริยภัทร วสุ อมฤตสุทธิ รักเกียรติ แสนประเสริฐ และนพมาศ นามแดง. 2547. สถานการณ์การผลิต การใช้ประโยชน์ การวิจัย และแนวทางในการวิจัย เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของฟ้าทะลายโจรในประเทศไทย. ใน รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- มัลลิกา แสงเพชร และจรัญ ดิษฐไชยวงศ์. 2548. ฟ้าทะลายโจร สมุนไพรแห่งปี. วารสารกสิกร. 78(6) : 59-62.
- รุจิราภรณ์ อรรถดิษฐ์. 2531. การปลูกและการดูแลพืชสมุนไพร. สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์หรือสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันดี กฤษณพันธ์. 2539. สมุนไพรสารพัดประโยชน์. กรุงเทพฯ. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาลาพระเกี้ยว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุจรรยา พงษ์สวรรค์ และวิชัย หวังวโรดม. 2549. การเจริญเติบโต ผลผลิต และการให้ปริมาณสารสำคัญ
ในการออกฤทธิ์ของฟ้าทะลายโจร ที่ปลูกในสภาพที่มีการพรางแสงแตกต่างกัน. ใน รายงานวิจัย
ฉบับสมบูรณ์. แผนกวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม, คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2553. กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. เอกสารคู่มือ
การปลูกสมุนไพรที่เหมาะสม. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2542. ฟ้าทะลายโจร มาตรฐานสมุนไพร เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ. กรมวิทยาศาสตร์
การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 65 หน้า.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. การศึกษาวิจัยเศรษฐกิจสมุนไพรไทย กรณีการศึกษาวานทางจระเข้
ฟ้าทะลายโจร ตะไคร้หอม และพล. กรุงเทพฯ. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. หน้า 7-11.
- สุภาพรณ์ ปิตีพร และสุดใจ พรหมเกิด. 2545. ญ่าปักกิ่ง : สมุนไพรทางเลือกของผู้ป่วยมะเร็ง. กรุงเทพฯ.
ชมรมญ่าปักกิ่งต้านมะเร็ง.
- เสน่ห์ แสงคำ. 2536. ญ่าเทวดาสมุนไพรรักษาความจน. หนังสืออินนันทนาการของวารสารเทคโนโลยี
ชาวบ้าน. กรุงเทพฯ. บริษัท ประชาชน จำกัด. 20 หน้า.
- โสมนันทน์ ลิพันธ์ และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2562. ผลของการพรางแสงที่ระยะการเจริญเติบโตที่
แตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตฟ้าทะลายโจร. แก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 1) :
1479-1484.
- สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2561. ผลของการพรางแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของญ่าไร้แพร่
(*Centotheca lappacea* (L.) Desv.). แก่นเกษตร. 46(ฉบับพิเศษ 1) : 501-507.
- สมยศ เดชภีรัตน์มงคล โสมนันทน์ ลิพันธ์ สมภาร อยู่สุขยิ่งสถาพร และหัตถ์ชัย กสิโอฬาร. 2560ก. ผล
ของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตฟ้าทะลายโจร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.
35(2) : 49-56.
- สมยศ เดชภีรัตน์มงคล โสมนันทน์ ลิพันธ์ และหัตถ์ชัย กสิโอฬาร. 2560ข. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการ
เจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ฟ้าทะลายโจร. แก่นเกษตร. 45(ฉบับพิเศษ 1) : 1209-1215.
- สมยศ เดชภีรัตน์มงคล รัชชัย อุบลเกิด และสมภาร อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2556. ผลของการพรางแสงที่มีต่อ
การเจริญเติบโต และผลผลิตของญ่าปักกิ่ง. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 สาขาพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า
409-416.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมยศ เดชภักดิ์นวมงคล และอรรรณพ แสนเมือง. 2555. ผลของปุ๋ยคอก ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าปากกิ้ง. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 สาขาพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 224-231.

สุรินทร์ นิลสำราญจิต พรรัตน์ ศิริคำ และพิทยา สรวมศิริ. 2543. ผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญเติบโต และปริมาณฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ของพืชสมุนไพรผักคาวตอง. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 สาขาพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 202-207.

Abhishek, N. S. K., Tewari, A. and Alok, L. 2010. Biological activities of kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees) and its active principles-A review-Indian. Journal of Natural Products and Resources. 1(2) : 125-135.

Akbar, S. 2011. *Andrographis paniculata* : A review of pharmacological activities and clinical effects. Alternative Medicine Review. 16(1) : 66-77.

Almodares, A., Hadi, M. R. and Dosti, B. 2008. The effects of salt stress on growth parameters and carbohydrates contents in sweet sorghum. Research Journal of Environmental Sciences. 2 : 298-304.

Anthura unlimited in varieties. 2010. Anthurium Cut Flower Cultivation Guidelines. [Online]. Available : [http://www.anthura.nl/uploads/downloads/manuals/en/manual%20Anthurium%20 ENG.pdf](http://www.anthura.nl/uploads/downloads/manuals/en/manual%20Anthurium%20ENG.pdf). (3/3/2010).

Araki, T., Oo, T. T. and Kubota, F. 2014. Effects of shading on growth and photosynthetic potential of green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) cultivars. Environment Control Biology. 52(4) : 227-231.

Aromdee, C., Wichitchote, P. and Jantakun, N. 2005. Spectrophotometric determination of total lactones in *Andrographis paniculata* Nees. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 27(6) : 1228-1231.

Ashok, K., Amit, A., Sujatha, M., Murali, B. and Anand, M. S. 2002. Effect of aging on andrographolide content in Kalmegh. Journal of Natural Remedies. 292 : 179-181.

Bazan-Tene, M., Gonzalez-Gonzalez, J. M., Radillo-Juarez, F., Covarrubias-Corner, J. P. and Guzman-Gonzalez, S. 2005. Effect of shading on the germination and vegetative development of jalapeño hot pepper (*Capsicum annuum* L.). 102nd International conference of the american society for horticultural science. HortScience. 40 : 1056.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Biffa, M. A. 2003. Conservation and diversity of Hempedu Bumi (*Andrographis paniculata* nees) germplasm in Malaysia. Dissertation of Master of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia. 1-25.
- Biondo, R. J. and Noland, D. A. 2000. Floriculture: From Greenhouse Production to Floral Design. Interstate Publishers, Danville, Illinois.
- Boardman, N. K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Annual Review of Plant Physiology. 28 : 355-377.
- Bushra, B., Muhammad, S., Abdur, R., Syed, T. S., Nawab, A., Ibadullah, J., Ihsanul, H., Fazal, W., Bib, H. and Imran, A. 2012. Effece of partial shade on growth and yield of tomato cultivars. Global Journal of Biology, Agriculture & Health Sciences. 1(1) : 22-26.
- Cava, M. P, Chen, W. R., Haynes, L. J., John, L. F. and Weinstein, B. 1962. The structure of Andrographolide. Tetrahedron. 18(4) : 397-403.
- Chen, J., Henny, R. J., McConnell, D. B. and Nell, T. A. 2001. Cultivar differences in interior performances of acclimatized foliage plants. Acta Horticulturae. 543 : 135-140.
- Detpiratmongkol, S. and Liphan, S. 2018. Effects of different harvesting times on growth, yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Wall Ex. Nees). International Journal of Agricultural Technology. 14(7) : 1161-1170.
- Detpiratmongkol, S., Liphan, S. and Yoosukyingsatapom, S. 2017. Effects of different planting dates on growth and yield of kalmegh. International Journal of Agricultural Technology. 13(7.3) : 2333-2340.
- Devkota, A. and Jha, P. K. 2010. Effect of different light levels on the growth traits and yield of *Centella asiatica*. Middle-East Journal of Scientific Research. 5(4) : 226-230.
- D'iaz-Perez, J. C. 2013. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) crop as affected by shade level: Microenvironment, plant growth, leaf gas exchange, and leaf mineral nutrient concentration. Hort Science. 48 : 175-182.
- D'iaz-Perez, J. C. 2014. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) crop as affected by shade level: Fruit yield, quality, and postharvest attributes and incidence of Phytophthora blight (caused by *Phytophthora capsici* Leon.). Hort Science. 49 : 891-900.
- Dole, J. M. and Wilkins, H. F. 2005. Floriculture : Principles and Species, 2nd edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

- Edi, P., Samanhudi, S. and Sudarmi, S. 2011. Studies of shading levels and nutrition sources on growth, yield and andrographolide content of Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness). *Agrivita*. 33(3) : 300-306.
- El-Bassiony, A. M., Fawzy, Z. F., Riad, G. S. and Ghoname, A. A. 2014. Mitigation of high temperature stress on growth, yield and fruit quality of tomato plants by different shading level. *Middle East Journal of Applied Sciences*. 4(4) : 1034-1040.
- Ferus, P. and Arkosiova, M. 2001. Variability of chlorophyll content under fluctuating environment. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 4 : 123-125.
- Gent, M. P. N. 2008. Density and duration of shade affect water and nutrient use in greenhouse tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 133(4) : 619-627.
- Gundadon, H., Ying, T. F., Ding, P. and Yan, C. C. 2015. Relative light intensity and kitchen waste compost effects on production of *Andrographis paniculata*. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*. 1(Sept.) : 72-77.
- Hendrynus, G., Tsan, F. Y., Phebe, D. and Choo, C. Y. 2015. Relative light intensity and kitchen waste compost effects on production of *Andrographis Paniculata*. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*. 1(Sept.) : 72-77.
- Heyne, K. 1987. *Useful Plants of Indonesia*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Himbindu, T., Hariprasad Rao, N., Satyanarayana Reddy, G. and Sastry, K. P. 2017. Effect of time of planting and harvesting on growth, herbage yield and andrographolide content in Kalmegh (*Androphis paniculata* Nees.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 6 : 46-49.
- Hunt, R. 1978. *Plant growth analysis. Studies in Biology*, no 96. Arnold, London.
- Jaganath, I. B. and Teik, N. L. 2003. *Malaysian Herbs Series 1*. Smile, May/June 2003. 4p.
- Jaimez, R. E. and Rada, F. 2011. Gas exchange in sweet pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under different light conditions. *Journal of Agricultural Science*. 3(3) : 134-142.
- Jeong, K. Y., Pasian C. C. and Tay, D. 2007. Response of six *Begonia* species to different shading levels. *Acta Horticulturae*. 761 : 215-220.
- Kakiuchi, J. and Kobata, T. 2004. Shading and thinning effects on seed and shoot dry matter increase in determinate soybean during the seed-filling period. *Agronomy Journal*. 96 : 398-405.
- Kakiuchi, J. and Kobata, T. 2006. The relationship between dry matter increase of seed and shoot during the seed-filling period in three kinds of soybeans with different

- growth habits subjected to shading and thinning. *Plant Production Science*. 9 : 20-27.
- Kumařan, K. S., Thirugnansambantham, P., Viswanathan, S. and Sreeramamurth, M. 2003. An HPLC method for the estimation of Andrographolide in Rabbit serum. *Indian Journal of Pharmacology*. 35 : 109-112.
- Kumar, R. N., Chakraborty, S. and Kumar, J. I. N. 2009. Effect of light stress on peroxidase, succinate dehydrogenase and total chlorophyll content in *Andrographis paniculata*. *Asian Journal of Environmental Science*. 4(1) : 34-38.
- Kumar, R. N., Chakraborty, S. and Nirmal, K. J. I. 2012. Influence of light and developmental stages on active principles of *Andrographis paniculata* (Burm. F.) Wall. Ex Need. *Indian Journal of Scientific Research*. 3(1) : 91-95.
- Kurosaki, H. and Yumoto, S. 2003. Effects of low temperature and shading during flowering on the yield components in soybeans. *Plant Production Science*. 6(1) : 17-23.
- Lambers, H. and Poorter, H. 1992. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. *Advances in Ecological Research*. 23 : 187-261.
- Li, H. M., Xu, Z. G. and Tang, C. M. 2010. Effect of light-emitting diodes on growth and morphogenesis of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) plantlets in vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 103 : 155-163.
- Liphan, S. and Detpiratmongkol, S. 2017. Influence of different shading levels on growth and yield of kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. f. (Nees). *International Journal of Agricultural Technology*. 13(1) : 79-89.
- Lomlim, L., Jirayupong, N., and Plubrukarn, A. 2003. Heat accelerated degradation of solid state andrographolide. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 51 : 24-26.
- Martin, A. J. P., Matthew, R., Michael, E. S. and Christine, R. 2011. Raising yield potential of wheat. II. increasing photosynthetic capacity and efficiency. *Journal of Experimental Botany*. 62 : 453-467.
- Matsuda, T., Kuroyanagi, M., Sugiyama, S., Umehara, K., Ueno, A., Nishi, K. 1994. Cell differentiation-inducing diterpenoids from *Andrographis paniculata* Nees. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 42(6) : 1216-1225.
- Medany, M. A., Hassanein, M. K. and Farag, A. A. 2009. Effect of black and white nets as alternative covers to sweet pepper production under greenhouses in Egypt. *Acta Horticulturae*. 807 : 121-126.

- Milenkovic, L., Ilic, Z. S., Duriovka, M., Kapoulas, N., Mirecki, N. and Fallik, E. 2012. Yield and pepper quality as affected by light intensity using colour shade nets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 58(1) : 19-33.
- Mishra, S. and Jain, A. 2013. Effect of integrated nutrient management on andrographolide content of *Andrographis paniculate*. *Nature and Science*. 11(8) : 30-32.
- Mishra, S. K., Sangwan, N. S. and Sangwan, R. S. 2007. *Andrographis paniculata* (Kalmegh) : A review. *Pharmacology Review*. 1 : 283-289.
- Naidu, C. V. and Swamy, P. M. 1993. Effect of shade on growth, biomass production and associated physiological parameters in *Pongamia pinneta* (Linn.) Pierre. *Indian Journal of Plant Physiology*. 34 : 212-214.
- Neri, R., Genzel, R., Ivison, R. J., Bertoldi, F., Blain, A. W., Chapman, S. C., Cox, P., Greve, T. R., Omont, A. and Frayer, D. T. 2003. Interferometric observations of powerful CO emission from three submillimeter galaxies at $z= 2.39, 2.51, \text{ and } 3.35$. *The Astrophysical Journal*. 597 : L113-L116.
- Niranjan, A., Tewari, S. K. and Lehri, A. 2010. Biological activities of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees) and its active principles-A review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 1(2) : 125-135.
- Nur Faezah, O., Siti Aishah, H., Puteri Edaroyati, M. W., Ramlan, M. F. and Puad, M. A. 2015. Growth and dry matter partitioning of *Andrographis paniculata* to different light intensities and pruning. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*. 4(12) : 851-857.
- Omar, M. A., Naqqiuddin, M. A., Shohaimi, S., Omar, H. and Ismail, A. 2016. Phytoplankton diversity in relation to different weather conditions in two urban made lakes. *Sustainability Agri Food Environmental Research (SAFER)*. 4(1) : 1-21.
- Paez, A. and Lopez, V. P. J. C. 2000. Growth and physiological responses of tomato plants cv. Rio Grande during May to July season. Effect of shading. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 17 : 173-184.
- Palaniswamy, U. R. 2005. Effect of light intensity on the pigment composition and oxalic acid concentrations in Kalamegh (*Andrographis paniculata*) leaf. *Traditional Medicine & Nutraceuticals. Proc. Wocmap III*. 6 : 109-114.
- Parashar, R., Upadhyay, A., Singh, J., Diwedi, S. K. and Khan, N. A. 2011. Morpho-physiological evaluation of *Andrographis paniculata* at different growth stages. *World Journal of Agricultural Sciences*. 7(2) : 124-127.

- Priya, W., Vijayakumar, M., Veeragavathatham, D., Jeyakumar, P. and Chezian, N. 2002. Effect of seasons and growth environments on paprika (*Capsicum annum* var. longum) growth and yield. South Indian Horticulture. 50(4-6) : 463-471.
- Purwanto, E., Samanhudi, S. and Sudarmi, S. 2011. Studies of shading levels and nutrition sources on growth, yield and andrographolide content of Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness). Agrivita. 33(3) : 300-306.
- Ramesh, G., Shivanna, M. B. and Santa Ram, A. 2011. Interactive influence of organic manure and inorganic fertilizers on growth and yield of *A. Paniculate*. International Research Journal of Plant Science. 2 : 016-021.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. 2005. Preferencia del consumidor por el chile piquín en comparacion con otros chiles en el noroeste de Mexico. Revista Chapingo serie horticultura. 11 : 279-281.
- Rosli, K. A., Hassan, S. A., Mohamed, M. T. M., Stanslas, J., Murdad, R., Sharif, S. M., Selamat, I. A. M. and Lassim, M. M. 2018. Growth and morphological responses of *Andrographis paniculata* to varying shade and nitrogen fertilization. International Journal of Biosciences. 12(1) : 386-402.
- Sandeep, R. G., Gururaja, R. M. R. and Chikkalingaiah, S. H. 2009. Assessment of variability for grain yield and their attributing character in germplasm accessions of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). Journal of Agricultural Science. 43(3) : 472-476.
- Sanwal, C. S., Kumar, R. and Bhardwaj, S. D. 2016. Integration of *Andrographis paniculata* as potential medicinal plant in Chir Pine (*Pinus roxburghii* Sarg.) Plantation of North-Western Himalaya. Scientifica. 1-7.
- Saravanan, R., Krishti, S., Gajbhiye, N. A. and Maiti, S. 2008. Influence of light intensity on gas exchange, herbage yield and andrographolide content in *Andrographis paniculata* (Nees.). Indian Journal of Horticulture. 65(2) : 220-225.
- Scuderi, D., Rosi, A. L., Cassaniti, C., Paratore, A. and Romano, D. 2008. The influence of shading levels on foliage plant growth and quality. Acta Horticulturae. 801 : 1191-1196.
- Shah, K., Trivedi, P. and Shivprakash, P. K. 2007. Spectrophotometric determination of androgra pholides in *Andrographis paniculata* Nees and its formulation. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences. 69(3) : 457-458.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sharma, S. 2012. Effect of dates of transplanting on the growth and oil yield of *Mentha arvensis* L. Scholarly Journal of Agricultural Science. 2(7) : 130-132.
- Singh, M., Singh, A., Tripathi, A. S., Verma, R. K., Gupta, M. M., Mishra, H. O., Singh, H. P. and Singh, A. K. 2011. Growth behavior, biomass and diterpenoid lactones production in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees.) strains at different population densities. Agricultural Journal. 6(3) : 115-118.
- Singhal, G. S. 1999. Concepts in photobiology: Photosynthesis and photomorphogenesis. Kluwer, Boston.
- Srikrishnah, S. and Sutharsan, S. 2015. Effect of different shade levels on growth and tuber yield of turmeric (*Curcuma longa* L.) in the Batticaloa district of Sri Lanka. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 15(5) : 813-816.
- Stancato, G. C., Mazzafera, P. and Buckeridge, M. S. 2010. Effects of Light Stress on the Growth of the Epiphytic Orchid *Cattleya Forbesii* Lindl, X *Laelia Tenebrosa* Rolfe. [Online]. Available : http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid.htm. (3/3/2010).
- Sulandjari, S., Pramono, S. W. and Indradewa, D. 2005. Microclimate relationships with growth and yield of pandak pule (*Rauvolfia serpentine* Benth.). Agrosains. 7(2) : 71-76.
- Sunil Kumar, B. V., Kumar, A. and Kataria, M. 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 7(1) : 45-54.
- Thangam, M. and Thamburaj, S. 2008. Comparative performance of tomato varieties and hybrids under shade and open conditions. Indian Journal of Horticulture. 65(4).
- Valdiani, A., Kadir, M. A., Tan, S. G., Talei, D., Abdullah, M. P. and Nikzad, S. 2012. Naine Havandi *Andrographis paniculata* present yesterday, absent today : A plenary review on underutilized herb of Iran's pharmaceutical plants. Molecular Biology Reports. 39(5) : 5409-5424.
- Watson, J. H., Hagedorn, C., Knight, W. E. and Pearson, H. A. 1984. Shade tolerance of grass and legume germplasm for use in the southern forest range. Journal of Range Management. 37 : 229-132.
- Whithan, F. W., Blayches, D. P. and Derlin, R. M. 1971. Experiments in Plant Physiology. D. Van Nostr and Company. New York. 55-58.

- Wiebel, J., Chacko, E. K., Downton, W. J. and Ludders, P. 1994. Influence of irradiance on photosynthesis, morphology and growth of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) seedlings. *Tree Physiology*. 14 : 263-274.
- Winarto, W. P. 2003. *Sambiloto : Cultivation and Utilization for Medicine*. Penebar Swadaya Jakarta.
- Zaharah, A., Musa, Y., Wan, Z. W. M. and Salbiah, H. 2001. Effect of shade on the growth of misai kucing (*Orthosiphon stamineus*) and hempedu bumi (*Andrographis paniculata*) on BRIS soil. In *Seminar on Medical and Aromatic Plants: proceedings: July 24-25; Forest Research Institute Malaysia*. 237-245.
- Zoran, S. L., Lidija, M., Ljiljana, S., Dragan, C. and Elazar, F. 2012. Effects of the modification of light intensity by color shade nets on yield and quality of tomatofruits. *Scientia Horticulturae*. 139 : 90-95.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of the National Library of Thailand is a circular emblem. It features a central sunburst with a crown on top, flanked by two traditional Thai stupas. Below the sunburst is a decorative base with a central flame-like motif. The entire emblem is surrounded by a circular border containing Thai text. The text at the top reads 'สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง' (King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang) and the text at the bottom reads 'หอสมุดแห่งชาติ' (National Library).

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติหัวหน้าโครงการ/ผู้ร่วมวิจัย

หัวหน้าโครงการ :

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายสมยศ เดชภีรัตน์มงคล
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MR.Somyot Detpiratmongkol
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3-1206-00663-06-3
3. ตำแหน่งปัจจุบัน : รองศาสตราจารย์ ระดับ 9
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0-2326-4306 โทรสาร 0-2326-4306
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับ	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	สถาบัน
พ.ศ.2524	ปริญญาตรี	วท.บ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต	พืชศาสตร์	การผลิตพืชไร่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ.2528	ปริญญาโท	วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	พืชศาสตร์	พืชไร่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ.2539	ปริญญาเอก	Ph.D (Agri.) Doctor degree in agriculture	Agronomy	-	Kyushu Tokai University

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
- สรีรวิทยาการผลิตพืช

7. ตำราที่ตีพิมพ์

- 7.1 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2539. พืชหัว. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 237 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 อารมย์ ศรีพิจิตร และสมยศ เดชภีรัตนมงคล. 2561. นิเวศวิทยาและการปรับตัวของพืช. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 413 หน้า.

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

8.1 การศึกษาการเจริญเติบโต และการกระจายของรากพืชไร่บางชนิดในดินชุด โคราช และ ยโสธร. พิมพ์เผยแพร่ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2528-2529 ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 368-377.

- สถานภาพในการทำวิจัย เป็นผู้ร่วมโครงการ

8.2 อิทธิพลของปริมาณน้ำ และระยะเวลาการให้น้ำที่มีต่อผลการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้น้ำของถั่วลิสง. เสนอผลงานในการประชุมสัมมนาถั่วลิสง. ระหว่างวันที่ 18-20 มีนาคม 2530. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. จำนวน 13 หน้า.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการ

8.3 การศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำปริมาณต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของงาพันธุ์บุรีรัมย์ และ W-53. เสนอผลงานในการประชุมแถลงผลงานวิจัยฯ ครั้งที่ 2. ระหว่างวันที่ 19-20 พฤษภาคม 2530. ณ ห้องประชุม ศูนย์ฝึกอบรมสหกรณ์ที่ 3 นครราชสีมา. จำนวน 8 หน้า

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.4 การเจริญเติบโตของรากและผลผลิตของถั่วลิสง ภายใต้สภาพดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแตกต่างกัน. เสนอผลงานในการประชุมสัมมนาถั่วลิสง. ระหว่างวันที่ 18-20 มีนาคม 2530. ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. จำนวน 13 หน้า.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการ

8.5 Effect of different water regimes and irrigation intervals on crop performance and water efficiency. KCU-ACNARP 1986. Technical Report Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen. Thailand. P.111-161.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการ

8.6 Responses of soybean (SJ and SJ. 4) to levels and intervals of water application. KCU-ACNARP 1986. Technical Report Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. P.93-110.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 8.7 อิทธิพลของปริมาณน้ำและระยะเวลาการให้น้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
งา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 10(1) : 31-41. (ปีที่พิมพ์ พ.ศ.2535).
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.8 อิทธิพลของการขาดน้ำช่วงต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตงา. วารสารเกษตร
พระจอมเกล้า. 10(2) : 20-80. (ปีที่พิมพ์ พ.ศ.2535).
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.9 การขาดน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศ. 2539. วารสารเกษตรพระ
จอมเกล้า. 14(2) : 38-42.
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.10 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2539. ผลของการตลบเถาและไม่ตลบเถาที่มีต่อผลผลิตของมัน
เทศ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 14(3) : 15-18.
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.11 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2541. ผลของการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต
ของถั่วลิสง 2 พันธุ์. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 6(2) : 39-47.
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.12 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2541. ผลของปริมาณน้ำและระยะเวลาการให้น้ำ ที่มีผลต่อ
การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันเทศ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 16(2) : 44-51.
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.13 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล อารมย์ ศรีพิจิตร และทรงยศ ดันพิพัฒน์. 2541. ผลของการ
ขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตของลำต้นและรากกักพื้นเมือง 2 พันธุ์. วิทยาสารวัชพืช. 2 :
59-68.
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.14 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างมุมของรากและขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลางของรากข้าว. หน้า 170-179. ใน เอกสารการประชุมวิชาการ 30 ปี
เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. วันที่ 24-25 มิถุนายน 2542 ณ คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
กรุงเทพมหานคร.
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ
- 8.15 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2542. การศึกษาระบบรากของกอกที่ได้รับน้ำ และงดให้น้ำโดย
ใช้วิธี soil profile. หน้า 180-190. ใน เอกสารการประชุมวิชาการ 30 ปี เกษตรเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง. วันที่ 24-25 มิถุนายน 2542 ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.
- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.16 สมยศ เดชภีรัตนมงคล อารมย์ ศรีพิจิตร และทรงยศ ตันพิพัฒน์. 2542. การตอบสนองของกตต่อการขาดน้ำระยะต่างๆ กันของการเจริญเติบโต. หน้า 191-202. ใน เอกสารการประชุมวิชาการ 30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. วันที่ 24-25 มิถุนายน 2542 ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.17 สมยศ เดชภีรัตนมงคล และธวัชชัย อุบลเกิด. 2542. ผลของการขาดน้ำช่วงต่างๆ กันของการเจริญเติบโตที่มีต่อผลผลิตเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 3 พันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง. 9(2) : 62-74.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.18 สมยศ เดชภีรัตนมงคล. 2542. การศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำและการเจริญเติบโตของงา 6 พันธุ์ ภายใต้สภาพการขาดน้ำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2) : 69-77.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.19 สมยศ เดชภีรัตนมงคล และสมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2543. ผลของการให้น้ำในระดับแตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วพุ่ม. ซีดีรอม. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 38 สาขาพืช. ระหว่างวันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2543 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.20 สมยศ เดชภีรัตนมงคล และสมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2552. ผลของปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตของตะไคร้ 2 พันธุ์. หน้า 450-456. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.21 สมยศ เดชภีรัตนมงคล ธวัชชัย อุบลเกิด สมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร และนิตยา ผกามาศ. 2552. ผลของปุ๋ยมูลสัตว์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชัน. หน้า 473-480. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.22 สมยศ เดชภีรัตนมงคล ธวัชชัย อุบลเกิด นิตยา ผกามาศ และสมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2552. ผลของระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตตะไคร้พื้นเมือง 2 ชนิด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 27 : 6-15.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.23 ศุภษา ธิติวีสิน สมยศ เดชภีรัตนมงคล และสมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2553. ผลของขนาดหัวพันธุ์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเผือกหอม. หน้า 396-403. ใน เอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 48. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- 8.24 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และสมภารมณ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2553. ผลของการขาดน้ำและความลึกของน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกกสามเหลี่ยม. หน้า 404-411. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 48. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

- 8.25 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล สมภารมณ อยู่สุขยิ่งสถาพร และธวัชชัย อุบลเกิด. 2554. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันเทศ. หน้า 337-344. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 49. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

- 8.26 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล สมภารมณ อยู่สุขยิ่งสถาพร และธวัชชัย อุบลเกิด. 2554. การตอบสนองของการเจริญเติบโตและผลผลิตเมื่อหอมต่อการขาดน้ำ. หน้า 345-352. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 49. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

- 8.27 อรรณพ แสนเมือง สมยศ เดชภีรัตน์มงคล สมภารมณ อยู่สุขยิ่งสถาพร และธวัชชัย อุบลเกิด. 2554. อิทธิพลของการให้ปุ๋ยโปแตสเซียมทางใบที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวฟ่างหวาน. หน้า 458-464. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- 8.28 สมภารมณ อยู่สุขยิ่งสถาพร สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และบุญฤทธิ์ ชุมทอง. 2555. ผลของการให้น้ำชลประทานที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าปักกิ่ง. หน้า 240-247. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 50. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- 8.29 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และอรรณพ แสนเมือง. 2555. ผลของปุ๋ยคอกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้าปักกิ่ง. หน้า 224-231. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 50. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.30 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล ธวัชชัย อุบลเกิด และสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2556. ผลของการพร่างแสงที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าปักกิ่ง. หน้า 409-416. ในเอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 51. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.31 สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และธวัชชัย อุบลเกิด. 2556. ผลของอิทธิพลที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวฟ่างหวาน. หน้า 345-352. ในเอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 51. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

8.32 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล ธวัชชัย อุบลเกิด และสมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2557. ผลของอัตราและช่วงเวลาการใส่ปุ๋ยมูลสุกรที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตหญ้าหวาน. หน้า 363-371. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 52. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.33 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร และธวัชชัย อุบลเกิด. 2557. ผลของการให้น้ำชลประทานในปริมาณที่แตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโตของหญ้าปักกิ่ง. หน้า 407-414. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 52. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.34 สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และธวัชชัย อุบลเกิด. 2557. ผลของของปุ๋ยมูลไก่และมูลโคอัตราต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักคาวตอง (*Houttuynia cordata* Thunb.). หน้า 415-422. เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 52. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

8.35 สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และธวัชชัย อุบลเกิด. 2557. ผลของช่วงเวลาและความยาวนานของการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตผักคาวตอง. หน้า 33-40. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 52. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

8.36 โสมนันท์ ลิพันธ์ และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2557. ผลของจำนวนครั้งการใส่ปุ๋ยและอัตราการให้ปุ๋ยคอก 2 ชนิดที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักคาวตอง. หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

200-207. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52. ระหว่างวันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2557.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

8.37 สมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2557. ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และสารเคอร์คูมินอยด์ของขมิ้นชัน. หน้า 458-464. ใน เอกสารการประชุมวิชาการเกษตร. ครั้งที่ 15. มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

8.38 พิพัฒน์ ชัยพุกฤษ์ สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และสมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร. 2557. ผลของการตัดช่อดอกที่ช่วงระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวฟ่างหวาน. วารสารแก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ. 1 : 450-4578.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

8.39 Detpiratmongkol, S., Ubolkerd, T. and Yoosukyingstaporn, S. 2013. Effects of chicken, pig and cow manures on growth and yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees). Proceedings of The 17th Asian Agricultural Symposium. Tokai University, Kumamoto, Japan. pp. 21.

8.40 Detpiratmongkol, S., Ubolkerd, T. and Yoosukyingstaporn, S. 2014. Effects of chicken, pig and cow manures on growth and yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees). Journal of Agricultural Technology. 10(2) : 475-482.

8.41 สมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2558. ผลของการขาดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของฟ้าทะลายโจร. หน้า 97-104. ใน เอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. ระหว่างวันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2558.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

8.42 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล และโสมนันท์ ลิพันธ์. 2558. ผลของปุ๋ยมูลไก่ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าปักกิ่ง. หน้า 650-655. ใน เอกสารการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 16. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ 1. ระหว่างวันที่ 26-27 มกราคม 2558.

- สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการ

8.43 โสมนันท์ ลิพันธ์ และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2558. ผลของปริมาณน้ำชลประทานที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของผักคาวตอง (*Houttuynia cordata* Thunb.). หน้า 102-107. ในเอกสารการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 16. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ 1. ระหว่างวันที่ 26-27 มกราคม 2558.

- สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 8.44 Sommart Yoosukyingsataporn and Somyot Detpiratmongkol. 2015. Influence of Chemical Ripener (Fusilade Super) Application on Growth and Yield of Sweet Sorghum. 2015 International Congress on Natural Sciences and Engineering (ICNSE 2015). May 07-09, 2015. Kyoto, Japan.
- 8.45 Somyot Detpiratmongkol Somanan Liphon and Sommart Yoosukyingsataporn. 2015. Effects of Different Irrigation Levels on Growth and Yield of Chinese Lizard Tail. 2015 International Congress on Natural Sciences and Engineering (ICNSE 2015). May 07-09, 2015. Kyoto, Japan. p. 534-542.
- 8.46 สุริมาตร แสงวนิชย์ และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2559. ผลของปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตในหญ้าหวาน. วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1) : 175-180.
- 8.47 บุญฤทธิ ชุมทอง และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2559. ผลของปุ๋ยมูลสัตว์ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni). วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1) : 272-277.
- 8.48 โสมนันท์ ลิพันธ์ และ สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2559. ผลของสภาวะน้ำท่วมขังที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชสมุนไพรผักคาวตอง. วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1) : 278-283.
- 8.49 เขียวรัตน์ หลีวิจิตร และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. ผลของปุ๋ยคอกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตหญ้าหนวดแมว (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Mig). วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1) : 316-321.
- 8.50 สมมาตร อยู่สุขยิ่งสถาพร และ สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2559. ผลของการฉีดพ่นสารฮอร์โมนอีทีฟอนที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโตและน้ำคั้นของข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์. วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1) : 328-333.
- 8.51 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล, อรรถพร แสนเมือง และ โสมนันท์ ลิพันธ์. 2559. ประสิทธิภาพให้น้ำชลประทานที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและผลผลิตที่เหมาะสมของหญ้าปักกิ่ง. วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 1) : 1080-1085.
- 8.52 Detpiratmongkol, S., Liphon, S. and Yoosukyingsataporn, S. 2016. Effects of plant spacing on growth and yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees). Asia-Pacific Conference on Engineering and Applied Science (2016 APCEAS). August 25-27, 2016. Tokyo, Japan. p. 538-545.
- 8.53 Yoosukyingsataporn, S., Detpiratmongkol, S. and Liphon, S. 2016. Influence of ethephon hormone applied at different concentrations on growth and juice extract yields of Sweet sorghum. Asia-Pacific Conference on

- Engineering and Applied Science (2016 APCEAS). August 25-27, 2016. Tokyo, Japan. p. 29-34.
- 8.54 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล, โสมนันท์ ลิพันธ์, สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร และหัตถ์ชัย กสิโอฟาร. 2560. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตฟ้าทะลายโจร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 35(2) : 49-56.
- 8.55 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล, โสมนันท์ ลิพันธ์ และหัตถ์ชัย กสิโอฟาร. 2560. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ฟ้าทะลายโจร. แก่นเกษตร. 45(ฉบับพิเศษ 1) : 1209-1215.
- 8.56 สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2560. ผลของฮอร์โมนอีทีฟอนที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวฟ่างหวาน 3 พันธุ์. แก่นเกษตร. 45(ฉบับพิเศษ 1) : 188-194.
- 8.57 บุญฤทธิ์ ชุมทอง และสมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2560. ผลของการตัดช่อดอกที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni). แก่นเกษตร. 45(ฉบับพิเศษ 1) : 195-199.
- 8.58 Yoosukyingsataporn, S. and Detpiratmongkol, S. 2017. Effects of sulfometuron-mlyhte as the ripener on growth and yield of sweet sorghum. International Journal of Agricultural Technology. 13(7.1) : 1371-1379.
- 8.59 Detpiratmongkol, S., Liphon, S. and Yoosukyingsataporn, S. 2017. Effects of different planting dates on growth and yield of kalmegh. International Journal of Agricultural Technology. 13(7.3) : 2333-2340.
- 8.60 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2561. ผลของการใช้วัสดุคลุมแปลงปลูกที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของฟ้าทะลายโจร. แก่นเกษตร. 46(ฉบับพิเศษ 1) : 494-500.
- 8.61 สมยศ เดชภีรัตน์มงคล. 2561. ผลของการพรางแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหญ้าอีพอร์ (*Centotheca lappacea* (L.) Desv.). แก่นเกษตร. 46(ฉบับพิเศษ 1) : 501-507.
- 8.62 Detpiratmongkol, S. and Liphon, S. 2018. Effects of different harvesting times on growth, yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Wall Ex Nees). International Journal of Agricultural Technology. 14(7) : 1161-1170.

- 8.63 Chumthong, B. and Detpiratmongkol, S. 2018. Response of biomass and yield of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) to flower removal. International Journal of Agricultural Technology. 14(7) : 1141-1146.
- 8.64 Yoosukyingsataporn, S. and Detpiratmongkol, S. 2018. Effects of sulfometuron-methyl as chemical ripener on growth and yield of three sweet sorghum cultivars. International Journal of Agricultural Technology. 14(7) : 2251-2260.
- 8.65 โสมนันท์ ลิพันธ์ และสมยศ เดชภีรัตนมงคล. 2562. ผลของการพรางแสงที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตฟ้าทะลายโจร. วารสารแก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 1) : 1479-1484.
- 8.66 สมยศ เดชภีรัตนมงคล และโสมนันท์ ลิพันธ์. 2562. ผลของการให้ปุ๋ยมูลไก่ในอัตราที่แตกต่างกัน ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของหญ้ารีแพร์ พันธุ์พื้นเมือง 2 พันธุ์ (ปราจีนบุรี และนครศรีธรรมราช). วารสารแก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 1) : 1479-1484. วารสารแก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 1) : 597-602.
- 8.67 สมยศ เดชภีรัตนมงคล ธนสิน ทับทิมโต สมมารถ อยู่สุขยิ่งสถาพร และโสมนันท์ ลิพันธ์. 2562. ผลของความยาวท่อนพันธุ์และ IBA ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตฟ้าทะลายโจร. วารสารแก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 1) : 1479-1484.

ผู้ร่วมโครงการ :

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวโสมนันท์ ลิพันธ์
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MISS.SOMANAN LIPHAN
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 1-1037-00125-16-7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน : นักศึกษาปริญญาเอก
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 09-82728346

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ การศึกษา	ระดับ	อักษรย่อปริญญา และชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	สถาบัน
พ.ศ. 2554	ปริญญาตรี	วท.บ. วิทยาศาสตร์บัณฑิต	ฟิสิกส์	-	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558	ปริญญาโท	วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เกษตรศาสตร์	-	สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



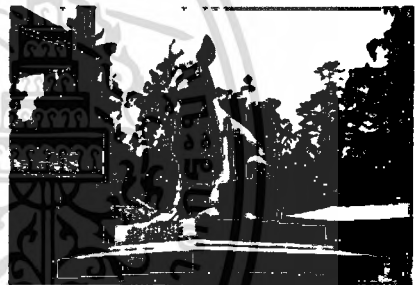
**ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์
ลงในเอกสารวิชาการ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ลงในเอกสารวิชาการ

- Liphan, S. and Detpiratmongkol, S. 2016. Effects of shading on growth and yield of Kalmegh (*Andrographis Paniculata* (Burm. f.) Nees). Asia-Pacific Conference on Engineering and Applied Science (2016 APCEAS). August 25-27, 2016. Tokyo, Japan. p. 23-28.
- Liphan, S. and Detpiratmongkol, S. 2017. Influence of different shading levels on growth and yield of kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. f. (Nees). International Journal of Agricultural Technology. 13(1) : 79-89. (SCOPUS)
- Liphan, S. and Detpiratmongkol, S. 2019. Response of kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees) to shading at different growth stages. Plant Archives. 19(2). (SJR)
- Liphan, S. and Detpiratmongkol, S. 2020. Influence of shading levels on growth, yield and andrographolide content of kalmegh. Plant Archives. 20(1). (SJR)

TOKYO JAPAN



Conference Proceedings August 25-27, 2016

APCEAS
Asia-Pacific Conference on Engineering and Applied Sciences

ISLSBE
International Symposium on Life Science & Biological Engineering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์งานนี้เป็นของปอญเมือง และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Content

General Information for Participants	5
International Committees	7
International Committee of APCEAS	7
International Committee of ISLSBE	8
Conference Venue Information	9
Floor Plan	12
Conference Schedule	13
Nature Sciences Keynote Speech	17
Oral Sessions	19
Electrical and Electronic Engineering & Fundamental and Applied Sciences (1)	19
APCEAS-805	21
APCEAS-790	23
APCEAS-791	29
APCEAS-690	35
APCEAS-744	48
APCEAS-676	59
APCEAS-782	61
APCEAS-755	63
Civil Engineering	72
APCEAS-726	74
APCEAS-781	77
APCEAS-809	84
APCEAS-822	86
APCEAS-839	88
Biomedical Engineering & Biomedical Science (1)	89
APCEAS-682	91
APCEAS-797	92
APCEAS-819	94
ISLSBE-133	95
ISLSBE-140	97
ISLSBE-151	104
Biomedical Engineering & Biomedical Science (2)	107
APCEAS-678	109
APCEAS-723	116
ISLSBE-156	125
ISLSBE-163	128
ISLSBE-174	131
Computer and Information Sciences (1)	133
APCEAS-707	135
APCEAS-715	138
APCEAS-724	148
APCEAS-741	159
APCEAS-771	166
APCEAS-838	177
APCEAS-844	189
Biomedical Engineering (3) & Biology	198
APCEAS-825	200
ISLSBE-97	203

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **1** และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISLSBE-137.....	206
ISLSBE-182.....	213
ISLSBE-124.....	224
ISLSBE-200.....	226
Electrical and Electronic Engineering & Fundamental and Applied Sciences (2)	229
APCEAS-748.....	231
APCEAS-778.....	245
APCEAS-836.....	260
APCEAS-702.....	274
APCEAS-704.....	283
APCEAS-712.....	292
APCEAS-737.....	304
APCEAS-816.....	316
Computer and Information Sciences (2)	318
APCEAS-798.....	319
APCEAS-807.....	323
APCEAS-813.....	325
Life Science	337
ISLSBE-121.....	339
ISLSBE-130.....	341
ISLSBE-143.....	343
ISLSBE-150.....	345
ISLSBE-165.....	347
ISLSBE-168.....	348
ISLSBE-177.....	350
ISLSBE-187.....	365
Environmental Science	375
APCEAS-642.....	377
APCEAS-689.....	390
APCEAS-701.....	394
APCEAS-789.....	402
APCEAS-812.....	409
APCEAS-811.....	421
Material Science and Engineering	433
APCEAS-696.....	435
APCEAS-700.....	437
APCEAS-763.....	439
APCEAS-685.....	441
APCEAS-684.....	442
APCEAS-842.....	443
Mechanical Engineering	444
APCEAS-635.....	445
APCEAS-725.....	446
APCEAS-734.....	448
APCEAS-780.....	455
Poster Sessions (2)	468
Computer and Information Sciences/ Fundamental and Applied Sciences/ Electrical and Electronic Engineering/ Mechanical Engineering/ Civil Engineering	468
APCEAS-652.....	473
APCEAS-683.....	485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา² และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APCEAS-714.....	486
APCEAS-716.....	497
APCEAS-760.....	499
APCEAS-823.....	502
APCEAS-795.....	504
APCEAS-649.....	507
APCEAS-653.....	509
APCEAS-667.....	521
APCEAS-710.....	524
APCEAS-718.....	536
APCEAS-753.....	537
APCEAS-788.....	538
APCEAS-706.....	546
APCEAS-785.....	559
APCEAS-803.....	564
APCEAS-687.....	567
APCEAS-754.....	570
APCEAS-783.....	576
APCEAS-829.....	578
APCEAS-634.....	580
APCEAS-799.....	581
Poster Sessions (4)	584
Biomedical Science/ Biomedical Engineering/ Biological Engineering/ Biology	584
ISLSBE-125.....	588
ISLSBE-134.....	590
ISLSBE-170.....	593
ISLSBE-178.....	603
ISLSBE-179.....	606
ISLSBE-188.....	608
APCEAS-692.....	610
APCEAS-693.....	613
APCEAS-695.....	615
APCEAS-779.....	617
APCEAS-722.....	620
ISLSBE-132.....	622
ISLSBE-171.....	625
ISLSBE-185.....	628
ISLSBE-128.....	639
ISLSBE-135.....	644
ISLSBE-136.....	646
Poster Sessions (5)	647
Environmental Science/ Material Science and Engineering/ Life Science	647
APCEAS-662.....	651
APCEAS-671.....	653
APCEAS-686.....	666
APCEAS-688.....	668
APCEAS-731.....	670
APCEAS-735.....	672
APCEAS-751.....	680

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา³ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APCEAS-773	681
APCEAS-832	683
APCEAS-853	685
APCEAS-859	687
APCEAS-814	690
APCEAS-786	691
APCEAS-787	693
ISLSBE-98	696
ISLSBE-176	702
ISLSBE-186	704



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา⁴ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25-27 AUGUST, 2016

TOKYO, JAPAN

Asia-Pacific Conference on Engineering & Applied Sciences

Acceptance / Invitation Letter

Paper ID: APCEAS-790

Paper Title: Effects of Shading on Growth and Yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees)

Dear Somanan Liphari,

Thank you for your submission. On behalf of Asia-Pacific Conference on Engineering and Applied Science (APCEAS) Program Committee, we are pleased to inform you that the above submission has been accepted to present in this conference.

Please be aware that to ensure your participation and presentation, at least one author of the above submission must complete the registration process including payment before June 28, 2016. ***If no registration is received by the above deadline, this submission will not be included in the conference program and proceedings.*** To modify your submission (or upload the full paper), please complete the process before June 28, 2016. Due to editing reasons, all the modifications and uploads after the above deadline may not be included in the conference program and proceedings.

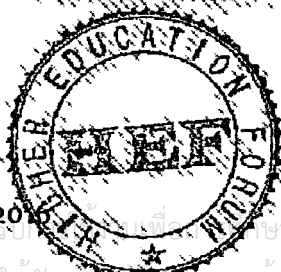
Furthermore, please understand that Higher Education Forum (Hereinafter called HEF) hereby reiterates that we are NOT authorized to assist any Visa application works. We, here includes the organization itself, all conference secretariats, international liaisons and any individuals or parties related to HEF. It is clearly stated on all websites that no other documents would be provided except this invitation letter. Your understanding is appreciated.

Once again, congratulations on your submission acceptance. We look forward to seeing you in Tokyo soon!

Sincerely,



Program Committee of APCEAS 2016



APCEAS-790

Effects of Shading on Growth and Yield of Kalmegh (*Andrographis Paniculata* (Burm. f.) Nees)

Somanan Liphan ^{a,*} and Somyot Detpiratmongkol ^a

^a Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

* E-mail address: Rabbit.Liphan@hotmail.com

Abstract

Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees) is widely used as medicinal plant in Thailand. However, the information on the effect of shade on growth and yield of Kalmegh is lacking. Thus, the purpose of this study was to determine the effect of shading on the vegetative growth and yield of Kalmegh. The study was conducted at Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. A split-plot in randomized complete block design with 3 replications was arranged. Four local Kalmegh varieties (Phitsanulok 5-4, Prachinburi, Ratchaburi and Phichit 4-4) and 5 shading levels (0%, 20%, 40%, 50% and 80% of shading) were as main plots and sub plots, respectively. Data were collected on growth and yield of the crop. The results shown that we were not found interaction between Kalmegh varieties and shading levels. Prachinburi variety gave the highest stem, leaf and total dry weight and followed by Ratchaburi, Phichit 4-4 and Phitsanulok 5-4 varieties, respectively. Shading affected on growth and yield of Kalmegh. In addition, significant different were observed for all growth characters between open light condition (0% shade) and shaded plants. For different shading levels, dry weight of stem, leaf and total dry weight and dry weight yield were the highest under 20% shading condition. It was concluded that Kalmegh is suitable for cultivation under 20% shading condition.

Keywords: Shading, Yield, Growth, *Andrographis paniculata*

1. Introduction

Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees, Acanthaceae) also called the andrographis or "King of bitters" is native to the Asian subcontinent. The roots and leaves of this herb have been used for centuries by the traditional medical practitioners of India, Thailand and China to treat numerous ailments ranging from poor digestion and throat infections to haipatiels. (Chopra *et al.*, 1956, 1982 ; Palaniswamy, 2005)

Plant has an optimal intensity of light. This is the point at which the process of photosynthesis is maximized and plant growth is at its greatest (Neri *et al.*, 2003). If the level of light is less, growth is reduced. The point where an increase in light intensity will not increase photosynthesis anymore is called light saturation. Light is generally recognized as the most influential environment factor affecting the growth of plants (Li *et al.*, 2010). The objective of this study therefore was to determine the optimal shading level for the production of the highest growth and yield of Kalmegh.

2. Materials and Methods

Experimental site: This study was carried out during December, 2014 to April, 2015 at the nursery house of Faculty of Agricultural Technology, King's Mongkut Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang district, Bangkok province, Thailand. The research is located at coordinated 13° 43' 36.21" N latitude and 100° 46' 48.45" E longitude. The average altitude of this area is 1.5 m. above mean sea level. The used soil in the experiment was Bangkok series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 23 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and clay in texture. The soil was slightly acidic with pH 6.10. The mean annual rainfall for five years from the year of 2010 to 2015 was 151.98 mm. The mean daily temperature is 30.95 °C.

Experimental design: For local commercial Kalmegh varieties (Phitsanulok 5-4, Prachinburi, Ratchaburi and Phichit 4-4) were evaluated in this study. The experimental design was a split-plot with three replications, with Kalmegh varieties assigned to main-plots, and the five treatments used included 0% (no shading / control), 20%, 40%, 50% and 80% shading provided by black nets to sub-plots. They were placed in different lath houses, constructed using wooden post and planks. Each lath house was 4 m long, 4 m wide and 2 m height. Each lath house, except for the control, was covered with different density black shading net according to the objectives of the experiment. Stem cuttings were conducted from mother plant of Kalmegh. Stem cutting were placed in shaded seedbed for root initiation. Fifteen days old stem cuttings were planted in the experiment. One stem cutting was planted in each pot. The pot was irrigated and intercultural operations like weeding were done as and when necessary.

Data collection and analysis: At harvest, 120 days after transplanting (DAT), all of plant from each pot in each supplication and treatment for data collection. Data collected included: plant height, leaf, stem, root, flower and pod and total dry weight. The leaf area (cm^2) of harvested leafy Kalmegh was measured using a leaf area meter (LI-3100 area meter, USA) and then leaf area index (LAI) was determined using the leaf area (upper side only) per unit area of land below. It is expressed as m^2 leaf area per m^2 ground area. Collected data were analyzed using ANOVA following the procedure for Split-plot design. Least significant different (LSD) values were calculated at 0.05 probability level wherever the F-test was significant. Data analysis was performed using WINDOWSTAT statistical software.

3. Results

3.1 Plant height

Plant height varied significantly among the varieties (Table 1). The variety Prachinburi gave the highest plant height (57.08 cm), whereas the lowest plant height (33.82 cm) was obtained from the variety Phitsanulok 5-4. Plant grown under with 80% shading had the highest plant height (59.88 cm) among all the treatments, while the lowest plant height (28.97 cm) was recorded among Kalmegh provided with 0% shading (Table 1). Shading reduced plant height in *Cyclamen* (Villegas *et al.*, 2006) Cermeno *et al.* (2001) reported that, a moderate reduction of radiation increased stem length in *Chrysenethemums*. Increase in growth characteristics of sweet papper grown under black net screen house was attributed to better micro climate in terms of reduction in temperature, relative humidity, wind speed and light intensity (Medany *et al.*, 2009). Plant height observed in carnation plants under shading in this investigation could also be attributed to improved microclimate.

Table 1 Effects of different shading levels on plant height, stem and leaf dry weight and leaf area index (LAI) of Kalmegh at 120 days after transplanting

Treatments	Plant height (cm)	Stem DW. (g plant ⁻¹)	Leaf DW. (g plant ⁻¹)	LAI
Main plot (Cultivars)				
Phitsanulok 5-4	33.82	2.85	1.61	0.28
Prachinburi	57.08	6.62	3.37	0.51
Ratchaburi	46.87	4.29	2.28	0.38
Phichit 4-4	44.34	3.75	1.88	0.31
Sub plot (Shading level (%))				
0 (Control)	28.97	5.62	3.13	0.45
20	37.40	8.39	3.75	0.67
40	46.07	4.53	2.83	0.33
50	55.31	2.81	1.37	0.28
80	59.88	0.53	0.33	0.13
Mean	45.53	4.38	2.28	0.37
LSD (0.05) (Cultivars)	8.51	0.89	0.43	0.05
LSD (0.05) (Shading level)	4.83	0.51	0.31	0.03
LSD (0.05) (Cultivars x Shading level)	Ns	ns	ns	ns
C.V. (%) (Cultivars)	20.94	22.92	21.29	16.86
C.V. (%) (Shading level)	12.77	14.12	16.49	10.17

LAI = leaf area index; ns = No significant at the 0.05 probability level.

3.2 Stem dry weight

Stem dry weight varied significantly among the varieties (Table 2). The highest stem dry weight (6.62 g plant⁻¹) and the lowest stem dry weight (2.85 g plant⁻¹) were recorded from the variety Prachinburi and Phitsanulok 5-4, respectively. Kalmegh grown at 0% shading had significantly ($P < 0.05$) higher stem dry weight when compared to those shaded at 40%, 50% and 80% levels (Table 2). Kalmegh at 20% shading had the highest stem dry weight (8.39 g plant⁻¹) while those shaded at 80% had the lowest stem dry weight (0.53 g plant⁻¹).

3.3 Leaf dry weight

Leaf dry weight varied significantly among the varieties (Table 2). The highest leaf dry weight (3.37 g plant⁻¹) was recorded in the variety Prachinburi. On the other hand the lowest leaf dry weight (1.61 g plant⁻¹) was recorded in the variety Phitsanulok 5-4. There was significant ($P < 0.05$) difference in leaf dry weight between Kalmegh plant grown under the different shading levels. Plants grown under 20% shading gave the highest leaf dry weight per plant (3.75 g) while the lowest leaf dry weight per plant (0.33 g) was obtained from plants provided with 80% shading (Table 2). Wiebel *et al.* (1994) stated that leaf area and leaf dry weight was decreased with increase in shading condition.

3.4 Leaf area index

Leaf area index varied significantly among the varieties (Table 1). The variety Prachinburi recorded highest leaf area index (0.51) followed by Ratchaburi (0.38), Phichit 4-4 (0.31) and the lowest leaf area index (0.28) was recorded by the Phitsanulok 5-4. There was significant ($P < 0.05$) difference in leaf area index of Kalmegh plant grown at all the five different shading levels (Table 1). In general, plant grown at 20% shading had the highest leaf area index (0.67)

while those shaded at 80% had the lowest leaf area index (0.13) (Table 1). Jeong *et al.* (2007) reported that an increased in leaf area of begonia with increased shade levels. Leaf area in sweet pepper (Medany *et al.*, 2009), weeping fig (*Ficus benjamina* L.) and Croton (*Codiaeum variegatum* L.) (Scuderi *et al.*, 2008) was found to decrease with increased shading levels. Similarly, in this investigation, each increase in shading level above 20% results in corresponding decrease in leaf area index of Kalmegh.

3.5 Flower and pod dry weight

Flower and pod dry weight varied significantly among the varieties (Table 2). The maximum flower and pod dry weight (2.01 g plant⁻¹) and the minimum flower and pod dry weight (0.67 g plant⁻¹) were obtained from variety Prachinburi and Phitsanulok 5-4, respectively. Shading the Kalmegh plant at 0% results in significantly (P<0.05) higher flower and pod dry weight per plant when compared to all the other shading levels (Table 2). The lowest flower and pod dry weight (0.04 g plant⁻¹) was obtained from plants provided with 80% shading while the highest (3.17 g plant⁻¹) was obtained from those provided with 20% shading.

3.6 Root dry weight and total dry weight

Significant variation was found in respect of root dry weight and total dry weight among the varieties (Table 2). The highest (0.84 g and 12.85 g plant⁻¹) and the lowest (0.44 g and 5.58 g plant⁻¹) were obtained from variety Prachinburi and Phitsanulok 5-4, respectively. The highest root dry weight (0.86 g plant⁻¹) and total dry weight (15.64 g plant⁻¹) were obtained in plants provided with 20% shading as compared to all the other shading levels (Table 2). Araki *et al.* (2014) reported that total dry weight per plant decreased with an increase in shade.

Table 2 Effects of different shading levels on flower and pod, root and total dry weight of Kalmegh at 120 days after transplanting.

Treatments	Flower and Pod DW. (g plant ⁻¹)	Root DW. (g plant ⁻¹)	Total DW. (g plant ⁻¹)
Main plot (Cultivars)			
Phitsanulok 5-4	0.67	0.44	5.58
Prachinburi	2.01	0.84	12.85
Ratchaburi	1.52	0.52	8.62
Phichit 4-4	0.97	0.55	7.17
Sub plot (Shading level (%))			
0 (Control)	1.72	0.93	11.96
20	3.17	0.86	15.64
40	1.03	0.75	9.15
50	0.51	0.30	5.01
80	0.04	0.10	1.02
Mean	1.29	0.59	8.56
LSD (0.05) (Cultivars)	0.17	0.10	1.44
LSD (0.05) (Shading level)	0.13	0.06	0.71
LSD (0.05) (Cultivars x Shading level)	ns	ns	ns
C.V. (%) (Cultivars)	15.17	19.33	18.92
C.V. (%) (Shading level)	12.20	12.16	10.08

DW = dry weight, ns = No significant at the 0.05 probability level.

3.7 Total dry weight yield and Leaf dry weight yield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อ 26 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Significant variation was found in respect of total dry weight yield and leaf dry weight yield among the varieties (Table 3). The highest (141.40 and 47.70 g m⁻²) and the lowest (63.22 and 22.80 g m⁻²) were obtained from variety Prachinburi and Phitsanulok 5-4, respectively. There was significant (P<0.05) difference in total dry weight between Kalmegh plant grown under the different shading levels. Plants grown under 20% shading gave the highest total dry weight per plant (171.83 g m⁻²) while the lowest total dry weight per plant (12.32 g m⁻²) was obtained from plants provided with 80% shading (Table 3). For leaf dry weight yield, the highest leaf dry weight yield (53.08 g m⁻²) was obtained from Kalmegh grown 20% shading, while the lowest (4.72 g m⁻²) was obtained from plant shaded at 80% (Table 3). Increasing the shading intensity results in a significant (P<0.05) decrease in yield of Kalmegh. These results are in good agreement with the finding of Devkota and Jha (2010) also showed that increasing level of shading could reduce growth and yield of plant.

Table 3 Effects of different shading levels on total dry weight yield and leaf dry weight yield of Kalmegh at 120 days after transplanting

Treatments	Total DWY (g m ⁻²)	Leaf DWY (g m ⁻²)
Main plot (Cultivars)		
Phitsanulok 5-4	63.22	22.80
Prachinburi	141.40	47.70
Ratchaburi	92.94	32.24
Phichit 4-4	79.68	26.61
Sub plot (Shading level (%))		
0 (Control)	123.90	44.35
20	171.83	53.08
40	104.17	40.05
50	59.32	19.49
80	12.32	4.72
Mean	94.30	32.34
LSD (0.05) (Cultivars)	18.03	6.15
LSD (0.05) (Shading level)	8.92	4.43
LSD (0.05) (Cultivars x Shading level)	ns	ns
C.V. (%) (Cultivars)	21.40	21.29
C.V. (%) (Shading level)	11.38	16.49

DWY = dry weight yield; ns = No significant at the 0.05 probability level.

4. Conclusion

It is concluded that among the studied 4 Kalmegh varieties, Prachinburi was the best growth and yield. The highest growth and leaf dry weight yield were obtained from Kalmegh provided with 20% shading. Increased shading level above 20% significant reduced in stem growth and dry weight yield. However, production of Kalmegh should, therefore be undertaken for Prachinburi variety at 20% shading to obtain the best growth and leaf fresh and dry weight yield.

5. Acknowledgments

The authors thank the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang for providing the financial support.


6. References

- Araki, T., Oo, T. T. and Kubota, F. (2014). Effects of shading on growth and photosynthetic potention of Greengrum (*Vizna radiata* (L.) Wilezek) cultivars. *Environmental Control in Biology*, 52(4), 227-231.
- Cermeno, P., Sotomayor, J. A., Serrano, Z. and Escobar, A. I. (2001). The effects of solar radiation on Dendranthema. *Acta Horticulturae*, 559, 339-344.
- Chopra, R. N., Nayar, S. L. and Chopra, I. C. (1956). *Glossary of Indian Medicinal plants*. CSIR New Delhi. 18, 197.
- Chopra, R. N., Chopra, I. C., Handa, K. L. and Kapur, L. D. (1982). *Indigenous Drugs of India*. Calcutta, New Delhi, India : Academic Publishers. 238.
- Devkota, A. and Jha, P. K. (2010). Effect of different light levels on the growth traits and yield of *Centella asiatica*. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 5(4), 226-230.
- Jeong, K. Y., Pasian, C. C., McMahon, M. and Tay, D. (2007). Growth of six Begonia species under shading. *International Society for Horticultural Science*, 2, 22-28.
- Li, H., Jiang, D., Wollenweber, B., Dai, T. and Cao, W. (2010). Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. *European Journal of Agronomy*, 33, 267-275.
- Medany, M. A., Hassanein, M. K. and Farag, A. A. (2009). *Effect of black and white nets as alternative covers to sweet pepper production under greenhouses in Egypt*. International Symposium on Strategies towards Sustainability of Protected Cultivation in Mild Winter Climate. *Acta Horticulturae*. (807), 14.
- Neri, R., Genzel, R., Ivison, R. J., Bertoldi, F., Blain, A. W., Chapman, S. C., Cox, P., Greve, T. R., Omont, A. and Frayer, D. T. (2003). Interferometric observations of powerful CO emission from three submillimeter galaxies at $z = 2.39, 2.51, \text{ and } 3.35$. *The Astrophysical Journal*, 597, L113-L116.
- Palaniswamy, U. R. (2005). Effect of light intensity on the pigment composition and oxalic acid concentrations in Kalmegh (*Andrographis paniculata*) leaf. *Traditional Medicine & Nutraceuticals. Acta Horticulturae*, 3(6).
- Scuderi, D., Li, R. A. Cassaniti, C., Paratore, A. and Romano, D. (2008). The influence of shading levels on foliage plant growth and quality. *Acta Horticulturae*, 801, 1191-1196.
- Villegas, E., Pérez, M. and Lao, M. T. (2006). Influence of lighting levels by shading cloths on *Cyclamen Persicum* quality. *International Society for Horticultural Science. Acta Horticulturae*. 711, 16.
- Wiebel, J., Chacko, E. K., Downton, W. J. and Lüdders, P. (1994). Influence of irradiance on photosynthesis, Morphology and growth of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) seedlings. *Tree Physiology*, 14(3), 263-274.



International Journal of Agricultural Technology

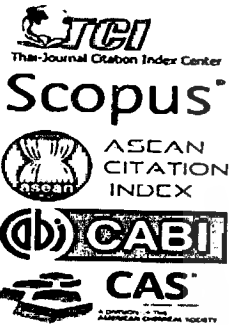
- Home
- Overview
- Publication Ethics and Malpractice
- Editorial Board
- Current Issue
- Past Issues
- Instruction to Authors
- Submit Paper
- Join IJAT
- Contact us



International Journal of Agricultural Technology

ISSN 2095-4263 (Online)

Volume 12, No. 1, January 2022



วารสารเกษตร

<http://www.ijat-aatsea.com>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- Home
- Overview
- Publication Ethics and Malpractice
- Editorial Board
- Current Issue
- Past Issues
- Instruction to Authors
- Submit Paper
- Join IJAT
- Contact us

Volume 13, Number1, January 2017



Table of contents

- Punlerdmatee, B., Cheewangkoon, R. and To-anun, C. - Controlling dahlia 1-17**
powdery mildew disease using antagonistic yeasts.
- Mandal H., Chakraborty, P. S., Saha, D. A., Sarkar, T., Saha, D. and Saha, 19-30**
A. - Biocontrol of virulent *Ralstonia solanacearum* isolates by an indigenous *Bacillus cereus*
- Thongrod, S. and Yincharoen, K. - Antibacterial of a traditional thai herbal recipe 31-36**
(THR 01) against *Staphylococcus epidermidis*
- Pato, U., Yusuf, Y., Rossi, E., Yunaira, R and Githasari, T. - Quality of probiotik 37-46**
fermented milk using *Lactobacillus casei* subsp. *casei* R-68 as a starter with the variation of skim milk and sucrose.
- Hamzavi, F.- Fumigant toxicity of *Eucalyptus camaldulensis* and *Callistemon* 47-58**
viminalis essential oils on *Sitophilus granarius*
- Kangpanich, C., Pratoomyot, J., Siranonthana, N. and Senanan, W. - Effects of 59-72**
arachidonic acid supplementation in maternal diet on low-salinity tolerance of newly hatched larvae of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man).
- Sawasdikam, J., Suwannarat, Y. and Puttamee, K. - The production of flavor 73-78**
microcapsules from shrimp waste.
- Liphan, S. and Detpiratmongkol, S. - Influence of different shading levels on 79-89**
growth and yield of kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. f. (Nees).
- Mallik, B., Pirzadah, T. B., Abdin, M. Z. and Rehman, R. U. - Somatic 91-104**
embryogenesis and embryoids formation in chicory (*Cichorium intybus* L.).
- Mona, H. S., Ahlam, H. H., Hamdah, A. and Shroug, S. A. - Allelopathic effect 105-117**
of *Moringa oleifera* leaves extract on seed germination and early seedling growth of Faba Bean (*Vicia faba* L.).
- Phonpho, S. and Saetiew, K. - Selection of appropriate species of plants for 119-129**
indoor vertical garden.
- Adrias, P. J. V. and del Rosario, M. R. - Soil properties and response of spring 131-137**
onion to different levels of biochar.

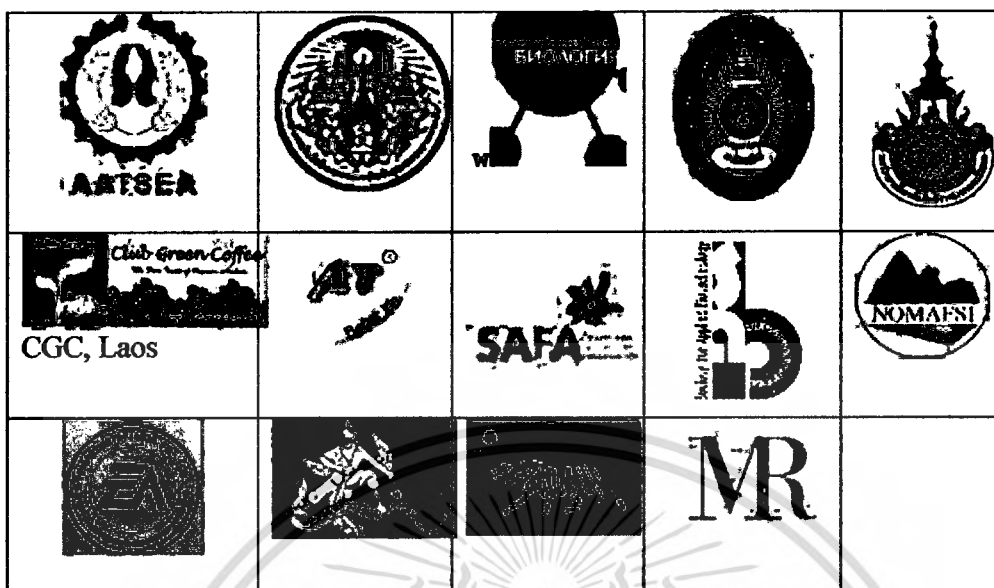
© Copyright © by Association of Agricultural Technology in Southeast Asia (AATSEA)

Available online: <http://www.ijat-aatsea.com>

E-mail: ijat.aatsea@gmail.com

ISSN 2630-0613 (print) 2630-0192 (Online)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**The Fifth International Conference on Integration of Science and Technology for
 Sustainable Development 2016 (5th ICIST 2016)**
“Water conservation, Biological Diversity, Food and Agriculture”
November 26-27, 2016 Inle Cherry Queen Hotel, Southern Shan State, Myanmar

Ref. No. 10/043
 Date: 10 October 2016
 To Somanan Liphan

Dear Somanan Liphan

This is to inform you that your research entitled “**Influence of Different Shading Levels on Growth and Yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees)**” has been accepted as **ORAL PRESENTATION** in The Fifth International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (5th ICIST 2016) to be held in Inle Cherry Queen Hotel, Southern Shan State, Myanmar during November 26-27, 2016.

Your presentation will be organized in Session 2, Room 2 in 26 November 2016 at 19:10-19:25 pm.

On site registration will be started from 13:00 pm in November 25, 2016.

We will publish full text for participants whose presentation oral or poster either in Proceedings or International Journal of Agriculture (IJAT). Please inform us about your desire before 27 November 2016.

Thank you very much and hope to see you in the conference.

Yours Sincerely,

Kasem Soyong

Assoc. Prof. Dr. Kasem Soyong
 Chairman of the Organizing Committee
 President, AATSEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Influence of Different Shading Levels on Growth and Yield of Kalmegh, *Andrographis paniculata* Burm. F. (Nees)

Somanan Liphan ^{*}, and Somyot Detpiratmongkol ^{*}

^{*} Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut' s Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

Liphan S. and S. Detpiratmongkol (2017). Influence of different shading levels on growth and yield of kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. f. (Nees). International Journal of Agricultural Technology 13(1): 79-89.

Kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. F. (Nees) is widely used as medicinal plant in Thailand to treat diseases such as sore throat, flu, fever, diarrhea and cough. Kalmegh production in some region is negatively affected by high radiation. However, the information on the effect of shade on growth and yield of Kalmegh is lacking. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of different shading levels on growth and yield of Kalmegh. The study was conducted during December, 2014 to April, 2015, at Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut' s Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok. A split-plot in randomized complete block design with 3 replications was arranged. Four local Kalmegh varieties (Phisanulok 5-4, Prachinburi, Ratchaburi and Phichit 4-4) and 5 shading levels (0%, 20%, 40%, 50% and 80% of shading) were as main plots and sub plots, respectively. Data were collected on growth and yield of the crop. The results shown that we were not found interaction between Kalmegh varieties and shading levels. Prachinburi variety gave the highest number of branches plant⁻¹, number of leaves plant⁻¹, leaf area, shoot dry weight and leaf dry weight yield and followed by Ratchaburi, Phichit 4-4 and Phisanulok 5-4 varieties, respectively. Shading affected on growth and yield of Kalmegh. In addition, significant different were observed for all growth characters between open light condition (0% shade) and shaded plants. For different shading levels, leaves number plant⁻¹, leaf area, shoot dry weight and leaf dry weight yield were the highest under 20% shading condition. It was concluded that Kalmegh variety Prachinburi performed better in terms of highest growth and yield grown under 20% shading condition.

Keywords: Shading, Yield, Growth, Kalmegh, *Andrographis paniculata*

Introduction

Kalmegh is one of the most important medicinally important plant grown worldwide. Kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. f. (Nees) belongs to family Acanthaceae was known as "King of bitters" (Kumar *et al.*, 2012) due to its bitter taste and the weak odor is one of the important herbs classified as an

^{*} **Corresponding Author:** Liphan S.; **E-mail:** Rabbit.Liphan@hotmail.com

annual and shrub plant in tropical Asian countries. Kalmegh is available abundantly in India, Pakistan, Sri Lanka, East and West Indies, Mauritius, China, Java, Thailand and Indonesia (Kumar *et al.*, 2012). Kalmegh is known as Fah Talai Jone in Thai Folklore, used in the treatment of various diseases of the liver, colic, fevers, and as anthelmintic. The medicinal herb Kalmegh, grows as a wild plant in the open fields (Biffa, 2003; Jaganath and Teik, 2003; Anonymous, 2008; Niranjana *et al.*, 2010; Akbar, 2011).

Light is the major factor to the life cycle of a plant because it is the energy source that triggers the process of photosynthesis. All plants need sunlight to make their food, and if the available sunlight is reduced the plant have to change and adapt in various ways in order to acclimatize to a new environment. Excessive light intensity resulted in photosynthesis inhibition as it has a destructive effect on photosynthetic pigments (Kumar *et al.*, 2012). The plants grow well in shaded places such as undergrowth in the forest. Under natural conditions, Kalmegh is found in both shaded and wide open areas. This may be a lack of information on growth and physiology related to different light intensities of Kalmegh (Saravanan *et al.*, 2008). Growth and yield of crops are close related to the amount of solar received during the growing period. This study objective was therefore to investigate Kalmegh in growth and yield response to different levels of shading.

Materials and methods

Experimental site: The research was carried out at the nursery house of Faculty of Agricultural Technology, King's Mongkut Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang district, Bangkok province, Thailand (13° 43' 36.21" N latitude and 100° 46' 48.45" E longitude) with an elevation of 1.5 m. above mean sea level during December 2014 to April 2015. The used soil in the experiment was Bangkok series and clay in texture. The soil was slightly acidic with pH 6.10. The mean annual rainfall for five years from the year of 2010 to 2015 was 151.98 mm. The mean daily temperature is 30.95 °C.

Experimental design: The experiment was arranged in a split-plot design with three replications. The main plot was the four local commercial Kalmegh varieties (Phisanulok 5-4, Prachinburi, Ratchaburi and Phichit 4-4) and the subplot was the kind of five shading levels such as 0% (no shading / control), 20%, 40%, 50% and 80% shading provided by black net. In 0% shading treatment, sunlight was allowed to fall over the Kalmegh plants without any barrier. Kalmegh plants were placed in different lath houses, constructed using wooden post and planks. Each lath house was 4 m long, 4 m wide and 2 m height. Each lath house, except for the control, was covered with different density black shading net according to the objectives of the experiment. Stem cuttings were

conducted from mother plant of Kalmegh. Stem cutting was placed in shaded seedbed for root initiation. Fifteen days old stem cuttings were planted in the experiment. One stem cutting was planted in each pot. The pot was irrigated and intercultural operations like weeding were done as and when necessary. Irrigation was given to the plants after planting till harvest. Other cultural practices were made as and when necessary.

Data collection and analysis: At harvest, 120 days after transplanting (DAT), all of plant from each pot in each supplication and treatment for data collection. Data collected included: number of branches, number of leaves, number of pods and shoot dry weight. The leaf area (cm^2) of harvested leafy Kalmegh was measured using a leaf area meter (LI-3100 area meter, USA). Chlorophyll content was measured using a chlorophyll meter (SPAD-502, Minolta Co, Japan). For all treatments, the leaf of Kalmegh was inserted into the leaf clip and SPAD value measured 5 times from different spots of a single leaf and bract. Chlorophyll a and b in leaf were measured by 80% acetone. Absorbance was taken at 645 and 663 nm using UV-VIS spectrophotometer according to Witham *et al.* (1971). Crop growth rate on plant mass (CGR, $\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$) during the monitoring period was calculated from the formula: $\text{CGR} = \frac{1}{p} \times \left(\frac{dw}{dt} \right)$ where CGR = crop growth rate, p = ground area, dw = dry weight production in t days, dt = number of days.

Collected data were analyzed by analysis of variance using ANOVA following the procedure for Split-plot design. Least significant different (LSD) values were calculated at 0.05 probability level wherever the F-test was significant. Data analysis was performed using WINDOWSTAT statistical software.

Results and Discussion

Number of branches

Number of branches plant^{-1} varied significantly among the varieties at harvest (Table 1). The highest number of branches plant^{-1} (25.33) was recorded in the variety Prachinburi and the lowest number of branches plant^{-1} (19.73) was recorded from the variety Phisanulok 5-4. Kalmegh grown at 0% shading had significantly ($P < 0.05$) higher number of branches plant^{-1} when compared to those shaded at 40%, 50% and 80% levels, respectively (Table 1). Kalmegh at 80% shading had the highest number of branches plant^{-1} (27.00) while those shaded at 80% had the lowest number of branches plant^{-1} (17.00). Shivashankara *et al.* (2000) reported that 10-60% light curtailment produced

higher internodal length, increase in number of branches, leaf number in betel vine (Piper betle).

Table 1 Effects of different shading levels on no. of branches plant⁻¹, no. of leaves plant⁻¹, leaf area (cm²), no. of pods plant⁻¹, pod dry weight and shoot dry weight (g plant⁻¹) at 120 days after transplanting of 4 local Kalmegh cultivars at harvest.

Treatments	No. of branches plant ⁻¹	No. of Leaves plant ⁻¹	Leaf area (cm ²)	No. of pods plant ⁻¹	Pod DW. (g plant ⁻¹)	Shoot DW. (g plant ⁻¹)
Main plot (Cultivars)						
Phisanulok 5-4	19.73	246	200.84	28.73	0.19	5.58
Prachinburi	25.33	338	365.20	86.26	1.05	12.85
Ratchaburi	21.20	267	273.72	72.20	0.85	8.62
Phichit 4-4	21.33	285	224.17	39.26	0.45	7.17
Sub plot (Shading levels (%))						
0 (Control)	23.83	363	319.22	82.33	0.93	11.34
20	27.00	469	476.32	127.00	1.54	16.26
40	22.00	285	235.79	44.25	0.49	9.15
50	19.66	212	203.57	24.83	0.20	5.01
80	17.00	91	95.01	4.67	0.02	1.02
Mean	21.90	284	265.98	56.61	0.64	8.56
LSD (0.05) (Cultivars)	2.49	46.37	41.12	6.27	0.11	1.44
LSD (0.05) (Shading levels)	1.11	35.32	22.58	4.74	0.10	0.72
LSD (0.05) (Cultivars x Shading levels)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%) (Cultivars)	12.77	18.26	17.30	12.40	20.60	18.92
C.V. (%) (Shading levels)	6.12	14.94	10.21	10.08	22.34	10.19

ns = No significant at the 0.05 probability level ; DW = Dry weight.

Number of leaves

Number of leaves plant⁻¹ varied significantly among the varieties at harvest (Table 1). The maximum number of leaves plant⁻¹ (338) was obtained from variety Prachinburi whereas the minimum leaves number plant⁻¹ (246) was obtained from variety Phisanulok 5-4. There was significant (P<0.05) difference in number of leaves plant⁻¹ between Kalmegh plant grown under the different shading level. Plant grown under 20% shading gave the highest number of leaves plant⁻¹ (469) while the lowest number of leaves plant⁻¹ (91) was obtained from plants provided with 80% shading (Table 1). In *Aster scaber*

and *Lingularia fischeri*, plant height, leaf number, length and width were increased in 30-50% shading as against the open condition (Hong *et al.*, 1996).

Leaf area

Leaf area varied significantly among the varieties at harvest (Table 1). The variety Prachinburi gave the highest leaf area (365.20 cm²) followed by Ratchaburi (273.72 cm²) Phichit 4-4 (224.17 cm²) and the lowest leaf area (200.84 cm²) was recorded by the Phisanulok 5-4. Shading the Kalmegh plant at 0% results in significant ($P < 0.05$) higher leaf area (319.22 cm²) when compared to all the other shading levels (Table 1). The lowest leaf area (95.01 cm²) was obtained from the plant provided with 80% shading whereas the highest (476.32 cm²) was obtained from those provided with 20% shading. On the other hand Jeong *et al.* (2007) stated that an increased in leaf area of begonia with increased shade levels. Leaf area in weeping fig (*Ficus benjamina* L.) and Croton (*Codiaeum variegatum* L.) (Scuderi *et al.*, 2008) and sweet pepper (Medany *et al.*, 2009) were found to increase leaf area with increased shading levels (Scuderi *et al.*, 2008). Similarly in this investigation, increase in shading level above 20% results in corresponding decrease in number of leaves plant⁻¹ and leaf area of Kalmegh. Naidu and Swamy (1994) observed increase in number and area of leaves in *Pongamia pinnata* plant grown in shade.

Number of pods and pod dry weight

Significant variation was found in respect of number of pods plant⁻¹ and pod dry weight among the varieties at harvest (Table 1). The highest (86.26 pods and 1.05 g plant⁻¹) and the lowest (28.73 pods and 0.19 g plant⁻¹) were obtained from variety Prachinburi and Phisanulok 5-4, respectively. The highest number of pods plant⁻¹ (127.00 pods) and pod dry weight (1.54 g plant⁻¹) were obtained in plants provided with 20% shading as compared to all the other shading levels (Table 1). However, shading reduced the number of pods per plant for soybean as reported by Kurosaki and Yumoto (2003) and Kakiuchi and Kobata (2004, 2006).

Shoot dry weight

Shoot dry weight varied significantly among the variety at harvest (Table 1). The variety Prachinburi recorded the highest shoot dry weight (12.85 g plant⁻¹) followed by Ratchaburi (8.62 g plant⁻¹), Phichit 4-4 (7.17 g plant⁻¹) and Phisanulok 5-4 (5.58 g plant⁻¹), respectively. There was significant ($P < 0.05$)

difference in shoot dry weight of Kalmegh plant grown under the five different shading levels (Table 1). Kalmegh grown at 20% shading had the highest shoot dry weight (16.26 g plant⁻¹) while those shaded at 80% had the lowest shoot dry weight (1.02 g plant⁻¹). Kakiuchi and Kobata (2004, 2006) reported that total dry weight per plant decreased with an increase in shade.

SPAD values

The results on the determination of chlorophyll values using the SPAD meter (Table 2). Significant variation was found in respect of SPAD values among the varieties. The highest (58.06) and the lowest (50.84) were obtained from variety Prachinburi and Phisanulok 5-4, respectively. Minotta and Pinzauti (1996) reported that the total chlorophyll content is depend on physiological characteristic of species. Kalmegh plant grown under the different shading levels (Table 2). Plant grown under at 80% shading had the highest SPAD values (67.24) followed by 50% shading (59.33), 40% shading (55.66), 20% shading (50.13) and 0% shading (39.97), respectively. According to previous studies, the findings of López-Marín *et al.* (2012) and Zhu *et al.* (2012) where 60% and 30% shading intensity resulted in the highest SPAD values, respectively. However, our finding harmonizes with those reported by Legarrea *et al.* (2010) and Jang *et al.* (2014) noting that higher shading intensity resulted in higher SPAD values and higher chlorophyll concentration. Shade-plants develop acclimation strategies, including larger and thinner leaves which present even a three-fold increase in chlorophylls (Adamson *et al.*, 1991; Taiz and Zeiger 2002). Nonetheless, the excess of light can cause greater degradation and consequently, a reduction in the levels of total chlorophyll (De Carvalho Gonçalves *et al.*, 2005).

Chlorophyll a and b content in leaf

Chlorophyll a and b content in leaf varied significantly among the varieties at harvest (Table 2). The variety Prachinburi was recorded the highest chlorophyll a and b content in leaf (0.14 and 0.38 mg / 100 g of leaf fresh weight) and the lowest chlorophyll a and b content in leaf (0.05 and 0.16 mg / 100 g of leaf fresh weight) was recorded by Phisanulok 5-4. Chlorophyll content in leaf increased progressively with the increase of shading level (Table 2). Plant grown under 80% shading gave the highest chlorophyll a and b content in leaf (0.23 and 0.63 mg / 100 g of leaf fresh weight) followed by 50%, 40% and 20% shading, respectively whist the lowest chlorophyll a and b content in leaf (0.02 and 0.07 mg / 100 g of leaf fresh weight) were obtained

from plants grown under 0% shading. It has been postulated that shading increased the quality of chlorophyll and thus increase the photosynthesis efficiency of plant and ultimately the yield increase (E-Aidy *et al.*, 1983). In *Rumhora adiantiformis*, around 50 and 70% shading increased the contents of chlorophyll a, b and total chlorophyll (Chen *et al.*, 1999). Thomes *et al.* (2005) reported that high chlorophyll contents might also contribute to higher photosynthetic rate and significant positive correlation between chlorophyll content and photosynthesis rate.

Table 2 Effects of different shading levels on SPAD values, chlorophyll a content and chlorophyll b content in leaf (mg / 100 g of leaf fresh weight) at 120 days after transplanting of 4 local Kalmegh cultivars at harvest.

Treatments	SPAD values	Chlorophyll a content in leaf (mg / 100 g of LFW)	Chlorophyll b content in leaf (mg / 100 g of LFW)
Main plot (Cultivars)			
Phisanulok 5-4	50.84	0.05	0.16
Prachinburi	58.06	0.14	0.38
Ratchaburi	54.42	0.13	0.37
Phichit 4-4	54.40	0.12	0.33
Sub plot (Shading levels (%))			
0 (Control)	39.97	0.02	0.07
20	50.13	0.04	0.15
40	55.66	0.09	0.27
50	59.33	0.15	0.41
80	67.24	0.23	0.63
Mean	54.46	0.11	0.31
LSD (0.05) (Cultivars)	4.62	0.02	0.05
LSD (0.05) (Shading levels)	3.74	0.01	0.03
LSD (0.05) (Cultivars x Shading levels)	ns	ns	ns
C.V. (%) (Cultivars)	9.51	20.37	19.64
C.V. (%) (Shading levels)	8.26	12.30	13.60

ns = No significant at the 0.05 probability level ; LFW = leaf fresh weight.

Crop growth rate

Crop growth rate determines the dry matter accumulation in a time and land units in a plant community. The crop growth rate value varied significantly among the varieties and shading levels at 0-30, 30-60, 60-90 and 90-120 days after transplanting (Table 3). Crop growth rate value in this study had an ascending growth. The variety Prachinburi recorded the highest crop growth

rate values (0.06, 0.62, 1.48 and 3.89 g m⁻² day⁻¹) followed by Ratchaburi (0.05, 0.36, 1.15 and 2.49 g m⁻² day⁻¹), Phichit 4-4 (0.04, 0.29, 1.29 and 1.74 g m⁻² day⁻¹) and Phisanulok 5-4 (0.03, 0.12, 0.72 and 1.73 g m⁻² day⁻¹), respectively. There was significant (P<0.05) difference in crop growth rate values of Kalmegh plant grown under the five different shading levels (Table 3). Plant grown under at 20% shading had the highest crop growth rate values (0.07, 0.81, 2.23 and 4.53 g m⁻² day⁻¹) followed by 0%, 40% and 50% shading while those shaded at 80% had the lowest crop growth rate values (0.03, 0.05, 0.14 and 0.24 g m⁻² day⁻¹).

Table 3 Effects of different shading levels on crop growth rate values (g m⁻² day⁻¹) of 4 local Kalmegh cultivars at harvest.

Treatments	Crop growth rate values (g m ⁻² day ⁻¹)			
	Ages (DAT) (days)			
	0-30	30-60	60-90	90-120
Main plot (Cultivars)				
Phisanulok 5-4	0.03	0.12	0.72	1.73
Prachinburi	0.06	0.62	1.48	3.89
Ratchaburi	0.05	0.36	1.15	2.49
Phichit 4-4	0.04	0.29	1.29	1.74
Sub plot (Shading levels (%))				
0 (Control)	0.06	0.45	1.63	3.20
20	0.07	0.81	2.23	4.53
40	0.05	0.25	1.17	2.83
50	0.04	0.17	0.63	1.51
80	0.03	0.05	0.14	0.24
Mean	0.05	0.35	1.16	2.46
LSD (0.05) (Cultivars)	0.06	0.07	0.21	0.54
LSD (0.05) (Shading levels)	0.02	0.03	0.17	0.31
LSD (0.05) (Cultivars x Shading levels)	ns	ns	ns	ns
C.V. (%) (Cultivars)	15.12	23.30	20.70	24.84
C.V. (%) (Shading levels)	8.81	11.10	18.48	15.37

ns = No significant at the 0.05 probability level ; DAT = Day after transplanting.

Leaf fresh and dry weight yield

Significant variation was found in respect of leaf fresh and dry weight yield among the varieties (Table 4). The highest (6.20 and 3.37 g plant⁻¹) and the lowest (4.44 and 1.61 g plant⁻¹) were obtained from variety Prachinburi and Phisanulok 5-4, respectively. There was significant (P<0.05) difference in leaf fresh and dry weight yield between Kalmegh plant grown under the different shading levels. Plants grown under 20% shading gave the highest leaf fresh weight yield per plant (6.60 g plant⁻¹) while the lowest leaf fresh weight yield

per plant ($3.16 \text{ g plant}^{-1}$) was obtained from plants provided with 80% shading (Table 4). For dry leaf dry weight yield, the highest leaf dry weight yield ($3.75 \text{ g plant}^{-1}$) was obtained from Kalmegh grown 20% shading, while the lowest ($0.33 \text{ g plant}^{-1}$) was obtained from plant shaded at 80% (Table 4). Increasing the shading intensity results in a significant ($P < 0.05$) decrease in yield of Kalmegh. These results are in good agreement with the finding of Devkota and Jha (2010) also showed that increasing level of shading could reduce growth and yield of plant. On the other hand, Santiago-Santos and Cedeno-Maldonado (1991) reported that the leaf mass of ngo gai produced under 63 or 73 % shade was greater than that produced under full sun.

Table 4 Effects of different shading levels on leaf fresh and dry weight yield (g plant^{-1}) of 4 local Kalmegh cultivars at harvest.

Treatments	Leaf FWY. (g plant^{-1})	Leaf DWY. (g plant^{-1})
Main plot (Cultivars)		
Phisanulok 5-4	4.44	1.61
Prachinburi	6.20	3.37
Ratchaburi	5.11	2.28
Phichit 4-4	4.71	1.88
Sub plot (Shading levels (%))		
0 (Control)	6.11	3.13
20	6.60	3.75
40	5.49	2.83
50	4.20	1.37
80	3.16	0.33
Mean	5.11	2.28
LSD (0.05) (Cultivars)	0.92	0.43
LSD (0.05) (Shading levels)	0.76	0.31
LSD (0.05) (Cultivars x Shading levels)	ns	ns
C.V. (%) (Cultivars)	20.29	21.29
C.V. (%) (Shading levels)	18.03	16.49

ns = No significant at the 0.05 probability level ; FWY = fresh weight yield ; DWY = dry weight yield.

Conclusion

It is concluded that among the studied 4 Kalmegh varieties, Prachinburi was the best growth and yield. The highest growth and leaf dry weight yield were obtained from Kalmegh provided with 20% shading. Increased shading level above 20% significant reduced in stem growth and dry weight yield. However, production of Kalmegh should, therefore be undertaken for Prachinburi variety at 20% shading to obtain the best growth and leaf fresh and dry weight yield.

Acknowledgement

The authors thank the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang for providing the financial support.

References

- Adamson, H.Y., Chow, W.S., Anderson, J.M., Vesk, M. and Sutherland, M.W. (1991). Photosynthetic acclimation of *Tradescantia albiflora* to growth irradiance: morphological, ultrastructural and growth responses. *Physiol. Plant.* 82 : 353-359.
- Akbar, S. (2011). *Andrographis paniculata*: A review of pharmacological activities and clinical effects. *Alternative Medicine Review.* 16(1) : 66-77.
- Anonymous. (2008). Intellectual property and traditional medical knowledge. *World Intellectual Property Organization.* 933(134) : 1-4.
- Biffa, M.A. (2003). Conservation and diversity of Hemptu Bumi (*Andrographis paniculata* nees) germplasm in Malaysia. Dissertation of Master of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia. 1-25.
- Chen, R.Y., Zeng, Q.L., Su, W.X., Wu, H. and Li, Z.F. (1999). Effect of shading treatments on growth and some physiological effects in *Rumhora adiantiformis*. *Journal of South China Agricultural University.* 20 : 77-79.
- De Carvalho Gonçalves, J.F., De Sousa Barreto, D.C., Dos Santos Jr, U.M., Fernandes, A.V., Barbosa Sampaio, P.D.T. and Buckeridge, M.S. (2005). Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Braz. J. Plant Physiol.* 17 : 325-334.
- Devkota, A. and Jha, P. K. (2010). Effect of different light levels on the growth traits and yield of *Centella asiatica*. *Middle-East Journal of Scientific Research.* 5(4) : 226-230.
- E-Aidy, F., Moustafa, S. and El-Afry, M. (1983). Influence of shade on growth and yield of tomatoes cultivated in summer season in Egypt. *Plasticulture.* 59 : 33-36.
- Hong, C.H., Bang, S.B. and Han, J.S. (1996). Effects of shading net on growth and yield of *Aster scaber* Thunb and *Lingularia fischeri* Turcz. *RDA. J. Agric. Sci. Hort.* 38 : 462-467.
- Jaganath, I.B. and Teik, N.L. (2003). Malaysian herbs series I. Smile, May/June 2003, 4p.
- Jang, Y., Mun, B., Do, K., Um, Y. and Chun, C. (2014). Effects of photosynthetic photon flux and carbon dioxide concentration on the photosynthesis and growth of grafted pepper transplants during healing and acclimatization. *Horticulture Environment and Biotechnology.* 55 : 387-396.
- Jeong, K.Y., Pasian, C.C. and Tay, D. (2007). Response of six *Begonia* species to different shading levels. *Acta Hort.* 761 : 215-220.
- Kakiuchi, J. and Kobata, T. (2004) Shading and thinning effects on seed and shoot dry matter increase in determinate soybean during the seed-filling period. *Agronomy Journal.* 96 : 398-405. doi:10.2134/agronj2004.0398.
- Kakiuchi, J. and Kobata, T. (2006) The relationship between dry matter increase of seed and shoot during the seed-filling period in three kinds of soybeans with different growth habits subjected to shading and thinning. *Plant Production Science.* 9 : 20-27.
- Kumar, R.N., Chakraborty, S. and Kumar, J.I.N. (2012). Influence of light and developmental stages on active principles of *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees. *Indian Journal of Sciences Research.* 3(1) : 91-95.

- Kurosaki, H. and Yumoto, S. (2003). Effects of low temperature and shading during flowering on the yield components in soybeans. *Plant Production Science*. 6 : 17-23. doi:10.1626/ppls.6.17.
- Legarrea, S., Karnieli, A., Fereres, A. and Weintraub, P.G. (2010). Comparison of UV-absorbing nets in pepper crops: spectral properties, effects on plants and pest control. *Photochemistry and Photobiology*. 86 : 324-330.
- López-Marín, J., Gálvez, A., González, A., Egea-Gilabert, C. and Fernández, J. (2012). Effect of shade on yield, quality and photosynthesis-related parameters of sweet pepper plants. *Acta Horticulturae*. 956 : 545-552.
- Medany, M.A., Hassanein, M.K. and Farag, A.A. (2009). Effect of black and white nets as alternative covers to sweet pepper production under greenhouses in Egypt. *Acta Hort*. 807 : 121-126.
- Minotta, G. and Pinzauti, S. (1996). Effects of light and soil fertility on growth, leaf chlorophyll content and nutrient use efficiency of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings. *Forest Ecology and Management*. 86 : 61-71.
- Naidu, C.V. and Swamy, P.M. (1993). Effect of shade on growth, biomass production and associated physiological parameters in *Pongamia pinnata* (Linn.) Pierre. *Indian J. Plant Physiol*. 34 : 212-214.
- Niranjan, A., Tewari, S.K. and Lehri, A. (2010). Biological activities of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees) and its active principles - A review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 1(2) : 125-135.
- Santiago-Santos, L.R. and Cedeno-Maldonado, A. (1991). Effect of light intensities on the flowering and growth of spiny coriander (*Eryngium foetidum* L.). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 75(4) : 383-389.
- Saravanan, R., Krishti, S., Gajbhiye, N.A. and Maiti, S. (2008). Influence of light intensity on gas exchange, herbage yield and andrographolide content in *Andrographis paniculata* (Nees.). *Indian Journal of Horticulture*. 65(2) : 220-225.
- Sarma, A.S. (1977). Studies on growth and yield under different plant densities and photosynthetic efficiency of wheat genotypes. M.Sc. (Ag.) Thesis, G.B. Pant Univ. of Ag. And Tech. Pantnagar (Nainital).
- Scuderi, D., Li Rosi, A., Cassaniti, C., Paratore, A. and Romano, D. (2008). The influence of shading levels on foliage plant growth and quality. *Acta Hort*. 801 : 1191-1196.
- Shivasankara, K.S., Mithila, T. and Maiti, S. (2000). Effect of different light intensities on growth and yield of betel vine (*Piper betel* L.). *J. Plantn. Crops*. 28 : 196-200.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*. 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.
- Thomas, J.A., Jaffrey, A., Atsuko, C.K. and David, M.K. (2005). Regulating the proton budget of higher plant photosynthesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 102 : 9709-9713.
- Witham, F.H., Blaydes, D.F. and Devlin, R.M. (1971). *Experiments in plant physiology*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Zhu, J.J., Peng, Q., Liang, Y.L., Wu, X. and Hao, W.L. (2012). Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence, and fruit yield in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under different shade and soil moisture during the fruit growth stage. *Journal of Integrative Agriculture* 11 : 927-937.

(Received 6 January 2017, accepted 8 January 2017)



PLANT ARCHIVES

AN INTERNATIONAL JOURNAL

National Academy Of Agricultural Science (NAAS) Has Rated The
Journal **4.41**

R.N.I. NO-UPENG/2001/5119

e-ISSN : 2581-6063 (Online)

ISSN:0972-5210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISSN: 0972-5210
ISSN: 2581-6063
(Online)



Plant Archives

R.N.I. No. UPENG/2001/5119

(International Journal of Plant Research)

Dr. R.S. Yadav, Ex. Principal, Ch. Charan Singh P.G. College, Heonra (Saifai), Etawah-(U.P.)-206130
Mob. : 09411274848

An UGC Approved Journal (No. 30969)

e-mail - ramarsy@rediffmail.com, website : www.plantarchives.org (NAAS Rating : 4.41)

Ref. No. : **PA3/5364**

Dated : 22.07.2019

Dear Sir/ Madam,

I thankfully acknowledge the receipt of your manuscript. You are requested to refer the para(s) ticked (✓) below :

- ✓ 1. I am pleased to inform you that your manuscript entitled "RESPONSE OF KALMEGH (*Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees) TO SHADING AT DIFFERENT GROWTH STAGES" by Somanan Liphon and S. Detpiratmongkol has been accepted for publication. Your paper will appear in Vol. 19 No.2 October, 2019.
- ✓ 2. You are requested to pay US\$ 150 (One Hundred Fifty US\$ only) towards the publication cost, in the Account of *Plant Archives*, account no. 50033745466 of Allahabad Bank, Branch Ch. Charan Singh P.G. College, Heonra, Etawah, U.P. (India). IFSC Code is ALLA 0212436.
3. Your paper is being sent to referees for their comments which will be communicated to you as soon as we received any information.
4. Your paper was referred to an expert for suitability of publication. The comments of the expert and paper are enclosed herewith for revision.
5. We are sorry to let you know that our referees have not recommended your paper for publication in *Plant Archives*.
- ✓ 6. Please recommend our journal for your departmental/institutional library.

Thanking you and assuring you our best services at all times.

With best regards

Yours truly

(R. S. Yadav)
Chief Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESPONSE OF KALMEGH (*Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees) TO SHADING AT DIFFERENT GROWTH STAGES

Somanan Liphan* and S. Detpiratmongkol

Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520

Abstract

Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees) is a very useful medicinal herb widely used for treatments of various human diseases and symptoms: fever, cold, laryngitis, diarrhea and inflammation. However, its enhanced growth and yield as a response to shading at different growth stages have not been studied yet. Therefore, in this study, an experiment was undertaken, from January to April 2018, to investigate the effects of shading at different growth stages on the growth, yield and quality of kalmegh. The design of this pot experiment was split plot with three replications; three local kalmegh cultivars—Prachinburi, Phichit 4-4 and Phisanulok 5-4—were the main plots. The four sub-plots were 20% shading at 3 stages of growth viz: 30, 60 and 90 days after planting (DAP) till harvest and no shading which was the control. Several agronomic characteristics of kalmegh such as plant height, stem, dry weight of leaf and root, total dry weight and leaf dry weight yield were recorded. The results indicated that Prachinbuti cultivar gave the tallest plant and stem heights as well as the highest dry weight of leaf and root, total dry weight and leaf dry weight yield, followed by Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4. Shading at different stages of growth clearly affected the growth and yield of kalmegh. No shading resulted in the least growth and yield while shading at 90 DAP promoted some growth and yield that was higher than no shading but lower than shading at 30 and 60 DAP. The maximum values of growth and yield were observed under 20% shading at 30 DAP.

Key words : Yield, Andrographolide, Kalmegh, Shading

Introduction

Medicinal plants are essential for human beings who utilize them for basic preventive and curative health care. Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees) is an important herb for treatments of fever, diarrhea, dysentery, cough, sore throat, bronchitis, arthralgia, haematometra, hypertension and snake bite (Madav *et al.*, 1995; Matsuda *et al.*, 1994). Kalmegh that is continuously harvested from trees in the forest may become depleted (Yusron and Januwati, 2004). However, it is widely cultivated in India, Sri Lanka, Malaya Peninsula, China and Thailand, but a proper cultivation method is required. The need for kalmegh plant as a raw material for traditional medicine continues to increase, but the supply of kalmegh harvested from farms is still unpredictable (Purwanto *et al.*, 2011). Environmental conditions such as shading strongly affect its growth (Kosma *et al.*, 2013). Solar radiation with a proper intensity, quality and duration of exposure is an important factor for its growth. When the received light intensity is low, the amount of light received by the surface area of each leaf within a specified period

of time will be low as well. Lack of light leads to metabolism disorder and decreases in photosynthesis and carbohydrate synthesis rates. Conversely, if the light intensity is too high, the plant may suffer from high temperature stress and drought stress (Parwanto *et al.*, 2011). Therefore, the objective of this study was to determine the effects of 20% shading at different growth stages on the growth, yield and quality of harvested kalmegh. This study was also meant to identify the optimum period for shading, in terms of days after planting till harvest, and inform farmers so as to enhance their kalmegh production.

Materials and methods

A field experiment was conducted at an experimental plot in the area of the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, during January to April, 2018. Seeds of kalmegh (Prachinburi, Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4 varieties) were obtained from the Phichit Agricultural Research and Development Center, Phichit Province, Thailand. Three seeds were dropped into a 1-cm deep hole in the soil in plastic pots (30 cm in diameter). The pots were arranged in

*Author for correspondence : E-mail : somanan.liphan@gmail.com

the experimental plot according to a split plot randomized complete block design with 3 replications. The main plot had all three varieties of kalmegh placed in it with 20% shading. It was divided into 4 sub-plots where each received 20% shading only during one of the 4 different growth stages of kalmegh. The sub-plot treatments included the following: (1) shading for 30 days after planting (DAP) till harvest, (2) shading for 60 DAP till harvest; (3) shading for 90 DAP till harvest and (4) without shading. When the seeds grew to 15 DAP, one plant from each pot was selected and the others were pulled off from the pot. At 30 DAP, 3 replicates of each of the 3 varieties for a total of 9 pots altogether were placed in each of the four sub-plots. According to a number of previous studies, plant growth, shoot dry weight and leaf dry weight yield were the highest under 20% shading condition (Liphan and Detpiratmongkol, 2017). Therefore, in this study, the shade treatments were imposed in the field with black artificial shade nets that provided 20% shading and the no shade control provided 100% of the sun light without any shading. To keep the soil moist, all of the pots received daily irrigation of water equivalent to 5 mm of rainfall till harvest. All of the pots were weeded manually for three rounds at 15, 30 and 60 DAP.

At 120 DAP, all of the plants were washed off the dirt clinging on them with water, pulled off the pots and their heights were measured with a meter scale. Next, they were separated into fresh leaves, stems and roots for assessment of some of their growth characteristics: stem length, number of branches per plant, number of leaves per plant and leaf area. The leaf area was measured with a portable area meter, LI-COR Model LI-3000, USA. Then, these parts were dried at 80 °C for 48 h and weighed and calculated of stem dry weight per plant, leaf dry weight per plant, root dry weight per plant, total dry weight per plant, pod DW plant⁻¹, seed dry weight yield (g m⁻²) and leaf dry weight yield.

Finally, the amounts of andrographolide and total lactone in the dry shoot biomass were determined by a method reported by Jain *et al.*, (2000) and Singh *et al.*, (2011). An analysis of variance was carried out on the obtained data, and the LSD ($p = 0.05$) was calculated (Gomez and Gomez, 1984).

Results and Discussion

Growth characteristics

Plant height

The plant heights at the time of harvest of the three kalmegh varieties varied (Table 1). The average plant height of Prachinburi variety was

significantly higher than those of Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4, by 43.25% and 61.28% respectively. Different periods of shading strongly influenced plant height. The average height of plants grown under shading at 30 DAP was higher than that of plants grown under shading at 60 DAP and 90 DAP, by 27.28% and 43.11% respectively. The kalmegh plants grown unshaded (control) had the lowest height. Increased treatment plant heights can be attributed to the favorable shade condition which might make the plants grow taller by increasing their cell division and elongation (Himbindu *et al.*, 2017; Saravanan *et al.*, 2008). A few previous studies reported that kalmegh grown under shade were taller than those under no shade (Saravanan *et al.*, 2008; Rosli *et al.*, 2018). In addition, shaded kalmegh grew taller with a larger canopy than those grown under no shade so that it could capture more light. The kalmegh plants grew taller because their stems elongated more in response to the low red to far-red ratio light that they were exposed to. Red to far-red ratio is the ratio of light at 655–605 nm to light at 725–735 nm. Red light suppresses stems from elongating while far-red light enhances elongation (Smith, 2000; Franklin and Whitelam, 2005). Shading decreases this ratio and stimulates the cells of the stems to make more phytohormones such as auxin, cytokinin and gibberellin (Müller and Leyse, 2011). These phytohormones cause the stems to elongate resulting in taller plants. This explains why the height and canopy of shaded kalmegh in this study were taller and more abundant. Several research results suggest that plant height depends on stem elongation (Liu *et al.*, 2016; Nagashima and Hikosaka, 2011).

Number of branches plant⁻¹

Among three kalmegh varieties (Table 1), the variety that yielded the highest number of branches plant⁻¹ was Prachinburi, followed by Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4 (Table 1). The number of branches plant⁻¹ was affected by the different periods of shading. The maximum of number of branches plant⁻¹ was found in the plant grown under shading at 30 DAP, followed by those grown under shading at 60 DAP and 90 DAP in this order. The minimum of number of branches plant⁻¹ was found in the plant grown under no shading (control). The number of branches plant⁻¹ might depend on the height of the plant which favored formation of more lateral buds: a taller plant yielded a higher number of branches plant⁻¹. This phenomenon was also reported by Singh *et al.*, (2011) and Sunil Kumar *et al.*, (2011).

Number of leaves plant⁻¹ and leaf area index

Significant variations of the number of leaves per plant and leaf area index among the three local kalmegh varieties can be observed in Table 1. The highest number of leaves per plant and leaf area index was yielded by the Prachinburi variety and the lowest was yielded by Phichit 4-4. Shading at different growth stages significantly affected the number of leaves per plant and leaf area index compared to the control (no-shading treatment). The numbers of leaves per plant shaded at 30 DAP were 9.39%, 32.36% and 40.05% greater than those shaded at 60, 90 DAP and no-shading, respectively. The results of leaf area index were similar to those of number of leaves plant⁻¹.

All of these results indicate that shading at different growth stages treatments increased the number of leaves per plant compared to no-shading. The number of leaves per plant under a shade were influenced by the light intensity and exposure duration that the plant got. The plant that received an appropriate light intensity for a proper duration, especially intensity at 20% shading for a period of 30 DAP till harvest, achieved a proper balance between water transpiration from its leaves and water and mineral absorption by its roots, resulting in good photosynthesis and high accumulation of carbohydrate; thus, its growth and development was close to perfect. This result agrees well with those reported by Sulandjari *et al.*, (2005) and Purwanto (2011). A previous study also reported that the total leaf area per plant of shaded kalmegh was the highest, whereas plants grown under no shade produced the lowest total leaf area per plant (Saravanan *et al.*, 2008).

Stem dry weight

Stem dry weights were significantly different among the three kalmegh varieties (Table 2). The stem dry weight of Prachinburi variety was 41.06%, 51.40% greater than those of Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4, respectively. The stem dry weight of the plant shaded at 30 DAP till harvest was higher than those of the plants shaded at 60 and 90 DAP till harvest by 9.63% and 18.94%, respectively. The lowest stem dry weight was from the plant grown under no shade (control).

Leaf dry weight

The leaf dry weights differed among the three kalmegh varieties (Table 2). In comparison, the leaf dry weight of Prachinburi variety was the highest, followed by those of Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4 in this order. A significant increase in leaf dry weight was observed in the plant grown under a longer shading period. The kalmegh grown under shade at 30 DAP till harvest yielded the

highest leaf dry weight while the kalmegh grown under no-shade (control) yielded the lowest leaf dry weight.

Our result indicates that a longer period of shading resulted in a remarkable increase in plant height, number of branches plant⁻¹, stem dry weight and leaf dry weight. This finding agrees well with the findings from a study by Detpiratmongkol and Liphan (2018) that a minimum continuous shading level (20%) at an early growth stage till harvest not only increased kalmegh plant height but also its growth parameters such as number of branches plant⁻¹, stem and leaf dry weights as well as seed and leaf dry weight yield (Detpiratmongkol and Liphan, 2018).

Root dry weight

Root dry weight varied significantly among the varieties (Table 2). The highest root dry weight was from Prachinburi variety. It was 37.50% and 53.13% greater than those of Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4. Shading had a significant effect on the root dry weight of kalmegh. The plant grown under shading at 30 DAP till harvest had the highest root dry weight, followed by those grown under shading at 60 and 90 DAP till harvest in this order, whereas the plant grown under no shade (control) had the lowest. Previous studies have reported that plants grown under a shading condition were taller and had a greater leaf, stem and root dry mass than those grown under no shade (Pitono *et al.*, 1996; Rosli *et al.*, 2018).

Pod dry weight

Pod dry weight varied among the three kalmegh varieties (Table 2). The pod dry weight of Prachinburi variety was 52.00%, 80.00% larger than those of Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4 in this order. The pod dry weight of kalmegh grown under shading at 30 DAP till harvest was the highest; it was greater than those of kalmegh grown under shading at 60 and 90 DAP till harvest by 6.25% and 18.75%, in this order. The lowest pod dry weight was from kalmegh grown under no shade.

Total dry weight

The trend in total dry weight was similar for stem, leaf, root and pods (Table 2). The highest total dry weight was from Prachinburi variety; it was greater than those of Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4 by 30.9% and 64.9%, in this order. The total dry weights of kalmegh shaded at different growth stages were greater than that of kalmegh grown under no shade. Kalmegh grown under 30 DAP till harvest gave the highest total dry weight; it was 14.29% and 20.96% higher than those yielded by

kalmegh grown under shading at 60 and 90 DAP till harvest. Kalmegh grown under no shade gave the lowest total dry weight.

Yield and andrographolide content

Seed dry weight yield

Similar to the results for pod dry weight and total dry weight (Table 3), the highest seed dry weight was from Prachinburi variety while the lowest was from Phichit 4-4. The seed dry weight yield was greatly affected by shading at different growth stages. The highest seed dry weight yield was from the shading condition of 30 DAT till harvest, followed by shading at 60 and 90 DAP till harvest in this order, whereas the lowest was from kalmegh grown under no-shade condition.

Leaf dry weight yield

The results on leaf dry weight yield are presented in Table 3. They indicate that the leaf dry weight yield strongly depended on the kalmegh variety. The maximum leaf dry weight yield was observed in Prachinburi variety, followed by Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4. Shading at different growth stages also strongly affected leaf dry weight yield compared to the no-shading condition. The highest leaf dry weight yield was obtained with the kalmegh grown under a condition of shading at 30 DAP till harvest, which was higher than those grown under a 60 or 90 DAP till harvest condition by 7.71% and 15.44% respectively. Kalmegh grown under no-shading condition gave the lowest leaf dry weight yield.

Andrographolide content (%)

The results of the determination of andrographolide content are shown in Table 3. Significant variations were found with respect to andrographolide content among the kalmegh varieties. The Prachinburi variety had a 15.48% and 30.54% higher andrographolide content than those of Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4, respectively. The andrographolide content in leaf also varied with the condition of shading. The highest andrographolide content was recorded for the plant grown under the shading condition of 30 DAP till harvest, followed the conditions of 60 and 90 DAP till harvest in this order, whereas the lowest content was observed in the plant grown under a no-shading condition.

Some researchers have studied the agronomic requirements for enhancing the growth and quality of kalmegh (Ramesh *et al.*, 2011; Mishra and Jain, 2013). They found that yield improvement and quality of crops correlated with optimum level and duration of its exposure to light.

There has been a report that kalmegh responded positively to light (Niranjan *et al.*, 2010). In addition, light strongly affected plant growth and yield potential (Zhu *et al.*, 2012). Kalmegh responded to variations in light intensity and exposure duration by changing their morphology and developing its growth characteristics such as taller height as well as higher leaf, stem and root dry weights and yields (Kumar *et al.*, 2009).

Shading reduces the active primary radiation in photosynthesis, resulted in a decrease net assimilation of light (Lambers and Poorter, 1992), an increase in stored photosynthetic products in the storage organs such as root (Schaffer, 1996), and a decrease in plant dry weight (Purwanto *et al.*, 2011). The authors of this last reference also reported that kalmegh needed shading in the range of 25% to 50% for optimum growth and andrographolide production. In this study, the maximum growth and yield parameters were observed under the condition of 20% shading at 30 DAP till harvest. The timing of shading clearly affected the growth and yield. The no-shading condition caused the greatest growth and yield reduction. Rosli *et al.*, (2018) reported that the growth as well as the quantity and quality of kalmegh grown under 40% shading at an early growth stage of 60 days after transplanting were enhanced.

Conclusion

It could be concluded that the Prachinburi variety was the best variety compared to Phisanulok 5-4 and Phichit 4-4. Shading at different growth stages improved its growth and yield. The best shading condition was 20% shading at 30 days after planting till harvest which improved its growth and yield the most.

Acknowledgements

The authors are thankful to the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok, Thailand, for providing the research facilities and financial assistance (Grant No. 2561-01-04-011). We are also grateful to the National Research Council of Thailand for their provision of financial assistance (Grant for Ph.D. Degree Student Fly 2019, KMITLGRAD03/2562). We also wish to thank Dr. Charan Ditchaiwong and the Phichit Agricultural Research and Development Center of Thailand for providing the seeds of local kalmegh cultivars we used in the experiment. Lastly, we wish to express our gratitude to Mr. Pratana Kangsadal, the KMITL Proofreader, for reviewing and giving comments on the manuscript.

References

- Detpiratmongkol, S. and S. Liphon (2018). Effects of different harvesting times on growth, yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Wall Ex. Nees). *International Journal of Agricultural Technology*, 14(7): 1161-1170.
- Franklin, K. A. and G. C. Whitelam (2005). Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. *Ann Bot (Lond)*, 96: 169-175.
- Gomez, K. A. and A. A. Gomez (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. Wiley International Publishers, New York, 156-174.
- Himbindu, T., N. Hariprasad Rao, G. Satyanarayana Reddy and K. P. Sastry (2017). Effect of time of planting and harvesting on growth, herbage yield and andrographolide content in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees.). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 6: 46-49.
- Jain, D. C., M. M. Gupta, S. Saxena and S. Kumar (2000). LC analysis of hepatoprotective diterpenoids from *Andrographis paniculata*. *J. Pharm. Biomed. Anal*, 22(4): 705-709.
- Kosma, C., V. Triantafyllidis, A. Papasavvas, G. Salabas and A. Patakas (2013). Yield and nutritional quality of greenhouse lettuce as affected by shading and cultivation season. *Emir. J. Food Agric*, (12): 974-979.
- Kumar, R. N., S. Chakraborty and J. I. N. Kumar (2009). Effect of light stress on peroxidase, succinate dehydrogenase and total chlorophyll content in *Andrographis paniculata*. *Asian J. Environ. Sci*, 4(1): 34-38.
- Lambers, H. and H. Poorter (1992). Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. *Adv. Ecol. Res*, 23: 187-261.
- Liphon, S. and S. Detpiratmongkol (2017). Influence of different shading levels on growth and yield of kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. f. (Nees). *International Journal of Agricultural Technology*, 13(1): 79-89.
- Liu, H., C. Yang and L. Li (2016). Shade-induced stem elongation in rice seedlings: Implication of tissue-specific phytohormone regulation. *Journal of Integrative Plant Biology*, 58(7): 614-617.
- Madav, S., H. C. Tripathi, S. K. Tandon and S. K. Mishra (1995). Analgesic, antipyretic and antiulcerogenic effects of andrographolide. *Indian J Pharm Sci*, 157: 121-125.
- Matsuda, T., M. Kuroyanagi, S. Sugiyama, K. Umehara, A. Ueno and K. Nishi (1994). Cell differentiation-inducing diterpenes from *Andrographis paniculata* Nees. *Chem Pharm Bull*, 42: 1216-1225.
- Mishra, S. and A. Jain (2013). Effect of integrated nutrient management on andrographolide content of *Andrographis paniculata*. *Nature and Science*, 11(8): 30-32.
- Müller, D. and O. Leyse (2011). Auxin, cytokinin and the control of shoot branching. *Annals of Botany*, 107: 1203-1212.
- Nagashima, H. and K. Hikosaka (2011). Plants in a crowded stand regulate their height growth so as to maintain similar heights to neighbours even when they have potential advantages in height growth. *Annals of Botany*, 108: 207-214.
- Niranjan, N., S. K. Tewari and A. Lehri (2010). Biological activities of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees) and its active principles-A review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(2): 125-135.
- Pitono, J., M. Januwati and N. Ngadimin (1996). Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan dan produksi tera tanaman sambiloto. *Warta Tumbuhan Obat Indonesia*, 3(1): 39-40.
- Purwanto, E., S. Samanhudi and S. Sudarmi (2011). Studies of shading levels and nutrition sources on growth, yield and andrographolide content of sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees). *Agrivita*, 33(3): 300-306.
- Ramesh, G., M. B. Shivanna and R. A. Santa (2011). Interactive influence of organic manures and inorganic fertilizers on growth and yield of kalmegh. (*Andrographis paniculata* Nees.). *Int. Res. J. Pl. Sci.*, 2(1): 16-21.
- Rosli, K. A., S. A., Hassan, M. T. M. Mohamed, J. Stanslas, R. Murdad, S. M. Sharif, I. A. M. Selamat and M. M. Lassim (2018). Growth and morphological responses of *Andrographis paniculata* to varying shade and nitrogen fertilization. *International Journal of Biosciences*, 12(1): 386-402.
- Saravanan, R., S. Krishti, N. A. Gajbhiye and S. Maiti (2008). Influence of light intensity on gas exchange, herbage yield and andrographolide content in *Andrographis paniculata* (Nees.). *Indian Journal of Horticulture*, 65(2): 220-225.
- Schaffer, A. A. (1996). *Photo assimilates distribution in plant and crops*. Marcel Dekker, Inc, New York, 1-16.
- Singh, M., A. Singh, A. S. Tripathi, R. K. Verma, M. M. Gupta, H. O. Mishra, H. P. Singh and A. K. Singh (2011). Growth behavior,

- biomass and diterpenoid lactones production in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees.) strains at different population densities. *Agricultural Journal*, 6(3): 115-118.
- Smith, H. (2000). Phytochromes and light signal perception by plants—anemerging synthesis. *Nature*, 407: 585-591.
- Sulandjari, S., S. Pramono, S. Wisnubroto and D. Indradewa (2005). Microclimate relationships with growth and yield of pandak pule (*Rauwolfia serpentina* Benth.). *Agrosains*, 7(2): 71-76.
- Sunil Kumar, B. V., A. Kumar and M. Kataria (2011). Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7(1): 45-54.
- Yusron, M. and M. Januwati (2004). Pengaruh kondisi agroekologi terhadap produksi dan mutu simplisia sambiloto (*Andrographis paniculata*). Prosiding Seminar Nasional XXVI, Tumbuhan Obat Indonesia, Padang, 211-216.
- Zhu, J., Y. Liang, Y. Zhu, W. Hao, X. Lin, X. Wu and A. Luo (2012). The interactive effects of water and fertilizer on photosynthetic capacity and yield in tomato plants. *Australian Journal of Crop Science*, 6(2): 200-209.

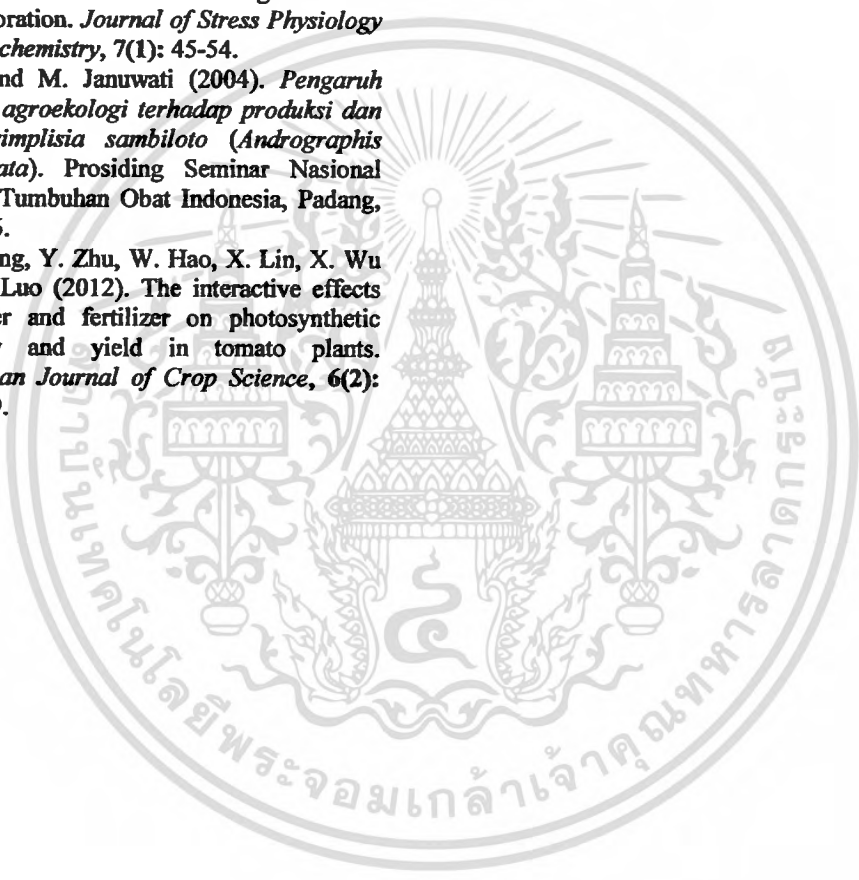


Table 1 : Effects of different times of shading on plant height, number of branch plant⁻¹, number of leaves plant⁻¹ and leaf areas of 3 local kalmegh cultivars at harvest (120 days after planting).

Treatments	Plant height (cm)	Number of branch plant ⁻¹ (branch)	Number of leaves plant ⁻¹ (leaves)	Leaf area index (LAI)
Cultivars (A)				
Prachinburi	56.41 A*	29.45 A	47.18 A	0.82 A
Phisanulok 5-4	32.04 B	18.20 BC	39.81 B	0.50 B
Phichit 4-4	21.84 B	15.22 B	28.65 C	0.33 C
Times of shading (B)				
30 DAP till harvest	58.10 a	25.20 a	25.28 a	0.64 a
60 DAP till harvest	42.25 b	22.48 b	42.17 ab	0.56 b
90 DAP till harvest	33.05 bc	20.26 b	38.21 b	0.52 bc
No shading (control)	20.31 c	18.55 c	28.52 c	0.48 c
LSD (A) (0.05)	5.14	4.73	5.32	0.09
LSD (B) (0.05)	5.70	2.40	5.09	0.07
LSD (AxB) (0.05)	ns	ns	ns	ns
C.V. (A) (%)	11.82	19.33	12.18	15.20
C.V. (B) (%)	14.98	11.22	13.34	12.73

ns = No significant at the 0.05 probability level; * = value within a column to followed by the different letters are significantly different by DMRT $p \leq 0.05$.

Table 2 : Effects of different times of shading on stem, leaves, root, pod dry weight and total dry weight of 3 local kalmegh cultivars at harvest (120 days after planting).

Treatments	Stem DW. (g plant ⁻¹)	Leaves DW. (g plant ⁻¹)	Root DW. (g plant ⁻¹)	Pod DW. (g plant ⁻¹)	Total DW. (g plant ⁻¹)
Cultivars (A)					
Prachinburi	3.58 A*	2.84 A	0.32 A	0.25 A	5.30 A
Phisanulok 5-4	2.11 B	2.05 B	0.20 B	0.12 B	3.66 B
Phichit 4-4	1.74 C	1.29 C	0.15 C	0.05 C	1.86 C
Times of shading (B)					
30 DAP till harvest	3.22 a	2.42 a	0.26 a	0.16 a	4.34 a
60 DAP till harvest	2.91 ab	2.10 ab	0.23 ab	0.15 a	3.72 b
90 DAP till harvest	2.61 b	1.95 b	0.21 b	0.13 bc	3.43 bc
No shading (control)	1.14 c	1.72 c	0.17 c	0.12 c	2.93 c
LSD (A) (0.05)	0.32	0.28	0.02	0.01	0.49
LSD (B) (0.05)	0.35	0.25	0.03	0.01	0.36
LSD (AxB) (0.05)	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (A) (%)	11.28	11.94	14.55	10.91	12.10
C.V. (B) (%)	14.30	12.39	15.16	13.43	10.20

ns = No significant at the 0.05 probability level; DW = dry weight; DAP = days after planting; * = value within a column to followed by the different letters are significantly different by DMRT $p \leq 0.05$.

Table 3 : Effects of different times of shading on seed and leaf dry weight yield and andrographolide content in leaf of 3 local kalmegh cultivars at harvest (120 days after planting).

Treatments	Seed DWY. (g m ⁻²)	Leaf DWY. (g m ⁻²)	Andrographolide content (%)
Cultivars (A)			
Prachinburi	3.57 A*	40.44 A	2.39 A
Phisanulok 5-4	2.11 B	29.40 B	2.02 B
Phichit 4-4	1.74 C	18.29 C	1.66 C
Times of shading (B)			
30 DAP till harvest	3.22 a	33.74 a	2.33 a
60 DAP till harvest	2.91 ab	31.14 b	2.16 ab
90 DAP till harvest	2.61 b	28.53 b	1.99 b
No shading (control)	1.14 c	24.10 c	1.60 c
LSD (A) (0.05)	0.32	3.66	0.24
LSD (B) (0.05)	0.35	2.97	0.24
LSD (AxB) (0.05)	ns	ns	ns
C.V. (A) (%)	11.28	11.01	10.46
C.V. (B) (%)	14.30	10.21	11.98

ns = No significant at the 0.05 probability level; DWY = dry weigh yield; * = value within a column to followed by the different letters are significantly different by DMRT $p \leq 0.05$.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISSN: 0972-5210
ISSN: 2581-6063
(Online)



Plant Archives

R.N.I. No. UPENG/2001/5119

(International Journal of Plant Research)

Dr. R.S. Yadav, Ex. Principal, Ch. Charan Singh P.G. College, Heonra (Saifai), Etawah-(U.P.)-206130
Mob. : 09411274848

An UGC Approved Journal (Group "A" of UGC-CARE List SL No.-365)
'e-mail - ramarsy@rediffmail.com, website : www.plantarchives.org (NAAS Rating : 4.41)

Ref. No. : **PA3/5603**

Dated : 10.09.2019

Dear Sir/Madam,

I thankfully acknowledge the receipt of your manuscript. You are requested to refer the para(s) ticked (✓) below :

- ✓ 1. I am pleased to inform you that your manuscript entitled "INFLUENCE OF SHADING LEVELS ON GROWTH, YIELD AND ANDROGRAPHOLIDE CONTENT OF KALMEGH" by Somanan Liphan and S. Detpiratmongkol has been accepted for publication. Your paper will appear in Vol. 20 No.1 April, 2020.
- ✓ 2. You are requested to pay US\$ 150 (One Hundred Fifty US\$ only) towards the publication cost, in the Account of *Plant Archives*, account no. 50033745466 of Allahabad Bank, Branch Ch. Charan Singh P.G. College, Heonra, Etawah, U.P. (India). IFSC Code is ALLA 0212436.
3. Your paper is being sent to referees for their comments which will be communicated to you as soon as we received any information.
4. Your paper was referred to an expert for suitability of publication. The comments of the expert and paper are enclosed herewith for revision.
5. We are sorry to let you know that our referees have not recommended your paper for publication in *Plant Archives*.
- ✓ 6. Please recommend our journal for your departmental/institutional library.

Thanking you and assuring you our best services at all times.

With best regards

Yours truly

(R. S. Yadav)
Chief Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INFLUENCE OF SHADING LEVELS ON GROWTH, YIELD AND ANDROGRAPHOLIDE CONTENT OF KALMEGH

Somanan Liphan* and S. Detpiratmongkol

Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520

Abstract

We studied the growth, yield and andrographolide content of three local kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees) responses to varying shade levels under green house conditions, from March to July 2018 in Thailand. Our experiment was laid out in a split plot design with three replications. Three local kalmegh varieties (Prachinburi, Nakhon Prathom and Saraburi) and four shading levels (0% , 25% , 50% and 75% shading) were applied to the test plots. Stem height, stem, leaf and root dry weight and leaf number per plant, seed and leaf dry weight yield and andrographolide content were recorded. The Prachinburi variety, followed by Nakhon Prathom and Saraburi, showed the strongest growth under all shade conditions. Different shading levels strongly influenced growth and kalmegh yield. The highest growth, stem, leaf, root, total dry weight, seed and leaf dry weight yield and andrographolide content were registered at 25% shading levels followed by 0%, 50% and 75% shading levels. We concluded that 25% shading and the local Prachinburi variety kalmegh should be recommended.

Key words : Growth, Yield, Andrographolide, Kalmegh, *Andrographis paniculata*, Shading

Introduction

Andrographis paniculata (Burm. F.) Nees commonly known as kalmegh belonging to family Acanthaceae, is an important medicinal plant, widely used in India and south-east Asian countries, such as Thailand and Indonesia, for treatment of malaria, liver disorder, hypertension, bowel complaints, fever, snake bite, common cold and variety of other ailments (Parasher *et al.*, 2011; Valdiani *et al.*, 2012)

Light is the main environmental factor which determines crop development: all plants are sensitive to it. Light plays an important role in chlorophyll synthesis, enzyme activation, and photosynthesis, thus governing plant growth and development. Excessive light intensity inhibits photosynthesis as it destroys photosynthetic pigments (Kumar *et al.*, 2012). Under natural conditions, kalmegh may be found in both shaded and wide open areas. Purwanto *et al.* (2011) reported that the shading level influenced growth and yield of kalmegh. Shading at 25% led to the best growth characteristics and yield, while the highest andrographolide content was observed at 50% shading levels. In contrast, Gundadon *et al.* (2015) found that kalmegh grown under full sunlight did not differ from those under 50% shade in height but produced more branches and leaves as

on the main plant stem. Rosli *et al.* (2018) compared two shade levels, 0%, and 40%, and reported that 40% shaded plants grew taller with greater total leaf area, specific leaf area ratio and net assimilation rate than sun-grown plants. During the growing period, growth and crop yield was closely related to the amount of solar energy received. However, this may be a lack of information on growth and physiology related to different light intensities of kalmegh (Saravanan *et al.* 2008). Therefore, the aim of this experiment is to evaluate the kalmegh in growth and yield response to different shading levels. So, we evaluated kalmegh growth and yield response to different shading levels.

Materials and methods

Plants were grown in the glass house of the Department of Plant Production Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand (13°44'33"N, 100°46'51"E) during March to July 2018.

Experimental design: The experiment was arranged in a split plot design with three replications. The main plot treatments use three local kalmegh varieties (Prachinburi, Nakhon Prathom, and Saraburi) while sub plot treatments used four different shading levels (0%, 25%, 50%, and 75% shading).

*Author for correspondence : E-mail : somanan.liphan@gmail.com

For placing the shading material, four 2 m high posts were erected above the treatments and then different shading material was stretched between these posts so that it was hanging on the sides, but not touching the ground to ensure ventilation. Three local kalmegh cultivar such as Prachinburi, Nakhon Prathom, and Saraburi were planted in main-plots. Black perforated plastic matting with 25, 50 and 75% transparency level was used as shade material. For 0% shading, the plant was fully exposed to sunlight.

Plant material and transplanting: The seeds of three local kalmegh varieties were obtained from Phichit Agricultural Research and Development Center, Phichit Province, Thailand. It was the place which was the largest collecting germplasm, local and hybrid of kalmegh varieties. One seed was sown (10 mm deep) in small plastic bags and then 30-day old seedlings, 150 mm high, were transplanted to plastic plots 300 mm in diameter and 300 mm of deep soil, approximately 30 kg. The soil was Bangkok series and clay in texture (Land development department, 2019) with pH 6.10, ie slightly acidic. One seedling was transplanted into each pot. The pot was irrigated everyday after transplanting until harvest to keep the soil moist. For fertilizer, the plant was given a base dose, 35 kg ha⁻¹ of Nitrogen fertilizer was applied as urea (46% of N) at 300 kg (N) ha⁻¹ of which 50% was applied as a basal dose and 50% at the 30 DAT. P [150 kg (P₂O₅) ha⁻¹] and K [150 kg (K₂O) ha⁻¹] were applied as ordinary superphosphate (12% of P₂O₅ and 12% of S) and potassium sulfate (50% of K₂O). All of P and K fertilizers were applied at one day before transplanting. Weeds were removed manually at 15, 30 and 60 DAT to minimize weed competition. The kalmegh plants were sampled at 120 DAT to measure their physical characteristics (stem length per plant, stem, leaf, root dry weight per plant, total dry weight, seed, and leaf dry weight yield). Dry weight per plant was measured by drying the plants at 80 °C for 48 h. Plant height was recorded by measuring the length of the plant from the soil surface to the top of the plant. The number of branches per plant was counted each plant and the average number of branches per plant was calculated. Seed and leaf dry weight yield per pot were noted and seed and leaf dry weight yield per square meter were calculated. At 120 DAT, total andrographolide was measured by HPLC following the method of Saxena *et al.* (2000) and Rajani *et al.* (2000).

Statistical analysis: The experiment was arranged in a split plot in a randomized complete block design with three replications following Snedecor and Cochran (1980). Analysis of variance using the SPSS for Windows 14.0 software package and means compared by the Least

Significant Difference (LSD) test at P=0.05 level of significance.

Results and Discussion

Growth characteristics

Plant height

Plant height (cm) differed significantly among the kalmegh varieties at harvest (Table 1). Maximum plant height was recorded from Prachinburi variety: it was 17% greater than the Nakhon Prathom and 37% greater than the Saraburi variety. There was significant (P<0.05) difference in plant height between plants grown under the different shading levels. Plants grown under 75% shading were the highest and were 11% higher compared to 50% shading and 26% higher than 25% shading, while plants were grown under full sun (0% shading) were the lowest. These results agree with those of Saravanan *et al.* (2008). Plant height varied significantly with light intensity. It was reduced up to 32% under full light (0% shading) compared to 25% light. The plants were shorter with reduced internodal length and more compact under full sun. Similarly, Boardman (1977) and Purwanto (2011) also noted that plants grown in the shade tended to be taller with a long stem segment composed of thin-walled cells, larger intercellular spaces and fewer transport tissue and binding tissue. This can be attributed to the activity of auxin. In the other words, kalmegh plants grew well with shading levels of 25 to 75%.

Number of branches

The degree of branching or number of branches per plant varied significantly among the varieties at harvest (Table 1). The Prachinburi variety showed higher branching than the others. Branching was affected by shading level. The highest branching degree was observed in plants under 25% shading. The lowest branching was observed with 75% shading.

Stem dry weight

Significant variation was found in stem dry weight. The Prachinburi variety recorded the highest stem dry weight followed by Nakhon Prathom and then Saraburi varieties. Shade also affected stem dry weight, with the highest stem dry weight obtained at 25% shading and it decreased by 19% at 0% shading, by 27% at 50% and by 30% at 75% shading.

Leaf dry weight and number of leaves per plant

Significant variation was found in leaf dry weight and number of leaves per plant at harvest (Table 1). Again, the Prachinburi variety showed the highest and Saraburi the lowest. Shading levels led to significant ($P < 0.05$) differences also, with the highest values at 25% shading, followed by 0% and 50% shading with the lowest at 75% shading. Higher numbers of leaves per plant and leaf dry weight observed at harvest was attributed to increased growth (number of branches per plant) which generated more leaves. Similar finding was reported by Ashok *et al.* (2002) and Sanwal *et al.* (2016). The production of plants with more number of branches per plant by the formation of more lateral buds. The results are in conformity with the finding of Kumar *et al.* (2009) and Parashar *et al.* (2011) in kalmegh. In contrast to Saravanan *et al.* (2008) reported that total leaf area per plant was the highest under full light conditions followed 25% shading. Lowest leaf area was recorded in plants grown under 70% shading.

Root dry weight

Root dry weight also varied with variety at harvest (Table 1). This followed the trend observed for the other parameters with Prachinburi variety showing the highest root dry weight and the Saraburi variety showing the lowest.

Pod dry weight

Pod dry weight differed among three varieties (Table 2): the trend was the same as for the other varieties with Prachinburi showing the maximum. Pod dry weight was also attributed to increased growth (number of branches per plant) and was consistent with reports by Kumar *et al.* (2009); Parashar *et al.* (2011).

Total dry weight

The trend for total dry weight followed the same pattern, agreeing with the work of Araki *et al.* (2014). However, Omar *et al.* (2016) found that shoot fresh weight and shoot dry weight disclosed increased with the increase in shade level or lowered total sun exposure, i.e. the minimum shoot dry weight was obtained under full sunlight. Singh *et al.* (2011) also reported that growth and dry matter yield decreased with lower sun exposure. This might be due to the fall of lower leaves, which became yellow and dry due to shading. Saravanan *et al.* (2008) also concluded that the total herbage and andrographolide content were the highest under full light conditions and that kalmegh is suitable for open cultivation. Purwanto *et al.* (2011) confirmed this. However, significant differences in total

biomass were not observed for plants grown under 70 and 50% light levels.

Plant yield and andrographolide content

Seed dry weight yield

Maximum seed dry weight (g m^{-2}) was found in Prachinburi variety and was 27% greater than Nakhon Prathom and 48% greater than Saraburi. The same trend with shading level was observed.

Leaf dry weight yield

Leaf dry weight yield (g m^{-2}) was again highest in the Prachinburi variety and 15% lower for Nakhon Prathom and 30% larger than Saraburi with the same trend for shading level.

Andrographolide content

The Prachinburi variety produced more andrographolide content than Nakhon Prathom and Saraburi see Table 3. Andrographolide content decreased significantly with increasing shading levels. The highest andrographolide content (2.9%) was recorded at the 25% shading level. It was reduced by 60% at the 75% shading level. Saravanan (2008) reported that the role of light in biosynthesis of andrographolide and the metabolism control was not yet understood. Shade indirectly plays a role, by altering the basic processes, like photosynthesis and respiration, and thereby changing the flux of metabolites and reducing power generated through the light reaction which may in turn, modify synthesis and accumulation of andrographolide. Similar findings were reported by Purwanto *et al.* (2011), who found that the kalmegh plant needed shading in the 25% to 50% range for optimum growth and andrographolide production. Rosli *et al.* (2018) reported that andrographolide content of shaded plants was slightly higher than sun-grown plants. Liphon and Detpiratmongkol (2017) reported a maximum andrographolide content at 20% shading level and a minimum at the 80% shading level.

Significant variations were found in respect of growth and yield among the local kalmegh cultivars. As three local kalmegh cultivars (Nakhon Prathom, Prachinburi and Saraburi) cultivars had significant in nine characteristics with each other. Prachinburi had the tallest plants (300 mm), number of branches per plant (34.6) and highest weights per plant: stem (53.9 g), leaf (25.9), root dry weight (14.2 g), pod dry weight (5.1 g), total dry weight (95.4 g), seed (48.3 g) and leaf dry weight yield (365 g m^{-2}) followed by the Nakhon Prathom and Saraburi varieties. These results confirm other work (Detpiratmongkol *et al.* 2016;

Detpiratmongkol *et al.* 2017; Liphan and Detpiratmongkol 2017). Sandeep *et al.* (2009) also reported that genotypes have a significantly different effect on plant height, stem, and leaf dry matter, total dry matter and dry matter yield.

Plant growth is affected by many environmental factors, such as insolation, temperature, soil, fertilizer and so forth. Significant differences in growth, yields, and andrographolide content were observed with shading levels. The maximum seed dry weight yield and total dry weight were obtained for the crop under 25% shade followed by the full sun (0% shade) and 50% shade levels. The lowest was recorded at 75% shade levels. We concluded that the optimum growth of kalmegh required limited shading for better growth. However, shade at more than 50% would decrease plant growth due to the high reduction of photosynthesis. As shown in Tables 1 and 2, the stem, leaf, and root dry weight and total dry weight and yield were the highest under 25% shading, followed 0% and 50% shading levels and lowest growth characters were recorded under 75% shading levels. This previous work of Liphan and Detpiratmongkol (2017) who were found that shading affected on growth and yield of kalmegh.

Conclusion

Our study clearly indicated that the highest plant height, stem leaf and root dry weight, total dry weight, seed, and leaf dry weight yield were obtained by the Prachinburi variety, followed by Nakhon Prathom and Saraburi. For different shading levels; shading had significant difference for all the growth characters studies. The maximum of stem, leaf and root dry weight, total dry weight and dry weight yield were obtained with 25% shading levels and the minimum was achieved with 75% shading level. Therefore, the use of the Prachinburi variety and plants grown under 25% shading levels were recommended.

Acknowledgements

We thank the National Research Council of Thailand for financial assistance (Thesis Grant for Doctoral Degree Student Fly 2019, KMITLGRAD03/2562). We also thank the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand for research facilities. We are grateful to Dr. Charan Ditchaiwong and Phichit Agricultural Research and Development Center for providing local kalmegh cultivars seeds that are used in this experiment and Assoc. Prof. Dr. John Morris, the KMITL Proofreader, for reviewing and giving comments on the manuscript.

References

- Araki, T., T. T. Oo and F. Kubota (2014). Effects of shading on growth and photosynthetic potential of green gram (*Vigna radiata* L. Wilczek) cultivars. *Environment Control Biology*, 52(4): 227-231.
- Ashok, K., A. Amit, M. Sujatha, B. Murali and M. S. Anand (2002). Effect of aging on andrographolide content in Kalmegh. *Journal of Natural Remedies*, 292: 179-181.
- Boardman, N. K. (1977). Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 28: 355-377.
- Detpiratmongkol, S., S. Liphan and S. Yoosukyingsataporn (2016). *Effects of plant spacing on growth and yield of Kalmegh (Andrographis paniculata (Burm.f.) Nees)*. Asia-Pacific Conference on Engineering and Applied Science (2016 APCEAS); 2016 August 25-27; Tokyo, Japan, pp. 23-28.
- Detpiratmongkol, S., S. Liphan, and S. Yoosukyingsataporn (2017). Effects of different planting dates on growth and yield of kalmegh. *International Journal of Agricultural Technology*, 13 (7.3): 2333-2340.
- Kumar, R. N., S. Chakraborty and J. I. N. Kumar (2009). Effect of light stress on peroxidase, succinate dehydrogenase and total chlorophyll content in *Andrographis paniculata*. *Asian Journal of Environmental Science*, 4 (1): 34-38.
- Kumar, R. N., S. Chakraborty and J. I. N. Kumar (2012). Influence of light and developmental stages on active principles of *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees. *Indian Journal of Sciences Research*, 3(1): 91-95.
- Gundadon, H., T. F. Ying, P. Ding and C. C. Yan (2015). Relative light intensity and kitchen waste compost effects on production of *Andrographis paniculata*. *International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, 1 (Sept.): 72-77.
- Land development department [Internet]. Thai soil series knowledge; [cited 2019 January 8]. Available from: <http://www.mcc.cmu.ac.th/dinThai/soilDetail.asp?SoilSeries=Bk>.
- Liphan, S. and S. Detpiratmongkol (2017). Influence of different shading levels on growth and yield of kalmegh *Andrographis paniculata* Burm. f. (Nees). *International Journal of Agricultural Technology*, 13(1): 79-89.
- Omar, M. A., M. A. Naqqiuddin, S. Shohaimi, H. Omar and A. Ismail (2016). Phytoplankton

- diversity in relation to different weather conditions in two urban made lakes. *Sustainability Agri Food Environmental Research (SAFER)*, 4(1): 1-21.
- Parashar, R., A. Upadhyay, J. Singh, S. K. Diwedi and N. A. Khan (2011). Morpho-physiological evaluation of *Andrographis paniculata* at different growth stages. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7(2): 124-127.
- Purwanto, E., S. Samanhudi and S. Sudarmi (2011). Studies of shading levels and nutrition sources on growth, yield and andrographolide content of sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees). *Agrivita*, 33(3): 300-306.
- Rajani, M., N. Neeta and M. N. Ravishankara (2000). A rapid method for isolation of andrographolide from *Andrographis paniculata* Nees. (Kalmegh). *Pharmaceutical Biology*, 38(3): 204-209.
- Rosli, K. A., S. A. Hassan, M. T. M. Mohamed, J. Stanslas, R. Murdad, S. M. Sharif, I. A. M. Selamat and M. M. Lassim (2018). Growth and morphological responses of *Andrographis paniculata* to varying shade and nitrogen fertilization. *International Journal of Biosciences*, 12(1): 386-402.
- Sandeep, S., P. M. Parakh and U. Gawani (2009). Antibacterial activity of *Jasminum grandiflorum* Linn leaves. *Journal of Pharmacy Research*, 2: 1206-1207.
- Saravanan, R., S. Krishti, N. A. Gajbhiye and S. Maiti (2008). Influence of light intensity on gas exchange, herbage yield and andrographolide content in *Andrographis paniculata* (Nees.). *Indian Journal of Horticulture*, 65(2): 220-225.
- Saxena, S., D. C. Jain, M. M. Gupta, R. Bhakuni, O. M. Hari and R. P. Sharma (2000). High-performance thin-layer chromatographic analysis of hepatoprotective diterpenoids from *Andrographis paniculata*. *Phytochemical Analysis*, 11(1): 34-36.
- Sanwal, C. S., R. Kumar and S. D. Bhardwaj (2016). Integration of *Andrographis paniculata* as potential medicinal plant in Chir Pine (*Pinus roxburghii* Sarg.) Plantation of North-Western Himalaya. *Scientifica*, 1-7.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran (1980). *Statistical Methods*, 7th edn. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 507 p.
- Singh, M., A. Singh, A. S. Tripathi, R. K. Verma, M. M. Gupta, H. O. Mishra, H. P. Singh and A. K. Singh (2011). Growth behavior, biomass and diterpenoid lactones production in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees.) strains at different population densities. *Agricultural Journal*, 6(3): 115-118.
- Valdiani, A., A. K. Mihdzar, S. G. Tan, D. Talei, M. A. Puad and S. Nikzad (2012). Naine Havandi (*Andrographis paniculata*) present yesterday, absent today: A plenary review on underutilized herb of Iran's pharmaceutical plants. *Mol. Biol. Rep.*, 39(5): 5409-5424.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1: Plant height, branches number plant⁻¹, stem dry weight, leaf dry weight and number of leaves plant⁻¹ of three local kalmegh varieties at harvest (120 days after planting) affected by different shading levels.

Treatments	Plant height (cm)	Branches number plant ⁻¹	Stem DW (g plant ⁻¹)	Leaf DW (g plant ⁻¹)	No. of leaves plant ⁻¹
Plant varieties (A)					
Prachinburi	30.44	34.56	53.87	25.86	192.40
Nakhon Pathom	25.18	28.05	46.96	22.36	158.73
Saraburi	19.28	23.42	39.27	19.14	116.50
Shading levels (B)					
0 %	19.47	31.32	55.21	24.27	185.95
25 %	22.76	36.82	65.00	27.48	243.16
50 %	27.08	25.48	39.75	20.73	125.89
75 %	30.56	21.08	27.85	17.31	68.51
LSD (0.05) (A)	3.63	3.32	6.66	2.99	26.71
LSD (0.05) (B)	2.84	4.20	6.02	2.40	21.38
LSD (0.05) (AxB)	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (A) (%)	12.84	10.22	12.59	11.78	15.12
C.V. (B) (%)	11.52	14.78	13.20	10.79	13.85

ns = No significant at the 0.05 probability level; DW = dry weight.

Table 2: Root, pod and total dry weight of three local kalmegh varieties at harvest (120 days after planting) affected by different shading levels.

Treatments	Root DW (g plant ⁻¹)	Pod DW (g plant ⁻¹)	Total DW (g plant ⁻¹)
Plant varieties (A)			
Prachinburi	14.21	5.06	95.36
Nakhon Pathom	11.59	4.43	81.13
Saraburi	9.17	2.97	66.38
Shading levels (B)			
0 %	11.58	4.08	84.72
25 %	14.51	5.09	95.10
50 %	10.70	3.95	73.22
75 %	9.68	3.50	70.78
LSD (0.05) (A)	1.42	0.60	9.32
LSD (0.05) (B)	1.16	0.57	8.35
LSD (0.05) (AxB)	ns	ns	ns
C.V. (A) (%)	10.77	12.80	16.31
C.V. (B) (%)	10.07	13.76	14.42

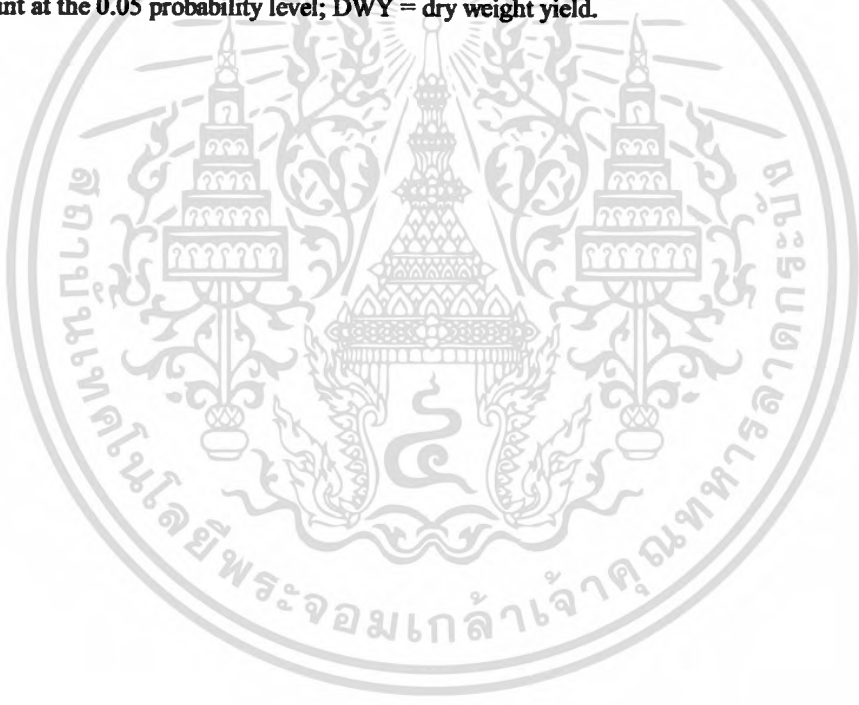
ns = No significant at the 0.05 probability level; DW = dry weight.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3: Seed and leaf dry weight yield and andrographolide content in the leaf of three local kalmegh varieties at harvest (120 days after planting) affected by different shading levels.

Treatments	Seed DWY. (g m ⁻²)	Leaf DWY. (g m ⁻²)	Andrographolide content (%)
Cultivars (A)			
Prachinburi	48.25	365.27	2.78
Nakhon Prathom	35.34	310.76	2.41
Saraburi	25.02	255.22	1.81
Shading levels (B)			
0%	39.74	374.43	2.62
25%	48.67	449.47	2.93
50%	34.48	297.40	2.60
75%	21.92	120.37	1.18
LSD (0.05) (A)	5.96	53.88	0.03
LSD (0.05) (B)	5.64	81.81	0.32
LSD (0.05) (AxB)	ns	ns	ns
C.V. (A) (%)	14.52	15.31	12.22
C.V. (B) (%)	15.74	26.61	13.76

ns = No significant at the 0.05 probability level; DWY = dry weight yield.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้