

วันออกดอก วันสิ้นสุดการออกดอก และระยะออกดอก ของพันธุ์ถั่วเหลืองไทย ที่ได้รับอิทธิพลจากการเพิ่มช่วงแสง

Day to Flower, Day to Complete Flowering and Flowering Period
of Thai Soybean Varieties as Affected by Extended Photoperiods

อภิพรรณ พุกภักดี¹ และ รวิวรรณ ศิริประเสริฐ²

Aphiphan Pookpakdi and Rawiwan Siriprasert

ABSTRACT

The study on reproductive growth of soybean as affected by different photoperiods, simulated by artificial fluorescence light, was conducted between 1979–80 using soybean varieties S.J. 1, S.J. 2, S.J. 4, Clark 63 and Williams. As 2 hours photoperiod was extended, days to flower of all soybean varieties were 12–14 days delayed. Days to complete flowering were also delayed as daylength extended.

By simulated daylength, so that soybean plants would received the photoperiods as if they were grown at 13°N, 23°N and 34°N latitude, this was found to affect the days to flower, days to complete flowering, and number of flowers of S.J. 1, S.J. 2, S.J. 4 and Williams varieties of soybean. Daylength given at equivalent of 34°N latitude caused the delay in flowering of all soybean varieties. Williams soybean was sensitive to extended daylength than S.J. soybeans. Since the days to flower and complete flowering of soybean varieties were delayed when different photoperiods occurred at the early growth stages, which would indicate that the flowering induction process of soybean took place at the early growth, presumably at the unifoliate leaf stage.

บทคัดย่อ

การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของช่วงแสงต่อการออกดอกในถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 ส.จ. 4 Clark 63 และ Williams ได้ดำเนินการในระหว่างปี พ.ศ. 2522–23 การใช้ช่วงแสงเพิ่มขึ้นกระทำโดยการใส่ไฟจากหลอด fluorescence เปิดเพิ่มขึ้นจากช่วงแสงปกติ ในการทดลองแรกเป็นการให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้น 2 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต การให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้นในระยะก่อนการออกดอก และการ

ให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะสิ้นสุดการออกดอกจนกระทั่งถึงเมื่อถั่วเหลืองสุกแก่

การให้ถั่วเหลืองได้รับช่วงแสงเพิ่มขึ้น ทำให้วันออกดอกและวันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ล่าช้าไป 12–14 วัน แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ถั่วเหลืองของไทยมีการตอบสนองต่อช่วงแสง เช่นเดียวกับพันธุ์ Clark 63 และพันธุ์ Williams การให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้นทำให้จำนวนดอกต่อต้นเพิ่มขึ้น

ในการทดลองที่สอง ซึ่งเป็นการให้ช่วงแสง

- 1 ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart Univ.
- 2 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเกษตรอยุธยา

ในลักษณะเดียวกับที่ถั่วเหลืองควรได้รับเมื่อปลูกในละติจูดที่ 13° 23° และ 34° เหนือ จากระดับเส้นศูนย์สูตร พบว่าช่วงแสงในระดับ 34° เหนือทำให้วันออกดอก วันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ล่าช้าไป ช่วงแสงในระดับ 13° และ 23° เหนือนั้น ไม่แตกต่างกันในช่วงแรกที่ถั่วเหลืองเริ่มงอก แต่แตกต่างกันเมื่อถั่วเหลืองมีอายุมากขึ้น เช่น ในช่วง 15–20 วันหลังงอก และไม่ให้วันออกดอกของถั่วเหลืองที่ได้รับช่วงแสงในระดับ 13° และ 23° เหนือแตกต่างกัน จึงแสดงให้เห็นว่าช่วงแสงที่จะมีอิทธิพลต่อการออกดอกของถั่วเหลืองนั้น ต้องเกิดขึ้นในช่วงแรกที่ถั่วเหลืองเจริญเติบโต และกระบวนการชักนำให้ถั่วเหลืองออกดอกเกิดขึ้นในขณะที่ถั่วเหลืองอยู่ในระยะเริ่มเจริญเติบโต เช่น ระยะที่มีใบเดี่ยวคู่แรก

คำนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ตอบสนองต่อช่วงแสงเป็นอย่างยิ่ง หากช่วงแสงสั้นลงถั่วเหลืองก็จะออกดอกเร็วขึ้น ซึ่งหมายความว่า ช่วงเวลาเจริญเติบโตทางลำต้นซึ่งเริ่มขึ้นเมื่อถั่วเหลืองเริ่มงอก จนกระทั่งถึงวันที่ถั่วเหลืองออกดอกดอกแรก (days to flower) ก็จะสั้นลงด้วย Major และ Johnson (1975) ได้ทำการทดลองและพบว่า การตอบสนองของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับจุดของช่วงแสงวิกฤติ (critical daylength) ซึ่งเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ หากช่วงแสงที่ถั่วเหลืองพันธุ์นั้นเจริญเติบโตอยู่มีค่าต่ำกว่าช่วงแสงวิกฤติ ถั่วเหลืองพันธุ์นั้นจะออกดอกภายใน 30 วัน ในทางตรงข้าม หากช่วงแสงที่ถั่วเหลืองพันธุ์นั้น ๆ เจริญเติบโตอยู่มีค่าสูงกว่าช่วงแสงวิกฤติ การออกดอกของถั่วเหลืองก็จะล่าช้าออกไป

Pookpakdi (1977) ได้พบว่า เมื่อปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ Williams ในมลรัฐมิสซูรี สหรัฐอเมริกา ในวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2518 ซึ่งในขณะนั้นช่วงแสงของพื้นที่ที่ปลูกเท่ากับ 15 ชั่วโมง ถั่วเหลืองพันธุ์ Williams จะออกดอกในเวลา 45 วัน แต่เมื่อปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เดียวกัน ในวันปลูกเดียวกัน ที่

เมืองซานฮัว ประเทศสาธารณรัฐจีนไต้หวัน ซึ่งมีช่วงแสงเท่ากับ 13 ชั่วโมง ถั่วเหลืองจะออกดอกภายใน 30 วัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองที่ออกดอกช้าจะสูงกว่าถั่วเหลืองที่ออกดอกเร็ว เนื่องจากช่วงเวลาการเจริญเติบโตก่อนออกดอกที่ยาวกว่า ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงขึ้น มีการสะสมอาหารสำรอง (food reserve) ได้มากขึ้น มีจำนวนข้อและพื้นที่ใบมากขึ้น และทั้งหมดนี้ล้วนส่งผลทำให้ผลผลิตและจำนวนฝักของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นด้วย

การทดลองของ Pookpakdi (1977) เป็นสิ่งที่ยืนยันให้ทราบว่า การนำถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตสูงจากประเทศอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา เข้ามาปลูกในประเทศในแถบเอเชียอาคเนย์ เช่น ประเทศไทย หรือประเทศไทย ซึ่งมีช่วงแสงในฤดูปลูกที่ต่ำกว่าสหรัฐอเมริกา ไม่ทำให้ถั่วเหลืองให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ เพราะถั่วเหลืองที่นำมาปลูกในประเทศไทยหรือไต้หวันในการทดลองต่าง ๆ นั้น เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวกับช่วงแสงที่ยาวกว่าช่วงแสงในประเทศไทย Yingchol และ Pookpakdi (1973) ได้รายงานว่าการเจริญเติบโตของพันธุ์เหล่านี้สู่พันธุ์ ส.จ. 1 และ ส.จ. 2 ไม่ได้ เนื่องจากต้นเดียว มีจำนวนข้อน้อย และให้ผลผลิตต่ำ

Cregan และ Hartwig (1984) ได้พบการตอบสนองต่อช่วงแสงของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ จากอเมริกาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับงานทดลองของ Pookpakdi (1977) และรายงานว่าการจำกัดของผลผลิตของถั่วเหลืองที่เจริญเติบโตจากสหรัฐอเมริกาเมื่อนำมาปลูกในสภาพวันสั้น เช่น ในเขตเอเชีย ได้แก่ การที่พันธุ์ต่าง ๆ ดังกล่าวเริ่มมีการเจริญเติบโตทางด้าน reproductive ก่อนที่การเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative) จะมีเพียงพอ

รายงานเกี่ยวกับการทดลองถึงอิทธิพลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองนั้น ได้ทำขึ้นในต่างประเทศ แต่ยังไม่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับ

อิทธิพลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง พันธุ์ที่ปรับปรุงในประเทศไทย ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของช่วงแสงต่อการเจริญเติบโต การออกดอก และการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง จึงเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงถั่วเหลืองให้เพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นต่อไปได้ ทั้งแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์ และการกำหนดวันปลูก ตลอดจนการกำหนดแหล่งผลิตถั่วเหลืองที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1

ได้ทำการทดลองที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี เมื่อเดือนเมษายน 2522 และสิ้นสุดการทดลองเมื่อเดือนสิงหาคม 2522

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design ทำ 3 ซ้ำ โดยใช้ช่วงแสงเป็น main plot และพันธุ์ถั่วเหลืองเป็น sub-plot ช่วงแสงที่ใช้ทดลองให้กับถั่วเหลือง ได้แก่ ช่วงแสงที่หนึ่ง คือ การให้ถั่วเหลืองเจริญเติบโตในช่วงแสงปกติ ช่วงแสงที่สอง ได้แก่ การให้แสงเพิ่มขึ้น 2 ชั่วโมง จากช่วงแสงปกติตลอดการเจริญเติบโต ช่วงแสงที่สาม ได้แก่ การให้แสงเพิ่มขึ้น 2 ชั่วโมง จากช่วงแสงปกติตั้งแต่ถั่วเหลืองเริ่มออกจนถึงสิ้นสุดการออกดอก ช่วงแสงที่สี่ ได้แก่ การให้แสงเพิ่มขึ้น 2 ชั่วโมงหลังจากถั่วเหลืองสิ้นสุดการออกดอกถึงระยะสุกแก่ สำหรับพันธุ์ถั่วเหลืองที่ใช้ ได้แก่ พันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 ส.จ. 4 และ Clark 63

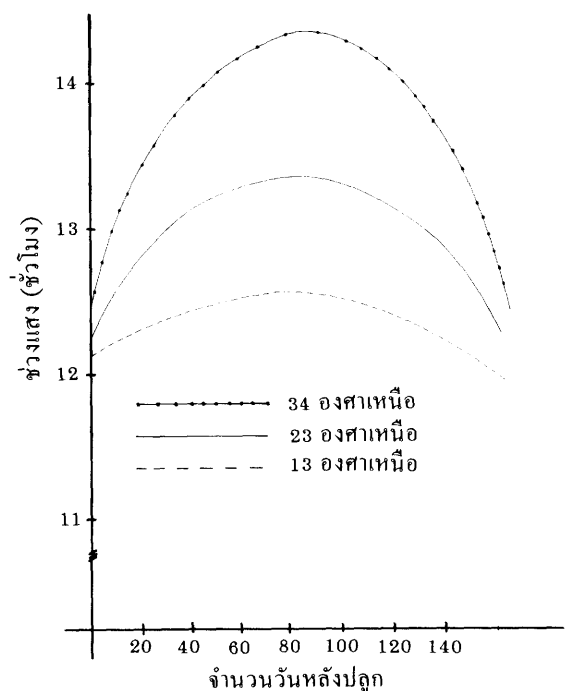
การทดลองนี้ใช้หลอด fluorescence 40 วัตต์ 3 หลอด มีกำลังส่องสว่าง 430 กำลังเทียน เป็นการให้แสงเพิ่มจากปกติ 2 ชั่วโมง โดยกำหนดตารางเปิดปิดไฟเพิ่มขึ้นจากช่วงแสงปกติในขณะนั้น โดยดูจาก Smithsonian Meteorological Table การติดตั้งหลอดไฟสูงห่างจากพื้นดิน 1.80 เมตร

ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ดินที่ใช้ปลูกเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ระดับ pH เท่ากับ 7 ใช้กระถางจำนวน 96 กระถาง ปลูกถั่วเหลือง 3 ต้นต่อกระถาง

การทดลองที่ 2

ทำการทดลองที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี เมื่อเดือนเมษายน 2523 สิ้นสุดการทดลองในเดือนกันยายน 2523

การวางแผนการทดลองแบบ Split plot in randomized complete block design โดยใช้ช่วงแสง 3 ลักษณะเป็น main plot และถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 1, ส.จ. 2, ส.จ. 4 และ Williams เป็น sub-plot ช่วงแสง 3 ลักษณะที่ใช้ ได้แก่ ช่วงแสงปกติที่มีอยู่ในช่วงทำการทดลองในพื้นที่ปลูกอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ซึ่งตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศาเหนือ ช่วงแสงที่สอง ได้แก่ ช่วงแสงที่มีอยู่ในช่วงทำการทดลองในพื้นที่ปลูกซึ่งตั้งอยู่ที่ละติจูด 23 องศาเหนือ ช่วงแสงที่สาม ได้แก่ ช่วงแสงที่มีอยู่ในช่วงที่ทำการทดลองในพื้นที่ปลูก ซึ่งตั้งอยู่ที่ละติจูด 34 องศาเหนือ การให้แสงเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงแสงปกติในช่วงแสงที่สองและสามนั้น ทำโดยการใช้หลอด fluorescence 40 วัตต์ จำนวน 6 หลอดในแต่ละ main plot แสงที่ให้มีกำลังส่องสว่างเท่ากับ



ภาพที่ 1 ความยาวของช่วงแสงที่ใช้ในการทดลองที่ 2

859 กำลังเขียน ติดให้สูงจากพื้นดิน 2 เมตร กำหนดการให้แสงเพิ่มขึ้นจาก Smithsonian Meteorological Table เขียนเป็นกราฟได้ ดังแสดงในภาพที่ 1 ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ปลูกในแปลงย่อยขนาดเท่ากับ 2.5×2 ตารางเมตร แต่ละแปลงย่อยใช้แถวยาว 2.5 เมตร จำนวน 4 แถว ระยะระหว่างแถวเท่ากับ 50 ซม. ระยะระหว่างคัน 20 ซม. ปลูกถั่วเหลือง 2 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 3-9-6 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

ผล

กระบวนการออกดอกของถั่วเหลืองที่สามารถสังเกตและวัดได้นั้น ได้แก่ วันออกดอก (days to flower) ซึ่งหมายถึงระยะเวลา (วัน) ตั้งแต่ถั่วเหลืองเริ่มออกจนกระทั่งออกดอกแรก วันสิ้นสุดการออกดอก (days to complete flowering) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่ถั่วเหลืองออกดอกดอกสุดท้าย ซึ่งตรงกับระยะเวลาที่ถั่วเหลืองหยุดการเจริญเติบโต ด้านลำต้นและใบโดยสิ้นเชิง และระยะการออกดอก (flowering period) ซึ่งเป็นระยะเวลา (วัน) ระหว่างวันออกดอกและวันสิ้นสุดการออกดอก สภาพแวดล้อมใด ๆ ที่ทำให้ระยะเวลาดังกล่าวผันแปรไป ก็จะทำให้การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในด้านอื่น ๆ ผันแปรไปด้วย

วันออกดอก

การศึกษาถึงวันออกดอกของถั่วเหลืองซึ่งได้รับอิทธิพลจากช่วงแสงและความแตกต่างระหว่างพันธุ์ของการทดลองที่ 1 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ช่วงแสงมีผลต่อวันออกดอกของถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้แสงเพิ่มขึ้นจากช่วงแสงที่ 1 อีก 2 ชั่วโมง เช่น ในช่วงแสงที่ 2 และช่วงแสงที่ 3 นั้น ทำให้ถั่วเหลืองทุกพันธุ์ออกดอกช้ากว่าการออกดอกของถั่วเหลืองซึ่งได้รับช่วงแสงที่ 1 ประมาณ 12 และ 14 วัน ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน วันออกดอกของถั่วเหลืองซึ่งได้รับช่วงแสงที่ 1 และที่ 4 นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องมาจากในช่วงแสงที่ 4 นั้น การ

ตารางที่ 1 วันออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสง ในการทดลองที่ 1

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Clark 63	
ช่วงแสง 1	32.6	33.6	30.6	29.0	31.5
ช่วงแสง 2	44.3	47.0	41.3	40.3	43.2
ช่วงแสง 3	47.3	52.0	44.3	40.0	45.9
ช่วงแสง 4	32.6	32.3	31.3	27.6	31.0
เฉลี่ย	39.2	41.2	36.9	34.2	37.9

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างช่วงแสงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 4.91

99% = 7.44

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ระดับความเชื่อมั่น

95% = 1.93

99% = 2.62

ให้แสงเพิ่มขึ้นจากช่วงแสงที่ 1 กระทำเมื่อถั่วเหลืองสิ้นสุดการออกดอกแล้ว

สำหรับความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต่อวันออกดอกนั้น พบว่าพันธุ์ ส.จ. 2 ออกดอกช้ากว่าพันธุ์ ส.จ. 1, ส.จ. 4 และ Clark 63 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า วันออกดอกของถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ที่ใช้ในการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$)

ผลการทดลองที่ 2 ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า การที่ถั่วเหลืองทุกพันธุ์ได้รับช่วงแสงยาวขึ้นนั้น ทำให้การออกดอกของถั่วเหลืองช้าออกไปอีกด้วย ในการทดลองนี้ ค่าเฉลี่ยวันออกดอกของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ที่ระดับความยาวของช่วงแสงที่ใช้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างของวันออกดอกของพันธุ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองที่สองนี้คล้ายคลึงกับความแตกต่างที่เกิดขึ้นในการทดลองที่ 1 พันธุ์ ส.จ. 2 มีจำนวนวันออกดอกแรกช้ากว่าพันธุ์อื่น ๆ และพันธุ์ Williams ซึ่งเป็นพันธุ์อเมริกันจะออกดอกเร็วกว่าพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ

ตารางที่ 2 วันออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสง ในการทดลองที่ 2

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Williams	
13° เหนือ	34.2	35.0	34.5	24.2	32.0
23° เหนือ	32.7	32.2	32.0	23.2	30.0
34° เหนือ	35.5	36.5	34.7	24.0	32.7
เฉลี่ย	34.2	34.6	33.7	23.8	31.6

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างช่วงแสงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 0.68

99% = 1.03

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 0.60
99% = 0.80

วันออกดอกของพันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 ส.จ. 4 และ Williams นั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$)

วันสิ้นสุดการออกดอก

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่า ช่วงแสงแต่ละช่วงที่ใช้ในการทดลองมีผลทำให้วันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) การให้แสงเพิ่มขึ้นอีก 2 ชั่วโมงในช่วงแสง 2 และช่วงแสง 3 นอกจากจะทำให้ถั่วเหลืองออกดอกช้าลงแล้ว ยังทำให้จำนวนวันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองยาวนานขึ้นด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ถั่วเหลืองได้รับช่วงแสงที่ 1 และการที่ถั่วเหลืองได้รับช่วงแสงเพิ่มขึ้นหลังสิ้นสุดการออกดอกแล้ว (ช่วงแสงที่ 4) อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของวันสิ้นสุดการออกดอกในช่วงแสงที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การที่วันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองยาวขึ้น เมื่อมีการให้แสงเพิ่มขึ้นจากที่ได้รับในสภาพปกติ แสดงว่าการสิ้นสุดการออกดอกน่าจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของช่วงแสงในระยะแรกของการเจริญเติบโต

ตารางที่ 3 วันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสงในการทดลองที่ 1

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Clark 63	
ช่วงแสง 1	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0
ช่วงแสง 2	59.3	58.6	59.6	58.6	59.1
ช่วงแสง 3	59.3	61.3	58.3	55.6	58.6
ช่วงแสง 4	51.0	51.3	51.3	49.6	50.8
เฉลี่ย	55.4	55.8	55.3	54.0	55.1

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างช่วงแสงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 2.97
99% = 4.51

สำหรับความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในวันสิ้นสุดการออกดอกนั้น พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4 วันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสง ในการทดลองที่ 2

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Williams	
13° เหนือ	54.0	59.5	56.5	50.0	55.0
23° เหนือ	74.2	53.2	55.7	43.5	56.7
34° เหนือ	84.7	79.7	74.7	43.7	70.7
เฉลี่ย	71.0	64.2	62.3	45.7	60.8

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างช่วงแสงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 3.63
99% = 5.50

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 7.02
99% = 9.47

สำหรับผลการทดลองที่ 2 นั้น จะเห็นได้ว่า ช่วงแสงแต่ละช่วงที่ใช้มีผลทำให้วันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ช่วงแสงที่ระดับ 34 องศาเหนือ ทำให้วันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองช้าลงไป ซึ่งผลการทดลองนี้สนับสนุนผลการทดลองแรก

ผลของพันธุ์ต่อวันสิ้นสุดการออกดอก พบว่า พันธุ์ ส.จ. 1 มีจำนวนวันสิ้นสุดการออกดอกช้าที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ ส.จ. 2 ส.จ. 4 และ Williams ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าวันสิ้นสุดการออกดอกของถั่วเหลืองในแต่ละพันธุ์นั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ระยะการออกดอก

สำหรับผลการทดลองที่ 1 ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 5 นั้นพบว่า ช่วงแสงมีอิทธิพลต่อระยะการออกดอกของถั่วเหลือง และช่วงแสงที่ให้ต่างกัน ทำให้เกิดความแตกต่างของระยะการออกดอก การให้แสงเพิ่มขึ้นจากที่เป็นอยู่ในสภาพปกติ ถึงแม้จะ

ตารางที่ 5 ระยะการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสง การทดลองที่ 1

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Clark 63	
ช่วงแสง 1	19.3	18.3	21.3	23.0	20.5
ช่วงแสง 2	15.0	11.6	18.3	18.3	15.8
ช่วงแสง 3	12.0	9.3	14.0	15.6	12.7
ช่วงแสง 4	18.3	19.0	20.0	22.0	19.8
เฉลี่ย	16.2	13.6	18.4	19.7	17.2

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างช่วงแสงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 2.9

99% = 4.1

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 2.4
99% = 5.1

ทำให้การออกดอกหรือวันสิ้นสุดการออกดอกช้าลงก็ตาม แต่ช่วงแสงที่ 2 และ 3 ทำให้ระยะการออกดอกสั้นเข้า 5-8 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงแสงที่ 1 ($P < 0.05$)

การให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้นหลังจากถั่วเหลืองสิ้นสุดการออกดอกแล้ว เช่น ในช่วงแสงที่ 4 ไม่ได้ทำให้ระยะการออกดอกแตกต่างกับช่วงแสงที่ถั่วเหลืองได้รับตามธรรมชาติ (ช่วงแสงที่ 1) แต่ประการใด ซึ่งแสดงว่าช่วงแสงที่กระทบกระเทือนต่อการออกดอกของถั่วเหลืองนั้น น่าจะเป็นช่วงแสงในระยะแรกของการเจริญเติบโตในถั่วเหลือง ความแตกต่างของพันธุ์ต่อระยะการออกดอกในถั่วเหลืองนั้นพบว่า พันธุ์ Clark 63 มีระยะการออกดอกยาวที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ ส.จ. 4 ส.จ. 1 และ ส.จ. 2 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ผลการทดลองที่ 2 พบว่า ระยะการออกดอกของถั่วเหลืองที่ได้รับอิทธิพลจากช่วงแสงต่าง ๆ นั้น จะแตกต่างกัน (ตารางที่ 6) ช่วงแสงที่ระดับ 34 องศาเหนือ ทำให้ระยะการออกดอกของถั่วเหลืองยาวที่สุด รองลงมา ได้แก่ ช่วงแสงที่ระดับ 23 องศาเหนือ และ 13 องศาเหนือ ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ระยะการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสง การทดลองที่ 2

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Williams	
13° เหนือ	19.7	24.5	22.0	25.7	23.0
23° เหนือ	41.5	21.0	23.7	20.2	26.6
34° เหนือ	49.2	43.2	40.0	19.7	38.0
เฉลี่ย	36.8	29.6	28.6	21.9	29.2

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างช่วงแสงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 6.3

99% = 8.9

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 4.8, 99% = 6.5

สำหรับข้อแตกต่างของระยะออกดอกในพันธุ์ต่าง ๆ นั้นพบว่า พันธุ์ ส.จ. 1 ใช้เวลานานที่สุดรองลงมา ได้แก่ พันธุ์ ส.จ. 2 ส.จ. 4 และพันธุ์ Williams

จำนวนดอกทั้งหมดต่อต้น

จากการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 พบว่า จำนวนดอกของถั่วเหลืองทุกพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองจะเพิ่มขึ้น หากมีการให้ช่วงแสงยาวขึ้นจากปกติ (ตารางที่ 7 และตารางที่ 8) อย่างไรก็ตาม การให้แสงเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง หรือการให้แสงเพิ่มขึ้นในช่วงระยะการเจริญเติบโตด้าน vegetative หรือเมื่อสิ้นสุดการออกดอกแล้ว ไม่ทำให้จำนวนดอกแตกต่างกันแต่อย่างใด

การเพิ่มจำนวนดอกของถั่วเหลืองเมื่อมีการให้แสงเพิ่มขึ้นจากช่วงแสงที่ระดับ 13 องศาเหนือ เป็นช่วงแสงที่ระดับ 23 องศาเหนือ และ 34 องศาเหนือ นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดลองที่ 2 ค่าเฉลี่ยของจำนวนดอกต่อต้นจากช่วงแสงที่ระดับ 13 องศาเหนือ และ 34 องศาเหนือ เท่ากับ 95.8 และ 115.4 ดอกต่อต้นตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 จำนวนดอกทั้งหมดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสง การทดลองที่ 1

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Clark 63	
ช่วงแสง 1	49.6	83.6	71.6	58.0	65.7
ช่วงแสง 2	107.3	77.0	96.3	115.6	99.0
ช่วงแสง 3	84.3	99.3	81.0	94.3	89.7
ช่วงแสง 4	96.6	101.6	80.0	75.0	88.3
เฉลี่ย	84.5	90.4	82.2	85.7	85.7

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างช่วงแสงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% = 13.36
99% = 20.24

ตารางที่ 8 จำนวนดอกทั้งหมดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละช่วงแสง การทดลองที่ 2

ช่วงแสง	พันธุ์				เฉลี่ย
	ส.จ. 1	ส.จ. 2	ส.จ. 4	Williams	
13° เหนือ	105.3	133.7	94.0	52.5	95.8
23° เหนือ	88.5	97.8	77.7	50.4	78.6
34° เหนือ	171.6	162.0	89.8	38.4	115.4
เฉลี่ย	121.0	131.2	87.1	47.1	96.6

L.S.D. ของความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่ระดับความเชื่อมั่น
95% = 21.95
99% = 29.67

ข้อแตกต่างระหว่างพันธุ์ในการสร้างจำนวนดอกนั้น ไม่ปรากฏชัดในการทดลองที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ ส.จ. 2 มีแนวโน้มที่จะสร้างดอกมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ สำหรับในการทดลองที่ 2 นั้น พันธุ์ ส.จ. 2 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนดอกมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ และแตกต่างกับพันธุ์อเมริกัน เช่น พันธุ์ Williams อย่างเห็นได้ชัด ($P < 0.01$) สำหรับพันธุ์ William นั้น พบว่า มีจำนวนดอกน้อยกว่าพันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 และ ส.จ. 4 อย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 8) ส่วนจำนวนดอกต่อต้นของพันธุ์ Clark 63 นั้น ไม่พบว่าแตกต่างไปจากพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ แต่อย่างใด (ตารางที่ 7)

วิจารณ์

ในการพิจารณาเกี่ยวกับสรีรวิทยาของการออกดอกในถั่วเหลือง โดยได้รับอิทธิพลจากช่วงแสงนั้น พบว่า หากพืชได้รับช่วงแสงเกินกว่าระดับช่วงแสงที่พอเหมาะแล้ว จะทำให้การออกดอกของถั่วเหลืองช้ากว่าปกติ (Major and Johnson, 1975) จากผลการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 นั้น แสดงให้

เห็นว่าช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นจากระดับปกติที่ใช้ในการทดลอง ทำให้ถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 และ ส.จ. 4 ออกดอกและสิ้นสุดการออกดอกช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองพันธุ์อเมริกัน เช่น Williams ซึ่งการออกดอกและสิ้นสุดการออกดอกไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้นตามระดับละติจูดที่สูงขึ้น (23 องศาเหนือ และ 34 องศาเหนือ) ในการทดลองที่ 2 ข้อแตกต่างระหว่างพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ กับพันธุ์ Williams ในการออกดอกน่าจะเกิดขึ้นจากการที่พันธุ์ ส.จ. และพันธุ์ Williams มีช่วงแสงวิกฤติอยู่ในระดับที่ต่างกัน ช่วงแสงที่ให้แก่พืชนั้นอาจอยู่ต่ำกว่าช่วงแสงวิกฤติของพันธุ์ Williams ก็ได้ จึงทำให้การออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ Williams ในช่วงแสงต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน

จากการทดลองของ Pookpakdi (1977) ได้แสดงให้เห็นว่า การปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ Williams ในไต้หวันในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม ซึ่งมีช่วงแสงยาวเท่ากับ 13 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ ไม่ทำให้วันออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ Williams แตกต่างกัน วันออกดอกเท่ากับ 30 วันหลังจากปลูก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงแสงวิกฤติของถั่วเหลืองพันธุ์นี้จะสูงกว่าช่วงแสงที่มีอยู่ในขณะนั้นที่ไต้หวัน ในการทดลองนี้ วันออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ Williams เท่ากับ 24 วันหลังจากงอก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงแสงมีอิทธิพลต่อการออกดอกของถั่วเหลือง ในการทดลองดังกล่าว ช่วงแสงที่ใช้ยังต่ำกว่าช่วงแสงวิกฤติของพันธุ์ Williams สำหรับในพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ นั้น การที่วันออกดอกและวันสิ้นสุดการออกดอกล่าช้า เนื่องจากการเพิ่มช่วงแสง แสดงให้เห็นว่า ช่วงแสงวิกฤติของพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ น่าจะอยู่ต่ำกว่าช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นในทั้งสองการทดลอง (Major and Johnson, 1975) การที่ช่วงแสงวิกฤติของพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ อยู่ใกล้เคียงกับช่วงแสงที่มีอยู่ในประเทศไทย น่าจะเป็นไปได้ว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ดังกล่าวเป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวในประเทศไทยเป็นเวลานาน (อานวย, 2520) การที่วันออกดอกและวันสุกแก่ของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ แตกต่างกันเมื่อปลูกในภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย ก็อาจจะเป็นเพราะ

ช่วงแสงวิกฤติของพันธุ์ดังกล่าวอยู่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของช่วงแสงในประเทศไทย

พันธุ์จากอเมริกาที่ใช้แตกต่างกันในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 คือ ในการทดลองที่ 1 ใช้พันธุ์ Clark 63 และการทดลองที่ 2 ใช้พันธุ์ Williams เนื่องจากขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ Clark 63 ทุกรุ่นก็ตาม ผู้ทำการวิจัยคาดว่าพันธุ์ทั้งสองน่าจะได้รับอิทธิพลจากช่วงแสงในลักษณะใกล้เคียงกัน เนื่องจากพันธุ์ทั้งสองเป็นพันธุ์ที่อยู่ในกลุ่มสุกแก่ (maturity group) ใกล้เคียงกันมาก คือ Clark 63 อยู่ในกลุ่มที่ IV และ Williams อยู่ในกลุ่มที่ III (Johnson, 1976 อ้างโดย อภิพรธ, 2523) ในการทดลองต่าง ๆ ในอดีต ได้กล่าวถึงการตอบสนองต่อช่วงแสงของพันธุ์ทั้งสอง จึงคิดว่าในกรณีที่ไม่สามารถหาพันธุ์ Clark 63 ได้ ก็สามารถศึกษาการตอบสนองต่อช่วงแสงได้โดยใช้พันธุ์ Williams สำหรับแทนพันธุ์จากอเมริกาได้

ในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 นั้น ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัด คือ ความแตกต่างของช่วงแสง ในการทดลองที่ 1 ความแตกต่างของช่วงแสงเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่ตรงตามธรรมชาติ ส่วนในการทดลองที่ 2 นั้น ความแตกต่างของช่วงแสงที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างธรรมชาติที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ตั้งอยู่ในเส้นรุ้งที่ 13 องศาเหนือ 23 องศาเหนือ และ 34 องศาเหนือ ในการทดลองที่ 2 นั้น จะเห็นว่าความแตกต่างของช่วงแสงเกิดขึ้นในช่วงที่ถั่วเหลืองเริ่มออกดอกแล้ว แต่ความแตกต่างของช่วงแสงในระยะแรกของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นของช่วงแสงในระดับ 13 องศาเหนือ กับ 23 องศาเหนือเกือบไม่มีเลย

การที่ถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ ส.จ. มีการออกดอกล่าช้าเมื่อให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้นในการทดลองแรก แต่ระยะการออกดอกไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อให้ช่วงแสงเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าช่วงแสงมีความสำคัญในการออกดอก กระบวนการกระตุ้นให้ถั่วเหลืองออกดอกน่าจะเกิดขึ้นในระยะแรกของการเจริญเติบโต ซึ่ง Shanmugasundaram, และคณะ (1978) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ที่ตอบสนอง

ต่อช่วงแสงจะเกิดกระบวนการกระตุ้นเมื่ออายุได้ 9 วันหลังจากงอก หากในช่วงแรกของการเจริญเติบโตดังกล่าว ความแตกต่างของช่วงแสงเกิดขึ้น จะทำให้การออกดอกของถั่วเหลืองแปรปรวนไปด้วย ดังเช่นในการทดลองที่ 1 หากในระยะแรกของการเจริญเติบโตดังกล่าว ช่วงแสงที่ใช้ทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก ความแปรปรวนของการออกดอกก็จะไม่แตกต่างกันได้ ในการทดลองที่ 1 และ 2 ได้แสดงให้เห็นถึงระยะก่อนออกดอกของถั่วเหลืองว่ามีความสำคัญ และช่วงแสงที่แตกต่างกันในช่วงก่อนการออกดอกนั้น ทำให้การออกดอกของพืชล่าช้าไปในการทดลองต่าง ๆ โดยใช้ข้อแตกต่างของช่วงแสงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้แสงสว่างโดยอาศัยแสงไฟฟ้าชนิดหลอด fluorescence นั้น อิทธิพลอย่างหนึ่งที่พืชได้รับ คือ ความเข้มข้นของแสง ซึ่งความยาวนานของการใช้ช่วงแสง จะทำให้พืชเพิ่มประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงไปด้วย ดังนั้น ลักษณะบางประการที่เกี่ยวกับสรีรวิทยาของการออกดอกในการทดลองดังกล่าวจึงเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องระหว่างอิทธิพลของช่วงแสงและความเข้มของแสง สำหรับการชักนำให้พืชออกดอกช้าหรือเร็วนั้น Borthwick and Parker (1938) พบว่า ความเข้มของแสง 100 ฟุตคาล์มเทียน ก็เพียงพอสำหรับการกระตุ้นให้ถั่วเหลืองออกดอก

ระยะการออกดอกและจำนวนดอกที่สร้างขึ้นนั้น เป็นลักษณะอย่างหนึ่งที่ได้รับอิทธิพลจากช่วงแสงและความเข้มข้นของแสง การที่ถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ ออกดอกล่าช้าไปเนื่องจากการเพิ่มของช่วงแสง จะทำให้ช่วงการเจริญเติบโตด้าน vegetative ของพันธุ์นั้น ๆ ยาวขึ้น หากได้รับช่วงแสงเพิ่มขึ้นอีก จะทำให้การสังเคราะห์แสงและการสร้างปริมาณอาหารมากขึ้น จึงทำให้จำนวนดอกที่สร้างขึ้นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองของ Thomas and Raper (1977) ที่พบว่าจำนวนดอกในถั่วเหลืองพันธุ์ Ransom จะสูงขึ้นเมื่อถั่วเหลืองอยู่ในสภาพวันยาว เมื่ออายุมากพอแล้วจึงชักนำวันสั้นให้ถั่วเหลืองออกดอก ส่วนระยะการออกดอกนั้นจะสั้นเข้าหากพันธุ์ที่ทำการทดลอง

ออกดอกช้าลง เนื่องจากในระยะที่ยังไม่ออกดอกพันธุ์นั้น ๆ มีโอกาสที่จะสร้างปริมาณอาหารขึ้นอย่างเพียงพอ จึงทำให้ระยะการออกดอกไม่ยาวนานเกินไป

สรุป

การทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของช่วงแสงต่อการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 และ ส.จ. 4 เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Clark 63 และพันธุ์ Williams สามารถสรุปได้ว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 และ ส.จ. 4 เป็นพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง หากช่วงแสงที่ให้ยาวเกินไป จะทำให้ถั่วเหลืองพันธุ์ดังกล่าวออกดอกล่าช้าออกไป และทำให้อายุการสุกแก่ล่าช้าออกไปด้วย อย่างไรก็ตามอิทธิพลของช่วงแสงที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 1 ส.จ. 2 และ ส.จ. 4 น้อยกว่าพันธุ์ Williams และ Clark 63 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าช่วงแสงวิกฤติของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ สั้นกว่าถั่วเหลืองพันธุ์อเมริกันที่ทดลอง

การที่วันออกดอก วันสิ้นสุดการออกดอก และระยะการออกดอกของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. ต่าง ๆ พันธุ์ Clark 63 และพันธุ์ Williams ไม่แตกต่างกันเมื่อช่วงแสงที่ให้ไม่แตกต่างกันในระยะแรกของการเจริญเติบโต แต่แตกต่างกันเมื่อถั่วเหลืองมีอายุมากขึ้น เช่น 15-20 วันหลังงอก แสดงให้เห็นว่าช่วงแสงที่ยาวขึ้นนั้นจะทำให้การออกดอกแปรปรวนไปก็ต่อเมื่อถั่วเหลืองอยู่ในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโต ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นได้ว่า กระบวนการกระตุ้นให้ถั่วเหลืองออกดอก (induction process) นั้นเกิดขึ้นในระยะแรกของการเจริญเติบโตทางลำต้น เช่น เมื่อถั่วเหลืองมีใบเดี่ยวคู่แรก (unifoliate leaves) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

อภิพรหม พุกภักดี. 2523. สรีรวิทยาของการผลิตพืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (โรเนียว)

- อำนาจ มานิตย์. 2520. ส.จ. 4 ถั่วเหลืองพันธุ์ใหม่.
รายงานการประชุมวิชาการเรื่องถั่วเหลือง.
คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
6-11 กุมภาพันธ์.
- Borthwick, H.A. and M.W. Parker. 1938.
Photoperiodic perception in Biloxi
soybeans. Bot. Gaz. 100:374-387.
- Cregan, P.B. and E.E. Hartwig. 1984. Charac-
terization of flowering response to
photoperiod in diverse soybean geno-
types. Crop Sci. 24:659-662.
- Major, D.J. and D.R. Johnson. 1975. Now you
can predict when your soybeans will
flower, mature. Crop and Soil. 27:
13-17.
- Pookpakdi, A. 1977. A study of growth and
yield components of soybeans. Ph.D.
dissertation, University of Missouri-
Columbia.
- Shanmugasundaram, S., C. Samson and S.
Tsou. 1978. Photoperiod and critical
duration for flower induction in soy-
bean. Crop Sci. 18:598-601.
- Thomas, J.F. and C.D. Raper, Jr. 1977. Mor-
phological response of soybeans as
governed by photoperiod, temperature
and age at treatment. Bot. Gaz. 138:
321-328.
- Yingchol, P. and A. Pookpakdi. 1973. Varietal
characteristics investigation and yield
evaluation of some soybean varieties.
Report of the oil crop program. Depart-
ment of Agronomy, Kasetsart Univer-
sity. (mimeo)