

การศึกษาดูการออกดอกของข้าวพันธุ์สุวรรณ 10 - 02

ปริญญาโท

ของ

นิสากร รัชศรี

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ศูนย์วิจัย ๓๐ พระโขนง กรุงเทพมหานคร โทร. ๐๒๒๑๖๗๔-๐๒๑๕๐๕๐

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประธานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2522
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาพฤติกรรมการออกกำลังกายของตัวพื้พันธุ์นก สรรค์ 10 - 02

บทคัดย่อ

ของ

นิตสาร วัณษศรี

เสนอขอมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2522

ถั่วพูเป็นพืชที่เพิ่งได้รับความสนใจจากนักวิชาการ เพื่อหาช่องทางที่จะปลูกเป็นการค้า จากการสังเกตพบว่า ถั่วพูเป็นพืชไวแสงจะออกดอกในสภาพวันสั้น ในอดีตที่ผ่านมา ยังไม่มีผู้ใดได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการออกดอกของถั่วพูเลย ฉะนั้นเพื่อเป็นแนวทางให้นักวิชาการ ได้นำข้อมูลขั้นพื้นฐานไปปรับปรุงพันธุ์ถั่วพูต่อไป จึงได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการออกดอกของถั่วพูพันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02 โดยทำการทดลองทั้งในสภาพแสงธรรมชาติ และควบคุมแสงโดยการใช้แสงประดิษฐ์และห้องมืด ผลปรากฏว่า ถั่วพูพันธุ์นี้เป็นพืชวันสั้น มีคาบช่วงแสงวิกฤต 12 ชั่วโมง 36 นาที ต้องมีรอบชักนำของแสงอย่างน้อย 5 รอบ และมีอายุอย่างน้อย 55 วัน จึงจะสามารถชักนำให้ออกดอกได้ เมื่อถูกชักนำด้วยแสง ปริมาณการออกดอกจะขึ้นอยู่กับ ช่วงแสงที่พืชได้รับ จำนวนรอบชักนำของแสง และอายุของพืช

ผลการทดลองครั้งนี้ทำให้ทราบว่า ถั่วพูพันธุ์นี้ไม่สามารถปลูกเพื่อให้ผลผลิตได้ตลอดปี ในทุกภาคของประเทศไทย คงปลูกได้เฉพาะภาคใต้ เพราะมีช่วงแสงตลอดปีต่ำกว่า คาบช่วงแสงวิกฤตของถั่วพูพันธุ์นี้ การค้นคว้าต่อไปควรจะมีการศึกษาพฤติกรรมการออกดอกของถั่วพูพันธุ์พื้นเมืองของไทยหลาย ๆ พันธุ์ โดยคัดเลือกพันธุ์ที่ไม่ไวแสง หรือเป็นพันธุ์ที่มีคาบช่วงแสงวิกฤตสูง และศึกษาจำนวนรอบชักนำของแสงที่น้อยที่สุด ที่ทำให้การเจริญเติบโตของดอกเป็นไปโดยสมบูรณ์ ในพันธุ์ทุกพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ เพื่อให้ปลูกได้ทุกภาคและทุกฤดูกาล

A STUDY ON THE FLOWERING BEHAVIOR OF WINGED BEAN (Psophocarpus
tetragonolobus (Linn.) DC.) LINE NAKHON SAWAN 10 - 02

AN ABSTRACT

BY

NISAKORN RUGSASRI

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree

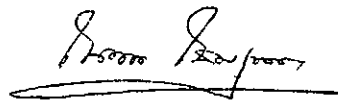
at Srinakharinwirot University

February 1979

Winged bean is a crop which has recently received great attention from research workers since it has high potential in being a new economic crop from the humid tropics. It is observed as a photoperiod sensitive plant which flowers in the short - day condition. In the past, no one has ever conducted any study on the flowering behavior of winged bean. In order to obtain information for a breeding program on winged bean, the flowering behavior of Nakhon Sawan Line 10 - 02 was studied experimentally in the natural light condition as well as in artificial light and in the dark room. It was found that the plant was a short - day plant, with the critical daylength of 12 hours 36 minutes. The photoinductive cycle was found to be 5, and the minimum age for photoinduction was 55 days old. The number of flowers induced would depend on the photoperiod a plant received, the number of photoinductive cycles, and the plant's age when it was subjected to photoperiodic induction.

This study suggests that such a variety cannot be grown all year round in all parts of Thailand except in the Southern part where daylength is always shorter than its critical daylength. The flowering behavior of other native varieties should also be studied. Selection criteria should be emphasized on the non - sensitivity, or the varieties having the higher critical daylength, or with the least photoinductive cycles which will render such varieties more useful to be grown in all parts of the country at all time.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปัญหานี้จนเห็นว่า
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้



ประธาน

ศิริกร ดิเรกพันธ์

กรรมการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับพระราชทานเงินทุนช่วยเหลือการวิจัยจาก "ทุนภูมิพล"
ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ไคทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานทุนทรัพย์
ส่วนพระองค์ ให้แกมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อช่วยเหลือสนับสนุนในการวิจัย
ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ อย่างหาที่สุดมิได้

นิสากร รัชกรวี

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี ก็เพราะได้รับความกรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก คร. ณรงค์ โฉมเฉลา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาศกร ศรีนันทน์ ผู้เขียนรู้สึกเป็นพระคุณในความอนุเคราะห์ของท่านทั้งสองเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นาคย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมศักดิ์ แสนสุข และ อาจารย์เสริมสิน ศิริวัฒนา ที่ให้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณ ฤทธิจิตรรา ศันติวิจิเวท คุณสุภาวณี จันทรสุวรรณ คุณสมสวาท เจริญฤทธิ คุณเอื้อนจิตร จันจตุรพันธ์ คุณอิทธิ แซ่หลี่ และคุณทศศิลป์ รัชศรี ที่ให้ช่วยเหลือ ในการทดลอง สุ่มทายนขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อคุณพ่อสันติ และคุณแม่อินใจ รัชศรี ที่ได้สนับสนุนทุกวิถีทาง เพื่อการศึกษาของลูก

นิสากร รัชศรี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความมุ่งหมายของการค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	7
3 วิธีดำเนินการทดลอง	14
อุปกรณ์	14
วิธีการ	14
การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง	15
การทดลองที่ 1 การหาช่วงแสงวิกฤตของตัวพู่	
พื้นฐานครุสเวิร์ค 10 - 02	15
การทดลองที่ 2 การหาจำนวนรอบชักนำของแสง	
ของตัวพู่พื้นฐานครุสเวิร์ค 10 - 02	17
การทดลองที่ 3 การหาอายุน้อยที่สุดที่สามารถชักนำให้ตัวพู่	
พื้นฐานครุสเวิร์ค 10 - 02 ออกคอกได้	17
การเก็บรวบรวมข้อมูล	18
การวิเคราะห์ข้อมูล	18

บทที่	หน้า
4 ผลการทดลอง	19
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	27
สรุป	27
อภิปรายผล	27
ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	34

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การออกดอกของถั่วพุ่มชั้นแรก สวรรค์ 10 - 02 ที่ได้รับช่วงแสง ต่าง ๆ กัน ชุดที่ 1	20
2	การออกดอกของถั่วพุ่มชั้นแรก สวรรค์ 10 - 02 ที่ได้รับช่วงแสง ต่าง ๆ กัน ชุดที่ 2	21
3	แสดงวันออกดอกขอแรก และวันที่ออกดอกครบทุกคน ของถั่วพุ่มต่าง ๆ ในการทดลองที่ 1	22
4	การออกดอกของถั่วพุ่มชั้นแรก สวรรค์ 10 - 02 ที่ได้รับรอบต้นน้ำ ของแสงต่าง ๆ กัน	23
5	แสดงวันออกดอกขอแรก และวันที่ออกดอกครบทุกคนของถั่วพุ่มต่าง ๆ ในการทดลองที่ 2	24
6	การออกดอกของถั่วพุ่มชั้นแรก สวรรค์ 10 - 02 ที่มีอายุต่าง ๆ กัน	25
7	แสดงวันออกดอกขอแรก และวันที่ออกดอกครบทุกคนของถั่วพุ่มต่าง ๆ ในการทดลองที่ 3	26

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1

แสดงความยาวของช่วงแสงตะวันในฤดูต่างๆ ที่เชียงใหม่
กรุงเทพฯ และสงขลา

31

ถั่วพู (*Psophocarpus tetragonolobus* (Linn.) DC.) เป็นพืชตระกูลถั่ว อยู่ในวงศ์ Leguminosae สกุล *Psophocarpus* (พรงค์ โคมเจลา 2519 ก. 519) ถั่วพูมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษที่นิยมเรียกหลายชื่อ เช่น winged bean, four-angle bean, four cornered bean, asparagus bean, goa bean, Manila bean หรือ princess pea (Masfield. 1973 : 157) ถั่วพูมีถิ่นกำเนิดอยู่ในแอฟริกา และได้ถูกนำมายังเอเชียอาคเนย์และปาปัวนิวกินี ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 (พรงค์ โคมเจลา 2519 ก. 515) จัดเป็นไม้เลื้อยประเภทพืชอายุหลายปี (herbaceous perennial) หากมีก้านจะขึ้นได้สูง 9 - 12 ฟุต ใบเป็นแบบใบประกอบมีสามใบย่อย ดอกมีสีฟ้า ขาว หรือม่วง เป็นดอกสมบูรณ์เพศและผสมตัวเอง ปักมีศรีษะยาวตลอดลำต้น ความยาวของก้านแตกต่างกัน ตั้งแต่ 2 - 14 นิ้ว และมีเมล็ดภายในก้านประมาณ 5 - 20 เมล็ดต่อก้าน เมล็ดเกือบกลม อาจจะมีสีขาว เหลือง น้ำตาล ดำ หรือลวดลาย เมล็ดมีน้ำหนักตั้งแต่ 0.06 - 0.40 กรัมต่อเมล็ด (NAS 1975 : 6)

ถั่วพูสามารถขึ้นได้ในระดับความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเล จนถึงสูง 2,000 เมตรระหว่างเส้นขนาน 20° เหนือ และ 10° ใต้ ในแถบเอเชียเขตร้อน เชื่อว่าถั่วพูต้องการสภาพวันสั้นในการชักนำให้ดอกออก ทั้งนี้เพราะเมื่อนำไปปลูกนอกเขตร้อนของโลก ถั่วพูมักจะไม่ค่อยออกดอก เนื่องจากระยะเวลาความยาวของวันแตกต่างกัน โดยไม่มีเรื่องอุณหภูมิมาเกี่ยวข้อง ถั่วพูขึ้นได้ดีในเขตร้อนชื้น แต่ถ้านำพามาปลูกก็ยังสามารถปลูกได้ในเขตร้อนทุกแห่ง (NAS 1975 : 6)

เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการค้นคว้าเรื่องถั่วพูอย่างมาก สาเหตุเนื่องมาจากการค้นพบว่าแทบทุกส่วนของถั่วพูสามารถนำมารับประทานได้ และมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะอาหารโปรตีนและไขมัน เช่น ในหัวจะมีโปรตีนสูงกว่าพืชหัวอื่น ๆ ในเขตร้อนชื้น 5 - 8 เท่า

ใบ ยอดกอน ดอก และฝักกอน เป็นแหล่งอาหาร โปรตีน วิตามินเอและวิตามินซี ส่วนใน
เมล็ดแห้งจะมีปริมาณไขมันและโปรตีนสูง เทียบเท่าหัวเหลือง ดังตารางแสดงคุณค่าทาง
อาหาร เปรียบเทียบระหว่างเมล็ดแห้งของถั่วพูกับถั่วเหลืองดังนี้ (Claydon. 1975 :
103 - 106)

	ถั่วพู (กรัม/100 กรัม)	ถั่วเหลือง (กรัม/100 กรัม)
ความชื้น	8.7	10.0
ไขมัน	15.3	17.7
โปรตีน	36.6	34.1
คาร์โบไฮเดรต	35.6	33.5
ไฟเบอร์	3.7	4.9
เถ้า	3.8	4.7

จะเห็นว่าเมล็ดถั่วพรมีปริมาณไขมันเพียงพอในการนำมาสกัดเป็นน้ำมันพืชได้ และเป็นไขมันที่มี
กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว จึงไม่เป็นสาเหตุของโรคไขมันอุดตันเส้นเลือด นอกจากนี้ยังมีสารอัลฟา
และเบตาโทโคฟีรอลส์ (α -, β - tocopherols) ในปริมาณสูง ซึ่งสารนี้เป็นตัวการ
สำคัญในการไปต่อต้านการทำลายวิตามินเอ ทำให้การใช้ประโยชน์ของวิตามินเอในร่างกาย
จากอาหารได้ผลยิ่งขึ้น จึงจักนำมันจากเมล็ดถั่วพูเป็นน้ำมันหุงต้มชั้นดีได้ ส่วนโปรตีนของ
ถั่วพูนั้น มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนใกล้เคียงกับของถั่วเหลือง และมีปริมาณของไลซีนสูงมาก
จึงสามารถใช้เสริมอาหารประเภทพืชซึ่งขาดไลซีนอย่างมากได้ดี (ณรงค์ โฉมเฉลา

2519 ข. 31 - 32)

นอกจากจะเป็นอาหารที่คุณค่าและรสชาติของมนุษย์แล้ว ส่วนต่าง ๆ ของถั่วพูก็สามารถ
ใช้เป็นอาหารปศุสัตว์ได้ดี เพราะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าพืชอื่น ๆ ทั้งนี้จะปลูกให้สัตว์กินสด ๆ
โดยตรง หรือหลังจากเก็บเกี่ยวส่วนอื่น ๆ แล้ว อาจนำต้นแห้งไปบดเป็นอาหารผสมหรือ
ทำอาหารหมักเก็บไว้ให้สัตว์กินยามขาดแคลน ถั่วพูมีความสามารถเป็นเยี่ยมในการตรึงธาตุ
ไนโตรเจนจากอากาศ และการเกิดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยไม่จำเป็นต้อง

เพาะเชื้อไรโซเนียมทั้งเห็ดเหือง ทั้งนี้เพราะเชื้อขึ้นกับตัวพืชมียู่ทั่วไปในดิน ในโตรเยน
ที่ถูกตรึงจากอากาศโดยเชื้อแบคทีเรียที่ปมรากนี้ ส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นโปรตีนไปสะสมตาม
ส่วนต่าง ๆ ของต้น แต่บางส่วนจะยังคงเหลืออยู่ในดินบริเวณที่ปมราก จึงเป็นการเพิ่ม
ธาตุไนโตรเจนให้เกิดขึ้น มีรายงานว่า ในประเทศพม่าการปลูกอ้อยภายใต้พืชนั้น จะให้ผล
ผลิตเพิ่มขึ้นถึง 50 % ดังนั้นถั่วพุ่มเหมาะที่จะเป็นพืชหมุนเวียน หรือปลูกบำรุงดินโดยตรงได้
อีกชนิดหนึ่ง (ณรงค์ โฉมเฉลา 2519 ก. 225) ในบางกรณีก็อาจใช้ถั่วพุ่มเป็นพืชแซม
ของพืชประธานอื่น ๆ ดังเช่นในประเทศปากีสถานใช้ถั่วพุ่มปลูกแซมข้าวโพด มันเทศ อ้อย
เผือก ถั่วฝักยาว หรือถั่วอื่น ๆ (สุวิทย์ เลาสีวิงศ์ 2521 : 12) ส่วนในประเทศ
อินโดนีเซียนิยมปลูกถั่วพุ่มตามคันนา สำหรับพื้นที่ลาดเอียง เช่น บนคอกยต่าง ๆ นั้น
การปลูกถั่วพุ่มขึ้นคลุมดินจะลดการพังทลายของดิน เป็นการช่วยอนุรักษ์ดินอีกด้วย
(ณรงค์ โฉมเฉลา 2519 ก. 524)

จากการวิจัยในด้านการปลูกและคุณค่าทางอาหารของถั่วพุ่มโดยนักวิชาการของประเทศ
ต่าง ๆ ทั้งในสาขาวิทยาศาสตร์แพชชาติ (National Academy of Science) ของ
สหรัฐอเมริกาเกิดความสนใจ จึงจัดประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับถั่วพุ่ม ที่กรุงวอชิงตัน
เมื่อ พ.ศ. 2518 ต่อมาสาขาวิทยาศาสตร์แพชชาติในติดต่อกับสถาบันวิจัยด้านการเกษตรทั่วโลก
เพื่อร่วมมือกันค้นคว้าและวิจัยในด้านต่าง ๆ ของถั่วพุ่ม (ณรงค์ โฉมเฉลา 2519 ก. 516)
สำหรับทางคณะเอเชียก็จัดการประชุมระดับนานาชาติ เรื่องถั่วพุ่มกันที่ประเทศฟิลิปปินส์
ระหว่างวันที่ 9 - 14 มกราคม 2521 มีประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกทั้งฝ่ายผู้ผลิตและผู้บริโภค
ร่วมประชุมครั้งนั้นมากมาย จึงเกิดการพยายกันว่าถั่วพุ่มจะมีบทบาททางการค้าของโลกอย่าง
จริงจังในอีกสิบปีข้างหน้า สำหรับผู้เชี่ยวชาญไทยที่ไปร่วมประชุมเชื่อว่า การผลิตถั่วพุ่มเป็น
การค้าในประเทศไทยนั้น อาจจะต้องใช้เวลาอีกประมาณสองปีต่อจากนี้ไป (ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร
2521 : 28)

การปลูกถั่วพุ่มในประเทศไทยแต่เดิมมาจนกระทั่งปัจจุบัน ยังอยู่ในรูปพืชผักสวนครัว
เพื่อเก็บผักถอนรับประทานอย่างเคี้ยว มิได้อยู่ในรูปอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูป นำนํ้าพืชม
และอาหารสัตว์ (สุวิทย์ เลาสีวิงศ์ 2521 : 11 - 14) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากประเทศ

ของเรายังขาดข้อมูลในเรื่องต่าง ๆ ตลอดจนการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับถั่วพูให้แพร่หลาย อีกทั้งการปลูกถั่วพูนั้นค่อนข้างแรงงานมากในการทำค้าง เพราะปัจจุบันถั่วพูยังเป็นพันธุ์เลื้อยอยู่ ด้วยเหตุนี้นักวิชาการในหลายประเทศกำลังเตรียมเปลี่ยนแปลงพันธุ์ถั่วพูให้เป็นไม้พุ่ม จะได้ไม่เสียแรงงานในการจัดทำค้างอีก ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งที่ควรพิจารณาก็คือ ถั่วพูบางพันธุ์เป็นพืชไวแสง (photoperiod sensitive) ต้องการสภาพวันสั้นในการชักนำให้ออกดอก ซึ่งจัดอยู่ในพวกพืชวันสั้น (short-day plant) จะออกดอกก็ต่อเมื่อช่วงแสงที่ได้รับต่อวันสั้นกว่าช่วงแสงวิกฤต (critical daylength) ดังนั้น ถั่วพูจึงมักออกดอกออกฝักในฤดูหนาว หรือก่อนฤดูหนาวเล็กน้อย เพราะอยู่ในช่วงกลางวันสั้น แต่ถ้าปลูกในฤดูร้อนหรือฤดูฝนที่ช่วงกลางวันยาว ก็ไม่ออกดอก การปลูกถั่วพูจึงมีข้อจำกัดเรื่องฤดูกาล ฉะนั้นการคัดเลือกพันธุ์ที่ไม่ไวแสงและออกดอกตามอายุ หรือยังไวแสงอยู่แต่สามารถทำให้ออกดอกออกฝักได้เร็วและแน่นอนในระยะเวลาที่กำหนด จะช่วยให้การผลิตทำได้ตลอดปี อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันเรายังไม่มีพันธุ์ดังกล่าว เนื่องจากยังขาดข้อมูลที่ เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้จึงได้ทำการทบทวนหาข้อมูลในเรื่อง พฤติกรรม การออกดอกของ ถั่วพูพันธุ์พื้นเมืองของประเทศไทย เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยขั้นสูงต่อไป

ถั่วพูพันธุ์พื้นเมืองที่ได้นำมาศึกษาครั้งนี้เป็นถั่วพูพันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02 ซึ่งเป็นพันธุ์หนึ่งที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แห่งประเทศไทยได้คัดเลือกไว้จากถั่วพูพันธุ์พื้นเมืองต่าง ๆ ทั่วประเทศ เป็นพันธุ์ที่เหมาะสมที่จะนำมาปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ลักษณะที่ต้องการ

ความมุ่งหมายของการค้นคว้า

เพื่อที่จะทราบข้อมูลขั้นพื้นฐานต่อไปนี้

1. ช่วงแสงวิกฤต (critical daylength) ของถั่วพูพันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02
2. จำนวนรอบชักนำของแสง (photoinductive cycle) ที่น้อยที่สุดที่ทำให้ถั่วพูพันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02 ออกดอกได้
3. อายุของพืชที่สามารถชักนำให้ออกดอกได้ (ripeness-to-flower) ของถั่วพูพันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ข้อมูลที่ได้อาจจากการศึกษาค้นคว้านี้ จะเป็นประโยชน์กับนักวิชาการและผู้ที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์พืชที่เหมาะสมต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำการทดลองโดยใช้ตัวพืชมะเขือเทศ 10 - 02 ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แห่งประเทศไทย
2. ทำการทดลองเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนชั่วโมงของช่วงแสงวิกฤต จำนวนรอบชักนำของแสง และอายุเป็นวัน ที่น้อยที่สุดที่ชักนำให้ตัวพืชมะเขือเทศ 10 - 02 ออกดอกได้ แล้วจึงจะ 76
3. ทำการทดลอง ณ ที่ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2521 - มกราคม 2522

คำจำกัดความศัพท์เฉพาะ

1. Photoperiod หมายถึงจำนวนชั่วโมงของแสงต่อวันที่พืชได้รับ จะเป็นแสงตามธรรมชาติ (natural light) หรือแสงประดิษฐ์ (artificial light) ก็ได้
2. Critical daylength หรือ critical value หมายถึงจำนวนชั่วโมงของแสงต่อวันมากที่สุด (สำหรับพืชวันสั้น) หรือน้อยที่สุด (สำหรับพืชวันยาว) ที่พืชจะต้องได้รับเพื่อการออกดอก
3. Short-day plant คือพืชที่ออกดอกเมื่อได้รับช่วงแสงต่อวันเป็นเวลานานน้อยกว่าช่วงแสงวิกฤต (critical daylength)
4. Ripeness-to-flower หมายถึงระยะที่พืชเจริญเต็มที่พอที่จะออกดอกได้
5. Photoinductive cycle หมายถึงเวลาช่วงมืด (dark period) และช่วงสว่าง (light period) สลับกันหนึ่งครั้ง ถือเป็นรอบชักนำของแสงที่ชักนำ

ให้พืชออกดอก จำนวนเต็มรอบ

6. ถั่วพุ่มนครสวรรค์ 10 - 02 (Nakhon Sawan Line 10 - 02) ชื่อพันธุ์
 ถั่วพุ่มนครสวรรค์ที่ได้รับเมล็ดพันธุ์จากเกษตรจังหวัด ตัวเลข 10 หมายความว่าชื่อพันธุ์แสดงถึงแหล่ง
 ที่มา (ส่วนใหญ่จากกลีกร) ในจังหวัด - 02 เป็นตัวเลขกำหนดสายพันธุ์โดยใช้สีและ
 ลักษณะของเมล็ดเป็นหลักในการจำแนกสายพันธุ์ (ณรงค์ โฉมเฉลา 2519 ค. 227)

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การออกดอกของพืชนั้นมีปัจจัยสำคัญเกี่ยวกับหลายประการ มีทั้งสภาพภายในต้นพืชเอง และสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น อายุ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับอาหาร ช่วงแสง และอุณหภูมิ เป็นต้น (Curtis and Clark. 1950 : 619 - 647) สภาพภายนอกที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือช่วงแสง (photoperiod) ซึ่งจะต้องเป็นช่วงแสงพอเหมาะตามกำหนดเวลาที่พืชต้องการ จึงจะชักนำให้พืชออกดอกได้ (Bidwell. 1974 : 414 - 416) เช่น ปอแก้วของไทย จะออกดอกเมื่อได้รับช่วงแสงอย่างน้อยกว่า 12 ชั่วโมง 30 นาที อายุอย่างน้อย 35 วัน และได้รับรอบวัฏจักรของแสง (photoinductive cycle) 4 รอบ (บุญกุล บรรจบราษฎร์ และ ณรงค์ โฉมเฉลา 2514 : 105)

อิทธิพลของช่วงแสงจะควบคุมการตอบสนองของพืชในแบบต่าง ๆ กัน ได้แก่ การออกดอก การงอกของเมล็ด การเพิ่มความยาวของลำต้น และสีของผล ซึ่งในพืชแต่ละชนิดอาจจะตอบสนองได้เพียงแบบเดียวหรือหลายแบบก็ได้ ตัวอย่างเช่น คอกเคิลเบอร์ (cocklebur) จะควบคุมการออกดอกแต่จะไม่ควบคุมการงอกของเมล็ด ส่วนในมะเขือเทศ จะควบคุมสีของผลและการงอกของเมล็ด แต่จะไม่ควบคุมการออกดอก เป็นต้น (Downs and Butler. 1965 : 110) สำหรับอิทธิพลของช่วงแสงที่มีผลต่อการออกดอกของพืชนั้น ได้มีผู้ทดลองและศึกษากันมาก เริ่มขึ้นอย่างจริงจังในปี 1920 โดยการเนอร์ (Garner) และอัลลาร์ด (Allard) พบว่าการออกดอกของยาสูบพันธุ์แมรีแลนด์ แมมมอธ (Maryland Mammoth) มีความสัมพันธ์กับช่วงวันในรอบปี เขาจึงเรียกชื่อปรากฏการณ์ที่พืชตอบสนองต่อแสงว่า โฟโตเพริอดิซึม (photoperiodism) (Vince-Prue. 1975 : 2 - 4 citing Garner and Allard. 1920 : 553 - 606) ต่อมาเมื่อผู้ทดลองสนับสนุนเพิ่มขึ้น จึงเชื่อว่าการที่พืชออกดอกได้นั้นจะต้องได้รับช่วงแสงพอเหมาะ เป็นผลให้สามารถแบ่งพืชออกได้จากการตอบสนองต่อช่วงแสงออกเป็น 3 ประเภท คือ พืชวันสั้น พืชวันยาว และพืชที่ไม่ตอบสนอง

ทอแสง (Levitt. 1974 : 386 - 387) พืชวันสั้นนั้นจะออกดอกเมื่อได้รับช่วงสว่างกับช่วงมืด (light-dark cycle) ติดต่อกันอยู่ระยะหนึ่ง โดยที่ช่วงมืด (dark period) จะต้องยาวเพียงพอ จึงจะชักนำให้พืชออกดอกได้ (Gray. 1961 : 762 - 763) พืชวันสั้นมีช่วงแสงที่จะจกดอกจำกัด และมีช่วงแสงวิกฤตที่แน่นอน โดยจะออกดอกในช่วงแสงที่น้อยกว่าช่วงแสงวิกฤต เช่น คอคเคิลเบอร์ มีช่วงแสงวิกฤตประมาณ 15 ชั่วโมง 30 นาที ถั่วเหลืองพันธุ์บิลอคซี (Biloxi) ประมาณ 13 ชั่วโมง 30 นาที (Street and Opik. 1970 : 218 - 227)

รอบชักนำของแสงมีความสำคัญต่อการออกดอกของพืชมาก โดยพืชแต่ละชนิดต้องการจำนวนรอบเพื่อการออกดอกต่างกัน เช่น คอคเคิลเบอร์ ต้องการเพียงหนึ่งรอบ ส่วนถั่วเหลืองพันธุ์บิลอคซีต้องการ 2 - 3 รอบ จึงจะเกิดตากอก (Greulach. 1973 : 444 - 446) จึงเชื่อว่า การออกดอกของพืชนอกจากจะเกี่ยวข้องกับช่วงแสงแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับจำนวนรอบชักนำที่พอเหมาะกับความต้องการของพืชด้วย แม้ว่าหลังจากนั้นพืชจะได้รับช่วงแสงที่ไม่เหมาะสมก็ตาม (Devlin. 1967 : 377-378) นอกจากนี้จำนวนของตากอก การเจริญของดอกจนกระทั่งคอกบาน และการเจริญต่อไปเป็นผล ก็ขึ้นอยู่กับจำนวนของรอบชักนำด้วย ซึ่งจะมีจำนวนที่แน่นอนในพืชแต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น Kalanchoe sp. ได้รับรอบชักนำของแสง 2 รอบ ก็เพียงพอที่จะชักนำให้เกิดตากอกได้ แต่การชักนำนี้จะต้องได้รับต่อไปอีก 12 รอบ เพื่อให้จำนวนตากอกเพิ่มขึ้น และคอกเจริญเติบโตต่อไปอย่างสมบูรณ์ (Steward. 1971 : 305 - 314)

อายุน้อยที่สุดของพืชที่สามารถตอบสนองต่อช่วงแสงเพื่อการออกดอกนั้น แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของพืช อาจจะในขณะใบเริ่มคลี่ หรือขณะเป็นต้นกล้า ตัวอย่างเช่น Chenopodium rubrum สามารถตอบสนองต่อช่วงแสง เมื่ออายุไม่กี่วันขณะเป็นต้นกล้าเล็ก ๆ พืชล้มลุกส่วนมากจะมีดอกเมื่ออายุ 10 - 30 วัน แต่พืชบางชนิดจะไม่มีดอกจนกว่าอายุ 5 - 40 ปี ต้นกล้าของคอคเคิลเบอร์ และถั่วเหลืองพันธุ์บิลอคซีเมื่อใบแก่แผ่ขยายได้เต็มที่ก็สามารถชักนำให้ออกดอกได้เหมือนต้นที่โตแล้วตามธรรมชาติ (Meyen and Anderson. 1952 : 667 - 672)

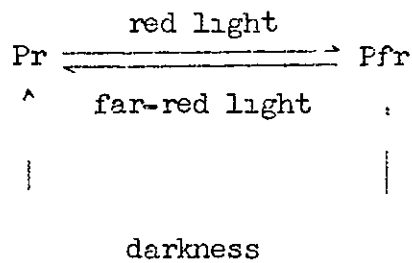
ในสภาพที่ช่วงแสงเหมาะสม พืชจะออกดอกได้ก็ต่อเมื่อมีใบเป็นส่วนที่รับแสง เพราะถ้าริบพืชออกดอกพืชจะไม่ออกดอก แม้ว่าจะมีสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่เหมาะสมแล้วก็ตาม แต่ถาเหลือใบไว้เพียงใบเดียว พืชจะออกดอกได้ จากการทดลองโยให้ใบเดียวเหลือใบหนึ่ง มีพื้นที่รับแสงที่เหมาะสมเพียงหนึ่งตารางเซนติเมตรเท่านั้น ก็สามารถออกดอกได้เช่นกัน

(Adams, Baker and Allen. 1970 : 321 - 322)

ในปี 1954 เฮนดริก (Hendricks) และ บอร์ธวิก (Borthwick) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของช่วงแสงที่มีต่อการออกดอกของพืชเหลืองพันธุ์ลอคซี่ ซึ่งเป็นพืชวันสั้น พบว่าแสงสีแดง (red light) ช่วงคลื่น 660 นาโนเมตร สามารถยับยั้งการออกดอก แต่ถาพืชรับแสงสีแดงแล้วให้แสงฟาร์เรด (far-red light) ช่วงคลื่น 730 นาโนเมตร ตามในทันที พืชจะออกดอกได้ เมื่อทดลองให้แสงทั้งสองชนิดสลับกันก็พืชผลปรากฏว่าแสงสุดท้ายพืชได้รับจะมีผลต่อการออกดอกไม่ว่าจะมีการสลับกันกี่ครั้งก็ตาม (Ray. 1972 : 169 - 172 citing Hendricks. 1968 : 174 - 186) จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าใบพืชจะทอมีรงควัตถุแสงสีแดงและแสงฟาร์เรดอยู่ (Price. 1970 : 126 - 135) ต่อมารงควัตถุนี้สามารถสกัดออกมาได้เรียกว่าไฟโตโครม (phytochrome) เป็นสารประกอบวงโปรตีนที่มีโมเลกุลซับซ้อน มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 120,000 ดัลตัน (dalton) (Smith. 1975 : 63) และยังพบว่า ไฟโตโครมมีอยู่ในพืชทั่วไป พบมากในพืชชั้นสูง สำหรับสีเขียว และสำหรับสีแดง เติบโตอยู่ในเนื้อเยื่อพืชในปริมาณที่น้อยมาก (Swanson. 1969 : 104 - 105) ต่อมาได้มีการแยกไฟโตโครมจากถั่วกลาดีที่ปลูกในที่มืด ปรากฏว่ามีสารนี้ประมาณ 0.03 % ของน้ำหนักสด และจะมีปริมาณลดลงเมื่อถั่วกลาดีได้รับแสง (Jensen and Kavaljian. 1967 : 204) สำหรับที่อยู่ของไฟโตโครมในเซลล์ ได้มีการวิจัยพบสารนี้อยู่ในนิวเคลียส (nucleus) พลาสติค (plastid) ไซโทพลาซึม (cytoplasm) และบริเวณพลาสมาเลมมา (plasmalemma) ของเซลล์ (Kroghana. 1973 : 188) นอกจากนี้ยังพบที่เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) ของเซลล์ของอนุชาวโอดและลำต้นกัญ และที่เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ของสาหร่าย *Mougeotia* sp. อีกด้วย (Galston and Davies.

1970 : 16 - 17)

ไฟโตโครมที่มีอยู่สองรูป คือรูปที่ถูกแสงสีแดง เรียกว่า Pr หรือ P₆₆₀ และรูปที่ถูกแสงฟาร์เรด เรียกว่า Pfr หรือ P₇₃₀ นี้ สามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้



โดยที่ Pr ถูกแสงสีแดง แล้วจะเปลี่ยนเป็น Pfr ส่วน Pfr เมื่อถูกแสงฟาร์เรดก็จะเปลี่ยนเป็น Pr สมมุติฐานการเปลี่ยนรูปของรงควัตถุถูกแสงนี้ ได้รับการสนับสนุนมาก มีการทดลองโดยใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่มีความไวสูงที่สุด ในการวัดการดูดแสงของต้นกล้าพืช พบว่าในตอนปลายของช่วงมืดจะมี Pr อยู่มาก ส่วนตอนปลายของช่วงสว่าง (light period) จะมี Pfr อยู่มาก (Vince-Prue. 1975 : 98 - 105) ทดสอบเรื่องนี้นักวิทยาศาสตร์หลายท่านเชื่อว่าในระหว่างช่วงสว่าง Pr จะเปลี่ยนเป็น Pfr ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการออกดอกของพืชวันสั้น แต่ไปกระตุ้นการออกดอกของพืชวันยาว เมื่อถึงช่วงมืด Pfr จะเปลี่ยนเป็น Pr โดยที่ Fr คงตัว ซึ่ง Pr นี้มีคุณสมบัติไปกระตุ้นการออกดอกของพืชวันสั้น แต่ยับยั้งการออกดอกของพืชวันยาว ดังนั้นพืชวันสั้นจึงต้องอาศัยช่วงมืดยาวเพียงพอเพื่อให้ Pfr เปลี่ยนเป็น Pr ในปริมาณที่สามารถกระตุ้นให้พืชวันสั้นออกดอกได้ (Meyer and others. 1973 : 481 - 505)

สิ่งที่น่าสนใจจากไปเนื่องจากการดูดแสงของรงควัตถุถูกแสงไปทำให้เฝ้าดอกในส่วนต่าง ๆ ของพืชเจริญพัฒนาเป็นดอกนั้น ปัจจุบันเชื่อว่าเป็นสารเคมีอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นฮอร์โมนในการออกดอก (flowering hormone) สารนี้สังเคราะห์ขึ้นที่ใบในเวลากลางวัน ขบวนการสร้างสารนี้จำเป็นต้องอาศัยแสงสว่าง และต้องเป็นเวลาพอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป พืชจึงจะออกดอก (Salisbury and Farke. 1970 : 226 - 233)

เมื่อปี 1935 นอทท์ (Knott) ได้พบฮอร์โมนในผักขม (spinach) ซึ่งเป็นพืชวันยาว ในขณะที่ได้รับช่วงแสงเหมาะสม โคลอโรโมนที่สังเคราะห์ขึ้นที่ใบ จะเคลื่อนไปยังส่วนของยอด เพื่อกระตุ้นให้พืชเกิดตาออก (Devlin. 1969 : 378 - 379 citing Knott. 1934 : 152) ต่อมา ชาลลัคยาน (Challakhyan) นักพฤกษศาสตร์ชาวรัสเซียเป็นคนแรกที่เรียกฮอร์โมนว่า ฟลอริเจน (florigen) โดยเสนอว่าสารนี้ประกอบด้วยฮอร์โมนสองชนิด คือ จิบเบอเรลลิน (gibberellin) กับแอนทีซิน (anthesin) (Bidwell. 1974 : 433 - 436 citing Challakhyan. 1968 : 1 - 36) แต่ขณะนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่าฟลอริเจนคืออะไร อาจเป็นฮอร์โมนหลาย ๆ ชนิด หรืออาจเป็นสารตัวใดตัวหนึ่งเพียงอย่างเดียวก็ได้ (Salisbury and Ross. 1969 : 621 - 631) เชื่อว่าสารฟลอริเจนที่สังเคราะห์ขึ้นที่ใบจะลำเลียงไปตามท่ออาหารสู่ตาออก เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากตาใบเป็นตาออก มีบุคคลสองสนับสนุนสมมติฐานนี้หลายท่าน โดยทดลองกับกิ่งของพืชสองกิ่งในต้นเดียวกัน โดยทำให้กิ่งหนึ่งอยู่ในสภาพช่วงแสงเหมาะสม อีกกิ่งหนึ่งอยู่ในสภาพช่วงแสงไม่เหมาะสม ปรากฏว่ากิ่งที่อยู่ในสภาพช่วงแสงที่ไม่เหมาะสมสามารถออกดอกได้เช่นกัน และทดลองนำพืชชนิดเดียวกันสองคนมาทาบกิ่ง คนหนึ่งอยู่ในสภาพช่วงแสงเหมาะสม อีกคนหนึ่งอยู่ในสภาพช่วงแสงไม่เหมาะสม ปรากฏว่าคนที่อยู่ในสภาพช่วงแสงไม่เหมาะสมก็ออกดอกได้เช่นกัน นอกจากนี้ก็ทดลองกับพืชต่างชนิดกัน คือ Hyoscyamus niger ซึ่งเป็นพืชวันยาว มาทาบกิ่งกับ Nicotiana tabacum ซึ่งเป็นพืชวันสั้น แล่นำพืชทั้งสองคนมาอยู่ในสภาพวันยาว ปรากฏว่า Nicotiana tabacum ออกดอกได้ แม้จะอยู่ในสภาพวันยาว ซึ่งการทดลองเหล่านี้นอกจากจะสนับสนุนสมมติฐานดังกล่าวแล้ว ยังแสดงให้เห็นว่าสารฟลอริเจนมีอยู่ในพืชทั่วไป และเป็นสารชนิดเดียวกันทุก (Jensen and Kavaljian. 1967 : 201 - 204)

ใบในระยะต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพในการสร้างฮอร์โมนออกต่างกัน ได้มีการทดลองกับยอดเคลเบอร์ ซึ่งเป็นพืชวันสั้น พบว่าใบในระยะคลืบานเพียงครึ่งเดียวเท่านั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด และประสิทธิภาพจะเริ่มลดลงไปตามลำดับอายุของใบที่เพิ่มขึ้น แต่ในพืชหลายชนิดใบจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อดคลืบานออกเต็มที่แล้ว (Vince-Prue. 1975 : 33 - 34)

สำหรับตัวพุ่มนี้ จัดเป็นพืชที่กำลังเป็นที่สนใจและทดลองปลูกกันทั่วโลก มีรายงานว่า นอกจากแถบเอเชียและปาปัวนิวกินี ที่ปลูกตัวพุ่มไคคัสแล้ว ยังมีประเทศอื่น ๆ อีกที่สามารถ ปลูกตัวพุ่มไคคัสได้ เช่น ออสเตรเลีย โคโลมเบีย อียิปต์ สหรัฐอเมริกา คอสตาริกา (Costa Rica) ฮอนดูรัส (Honduras) เป็นต้น (Country reports. 1977 : 3 - 8)

อิสลาม ไคทคลองปลูกตัวพุ่มในป่ากีสถานเป็นครั้งแรก เมื่อเดือนมิถุนายน 1976 โดย นำเมล็ดพันธุ์มาจากสหรัฐอเมริกา ปาปัวนิวกินี และในจีเรีย ปรากฏว่าพันธุ์ K_{11} จาก สหรัฐอเมริกา ให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งตัวพุ่มทุก ๆ พันธุ์จะออกดอกระหว่างเดือนตุลาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน จึงเชื่อว่าตัวพุ่มเป็นพืชไร่แสง (Islam. 1978 : 2 - 6)

อีเกลตัน เทอร์ลิง และ คาน ไคทคลองปลูกตัวพุ่มที่เมืองแกนเบอร์รา ประเทศ ออสเตรเลีย พบว่าอุณหภูมิ 27°C ในตอนกลางวัน 22°C ในตอนกลางคืน และช่วง แสงประมาณ 10 ชั่วโมง จะเหมาะกับการปลูกตัวพุ่มที่แกนเบอร์รา (Eagleton, Thurling and Khan. 1978 : 18 - 20)

ลูบิสได้ศึกษาพฤติกรรมการออกดอกของตัวพุ่ม 30 ตัวอย่าง ที่ประเทศอินโดนีเซีย พบว่า การเจริญจากตาออกจนกระทั่งดอกบานเต็มที่ ใช้เวลาประมาณ 21 - 25 วัน ดอกจะบานใน ระหว่าง เวลา 9.00 - 11.00 น. ตัวพุ่มทุกตัวอย่างจะมีอายุระหว่าง 70 - 98 วัน จึงจะออก ดอกเป็นดอกแรก ปรากฏว่าดอกแรกไม่ทยอยเจริญเป็นฝัก โดยจะร่วงไปหลังจากบานแล้ว เมื่อตัวพุ่มอายุประมาณ 84 - 144 วัน จึงจะมีดอกเป็น 50 % ของแปลง (Lubis. 1978 : 2)

โพสพิซิล ลาวา และ เบอร์โซวา ไคทคลองปลูกตัวพุ่มที่สถาบันการเกษตรเขตร้อน ในประเทศเชโกสโลวาเกีย (Czechoslovakia) ระหว่างปี 1975 - 1977 โดยใช้ เมล็ดพันธุ์จากประเทศกานา (Ghana) พบว่าตัวพุ่มออกดอกระหว่างเดือนตุลาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน ขณะที่มีช่วงแสง 11 - 14 ชั่วโมงต่อวัน จะเริ่มมีหัวเมื่ออายุ 190 วัน (Pospisil, Hlava and Buresova. 1978 : 15)

เบลเพอแรนซา ไคทคลองปลูกตัวพุ่ม 4 พันธุ์ คือ UPS-122 UPS-31 ชิมบู (Chimbu) และมิคซ์ (Mixed) ที่ประเทศเอลซัลวาดอร์ (El Salvador) ในอเมริกากลาง

ปรากฏผลว่าเมล็ดงอกช้า ต้นกล้าเจริญไม่ค่อยดี เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 58 - 80 วัน พันธุ์ UFS-122 ออกดอกเร็วที่สุด พันธุ์มีกษชาติที่สุด พันธุ์มีใบใหญ่ผลผลิตที่สุด ส่วนพันธุ์ UPS-31 นั้น มีฝักยาว และจำนวนเมล็ดตอฝักมาก ต่อมาได้มีการคัดเลือกอีก 8 พันธุ์ ปรากฏว่าพันธุ์ TPt-3 และ TPt-10-2 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตที่สุด ออกดอกเมื่ออายุ ระหว่าง 46 - 92 วัน (Esperanza, 1978 : 1)

สำหรับประเทศไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์ได้คัดเลือกถั่วพันธุ์พื้นเมือง ที่ส่งมาจากเขตรจังหวัด 26 จังหวัด จากทุกภาคในประเทศไทย จำนวน 167 พันธุ์ ไว้ 12 พันธุ์ และมีไรหาคองปลูกถั่วเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ศึกษาในคันต่าง ๆ จากการสังเกตพบว่าถั่วจะออกดอกในเกียนตุลาคม ซึ่งมีช่วงแสงน้อยกว่า 12 ชั่วโมง 30 นาที นอกจากนี้ ได้มีการทดสอบหาปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ในถั่วทุกส่วน แยกเชื้อไรโซเบียมจากปมราก ถั่วได้ 6 สายพันธุ์ (strains) และมีการสกัดเมล็ดทำน้ำมันถั่ว ปรากฏว่าได้น้ำมัน ที่มีคุณภาพดี แต่ยังมีกลิ่นเหม็นเขียว ซึ่งจะมีการปรับปรุงในเรื่องนี้ต่อไป (Narong Chomchalow 1978 : 2 - 5)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

อุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ 10 – 02 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย
2. กระดาษดินเผาขนาดเส้นผ้านูนกว้าง 8 นิ้ว จำนวน 200 กระดาษ
3. เรือนเพาะชำขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 5 เมตร และติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 8 หลอด อยู่สูงจากขอบกระถางประมาณ 3 เมตร
4. หอถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ 8 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 6 เมตร มีประตูสองชั้น เพื่อมีไฟแสงสว่างลอดเข้าไปยังหอถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ทำการทดลอง
5. ดินและปุ๋ยคอกผสมกันในอัตราส่วน 3 : 1 ประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร สำหรับปลูกถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ 10 – 02

วิธีการ

การทดลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมการออกดอกของถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ 10 – 02 ครั้งนี้ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ

1. การหาช่วงแสงวิกฤติของถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ 10 – 02 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด
2. การหาจำนวนรอบพักน้ำของแสงของถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ 10 – 02
3. การหาอายุที่น้อยที่สุดที่สามารถชักนำให้ถั่วพื้พันธุ์นครสวรรค์ 10 – 02 ออกดอกได้

การเตรียมกลุ่มตัวอย่าง

1. นำเมล็ดถั่วพุ่มมาตัดด้วยกระดากทรายชนิดละเอียดเพื่อเลือกเมล็ดเป็นรอยเล็กน้อยเพื่อช่วยให้น้ำซึมเข้าในเมล็ดได้ง่าย ทำให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น
2. แช่เมล็ดถั่วพุ่มในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดไปเพาะในจานระหว่างชั้นของกระดาษเยื่อที่รักษาให้ชื้นตลอดเวลา
3. หลังจากเพาะเมล็ดไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง เมล็ดจะเริ่มงอก นำเมล็ดไปปลูกในกระถางที่ใดเตรียมไว้ กระถางละ 3 เมล็ด โดยให้จำนวนกระถางที่ปลูกแต่ละครั้งมากกว่าจำนวนกระถางที่ใช้ทดลองประมาณ 10 กระถาง เนื่องจากระหว่างดูแลรักษา ถ้ามีต้นถั่วพุ่มตายไป จะได้ต้นถั่วพุ่มทดแทน กรบตามจำนวนที่จะใช้ทดลอง
4. เมื่อต้นกล้างอกขึ้นแล้ว ถอนต้นกล้าที่เกิดต้องการออก เหลือต้นกล้าไว้ในกระถางกระถางละ 1 ต้น
5. ปักไม้ไผ่ก้ามยาว 1.5 เมตร 1 อัน ไว้ในกระถางแต่ละกระถาง เพื่อให้ถั่วพุ่มเลื้อยพันหลัก โดยใช้เชือกฟางผูกช่วยในบางระยะ
6. ดูแลรักษาต้นถั่วพุ่มในเรือนเพาะชำ ซึ่งให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เพิ่มเติมจากแสงธรรมชาติ โดยเปิดสวิตช์ก่อนเวลาทรงอาทิตย์ตกเล็กน้อย จนครบ 13.30 ชั่วโมง เพื่อยับยั้งการออกดอก

การทดลองที่ 1 การหาช่วงแสงวิกฤติของถั่วพุ่มพันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02

ชุดที่ 1

- 1.1 เมื่อถั่วพุ่มอายุประมาณ 9 สัปดาห์ แบ่งถั่วพุ่มออกเป็น 6 หมู่ หมู่ละ 10 กระถาง
- 1.2 เริ่มทำการทดลองให้ถั่วพุ่มได้รับแสงในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน โดยการนำเข้าห้องมืดหลังจากถั่วพุ่มแต่ละหมู่ได้รับแสงครบตามช่วงเวลาที่กำหนด ทั้งนี้

หมู่ที่	ช่วงเวลาที่ได้รับแสง (ชั่วโมง)
1	12.00
2	12.15
3	12.30
4	12.45
5	13.00
6	เป็นหมควบคุม (control) ไม่นำเข้าห้องมืด ปกติได้รับแสงตามธรรมชาติในขณะนั้น ซึ่งมีช่วงแสงต่อวัน 12.23 - 12.12 ชั่วโมง (กรมอุทกศาสตร์ 2521 : 317)

1.3 วันรุ่งขึ้นเวลา 6.30 น. นำาร่างทุกหมู่ออกจากห้องมืดไว้ในเรือนเพาะชำเช่นเดิม เมื่อตัวปูแต่ละหมู่ได้รับแสงตามช่วงเวลาที่กำหนดแล้วก็นำเข้าห้องมืด ปฏิบัติเช่นนี้ติดต่อกัน 10 วัน (3 - 12 กันยายน 2521)

1.4 เมื่อทดลองครบ 10 วันแล้ว ตัวปูหมู่ที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 จะอยู่ในเรือนเพาะชำที่เพิ่มช่วงแสงต่อวัน 13.30 ชั่วโมงเช่นเดิม ส่วนหมู่ที่ 6 ซึ่งเป็นหมควบคุมก็จะได้รับช่วงแสงธรรมชาติต่อไป

1.5 สังเกตการออกดอกของตัวปูทุกตัวในแต่ละหมู่ของชุดที่ 1

ชุดที่ 2

1.6 เมื่อตัวปูอายุประมาณ 9 สัปดาห์ แบ่งตัวปูออกเป็น 6 หมู่ หมู่ละ 5 กระถาง

1.7 หลังจากที่ได้ทราบว่ตัวปูหมู่ใดออกดอกและเป็นช่วงแสงพิกัดที่ตัวปูจะออกดอกในการทดลองชุดที่ 1 แล้ว นำช่วงแสงระหว่างช่วงแสงช่วงนี้กับช่วงแสงถัดไปตัวปูไม่ออกดอก ไปทดลองให้ละเล็ยกัน เพื่อที่จะหาช่วงแสงวิฤติให้ได้ใกล้เคียงที่สุด โดยปฏิบัติเหมือนขอ 1.2 และ 1.3 แต่ช่วงเวลาที่ได้รับแสงจะต่างกัน 3 นาที ส่วนหมู่ที่ 6 ซึ่งเป็นหมควบคุมนั้นไม่นำเข้าห้องมืด ปกติได้รับแสงตามธรรมชาติในขณะนั้น (23 กันยายน - 2 ตุลาคม 2521) ซึ่งมีช่วงแสงต่อวัน 12.06 - 12.00 ชั่วโมง (กรมอุทกศาสตร์ 2521 : 317)

1.8 เมื่อทดลองครบ 10 วันแล้ว ตัวพุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 จะอยู่ในเรือนเพาะชำที่เพิ่มดวงแสงต่อวัน 13.30 ชั่วโมงเช่นเดิม ส่วนพุ่มที่ 6 ซึ่งเป็นหมุ่ควบคุมก็จะได้รับช่วงแสงตามธรรมชาติต่อไป

1.9 สังเกตการออกดอกของตัวพุ่มทุกคนในแต่ละหมุ่ของชุดที่ 2

การทดลองที่ 2 การหาจำนวนรอบชักน้ำของแสง ของตัวพุ่มพันธุ์ศรีสวรรค์ 10 - 02

2.1 แบ่งต้นตัวพุ่มออกเป็น 11 หมุ่ ๆ ละ 5 กระถาง

2.2 เริ่มทำการทดลองเมื่อตัวพุ่มอายุ 9 สัปดาห์ (1 พฤศจิกายน 2521) ตอนเช้า นำตัวพุ่ม 11 หมุ่ ออกจากเรือนเพาะชำที่ให้แสงเพิ่มไปไว้ในบริเวณที่ได้รับช่วงแสงตามธรรมชาติ ต่อมาเช้าวันรุ่งขึ้น (2 พฤศจิกายน 2521) นำตัวพุ่มที่ 1 เข้าไว้ที่เดิมเพื่อให้ได้รับแสง 13.30 ชั่วโมงตามปกติ ดังนั้นตัวพุ่มที่ 1 จะเข้ารอบชักน้ำของแสงเพียง 1 รอบ

2.3 ตอนเช้าของวันที่ 3 พฤศจิกายน 2521 นำตัวพุ่มที่ 2 จากที่รับแสงธรรมชาติ เข้าไว้ที่เดียวกับพุ่มที่ 1 เพื่อรับแสง 13.30 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน ดังนั้นตัวพุ่มที่ 2 จะเข้ารอบชักน้ำของแสง 2 รอบ นำตัวพุ่มที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เข้าไว้ในที่เพิ่มแสงในวันถัดมา 1 วัน ตามลำดับ ตัวพุ่มเหล่านี้จะได้รับรอบชักน้ำของแสง 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 รอบ ส่วนพุ่มที่ 11 เป็นหมุ่ควบคุม ไม่นำกลับเข้ามาในที่เพิ่มแสง ให้รับแสงธรรมชาติในขณะนั้น ซึ่งมีช่วงแสงต่อวัน 11.38 - 11.33 ชั่วโมง (กรมอุทกศาสตร์ 2521 : 318) ต่อไป

2.4 สังเกตการออกดอกของตัวพุ่มในแต่ละต้น ของทุกหมุ่

การทดลองที่ 3 การหาอายุย่อยที่สุดที่สามารถชักน้ำให้ตัวพุ่มพันธุ์ศรีสวรรค์ 10 - 02 ออกดอกได้

3.1 แบ่งกระถางเป็น 10 หมุ่ ๆ ละ 6 กระถาง แยกปลูกตัวพุ่มทุก ๆ 5 วัน โดยเริ่มปลูกพุ่มที่ 1 เมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2521 แล้วปลูกพุ่มต่อ ๆ ไปจนถึงพุ่มที่ 10 ทุก ๆ 5 วัน เพื่อให้ตัวพุ่มแต่ละหมุ่อายุต่างกัน

3.2 แยกตัวผู้ 1 กระดาษของทุก ๆ หมู่ไว้เป็นหมู่ควบคุม ซึ่งจัดให้อยู่ในที่รับแสงตามธรรมชาติขณะนั้น ซึ่งเป็นช่วงวันสั้น ส่วนตัวที่เหลือหมู่ละ 5 กระดาษนั้นจัดให้อยู่ในที่มืดเพื่อหาที่เพิ่มแสงเป็นช่วงแสงต่อวัน 13.30 ชั่วโมง

3.3 เมื่อตัวผู้หมู่ที่ 1 อายุ 70 วัน (หมู่ที่ 10 อายุ 25 วัน) ในวันที่ 14 ธันวาคม 2521 เริ่มจัดให้เขารับรังสีของแสง ทั้งหมด 10 รบ โดยการงดให้แสงเพิ่ม ตัวผู้จะได้รับแสงธรรมชาติเป็นเวลา 10 วัน (14 - 23 ธันวาคม 2521) ซึ่งมีช่วงแสงต่อวัน 11.19 - 11.18 ชั่วโมง (กรมอุทกศาสตร์ 2521 : 318)

3.4 สังเกตการออกดอกของตัวผู้ทุกต้นในแต่ละหมู่

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองที่ 1 บันทึกจำนวนช่อดอกของตัวผู้ทุกต้น และเวลาเป็นชั่วโมงที่ตัวผู้แต่ละหมู่ได้รับแสงต่อวัน

การทดลองที่ 2 บันทึกจำนวนช่อดอกของตัวผู้ทุกต้น และจำนวนรอบชักน้ำของแสงที่ทำให้ตัวผู้ออกดอก

การทดลองที่ 3 บันทึกจำนวนช่อดอกและอายุของตัวผู้ทุกต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ออกจากการทดลองมาวิเคราะห์ผลโดยหาค่าเฉลี่ย (mean) และการอยุ่ละ แล้วแสดงผลการทดลองยกตาราง.

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การหาช่วงแสงวิกฤติของตัวพืชน้ำชั้นกรรสรรค์ 10 - 02 ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ทดลองให้ตัวพื้ได้รับช่วงแสงต่อเนื่องกันช่วงละ 15 นาที คือ 12.00, 12.15, 12.30, 12.45 และ 13.00 ชั่วโมง จากการทดลองปรากฏว่าช่วงแสงต่อเนื่องนานที่สุดที่ตัวพื้สามารถออกดอกได้ คือ 12 ชั่วโมง 30 นาที จึงแสดงผลไว้ในตาราง 1 และ 3 ต่อมาได้ทำการทดลองชุดที่ 2 เพื่อหาช่วงแสงวิกฤติให้ละเอียดขึ้น โดยให้ช่วงแสงระหว่าง 12 ชั่วโมง 30 นาที กับ 12 ชั่วโมง 45 นาที บาททดลองเช่นเดียวกันซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ได้รับช่วงแสงต่อเนื่องกันช่วงละ 3 นาที คือ 12.33, 12.36, 12.39, 12.42 และ 12.45 ชั่วโมง จากการทดลองผลปรากฏว่าช่วงแสงต่อเนื่องนานที่สุดที่ตัวพื้สามารถออกดอกได้คือ 12 ชั่วโมง 36 นาที จึงแสดงผลไว้ในตาราง 2 และ 3

การหาจำนวนรอบชักน้ำของแสงที่ผลต่อการออกดอกของ ตัวพื้ชั้นกรรสรรค์ 10 - 02 นั้น ได้กำหนดให้รอบชักน้ำของแสงต่างกันตั้งแต่ 1 - 10 รอบ โดยตัวพื้ทั้งหมดได้รับช่วงแสงชักน้ำตามธรรมชาติเป็นเวลา 11.38 - 11.33 ชั่วโมงต่อวัน (กรมอุทกศาสตร์ 2521 : 318) จากการทดลองปรากฏว่าจำนวนรอบชักน้ำต่ำสุดที่สามารถชักน้ำให้ตัวพื้ดอกออกได้คือ 5 รอบ จะออกดอกได้ถึง 100 % ถ้าได้รับรอบชักน้ำ 8 รอบขึ้นไป จึงแสดงผลไว้ในตาราง 4 และ 5

การหาอายุน้อยที่สุดที่สามารถชักน้ำให้ตัวพื้ชั้นกรรสรรค์ 10 - 02 ออกดอกได้นั้น ได้ทำการทดลองโดยกำหนดให้ตัวพื้อายุต่างกันหมู่ละ 5 วัน นับจาก 25 วันไปจนถึง 70 วัน ได้รับรอบชักน้ำของแสงตามธรรมชาติจำนวน 10 รอบ ช่วงแสงต่อวัน 11.19 - 11.18 ชั่วโมง (กรมอุทกศาสตร์ 2521 : 318) จากการทดลองปรากฏว่าตัวพื้ชั้นสามารถออกดอกได้เมื่ออายุประมาณ 55 วัน จะออกดอกได้ 100 % เมื่ออายุตั้งแต่ 65 วันขึ้นไป จึงแสดงผลไว้ในตาราง 6 และ 7

ตาราง 1 การออกดอกของถั่วพุ่มขึ้นครุสวรรค์ 10 - 02 ที่ได้รับช่วงแสงต่าง ๆ กัน
ชุดที่ 1

หมู่ พืช	ช่วงแสง (ชม.)	จำนวนต้น ที่ออกดอก*	เปอร์เซ็นต์ของ การออกดอก	จำนวนเฉลี่ยของช่อดอก ที่ออกดอกต้น
1	12.00	10	100	21.6
2	12.15	10	100	19.8
3	12.30	10	100	17.1
4	12.45	0	0	0
5	13.00	0	0	0
6 (ควบคุม)	12.23-12.12	10	100	18.7

* การทดลองครั้งนี้ใช้เมล็ด 10 ต้น

ตาราง 2 การออกดอกของตัวพันธุ์กรรมสารคดี 10 - 02 ที่ได้รับช่วงแสงต่าง ๆ กัน
 ชุดที่ 2

หมู่ พันธุ์	ช่วงแสง (ชม.)	จำนวนต้น ที่ออกดอก*	เปอร์เซ็นต์ของ การออกดอก	จำนวนเฉลี่ยของช่อดอก ต่อต้น
1	12.33	5	100	15.2
2	12.36	5	100	12.4
3	12.39	0	0	0
4	12.42	0	0	0
5	12.45	0	0	0
6 (รวม)	12.06-12.00	5	100	20.4

* การทดลองครั้งนี้ใช้ต้นละ 5 ต้น

ตาราง 3 แสดงวันออกดอกขอแรก และวันที่ออกดอกครบทุกต้น ของถั่วพุ่ม
หนูกาง ๆ ในการทดลองที่ 1

ชุดที่	หมู่ที่	ช่วงแสง (ชม.)	วันที่ปรากฏขอออก		วันที่เก็บขอออก
			ขอแรก	ครบทุกต้น	
1	1	12.00	16 ก.ย. 21	19 ก.ย. 21	27 ก.ย. 21
	2	12.15	17 ก.ย. 21	20 ก.ย. 21	27 ก.ย. 21
	3	12.30	18 ก.ย. 21	22 ก.ย. 21	27 ก.ย. 21
	4	12.45	—	—	27 ก.ย. 21
	5	13.00	—	—	27 ก.ย. 21
	6 (ควบคุม)	12.23-12.12	17 ก.ย. 21	20 ก.ย. 21	27 ก.ย. 21
2	1	12.33	10 ต.ค. 21	12 ต.ค. 21	18 ต.ค. 21
	2	12.36	10 ต.ค. 21	13 ต.ค. 21	18 ต.ค. 21
	3	12.39	—	—	18 ต.ค. 21
	4	12.42	—	—	18 ต.ค. 21
	5	12.45	—	—	18 ต.ค. 21
	6 (ควบคุม)	12.06-12.00	6 ต.ค. 21	8 ต.ค. 21	18 ต.ค. 21

การทดลองที่ 1 ชุดที่ 1 ทำการทดลองระหว่างวันที่ 3 - 12 กันยายน 2521

ชุดที่ 2 ทำการทดลองระหว่างวันที่ 23 กันยายน - 2 ตุลาคม 2521

หมายเหตุ - หมายถึงทุกต้นไม่ออกดอก

ตาราง 4 การออกดอกของถั่วพุ่มพันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02 ที่ได้รับรอบชักนำ
ของแสงต่าง ๆ กัน

หมู่ หมัก	จำนวนรอบ ชักนำ	จำนวนต้น ที่ออกดอก*	เปอร์เซ็นต์ของ การออกดอก	จำนวนเฉลี่ยของช่อดอก ที่ออกต่อต้น
1-4	1-4	0	0	0
5	5	3	60	4.2
6	6	4	80	7.8
7	7	4	80	8.8
8	8	5	100	14.2
9	9	5	100	18.2
10	10	5	100	20.6
11	ควบคุม	5	100	22.4

* การทดลองครั้งนี้ใช้หมักละ 5 ต้น

ตาราง 5 แสดงวันออกดอกขอแรก และวันที่ออกดอกครบทุกคน ของถั่วพู
หน่อกว้าง ๗ ในการทดลองที่ 2

หมู่ หน่อ	จำนวนรอบ ชักนำ	วันที่ปรากฏดอก		วันที่เก็บดอก
		ขอแรก	ครบทุกคน	
1	1	—	—	21 พ.ย. 21
2	2	—	—	21 พ.ย. 21
3	3	—	—	21 พ.ย. 21
4	4	—	—	21 พ.ย. 21
5	5	15 พ.ย. 21	ไม่ครบ	21 พ.ย. 21
6	6	15 พ.ย. 21	ไม่ครบ	21 พ.ย. 21
7	7	14 พ.ย. 21	ไม่ครบ	21 พ.ย. 21
8	8	13 พ.ย. 21	16 พ.ย. 21	21 พ.ย. 21
9	9	11 พ.ย. 21	14 พ.ย. 21	21 พ.ย. 21
10	10	11 พ.ย. 21	13 พ.ย. 21	21 พ.ย. 21
11	ควบคุม	11 พ.ย. 21	13 พ.ย. 21	21 พ.ย. 21

การทดลองที่ 2 ทำการทดลองระหว่างวันที่ 1 - 11 พฤศจิกายน 2521 โดยชักนำ
ด้วยแสงธรรมชาติซึ่งมีช่วงแสงต่อวัน 11.36 - 11.33 ชั่วโมง

หมายเหตุ - หมายถึงทุกคนไม่ออกดอก

ตาราง 6 การออกดอกของถั่วพุ่มพันธุ์กรรมา 10 - 02 ที่อายุต่าง ๆ กัน

หมู่ พุ่ม	อายุ (วัน)	จำนวนคน ทั้งหมด	จำนวนคน ที่ออกดอก	เปอร์เซ็นต์ของ การออกดอก	จำนวนเฉลี่ยของช่อดอก ที่ออกต่อคน
1	70	5	5	100	14.6
2	65	5	5	100	12.0
3	60	5	4	80	7.0
4	55	5	2	40	3.2
5-10	50-25	5	0	0	0
11 *	ทุกหมู่	10	7	70	27.4

* เป็นหมวกคลุม ซึ่งแยกมาจากหมู่ที่ 1 - 10 หมู่ละ 1 คน โดยปลูกในช่วงแสงธรรมชาติ เป็นช่วงวันสั้นตลอดทั้งแต่เริ่มปลูก

ตาราง 7 แสดงวันออกดอกขอแรก และวันที่ออกดอกครบทุกคน ของถั่วพู
หมู่ต่าง ๆ ในการทดลองที่ 3

หมู่ หม่	อายุนับถึงวัน เริ่มทดลอง (วัน)	วันที่ปรากฏขอออก		วันที่นับ ขอออก	อายุนับถึง วันที่ผลจากดอก ขอแรก(วัน)
		ขอแรก	ครบทุกคน		
กลุ่มทดลอง					
1	70	25 ธ.ค. 21	28 ธ.ค. 21	5 ม.ค. 22	82
2	65	24 ธ.ค. 21	28 ธ.ค. 21	5 ม.ค. 22	76
3	60	26 ธ.ค. 21	ไม่ครบ	5 ม.ค. 22	73
4	55	26 ธ.ค. 21	ไม่ครบ	5 ม.ค. 22	68
5-10	50-25	ไม่ออกดอก		5 ม.ค. 22	
กลุ่มควบคุม					
11-1		1 ธ.ค. 21		5 ม.ค. 22	58
11-2		2 ธ.ค. 21		5 ม.ค. 22	54
11-3		10 ธ.ค. 21		5 ม.ค. 22	57
11-4		19 ธ.ค. 21		5 ม.ค. 22	61
11-5		18 ธ.ค. 21		5 ม.ค. 22	55
11-6		30 ธ.ค. 21		5 ม.ค. 22	62
11-7		31 ธ.ค. 21		5 ม.ค. 22	58
11-8		ไม่ออกดอก		5 ม.ค. 22	
11-9		ไม่ออกดอก		5 ม.ค. 22	
11-10		ไม่ออกดอก		5 ม.ค. 22	

* ทำการทดลองระหว่างวันที่ 14 - 23 ธันวาคม 2521 โดยชักนำด้วยแสงธรรมชาติ
ซึ่งมีช่วงแสงต่อวัน 11.19 - 11.18 ชั่วโมง

** อยู่ในสภาพแสงตามธรรมชาติตลอดตั้งแต่เริ่มปลูก

สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาพฤติกรรมการออกดอกของถั่วพุ่มพันธุ์สุวรรณรงค์ 10 - 02 นี้ มีความมุ่งหมายที่จะหาข้อมูลขั้นพื้นฐานไว้ เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักวิชาการ ในการที่จะปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ถั่วพุ่มต่อไป ซึ่งข้อมูลจากการทดลองครั้งนี้ปรากฏว่า ถั่วพุ่มพันธุ์สุวรรณรงค์ 10-02 มีความง่แสงวิกฤตประมาณ 12 ชั่วโมง 36 นาที ต้องมีรอบช่กันน้ำของแสงอย่างน้อย 5 รอบ และมีอายุอย่างน้อย 55 วัน จึงจะสามารถชักน้ำให้ดอกออกได้

อภิปรายผล

จากการนำถั่วพุ่มพันธุ์สุวรรณรงค์ 10 - 02 แต่ละหมู่เข้าห้องมืด เพื่อให้ได้ช่วงแสงที่ต่างกันช่วงละ 15 นาที คือ 12.00, 12.15, 12.30, 12.45 และ 13.00 ชั่วโมง ติดต่อกันเป็นเวลา 10 วัน (ในขณะนั้น ช่วงแสงตามธรรมชาติ 12.23 - 12.12 ชั่วโมง) และต่อมาได้ทำการทดลองเพิ่มเติมให้ละเอียดขึ้น โดยให้ถั่วพุ่มพันธุ์ที่ได้รับช่วงแสงต่อวันระหว่าง 12.30 - 12.45 ชั่วโมง กำหนดช่วงแสงต่างกันช่วงละ 3 นาที คือ 12.33, 12.36, 12.39, 12.42 และ 12.45 ติดต่อกันเป็นเวลา 10 วันเช่นกัน (ในขณะนั้นช่วงแสงตามธรรมชาติ 12.06 - 12.00 ชั่วโมง) ปรากฏว่าถั่วพุ่มที่ได้รับช่วงแสง 12.36 ชั่วโมง หรือน้อยกว่า จะออกดอกทุกคน (ตาราง 1 และ 2) แสดงให้เห็นว่าค่าช่วงแสงวิกฤตของถั่วพุ่มพันธุ์ประมาณ 12 ชั่วโมง 36 นาที หมายถึงถั่วพุ่มพันธุ์จะต้องได้รับช่วงสว่างไม่เกิน 12 ชั่วโมง 36 นาที หรือมีช่วงมืดไม่น้อยกว่า 11 ชั่วโมง 24 นาที จึงจะชักน้ำให้ดอกออกได้ จึงจัดไว้ว่าเป็นพื้นฐาน สำหรับปริมาณการออกดอกนั้นผลปรากฏว่าหมู่ที่ได้รับช่วงแสงต่อวัน 12 ชั่วโมง จะมีจำนวนเฉลี่ยของช่ดอกที่ออกดอกตน 21.6 ช่อ ส่วนหมู่ที่ได้รับช่วงแสงต่อวัน 12 ชั่วโมง 36 นาทีนั้น จะมีจำนวนเฉลี่ยของช่ดอกที่ออกดอกตน 12.4 ช่อ ซึ่งแสดงว่าถั่วพุ่มพันธุ์จะมี

จำนวนช่อดอกที่ออกมากขึ้นเมื่อได้รับช่วงแสงต่อวันสั้นลง

ผลจากการทดลองพบเห็นว่าการตอบสนองต่อการชักนำด้วยช่วงแสง ย่อมแสดงว่า จะต้องมี การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายในพืช และการเปลี่ยนแปลงนี้ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องกับ สมมุติฐานการเปลี่ยนรูปของรงควัตถุคลอโรฟิลล์ ซึ่งค้นคว้าโดยเฮนดริก และบอร์ธวิก

(Bidwell. 1974 : 419 - 423 citing Hendricks and Borthwick. 1954 :

23 - 34) สมมุติฐานนี้ได้รับการสนับสนุนจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่าน ซึ่งเชื่อว่าในเวลาช่วงมืดที่เหมาะสม Pfr จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็น Pr และ Pr นี้มี คุณสมบัติไปกระตุ้นการออกดอกของพืชวันสั้น ดังนั้นถ้าพืชที่มีช่วงมืดสั้น ระยะเวลาที่ Pfr จะเปลี่ยนเป็น Pr มีน้อย เมื่อมี Pr เกิดขึ้นน้อย อำนาจการกระตุ้นให้เกิดการออกดอก ย่อม น้อยลง ปริมาณการออกดอกของถั่วพุ่มเหล่านี้จึงน้อยกว่าถั่วพุ่มที่ได้รับช่วงมีกลางวัน สำหรับพืชที่มีช่วงมืดน้อยกว่า 11 ชั่วโมง 24 นาที และผลปรากฏว่าไม่ออกดอกนั้น แสดงว่า ระยะเวลาช่วงมืดนั้นสั้นเกินไป การเปลี่ยนแปลงจาก Pfr เป็น Pr จึงเกิดขึ้นน้อยมาก หรือไม่เป็นผล ทำให้ไม่มีอำนาจกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดดอกขึ้น แม้ว่าถั่วพุ่มจะมี สภาพแวดล้อมอื่น ๆ เหมาะสมก็ตาม

สำหรับการเจริญเติบโตของช่อดอกนั้น จากการสังเกตภายหลังที่มีการชักนำให้เกิด ดอกแล้ว พบว่า ดอกที่เกิดขึ้นจะสามารถเจริญเติบโตต่อไปในสภาพที่ไม่ได้รับการชักนำ จนกระทั่งบานแล้วก็ร่วงไป และมีจำนวนช่อดอกเพิ่มขึ้นอย่างมาก ยกเว้นหมู่ที่ 6 ซึ่งเป็น หมู่ควบคุมจะอยู่ในสภาพช่วงแสงตามธรรมชาติภายหลังการชักนำต่อไป และช่วงแสงในขณะนั้น เป็นจำนวนชั่วโมงช่วงแสงต่อวันน้อยกว่าค่าช่วงแสงวิกฤต ผลปรากฏว่านอกจากจะออกดอก ได้ครบทุกคนแล้ว ยังเป็นหมู่เดียวที่การออกดอกดำเนินไปจนถึงระยะดอกบานเต็มที่โดยไม่ร่วง แล้วเจริญต่อไปเป็นฝัก อีกทั้งยังเพิ่มจำนวนช่อดอกขึ้นเรื่อย ๆ ที่เป็นเช่นนี้สามารถให้เหตุผล ได้ว่า ถั่วพุ่มนั้นต้องการจำนวนรอบชักนำของแสงเพื่อการเจริญเติบโตของดอกโดยสมบูรณ์ ต่อไป มากกว่าที่กำหนดไว้เพียง 10 รอบก็เป็นได้ เช่นเดียวกับการทดลองของเนย์เลอร์ (Naylor) ซึ่งทดลองกับกอลเดิลเบอร์ พบว่ารอบชักนำของแสงเพียงรอบเดียวก็สามารถ ชักนำให้ดอกเกิดเบอร์ออกดอกได้ แต่รอบชักนำของแสงจะต้องให้ต่อไปอีก 13 รอบ ดอก-

จึงจะเพิ่มจำนวนขึ้น และดอกจะเจริญต่อไปอย่างสมบูรณ์ (Meyer and Anderson, 1952 : 669 - 671 citing Naylor, 1941 : 146 - 164)

ตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าถั่วพุ่มต้นศรสุวรรค์ 10 - 02 เมื่อได้รับรอบชักนำของแสงตามธรรมชาติซึ่งมีช่วงแสงตอนวัน 11.38 - 11.33 ชั่วโมง ติดต่อกันอย่างน้อยที่สุด 5 รอบ จะสามารถออกดอกได้ เมื่อรอบชักนำเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นที่ออกดอกจะเพิ่มขึ้น และจะเพิ่มเป็น 100 % เมื่อได้รับรอบชักนำ 8 รอบขึ้นไป สำหรับปริมาณการออกดอกของถั่วพุ่มที่ได้รับรอบชักนำ 5 รอบ จะมีจำนวนเฉลี่ยของช่อดอกที่ออกดอกต้นเพียง 4.2 ช่อ แต่ถ้าวได้รับรอบชักนำถึง 10 รอบ จะมีจำนวนเฉลี่ยของช่อดอกที่ออกดอกต้น 20.6 ช่อ และหมู่ที่มีจำนวนเฉลี่ยของช่อดอกที่ออกดอกต้นมากที่สุดคือ หมู่ควบคุม ซึ่งมี 22.4 ช่อ หมู่อยู่ในสภาพช่วงแสงตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นช่วงวันสั้นตั้งแต่เริ่มทดลอง จนกระทั่งถึงวันนับจำนวนช่อดอก เพื่อพิจารณาแล้วพบว่าหมู่ควบคุมได้รับรอบชักนำถึง 20 รอบ (ตาราง 5) สำหรับการเจริญเติบโตของช่อดอกภายหลังที่เกิดจากดอกนั้น ปรากฏว่าหมู่ที่ได้รับรอบชักนำ 5 - 8 รอบ จะมีดอกในช่อดอกบางช่อร่วง กอนดอกบาน และบางช่อดอกจะบานแล้วจึงร่วง สำหรับหมู่ที่ได้รับรอบชักนำเกิน 8 รอบ ดอกส่วนมากจะเจริญจนกระทั่งบานแล้วจึงร่วง แต่หมู่ที่ 11 ซึ่งเป็นหมู่ควบคุม จะเป็นหมู่เดียวที่ดอกไม่ร่วง และเจริญต่อไปเป็นฝัก

ผลการทดลองดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากสมมติฐานการเกิดฮอร์โมนดอก (Salisbury, 1958 : 109 - 117) ดังนี้ เมื่อถั่วพุ่มได้รับรอบชักนำของแสงมากขึ้น ก็ยิ่งทำให้ปริมาณฮอร์โมนที่ทำให้เกิดดอกมากขึ้น เพราะฮอร์โมนที่เรียกว่าฟลอริเจนนี้จะผลิตขึ้นในช่วงมืดที่พอเหมาะของแต่ละรอบการชักนำนั้น แล้วมีการสะสมไว้ ดังนั้นเมื่อเพิ่มจำนวนรอบชักนำ ปริมาณสารฟลอริเจนก็ยิ่งเพิ่ม เป็นผลให้จำนวนช่อดอกเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อมีจำนวนรอบชักนำมากพอ ก็จะทำให้ดอกเจริญเติบโตต่อไปจนกระทั่งมีฝักได้

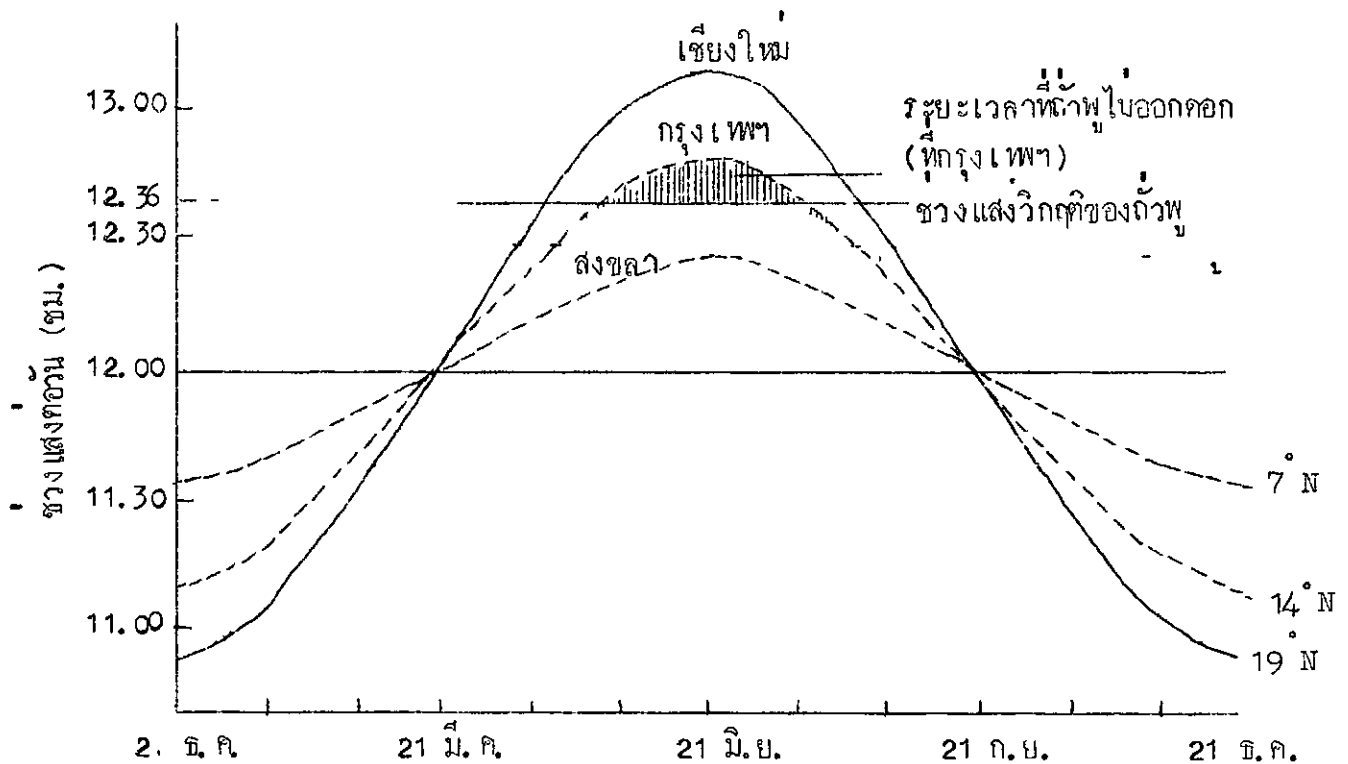
ตาราง 6 และ 7 แสดงว่าเมื่อถั่วพุ่มต้นศรสุวรรค์ 10 - 02 ได้รับรอบชักนำด้วยแสงตามธรรมชาติดำเนินช่วงแสงตอนวัน 11.19 - 11.18 ชั่วโมง เป็นจำนวน 10 รอบ จะออกดอกได้เมื่ออายุน้อยที่สุดประมาณ 55 วัน โดยมีการออกดอก 40 % และจะออกดอกได้ถึง 100 % เมื่อมีอายุ 65 วันขึ้นไป ส่วนปริมาณของการออกดอกนั้น จะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

ถ้าตัวพืชมียาวมากขึ้น และการเจริญเติบโตของดอกภายหลังการเกิดดอกก็จะมีขึ้นต่อไปภายใต้สภาพที่ไม่ได้รับการชักนำ จนกระทั่งดอกบานแล้วจะร่วงเช่นเดียวกัน

สำหรับหมู่ที่ 11 ซึ่งเป็นหมู่ควบคุม เป็นตัวพื้แยกมาจากทุก ๆ หมู่รวมทั้งหมู่ 10 นั้น นำมาปลูกในสภาพช่วงแสงธรรมชาติ ซึ่งเป็นช่วงวันสัปดาห์แรกเริ่มปลูก พบว่าคนที่ออกดอกจะออกดอกเร็วกว่าตัวพื้หมู่อื่น ๆ ซึ่งอยู่ในสภาพช่วงวันยาวมีช่วงแสงต่อวัน 13 ชั่วโมง 30 นาที ก่อนการทดลอง ตัวพื้หมู่ควบคุมนั้นจะมีอายุนับถึงวันปรากฏดอกช่อแรกอยู่ระหว่าง 52 - 64 วัน ซึ่งเป็นอายุที่กำหนดได้ไม่แน่นอน เป็นเพราะใช้จำนวนต้นน้อยเกินไป โดยแยกมาจากหมู่ที่ 1 - 10 เพียงหมู่ละ 1 คนเท่านั้น ตัวพื้หมู่ควบคุมจะมีการเจริญเติบโตของดอกเป็นไปอย่างสมบูรณ์จนกระทั่งมีฝัก และจำนวนช่อดอกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

การออกดอกของตัวพื้ นอกจากจะขึ้นอยู่กับช่วงแสงและรอบชักนำที่เหมาะสมแล้ว อายุก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วย ในกรณีนี้ควรพิจารณาเกี่ยวกับ จำนวนใบ พื้นที่ใบ และอายุของใบ สำหรับการทดลองที่ 3 นี้ จากการสังเกตพบว่า ตัวพื้ที่มีอายุน้อยจะมีจำนวนใบน้อย เมื่อจำนวนใบน้อยพื้นที่รวมทั้งหมดของใบก็น้อยด้วย ส่วนอายุของใบนั้นคนที่อายุน้อยย่อมมีใบที่มีอายุพอเหมาะกับการตอบสนองต่อช่วงแสงน้อยกว่าคนที่อายุสูงกว่า เพราะเนื่องจากมีจำนวนใบน้อยถึงได้กล่าวแล้ว ถึงนั้นความพร้อมในการรับรู้ และประสิทธิภาพในการสร้างสารฟลอริเจนย่อมแตกต่างกัน จึงเช่นการทดลองของแลม (Lam) ซึ่งทดลองกับ Xanthium strumarium พบว่าสัปดาห์แรกภายหลังการงอกจะไม่มีการตอบสนองต่อช่วงแสง เมื่อพืชมีใบแก่หาใบ ใบแก่ใบที่สามและสี่สามารถตอบสนองต่อช่วงแสงในการออกดอกได้ดีที่สุด โดยจะต้องมีพื้นที่ของใบโดยรวมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 7 - 8 ตารางเซนติเมตร สำหรับใบอ่อนและใบเลี้ยงจะไม่มีการตอบสนองต่อช่วงแสง! ก็ขึ้น (Vince-Prue. 1975 : 33-34 citing Lam. 1965 : 924 - 928)

หลังจากได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการออกดอกของตัวพื้พันธุ์นครสวรรค์ 10 - 02 แล้ว สามารถพิจารณาเกี่ยวกับสภาพการปลูกที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยได้ โดยพิจารณาควบคู่กันกับความยาวของช่วงแสงต่อวันในฤดูต่าง ๆ จากภาพประกอบ 1 (ณรงค์ โฉมเฉลา 2516 :



ภาพประกอบ 1 แสดงความยาวของช่วงแสงต่อวันในฤดูต่าง ๆ ที่เชียงใหม่ กรุงเทพฯ และสงขลา

ในฤดูฝนจะเป็นฤดูที่วันยาวและวันทึบยาวที่สุด คือวันที่ 21 มิถุนายน ที่กรุงเทพฯ มีความยาวของช่วงแสงประมาณ 12.50 ชั่วโมง จากนั้นช่วงแสงจะค่อย ๆ สั้นลงจนถึงวันที่ 21 กันยายน ซึ่งเป็วันที่มีกลางวันและกลางคืนเท่ากันประมาณ 12.00 ชั่วโมง แล้วสั้นลงต่อไป จนเข้าฤดูหนาว ซึ่งจะมีช่วงแสงสั้นที่สุดในวันที่ 21 ธันวาคม ที่กรุงเทพฯ มีความยาวประมาณ 11.10 ชั่วโมง จากนั้นก็ค่อย ๆ ยาวขึ้น และมีกลางวันกลางคืนเท่ากันอีกครั้งหนึ่งในวันที่ 21 มีนาคม และยาวขึ้นต่อไปจนถึงวันที่ 21 มิถุนายน แล้วจึงเริ่มสั้นลงอีก (ณรงค์ โฉมเฉลา 2516 : 26 - 27)

จากภาพประกอบ 1 จะเห็นว่าในช่วงกลางเดือนพฤษภาคม ถึงต้นเดือนสิงหาคม ที่กรุงเทพฯ ดาวพุธขึ้นครุสาร์รค์ 10 - 02 จะไม่ออกดอก เพราะมีช่วงแสงยาวกว่าคาบ

แสงวิฤต ซึ่งขณะนี้อยู่ในระหว่างฤดูฝน สำหรับเชียงใหม่จะอยู่ในระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม ส่วนสงขลาจะปลูกตัวพันธุ์นี้ให้ออกดอกไ้ตลอดปี เพราะมีช่วงแสงต่อวัน นอยกว่าช่วงแสงวิฤต สรุปไ้ความสาคัญที่ปลูกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตัวพันธุ์นี้คือภาคใต้ เพราะสามารถไ้ผลผลิตตลอดปี แต่ถาต้องการปลูกในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก เฉียงเหนือ ใ้ไ้ผลผลิตไ้เสียแรงงานในการปลูก ก็จะต้องกำหนดเวลาปลูกใ้เหมาะสม ตัวอย่างเช่นถาจะปลูกที่กรุงเทพฯ ก็ควรเตรียมสถานที่ปลูก เมล็ดพันธุ์ ดินและปุ๋ย พร้อมกับไม่ว่าทางใ้เรียบรอยในระหว่างเดือนพฤษภาคม เมื่อถึงเดือนมิถุนายนก็เตรียมคั้เมล็ด แซ่เมล็ด เพาะเมล็ด และเริ่มปลูกราวกลางเดือน บำรุงรักษาดูตัวพันธุ์ต่อไปจนกระทั่งย่างเข้าเดือนสิงหาคม ตัวพันธุ์มีอายุประมาณ 6 สัปดาห์ ถาจากนั้นไปเวลาของช่วงแสงต่อวัน จะนอยกว่าช่วงแสงวิฤต ตัวพันธุ์ได้รับรอบรั้งน้ำของแสงประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ ก็พอดีที่มีอายุเหมาะสมที่จะออกดอกเป็นจำนวนมาก และไ้ผลผลิตสูง เพราะจากการทดลองพบว่าตัวพันธุ์นี้ อายุ 65 วันขึ้นไป จะออกดอกถึง 100 % และรอบรั้งน้ำของแสงหลายรอบจะทำให้การเจริญเติบโตของดอกเป็นไปอย่างสมบูรณ์ เมื่อตัวพันธุ์ออกดอกแล้วก็จะเก็บเกี่ยวผลไ้ตลอดไปจนกระทั่งย่างเข้าฤดูร้อน จำนวนดอกจะลดลงและไม่ออกดอกเมื่อช่วงแสงเกินค่าช่วงแสงวิฤต ในระหว่างนี้อาจเตรียมเก็บเมล็ดพันธุ์ ปรับปรุงพืช โดยการปลูกใหม่หรือปลูกทดแทน ซ่อมแซมค้างหรือเพิ่มปุ๋ยในดิน รอช่วงแสงที่เหมาะสมต่อไป ถากำหนดเวลาเช่นนี้จะเสียแรงงานในการบำรุงรักษาระหว่างไม่มีผลผลิตนอย เมื่อเก็บเกี่ยวผลจะเหมือนกับพันธุ์ที่ไ้ลงไปหรือถาจะปลูกเป็นพืชหมุนเวียนก็ควรสลับในช่วงที่ช่วงแสงต่อวันสั้นกว่าช่วงแสงวิฤต จึงจะไม่เสียแรงงานและพื้นที่ปลูก สำหรับในภาคอื่น ๆ ก็ควรจักเตรียมการปลูกตามสภาพช่วงแสงต่อวันในแต่ละฤดูกาลใ้เหมาะสมเช่นเดียวกัน

ขอเสนอแนะ

1. ควรจะมีการศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการออกดอกของตัวพันธุ์นี้ในเมืองของไทยหลาย ๆ พันธุ์ เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับไ้ปลูกในแต่ละภาค

2. ควรจะมีการศึกษาเพื่อคัดเลือกพันธุ์ไม้ไวแสง และออกดอกตามอายุ หรือ
ยังไวแสงอยู่ แต่มีกาวางแสงวิฤตสูง เพื่อให้ปลูกได้ทุกภาค และทุกฤดูกาล
3. ควรจะมีการศึกษาจำนวนรอบชักนำให้น้อยที่สุดที่สามารถทำให้การเจริญเติบโต
ของดอกเป็นไปโดยสมบูรณ์ จนถึงระยะดอกบานเต็มที่ ในพันธุ์ทุกพันธุ์ที่คัดเลือกไว้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ณรงค์ โฉมเฉลา "ความพิเศษของถั่วพู" วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 5 : 515-529

กันยายน 2519

_____ "คุณค่าทางอาหารของถั่วพู" วารสาร สสท. 18 : 29 - 40 พฤศจิกายน

2519

_____ "การปลูกถั่วพู" กสิกร 3 : 224 - 241 พฤษภาคม 2519

_____ "หาบ่างไร หวายปอมป้ากรจึงจะออกดอกในฤดูหนาว" วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร

1 : 25 - 32 มกราคม 2516

บุญกุล บรรจบราษฎร์ และ ณรงค์ โฉมเฉลา "การศึกษาดังกล่าวถึงการออกดอกของ

ปอแก้วไทย" วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2 : 105-114 มีนาคม 2514

ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร "ถั่วพูชนิดหม้อหรือขึ้นเขียง" ต้นไม้ใบหญ้า 9 : 28 - 32

มีนาคม 2521

สุวิทย์ เล้าหิ่ววงศ์ "ถั่วพู" แกนเกษตร 1 : 11 - 14 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2521

อุทกศาสตร์, กรม "เวลากองอาทิตยและกองจันทร์ขึ้นและตกที่ท่าเรือกรุงเทพ" ใน

มาตรฐานน้ำในประเทศไทย แม่น้ำเจ้าพระยา - อ่าวไทย - ทะเลอันดามัน กองทัพเรือ

2521

Adam, Preston, Jeffrey J.W. Baker and Garland E. Allen. The Study of Botany. Massachusette, Addison-Wesley, 1970. 556 p.

Aslam, H. Preliminary studies on cultivation of winged bean in

Pakistan. 3 Country Papers, International Winged Bean, Semnar/

Workshop/Forum, January 9 - 11, Los Baños Laguna, January 13 - 14,

PICC, Manila, 1978. 9 p.

Bidwell, Roger G.S. Plant Physiology. New York, Macmillan, 1974.

643 p.

- Claydon, Alan. "A review of the nutritional value of the winged bean Psophocarpus tetragonolobus (L.) DC. with special reference to Papua New Guinea," Science in New Guinea. 2 : 103 - 114, August, 1975.
- "Country reports," The Winged Bean Flyer. May, 1977. p. 3 - 8.
- Cortis, Otis F. and Daniel G. Clark. An Introduction to Plant Physiology. New York, McGraw-Hill, 1950. 752 p.
- Devlin, Robert M. Plant Physiology. 2nd. ed., New York, Van Nostrand, 1969. 446 p.
- Downs, R.J. and W.L. Butler. "Photoperiodicity" in The World of Plants. p. 108 - 112. London, Nelson and Sons, 1965.
- Eagleton, G.E., N. Thurling and T.N. Khan. Variation in Flowering Habit in the Winged Bean and Its Implications for Subtropical and Mediteranean Summer Conditions. 1 Workshop Papers, International Winged Bean, Seminar/Workshop/Forum, January 9 - 11 Los Baños, Laguna, January 13 - 14, PICC, Manila, 1978. 25 p.
- Esperanza, Ricardo Yohalmo Leon. Evaluation on Agronomical Behavior of Winged Bean in El Salvador. 3 Country Papers, International Winged Bean, Seminar/Workshop/Forum, January 9 - 11 Los Baños, Laguna, January 13 - 14, PICC, Manila, 1978. 10 p.
- Galston, Arthur W. and Peter J. Davies. Control Mechanisms in Plant Development. New Jersey, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1970. 184 p.
- Gray, Peter. "Photoperiodism" in The Encyclopedia of the Biological Science. p. 762 - 764. New York, Reinhold, 1961.

- Greulach, Victor A. Plant Function and Structure. New York, Macmillan, 1973. 575 p.
- Jensen, William A. and Leroy G. Kavaljian. Plant Biology Today. advances and challenges. 2nd. ed., Belmont, California, Wadsworth, 1967. 208 p.
- Kroghmann, David W. The Biochemistry of Green Plants. New Jersey, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973. 239 p.
- Levitt, Jacob. Introduction to Plant Physiology. 2nd. ed., Saint Louis, C.V. Mosby, 1974. 447 p.
- Lubis, Siti Harti Aminah. Flower Behavior of the Winged Bean.
1 Workshop Papers, International Winged Bean, Seminar/Workshop/Forum, January 9 - 11 Los Baños, Laguna, January 13 - 14, PICC, Manila, 1978. 6 p.
- Masefield, G.B. "Psophocarpus tetragonolobus - A crop with a future?," Field Crop Abstracts, 26 : 157 - 160, April, 1973.
- Mayer, Bernard S. and Donald B. Anderson. Plant Physiology. New Jersey, D. Van Nostrand, 1952. 784 p.
- Mayer, Bernard S. and others. Introduction to Plant Physiology. New York, Van Nostrand, 1973. 565 p.
- Narong Chomchalow. Progress on Winged Bean Research in Thailand.
3 Country Papers, International Winged Bean, Seminar/Workshop/Forum, January 9 - 11 Los Baños, Laguna, January 13 - 14, PICC, Manila, 1978. 5 p.
- NAS The Winged Bean-A High Protein Crop for the Tropics. Washington D.C., National Academy of Sciences, 1975. 43 p.

- Pospisil, Frantisek, Bohumir Hlava and Magdalena Buresova. The Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.) 2 Supplementary Papers, International Winged Bean, Seminar/Workshop/Forum, January 9 - 11 Los Baños, Laguna, January 13 - 14, PICC, Manila, 1978. 16 p.
- Price, C.A. Molecular Approaches to Plant Physiology. New York, McGraw-Hill, 1970. 398 p.
- Ray, Peter M. The Living Plant. 2nd. ed., New York, Holt, Rinehart and Winston, 1972. 206 p.
- Salisbury, Frank B. "The Flowering Process" Scientific American. 4 : 109 - 117, April, 1958.
- Salisbury, F.B. and R.V. Parke. Vascular Plants : Form and Function. 2nd. ed., Belmont, California, Wadsworth, 1970. 252 p.
- Salisbury, Frank B. and Cleon Ross. Plant Physiology. Belmont, California, Wadsworth, 1969. 714 p.
- Smith, Harry. Phytochrome & Photomorphogenesis. London, McGraw-Hill, 1975. 235 p.
- Steward, F.C. Plant Physiology. New York, Academic Press, 1971. 541 p.
- Street, H.E. and Helgi Opik. The Physiology of Flowering Plants : Their Growth and Development. London, Edward Arnold, 1970. 263 p.
- Swanson, Carl P. An Introduction to Phytobiology. New Jersey, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1969. 156 p.
- Vince-Prue, Daphne. Photoperiodism in Plants. London, McGraw-Hill, 1975. 444 p.