

การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ปอเทือง Seed Development and Maturation in Sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.)

พิทยา พรหมสุข¹ ขวัญจิตร สันติประชา¹ และวัลลภ สันติประชา¹

บทคัดย่อ

ได้ศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ปอเทืองที่ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน 2551 เมื่อปอเทืองเริ่มออกดอกทำการติดป้ายดอกที่กำลังบานเพื่อกำหนดวันดอกบานและเก็บเกี่ยวฝักที่อายุ 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43 และ 46 วันหลังดอกบาน เพื่อศึกษาการพัฒนาสีฝัก สีเมล็ด และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ผลการทดลองพบว่าปอเทืองมีการพัฒนาสีฝัก 6 ช่วง คือ สีเขียวเข้ม เขียวอ่อน เขียวเทาอ่อน เขียวเทาเข้ม น้ำตาลอ่อน และน้ำตาลเข้ม ที่ฝักอายุ 10-16, 19-28, 31, 34, 37-40 และ 43-46 วันหลังดอกบานตามลำดับ เมล็ดพันธุ์ปอเทืองเริ่มงอกได้ที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน โดยมีน้ำหนักแห้ง 17.13 มิลลิกรัมต่อ เมล็ด ความชื้น 79.05 เปอร์เซ็นต์ และความงอกมาตรฐาน 5.50 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์ปอเทืองสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่ฝักอายุ 37 วันหลังดอกบาน โดยมีน้ำหนักแห้งสูงสุด 27.38 มิลลิกรัมต่อเมล็ด ความชื้น 36.44 เปอร์เซ็นต์ และความงอกมาตรฐาน 96.50 เปอร์เซ็นต์ ความแข็งแรงสูงสุดในรูปความงอกในดิน ดัชนีความเร็วในการงอกในดิน น้ำหนักแห้งของต้นกล้า ความยาวราก และการนำไฟฟ้าต่ำ ปอเทืองที่ฝักอายุ 40 วันหลังดอกบาน มีเมล็ดแข็งเกิดขึ้นขณะที่เมล็ดมีความชื้น 27.64 เปอร์เซ็นต์ การเก็บเกี่ยวปอเทืองเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์จึงควรเก็บเกี่ยวฝักสีน้ำตาลอ่อนและเมล็ดพันธุ์มีสีน้ำตาล

คำหลัก : ปอเทือง การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ การสุกแก่ทางสรีรวิทยา คุณภาพเมล็ดพันธุ์

Abstract

The study of sunn hemp seed development and maturation was studied at the Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai campus, Hat Yai, Songkhla, during March-June, 2008. The blooming flowers were tagged to indicate the date of flowering. Pods at 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43 and 46 days after flowering were harvested to investigate pod color, seed color and seed quality. The results showed that the sunn hemp had 6 developmental stages of pod color which were green, yellow-green, light grey-green, dark grey-green, grey-brown and grey-brown-black at 10-16, 19-28, 31, 34, 37-40 and 43-46 days after flowering, respectively. The sunn hemp seeds were capable of germination at approximately 25 days after flowering with seed dry weight of 17.13 mg/seed, moisture content of 79.05 % and standard germination of 5.50 %. The sunn hemp seeds reached physiological maturity at 37 days after flowering

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

with maximum dry weight of 27.38 mg/seed, moisture content of 36.44 %, maximum standard germination of 96.50%, with the highest soil emergence, speed of soil emergence index, seedling dry weight, root length and the low electrical conductivity. Hard seed developed at 40 days after flowering with seed moisture content of 27.64 %. Sunn hemp pods harvested for seed production should be at grey-brown color stage with brown colored seeds.

Key words : Sunn hemp, Seed development, Physiological maturity, Seed quality

คำนำ

ปอเทือง (*Crotalaria juncea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วในเขตร้อนที่มีความสำคัญพืชหนึ่งนิยมปลูกเป็นพืชบำรุงดิน พืชอาหารสัตว์ พืชเส้นใย (สุภาพร และคณะ, 2548 ; Duke, 1981 ; Dempsey, 1975 ; Purselove, 1974) และพืชหมุนเวียน (ประชา และคณะ, 2543; Purselove, 1974) เมล็ดใช้เป็นยารักษาโรคผิวหนังที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียบางชนิดและเป็นยาขับระดู (Duke, 1981) ปอเทืองเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดีและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิดยกเว้นที่มีน้ำท่วมขัง (สุภาพรและคณะ, 2548 ; ประชา, 2546 ; Dempsey, 1975) การปลูกปอเทืองในประเทศไทยใช้ประโยชน์ด้านการคลุมดินและบำรุงดิน เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ป้องกันการชะล้างของหน้าดิน ควบคุมวัชพืช (สุภาพร และคณะ, 2548) และปลูกเป็นพืชหมุนเวียนกับพืชหลัก เช่น ข้าว ข้าวโพด และพืชไร่อื่น ๆ (ประชา และคณะ, 2543) เพื่อลดปริมาณเชื้อสาเหตุของโรคพืชและแมลงในดิน ปอเทืองยังสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้ดี ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้ดินและลดการใช้ปุ๋ยเคมี (สุภาพร และคณะ, 2548) โดยให้ปริมาณไนโตรเจน 8.7-28.9 กิโลกรัมต่อไร่ (ประชา, 2546) ขณะนี้ยังนิยมปลูกเป็นไม้ประดับในลักษณะเป็นทุ่งดอกปอเทือง เพื่อใช้ส่งเสริมการท่องเที่ยวในหลายพื้นที่อีกด้วย

การเพาะปลูกปอเทืองสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์จากแปลงผลิตพืชได้อย่างต่อเนื่อง โดยเก็บเกี่ยวฝักที่อายุประมาณ 85-95 วันหลังปลูก (ชุมพล, 2529) หรือเก็บที่ระยะฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน (สุภาพร และคณะ, 2548) และต้องทยอยเก็บเมล็ดพันธุ์ตามระยะเวลาของการสุกแก่ เนื่องจากออกดอกไม่พร้อมกัน การสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์จึงกระจายเป็นระยะเวลานาน ซึ่งหากเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์เร็วหรือช้าจะได้เมล็ดพันธุ์ที่อ่อนหรือแก่จนเกินไปทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพและผลผลิตลดลงเนื่องจากเมล็ดพันธุ์ยังไม่สุกแก่เต็มที่และเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพไป (ขวัญจิตร์ และวัลลภ, 2530) การเก็บเกี่ยวเป็นจุดเริ่มต้นที่กำหนดคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดพันธุ์พืช เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีที่สุดในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์สะสมน้ำหนักแห้งไว้สูงสุดซึ่งต่างกันไปตามชนิดพืช (จวงจันท์, 2529) เช่น ถั่วพุ่มใช้เวลาในการพัฒนาจนถึงระยะสุกแก่ 18 วันหลังดอกบาน (ขวัญจิตร์ และวัลลภ, 2531) ถั่วฝักยาว 20 วันหลังดอกบาน (ขวัญจิตร์ และวัลลภ, 2537) ถั่วแขก 28 วันหลังดอกบาน (มาริษา และคณะ, 2550) ถั่วเหลือง 50 วันหลังดอกบาน (Obendorf *et al.*, 1980) และกระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ TVRC 064 (HE 064) และพันธุ์ OP 31 และ 34 วันหลังดอกบาน ตามลำดับ (ดอกเอื้อง, 2552) เป็นต้น การทราบลักษณะการพัฒนาและการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์พืชเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพ การเก็บเกี่ยว การผลิตและการจัดการ เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสำหรับการเพาะปลูกให้ได้ผลดียิ่งขึ้น (ขวัญจิตร์ และวัลลภ, 2530) ซึ่งหากปล่อยให้เมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่แล้วไว้คาต้นในแปลงนาน ๆ มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว ตามระยะเวลาของการสุกแก่และสภาพแวดล้อม (วัลลภ, 2540) โดยเฉพาะภาคใต้ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงและมีฤดูฝนที่ค่อนข้างยาวนาน จึงมีผลต่อระยะการพัฒนารสสุกแก่และการเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดพันธุ์ (ขวัณจิตร และวัลลภ, 2537) ดังนั้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ จึงควรเก็บเกี่ยวให้เร็วที่สุดหลังจากที่เมล็ดสุกแก่แล้วเพื่อให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพและผลผลิตที่ดี

การทดลองนี้ใช้ปอเทืองพันธุ์เบาที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้เร็ว และทนแล้งได้ดี มีลำต้นเดี่ยว อายุการออกดอกและการเก็บเกี่ยวสั้น และเมื่อไกลกลายเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถย่อยสลายตัวได้เร็ว (ชุมพล, 2529)

ยังไม่มีการศึกษาเรื่องการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ปอเทือง ดังนั้นการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบลักษณะการพัฒนาและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ปอเทืองในระยะต่าง ๆ เพื่อใช้กำหนดระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ให้เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ปอเทืองให้มีคุณภาพที่ดี

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกปอเทืองในวันที่ 18 มีนาคม 2551 ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในแปลงปลูกขนาด 1×5 เมตร เว้นทางเดินระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ใช้ระยะปลูก 50×75 เซนติเมตร จำนวน 15 แปลง หยอดเมล็ดพันธุ์เป็นหลุม ๆ ละ 4-5 เมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 3 สัปดาห์หลังปลูก ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมทั้งกำจัดวัชพืชและพูนโคน ให้น้ำแบบฝนเทียม ฉีดพ่นยาฆ่าแมลงอะบาเม็กตินอัตรา 40 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อปอเทืองอายุประมาณ 21, 42 และ 56 วันหลังปลูกตามลำดับและใช้สารกำจัดเชื้อราควินโทซีน+อีทรีโคโซลอัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร รดที่โคนต้น เมื่อปอเทืองอายุประมาณ 21 วันหลังปลูกและเมื่อพบการระบาดของโรคโคนเน่า

เมื่อปอเทืองเริ่มออกดอก ทำการตัดป้ายดอกที่บ้านเดิมที่เพื่อกำหนดวันที่ดอกบานระหว่างวันที่ 24 เมษายน-9 พฤษภาคม 2551 เก็บเกี่ยวฝักปอเทืองที่อายุ 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 43 และ 46 วันหลังดอกบานมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีฝักและสีเมล็ด โดยใช้สมุดเทียบสีของ The Royal Horticultural Society, London แยกเมล็ดออกจากฝักแล้วนำมาทดสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ทำที่อาคารปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์พืช ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย ตู้เพาะเมล็ดพันธุ์ ตู้อบ เครื่องชั่งละเอียด เครื่องวัดละเอียด และเครื่องวัดการนำไฟฟ้า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ทดสอบมีดังนี้

1. คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ปอเทือง

1.1 ขนาดของเมล็ด โดยวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดปอเทือง จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 20 เมล็ดโดยใช้เครื่องวัดละเอียด

1.2 ความชื้นและน้ำหนักแห้งของเมล็ด นำเมล็ดปอเทือง จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 20 เมล็ด มาชั่งน้ำหนักสดแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง คำนวณความชื้นของเมล็ด โดยใช้น้ำหนักสดเป็นเกณฑ์ (wet weight basis) (ISTA, 2008)

2. คุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ปอเทือง

2.1 ความงอกมาตรฐาน (standard germination) นำเมล็ดปอเทืองมาทดสอบความงอกมาตรฐาน โดยเพาะเมล็ดบนกระดาษเพาะที่วางประกบกัน (between paper) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด นำไปไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ประเมินความงอกครั้งแรก (first count) เมื่ออายุ 4 วัน และประเมินความงอกครั้งสุดท้าย (final count) เมื่ออายุ 10 วัน (ISTA, 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความแข็งแรง โดยทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ 5 วิธี

1) ความงอกในดิน (soil emergence) โดยเฉพาะเมล็ดปอเทือง จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด ในกระบะดินผสมระหว่างดินร่วนกับดินล้าควมอัตรา 1:1 ประเมินต้นกล้าทุกวันหลังปลูกจนครบ 10 วัน

2) ดัชนีความเร็วในการงอกในดิน (speed of soil emergence index) โดยนำผลการตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติที่งอกจากข้อ 1) มาคำนวณค่าดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ด (AOSA, 2002)

3) ความยาวรากและความยาวยอดของต้นกล้า ทำโดยการเพาะเมล็ดปอเทืองในม้วนกระดาษเพาะจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด โดยเรียงเมล็ดพันธุ์เป็น 2 แถว ๆ ละ 25 เมล็ด เป็นแนวตามความยาวของกระดาษ แถวแรกห่างจากขอบกระดาษด้านบน 6 เซนติเมตร และแถวที่สองห่าง 13 เซนติเมตร วางเมล็ดให้ส่วนที่เจริญเป็นปลายรากอ่อนอยู่ด้านล่างและต้นอ่อนอยู่ด้านบนของกระดาษ แล้วนำไปวางให้ตั้งเฉียงเป็นมุม 45 องศา ในตู้เพาะสภาพมืดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 7 วัน นำต้นกล้าปกติมาวัดความยาวรากและความยาวยอด โดยวัดจากส่วนที่เป็นรอยต่อระหว่างรากกับยอดถึงปลายรากและปลายยอด ตามลำดับ (AOSA, 2002)

4) น้ำหนักแห้งของต้นกล้าโดยนำต้นกล้าปกติที่วัดความยาวรากและความยาวยอดจากข้อ 3) แยกเอาใบเลี้ยงออกให้ เหลือเฉพาะส่วนของแกนต้นอ่อนนำต้นกล้าไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (AOSA, 2002) ซึ่งหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า คำนวณหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้าต่อต้น

5) การนำไฟฟ้า นำเมล็ดปอเทืองจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 25 เมล็ด มาชั่งน้ำหนักแล้วใส่เมล็ดลงในบีกเกอร์แช่ในน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร นำไปไว้ในตู้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารละลายที่แช่เมล็ดมาวัดการนำไฟฟ้าในหน่วยไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม (วัลลภ, 2550)

แผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลอง

1. การออกดอก และการติดฝัก

ปลูกปอเทืองเมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2551 ปอเทืองมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบพุ่ม มีแขนงมาก และมีช่อดอกแบบ raceme ดอกด้านล่างพัฒนาและบานก่อนดอกด้านบน จึงทำให้เมล็ดพันธุ์สุกแก่ไม่พร้อมกัน โดยใช้เวลาดังแต่ปลูกจนถึงดอกแรกของจำนวนประชากรต้นทั้งหมดบาน ที่อายุ 37 วันหลังปลูก จำนวนต้นที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุประมาณ 45 วันหลังปลูก ดอกทยอยบานนานประมาณ 42 วัน และมีการติดฝักสูงประมาณ 78.43 เปอร์เซ็นต์

2. การพัฒนาสีฝัก และสีเมล็ดพันธุ์

ปอเทืองมีการเปลี่ยนแปลงสีของฝัก 6 ช่วง คือช่วงฝักอายุ 10-16 วันหลังดอกบาน ฝักมีสีเขียวเข้ม ฝักเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนที่อายุ 19-28 วันหลังดอกบาน (Table 1) จากนั้นฝักเปลี่ยนเป็นสีเขียวเทาอ่อนที่อายุ 31 วันหลังดอกบาน ฝักเปลี่ยนเป็นสีเขียวเทาเข้มที่อายุ 34 วันหลังดอกบาน ฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนที่อายุ 37-40 วันหลังดอกบานและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มที่ฝักอายุ 43-46 วันหลังดอกบาน ส่วนสีของเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลง 5 ช่วง คือช่วงฝักอายุ 10-19 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีสีเขียว เมล็ดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนที่ฝักอายุ 22-31 วันหลังดอกบาน (Table 1) จากนั้นเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนปนน้ำเงินที่ฝักอายุ 34 วันหลังดอกบาน เมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่ฝักอายุ 37-43 วันหลังดอกบาน และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนดำที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน

Table 1 Pod and seed color of sunn hemp at different stages of development.

Days after flowering	Pod color	Seed color
10	green 143 group B	yellow-green 144 group B
13	yellow-green 144 group B	yellow-green 144 group C
16	yellow-green 144 group B	yellow-green 144 group C
19	yellow-green 146 group D	yellow-green 145 group A
22	yellow-green 147 group C	yellow-green 147 group D
25	yellow-green 147 group C	yellow-green 147 group D
28	yellow-green 148 group C	yellow-green 147 group D
31	greyed-green 195 group A	yellow-green 148 group B
34	greyed-green 197 group B	yellow-green 148 group B-blue-green 116 group B
37	grey-brown 199 group B	brown 200 group A
40	grey-brown 199 group B	brown 200 group A
43	grey-brown 199 group A-black 202 group A	brown 200 group B
46	grey-brown 199 group A-black 202 group A	brown 200 group B-black 202 group A

3. คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

3.1 ขนาดของเมล็ด

ขนาดของเมล็ดปอเพื่อศึกษาโดยวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ด พบว่าเมล็ดปอที่ฝักอายุ 10 วัน หลังดอกบาน มีขนาดเล็ก 2.66, 3.43 และ 1.53 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 2) หลังจากนั้นเมล็ดมีความกว้าง ความยาว และความหนาเพิ่มขึ้นตามอายุฝักที่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งเมล็ดมีความกว้างและความยาวสูงสุดทางสถิติที่ฝักอายุ 28 วันหลังดอกบาน คือ 5.88 และ 8.24 มิลลิเมตร ตามลำดับและเมล็ดมีความหนาสูงสุดทางสถิติก่อนความกว้างและความยาวที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน คือ 3.18 มิลลิเมตร หลังจากนั้นเมล็ดมีความกว้าง ความยาวและความหนาค่อย ๆ ลดลงตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้น

3.2 ความชื้นของเมล็ด

เมล็ดปอที่ฝักอายุ 10 วันหลังดอกบาน มีความชื้นสูงสุด 83.58 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) โดยความชื้นของเมล็ดค่อย ๆ ลดลงตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้น จนมีความชื้น 64.55 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 34 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นเมล็ดมีความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว จนเมล็ดมีความชื้นเป็น 36.44 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 37 วันหลังดอกบาน และเมล็ดมีความชื้นต่ำสุด 13.47 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน

3.3 น้ำหนักแห้งของเมล็ด

เมล็ดปอที่ฝักอายุ 10 วันหลังดอกบาน มีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด คือ 1.25 มิลลิกรัมต่อเมล็ด การสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้น (Table 3) จนเมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด 27.38 มิลลิกรัมต่อเมล็ด ที่ฝักอายุ 37 วันหลังดอกบาน โดยเมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งระดับเดียวกันกับเมล็ดที่ฝักอายุ 34 วันหลังดอกบาน คือ 26.88 มิลลิกรัมต่อเมล็ด หลังจากนั้นเมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงเป็น 25.63 - 26.13 มิลลิกรัมต่อเมล็ด ที่ฝักอายุ 40-46 วันหลังดอกบานตามลำดับ

Table 2 Seed width, seed length and seed thickness of sunn hemp at different stages of development.

Days after flowering	Seed width (mm.)	Seed length (mm.)	Seed thickness (mm.)
10	2.66 i	3.43 j	1.53 i
13	3.64 h	4.90 i	1.86 h
16	4.21 g	5.80 h	2.34 e
19	4.74 d	6.39 f	2.80 c
22	5.13 c	7.13 d	3.02 b
25	5.63 b	7.87 c	3.18 a
28	5.88 a	8.24 a	2.99 b
31	5.68 b	8.09 b	2.67 d
34	5.84 a	8.10 b	2.74 cd
37	4.71 d	6.64 e	2.22 f
40	4.58 e	6.30 f	2.04 g
43	4.55 ef	6.15 g	1.99 g
46	4.43 f	6.05 g	1.97 g
F-test	*	*	*
C.V. (%)	1.88	1.41	2.47

* = significant difference at $P \leq 0.05$

Within each column, means not followed by the same letter are significantly different at the 5% level of probability as determined by DMRT.

4. คุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์

4.1 ความงอกมาตรฐาน

เมล็ดปอเทืองที่ฝักอายุ 10-22 วัน หลังดอกบานยังไม่สามารถงอกได้ เมล็ดเริ่มงอกที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน โดยมีความงอกเพียง 5.50 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) จากนั้นเมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนมีความงอกสูงสุดทางสถิติ 94.00-96.50 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 34-43 วันหลังดอกบาน ตามลำดับ และเมล็ดมีความงอกลดลงเป็น 91.50 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน

4.2 เมล็ดแข็ง

จากการทดสอบความงอกมาตรฐานพบเมล็ดแข็ง 1.00 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 40 และ 43 วันหลังดอกบาน ตามลำดับ (Table 4) เมื่อเมล็ดมีความชื้น 27.64 และ 15.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3) พบเมล็ดแข็งเพิ่มขึ้นเป็น 4.50 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน เมื่อเมล็ดมีความชื้นลดลงเป็น 13.47 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Moisture content and seed dry weight of sunn hemp at different stages of development.

Days after flowering	Moisture content (%)	Seed dry weight (mg/seed)
10	83.58 a	1.25 j
13	82.48 ab	3.38 i
16	82.22 ab	5.63 h
19	80.92 bc	9.75 g
22	80.19 cd	13.13 f
25	79.05 d	17.13 e
28	74.35 e	22.50 d
31	65.76 f	25.38 c
34	64.55 f	26.88 ab
37	36.44 g	27.38 a
40	27.64 h	26.13 bc
43	15.28 i	25.63 c
46	13.47 j	26.10 bc
F-test	*	*
C.V. (%)	1.91	4.48

* = significant difference at $P \leq 0.05$ Within each column, means not followed by the same letter are significantly different at the 5% level of probability as determined by DMRT.

4.3 ความแข็งแรง

1) ความงอกในดิน

การวัดความแข็งแรงของเมล็ดปอเทืองในรูปความงอกในดินให้ผลสอดคล้องกับความงอกมาตรฐาน คือ เมล็ดเริ่มงอกที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน โดยมีความงอก 6.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความงอกในดินระดับเดียวกับ เมล็ดที่ฝักอายุ 28 วันหลังดอกบาน คือ 7.50 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) หลังจากนั้นเมล็ดมีความงอกในดินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ฝักอายุ 31-34 วันหลังดอกบาน จนเมล็ดมีความงอกในดินสูงสุดทางสถิติที่ฝักอายุ 37-43 วันหลังดอกบาน คือ 96.00-98.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมล็ดมีความงอกในดินลดลงเป็น 92.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน

2) ดัชนีความเร็วในการงอกในดิน

เมล็ดปอเทืองที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน มีดัชนีความเร็วในการงอกในดิน 0.48 (Table 4) หลังจากนั้น เมล็ดมีดัชนีความเร็วในการงอกในดิน เพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒนาดอกที่เพิ่มขึ้น จนเมล็ดมีดัชนีความเร็วในการงอกในดินสูงสุดทางสถิติที่ฝักอายุ 37-40 วันหลังดอกบาน คือ 23.48-23.93 ตามลำดับ และดัชนีความเร็วในการงอกในดินของเมล็ดลดลงเป็น 18.95 ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 4 Standard germination, hard seed, soil emergence, and speed of soil emergence index of sunn hemp at different stages of development.

Days after flowering	Standard germination (%)	Hard seed (%)	Soil emergence (%)	Speed of soil emergence index
10	0	0	0	0
13	0	0	0	0
16	0	0	0	0
19	0	0	0	0
22	0	0	0	0
25	5.50 e	0	6.50 e	0.48 f
28	28.50 d	0	7.50 e	0.78 f
31	64.00 c	0	49.00 d	5.86 e
34	96.50 a	0	85.00 c	13.44 d
37	96.50 a	0	96.00 ab	23.48 a
40	96.00 a	1.00	98.50 a	23.93 a
43	94.00 ab	0.50	96.50 ab	20.58 b
46	91.50 b	4.50	92.00 b	18.95 c
F-test	*	-	*	*
C.V. (%)	6.07	-	9.11	6.65

* = significant difference at $P \leq 0.05$ Within each column, means not followed by the same letter are significantly different at the 5% level of probability as determined by DMRT.

3) น้ำหนักแห้งของต้นกล้า

เมล็ดปอเทืองที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน ให้ต้นกล้าที่มีน้ำหนักแห้ง 3.94 มิลลิกรัมต่อต้น (Table 5) เมล็ดให้ต้นกล้าที่มีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้นจนเมล็ดให้ต้นกล้าที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุด 12.65 มิลลิกรัมต่อต้น ที่ฝักอายุ 37 วันหลังดอกบานและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าค่อย ๆ ลดลงตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้น จนเมล็ดให้ต้นกล้าที่มีน้ำหนักแห้งเป็น 11.66 มิลลิกรัมต่อต้น ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน

4) ความยาวรากและความยาวยอดของต้นกล้า

เมล็ดปอเทืองที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน ให้ต้นกล้าที่มีความยาวรากและความยาวยอด 0.40 และ 2.16 เซนติเมตรต่อต้นตามลำดับ (Table 5) จากนั้นเมล็ดให้ต้นกล้าที่มีความยาวรากและความยาวยอดเพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้นจนมีความยาวรากสูงสุดทางสถิติ 11.50 เซนติเมตรต่อต้นที่ฝักอายุ 37 วันหลังดอกบาน และความยาวรากของต้นกล้าลดลงตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้น จนมีความยาวรากต่ำสุด 10.69 เซนติเมตรต่อต้น ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน ส่วนความยาวยอดของต้นกล้าสูงสุด 16.94 เซนติเมตรต่อต้นที่ฝักอายุ 40 วันหลังดอกบาน และความยาวยอดของต้นกล้าลดลงเป็น 14.79-15.01 เซนติเมตรต่อต้นที่ฝักอายุ 43-46 วันหลังดอกบานตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การนำไฟฟ้าของเมล็ด

เมล็ดปอเทืองเริ่มงอกที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีการนำไฟฟ้าของสารแซ่เมล็ดสูง 45.39 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ต่อกรัม (Table 5) หลังจากนั้นการนำไฟฟ้าของเมล็ดค่อย ๆ ลดลงตามอายุการพัฒนาดอกฝักที่เพิ่มขึ้นจนเมล็ดมีการนำไฟฟ้าต่ำสุด 18.62 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม ที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบาน

Table 5 Seedling dry weight, root length, shoot length and electrical conductivity of sunn hemp at different stages of development.

Days after flowering	Seedling dry weight (mg/seedling)	Root length (cm.)	Shoot length (cm.)	Electrical conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)
10	0	0	0	88.77 a
13	0	0	0	87.78 a
16	0	0	0	82.12 a
19	0	0	0	53.06 b
22	0	0	0	52.15 b
25	3.94 e	0.40 e	2.16 g	45.39 b
28	4.09 e	0.82 e	3.29 f	33.68 c
31	6.48 d	2.14 d	5.29 e	30.81 cd
34	8.01 c	4.51 c	8.81 d	22.70 de
37	12.65 a	11.50 a	14.11 c	22.66 de
40	11.73 ab	10.71 b	16.94 a	23.11 de
43	12.17 ab	11.09 ab	15.01 b	23.60 de
46	11.66 b	10.69 b	14.79 bc	18.62 e
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	11.53	12.72	8.32	11.76

* = significant difference at $P \leq 0.05$

Within each column, means not followed by the same letter are significantly different at the 5% level of probability as determined by DMRT.

วิจารณ์

ปลูกปอเทืองเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2551 โดยดอกแรกเริ่มบานที่อายุ 37 วันหลังปลูก และดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 45 วันหลังปลูก ปอเทืองใช้เวลาในการพัฒนาจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 37 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 27.38 มิลลิกรัมต่อเมล็ด และมีความชื้น 36.44 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) ในระยะ 10 วันแรกหลังดอกบาน เมล็ดมีความชื้นสูง 83.58 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับเมล็ดพืชทั่วไปคือระยะแรกหลังการปฏิสนธิเมล็ดมีความชื้นสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (จวงจันท์, 2529 ; วัลลภ, 2540 ; Delouche, 1976) เช่นเดียวกับที่พบในถั่วเซนโตรซีมา (วัลลภ, 2523) ถั่วพุ่ม (ขวัญจิตร และวัลลภ, 2531) และถั่วฝักยาว (ขวัญจิตร และวัลลภ, 2537) ส่วนการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดปอเทืองมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงขนาดของเมล็ด โดยเมล็ดมีขนาดใหญ่ที่สุดก่อนการสุกแก่ทาง

สรวิวิทยา (วัลลภ, 2540) คือเมล็ดที่ฝักอายุ 28 วันหลังดอกบาน โดยมีความกว้างและความยาว 5.88 และ 8.24 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนความหนาของเมล็ดมีการพัฒนาจากก่อนความกว้างและความยาวที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน โดยมีความหนา 3.18 มิลลิเมตร (Table 1) เนื่องจากเมล็ดมีอาหารสะสมไว้มากขึ้นในขณะที่เมล็ดยังคงมีความชื้นสูง (จวงจันท์, 2529) จากนั้นเมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็กลงซึ่งสัมพันธ์กับความชื้นที่ลดลง ลักษณะดังกล่าวนี้มีการพัฒนาเช่นเดียวกับพืชส่วนใหญ่ เช่น ถั่วฝักยาว (ขวัญจิตร และวัลลภ, 2537) ถั่วแขก (มาริษา และคณะ, 2550) และกระเจียบเขียว (ดอกเอื้อง, 2552)

เมล็ดปอเทืองเริ่มงอกได้ที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน โดยมีความงอก 5.50 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) แสดงว่าวัยระต่าง ๆ ในเมล็ดได้พัฒนาสมบูรณ์แล้ว แต่ยังคงมีความแข็งแรงต่ำ (ขวัญจิตร และวัลลภ, 2537) ในระยะนี้เมล็ดมีอาหารสะสมเพียง 17.13 มิลลิกรัม ต่อเมล็ด (Table 3) และเมล็ดมีการนำไฟฟ้าสูง 45.39 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตรต่อกรัม (Table 5) เนื่องจากเมมเบรนของเมล็ดยังพัฒนาไม่เต็มที่ สารละลายที่อยู่ในเมล็ดจึงรั่วไหลหรือซึมออกมาได้ง่าย (Nerson and Paris, 1988) ทำให้เมล็ดมีการนำไฟฟ้าสูง (Delouche, 1985) หลังจากนั้นเมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จนมีความงอกสูงสุด 96.50 เปอร์เซ็นต์ ที่ฝักอายุ 34 วันหลังดอกบาน แสดงว่าเมล็ดปอเทืองมีการพัฒนาเช่นเดียวกับพืชส่วนใหญ่คือมีความงอกสูงสุดก่อนการสุกแก่ทางสรวิวิทยา เช่นถั่วพุ่ม (ขวัญจิตร และวัลลภ, 2531) ถั่วแขก (มาริษา และคณะ, 2550) และถั่วเหลือง (Obendorf, 1980) ส่วนเมล็ดแข็งเป็นเมล็ดที่มีการพักตัว พบที่ฝักอายุ 40 วันหลังดอกบาน (Table 4) ขณะที่เมล็ดมีความชื้น 27.64 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) ซึ่งเกิดหลังจากเมล็ดสุกแก่แล้ว การพักตัวของเมล็ดปอเทืองมีความสัมพันธ์กับความชื้นของเมล็ดคือถ้าเมล็ดมีความชื้นต่ำจะมีเมล็ดแข็งเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับเมล็ดถั่วเลนโตรซีมา (วัลลภ, 2523)

การวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ปอเทืองในรูปของความงอกในดิน ดัชนีความเร็วในการงอกในดิน น้ำหนักแห้งของต้นกล้าและความยาวราก (Table 4 and 5) สอดคล้องกับการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์คือเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงสุดเมื่อสุกแก่ทางสรวิวิทยา (Delouche, 1985) โดยเมล็ดปอเทืองเริ่มวัดความแข็งแรงได้ที่ฝักอายุ 25 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีความแข็งแรงต่ำ เนื่องจากการสะสมอาหารยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ (ขวัญจิตร และวัลลภ, 2531) หลังจากนั้นความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรวิวิทยา ยกเว้นความยาวยอดที่วัดความแข็งแรงได้สูงสุดที่ฝักอายุ 40 วันหลังดอกบาน ส่วนการนำไฟฟ้าต่ำสุดที่ฝักอายุ 46 วันหลังดอกบานอาจเป็นเพราะในระยะนี้เมล็ดมีความชื้นต่ำทำให้มีจำนวนเมล็ดแข็งเพิ่มขึ้น (วัลลภ, 2523) จึงไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในส่วนต่าง ๆ ของเมล็ด ซึ่งต่างจากพืชส่วนใหญ่ที่เมล็ดมีการนำไฟฟ้าต่ำสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรวิวิทยา เช่น ถั่วแขก (มาริษา และคณะ, 2550) กระเจียบเขียว (ดอกเอื้อง, 2552) และถั่ว common vetch (Samarah and Mullen, 2004) ดังนั้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ปอเทืองให้ได้คุณภาพดี จึงควรเก็บเกี่ยวฝักที่อายุ 37-40 วันหลังดอกบาน หรือระยะฝักเริ่มแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและเมล็ดพันธุ์มีสีน้ำตาล

สรุป

จากการปลูกปอเทืองเพื่อศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์เมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2551 ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา สรุปผลได้ดังนี้

1. ปอเทืองใช้เวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงดอกแรกบานที่อายุ 37 วันหลังปลูก ออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 45 วันหลังปลูก และใช้เวลาในการพัฒนาจนถึงระยะสุกแก่ทางสรวิวิทยา 37 วันหลังดอกบาน โดยฝักเริ่มแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและเมล็ดพันธุ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงสุด 96.50

เปอร์เซ็นต์ มีความแข็งแรงสูงสุดในรูปความงอกในดิน ต่ำสุดคือความเร็ว ในการงอกในดิน น้ำหนักแห้งของต้นกล้า ความยาวราก และการนำไฟฟ้าต่ำ

2. เมล็ดแห้งเป็นลักษณะการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ปอเทือง พบที่ฝักอายุ 40 วันหลังดอกบาน เมื่อเมล็ดมีความชื้น 27.64 เปอร์เซ็นต์

3. การเก็บเกี่ยวปอเทืองเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ควรเก็บเกี่ยวฝักที่อายุ 37-40 วันหลังดอกบาน หรือฝักเริ่มแห้ง เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและเมล็ดพันธุ์มีสีน้ำตาล

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2530. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาว. วารสารสงขลานครินทร์ 9 : 431-436.
- ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2531. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่ม. วารสารสงขลานครินทร์ 10 : 121-127.
- ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2537. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วฝักยาวพันธุ์คัด-ม.อ. วารสารสงขลานครินทร์ 16 : 325-333.
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ชุมพล คนศิลป์. 2529. ปอเทืองเดี่ยวพืชคลุมบำรุงดินพันธุ์ใหม่. วารสารพัฒนาที่ดิน 24 : 16-19.
- ดอกเอื้อง วรศรี. 2552. อายุของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่มีต่อการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ประชา นาคะประเวศ. 2546. การใช้ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเพื่อเกษตรยั่งยืน. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 18 : 19-37.
- ประชา นาคะประเวศ ปรัชญา ธัญญาดี และพิรัชมา วาสนานุกูล. 2543. พืชปุ๋ยสดบำรุงดิน. วารสารพัฒนาที่ดิน 37 : 6-26.
- มาริษา สงไกรรัตน์ ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2550. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วแขก. วารสารสงขลานครินทร์ วท. 29 : 627-636.
- วัลลภ สันติประชา. 2523. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดถั่วเขียวไตรซีมา (*Centrosema pubescens* Benth.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัลลภ สันติประชา. 2540. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.
- วัลลภ สันติประชา. 2550. บทปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.
- สุภาพร จันรุ่งเรือง สิริภา ชินอ่อน ทศนัศร์ รัตนแก้ว และประชา นาคะประเวศ. 2548. ปอเทืองพืชปุ๋ยสดในที่ดอน. วารสารพัฒนาที่ดิน 43 : 29-35.
- AOSA. 2002. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No.32 to the Handbook on Seed Testing. The Association of Official Seed Analysts, Washington.
- Delouche, J.C. 1976. Seed maturation. Proceedings 1976 Mississippi Short Course for Seedsmen. Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi. 18 : 25-33.
- Delouche, J.C. 1985. Physiological seed quality. Proceedings 1985 Mississippi Short Course for Seedsmen. Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi. 27 : 51-59.
- Dempsey, J.M. 1975. Fiber Crops. A University of Florida Book, Florida.
- Duke, J.A. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press, New York and London.
- ISTA. 2008. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- Nerson, H. and H.S. Paris. 1988. Effect of fruit age, fermentation and storage on germination of cucurbit seeds. Scientia Horticulturae 35 : 15-26.
- Obendorf, R.L., E.N. Ashworth and G.T. Rytko. 1980. Influence of seed maturation on germinability in soybean. Crop Science 20 : 483-486.
- Purseglove, J.W. 1974. Tropical Crops Dicotyledons. The English Language Book Society and Longman, London.
- Samarah, N.H. and R.E. Mullen. 2004. Effect of maturity stage on seed germination and vigor of common vetch (*Vicia sativa* L.). Seed Science and Technology 26 : 27-37.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้