

พัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดง

Development and Maturation of Roselle Seed

ชนันดา ศรีบุญไทย, ภาณุมาศ ฤทธิไชย*, เยาวพา จิระเกียรติกุล

และพรชัย ทาระโคตร

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Chanunda Sriboonthai, Panumart Rithichai*, Yaowapha Jirakiattikul
and Bhornchai Harakotr

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology,
Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

ศึกษาการออกดอก การพัฒนา และการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) เพื่อกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ โดยปลูกในเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ปลูกดอกบานทุกวันและเก็บเกี่ยวผลทุก 3 วัน โดยเริ่มจากอายุ 3 วันหลังดอกบาน จนถึงอายุ 45 วันหลังดอกบาน พบว่ากระเจี๊ยบแดงเริ่มออกดอกเมื่ออายุ 75 วันหลังหยอดเมล็ด จำนวนดอกบานสูงสุดเมื่ออายุ 84 วันหลังหยอดเมล็ด โดยมีจำนวน 6.7 ดอก/ต้น เมล็ดมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 3-30 วันหลังดอกบาน และเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 30 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุด (3.6 กรัม/100 เมล็ด) แต่ที่ระยะนี้เมล็ดยังมีความงอกต่ำ (39.0 %) และมีความชื้นสูงถึง 49.0 % เมล็ดมีความงอกสูงสุด 80.5 % และความชื้นลดลงเหลือ 20.6 % เมื่ออายุ 39 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นเมล็ดมีความงอกและความชื้นลดลง โดยที่อายุ 45 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีความงอก 63.5 % ความชื้น 14.7 % และพบเมล็ดแข็งเพิ่มขึ้นเป็น 26.0 % ดังนั้นระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดง คือ ที่อายุ 39 วันหลังดอกบาน

คำสำคัญ : กระเจี๊ยบแดง; พัฒนาการของเมล็ด; สุกแก่ทางสรีรวิทยา; ระยะเก็บเกี่ยว

Abstract

Flowering, seed development and maturation of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) were investigated to determine the optimum seed harvesting time. The plants were grown from August to December 2014. Flowers were tagged daily and fruits were harvested at three-day intervals, started from 3 days after anthesis (DAA) to 45 DAA. The results indicated that flowering appeared

at 75 days after sowing (DAS) and the maximum number of flowers (6.7 flowers/plant) exhibited at 84 DAS. Seed dry weight dramatically enhanced between 3 and 30 DAA and seed reached its physiological maturity (PM) at 30 DAA which the maximum dry weight (3.6 g/100 seeds) occurred. However, low germination (39.0 %) and high seed moisture content (49.0 %) obtained at PM. Seed germination percentage showed the highest value as 80.5 % and seed moisture content decreased to 20.6 % at 39 DAA. Thereafter, seed germination percentage and seed moisture content slightly decreased to 63.5 % and 14.7 %, respectively while hard seed increased to 26.0 % at 45 DAA. Therefore, the optimum harvesting time of roselle seed was 39 DAA.

Keywords: roselle; seed development; physiological maturity; harvesting time

1. บทนำ

กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) อยู่ในวงศ์ Malvaceae เป็นพืชล้มลุกอายุสั้นฤดูเดียวและเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้กันมานานในเอเชียและแอฟริกา โดยส่วนต่าง ๆ ของกระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย เช่น ใบใช้ละลายเสมหะ แก้ไอ ขับปัสสาวะ บำรุงธาตุ [1,2] จากการศึกษาของ Worawattananutai และคณะ [3] พบว่าสารสกัดใบกระเจี๊ยบแดงมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก กลีบเลี้ยงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความดันโลหิต ลดไขมันในเส้นเลือด แก้กระหายน้ำ แก้หนาว ต้านเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง เมล็ดบำรุงกำลัง แก้อ่อนเพลีย แก้ดีพิการ เป็นยาระบาย และเป็นยาฆ่าพยาธิตัวจิ๋ว [4,5] นอกจากนี้ยังมีการนำกลีบเลี้ยงมาแปรรูปเป็นอาหารและเครื่องดื่ม เช่น ชาชงพร้อมดื่ม เยลลี่ แยม ไวน์ เค้ก และไอศกรีม [4,6] Mahadevan และคณะ [7] รายงานว่าส่วนใบ ดอก ผล และเมล็ดของกระเจี๊ยบแดง มีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน เกสโตรเจน วิตามินและกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก กรดมาลิก ส่วนรากพบกรดทาร์ทาริกและซาโปนิน [8] การปลูกกระเจี๊ยบแดงในประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร [9]

รายงานในปี พ.ศ. 2548/49 มีพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบแดงประมาณ 5,351 ไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 538 ตัน ใช้ในประเทศ 28 และ 72 % ส่งออกต่างประเทศ เช่น กลุ่มสหภาพยุโรป ญี่ปุ่น เป็นต้น กระเจี๊ยบแดงนิยมขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ดังนั้นการใช้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดีจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี มีผลผลิตสูง ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีนั้นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ คือ การเก็บเกี่ยวเมล็ดในระยะที่เหมาะสม โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์จะมีคุณภาพดีที่สุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เพราะเป็นระยะที่เมล็ดสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุด จึงมีความงอกและความแข็งแรงสูง [10] แต่ในระยะดังกล่าวเมล็ดยังมีความชื้นสูง ในทางปฏิบัติจึงไม่นิยมเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะนี้ แต่จะรอไปอีกระยะหนึ่งให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลดลง [11] ระยะเวลาเก็บเกี่ยวนี้มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ หากเก็บเกี่ยวเร็วเกินไปเมล็ดจะมีคุณภาพต่ำ เนื่องจากเมล็ดยังอู้อกไม่เต็มที่ แต่ถ้าเก็บเกี่ยวช้าเกินไปผลจะปริแตกเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของศัตรูพืชและยังทำให้สูญเสียเมล็ดพันธุ์ไปอย่างมาก โดยการร่วงหล่นไป อีกทั้งยังทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพเร็วยิ่งขึ้น [12] ซึ่งการพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ตั้งแต่ดอกบานจนถึงระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมนั้นแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด เช่น อายุที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์มะม่วงต้นมีหนาม 50 วันหลังดอกบาน และ

มะแว้งต้นไร่หนาม 38 วันหลังดอกบาน [13] เมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว 31-37 วันหลังดอกบาน [14] เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 38 วันหลังดอกบาน [15] และเมล็ดพันธุ์ดอกพระจันทร์ 46-50 วันหลังดอกบาน [16] เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาถึงระยะดังกล่าวของกระเจี๊ยบแดงยังมีข้อมูลค่อนข้างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกดอก การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดกระเจี๊ยบแดง เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การปลูกกระเจี๊ยบแดง

ปลูกกระเจี๊ยบแดง HS004 ที่แปลงทดลองของภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เมื่อวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2557 โดยเตรียมแปลงขนาด 0.8 x 9 เมตร จำนวน 2 แปลง คลุมแปลงด้วย polyethylene film ในแต่ละแปลงใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 100 กิโลกรัม/แปลง และรองกันหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 200 กรัม/หลุม จากนั้นหยอดเมล็ด 5 เมล็ด/หลุม ปลูกเป็นแถวเดี่ยว ระยะห่างระหว่างต้น 0.8 เมตร ปลูกจำนวน 10 ต้น/แปลง เมื่ออายุ 7 วันหลังหยอดเมล็ด ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น/หลุม ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เมื่ออายุ 15 วันหลังหยอดเมล็ด และใส่ปุ๋ย 16-16-16 อัตรา 10 กรัม/ต้น เมื่ออายุ 30 วันหลังหยอดเมล็ด และหลังจากนั้นทุก ๆ 30 วัน จนสิ้นสุดการทดลองให้น้ำทุกวัน ป้อนกันและกำจัดศัตรูพืชตามการระบาดของโรคและแมลง

2.2 บันทึกข้อมูลการออกดอกและพัฒนาการของเมล็ด

2.2.1 การออกดอก บันทึกวันที่ดอกแรกบานและนับจำนวนดอกบานในแต่ละต้นทุกวัน จน

สิ้นสุดการออกดอก โดยสุ่มนับ 10 ต้น

2.2.2 พัฒนาการของเมล็ด ผูกดอกที่บ้านเต็มทุกวันและเก็บเกี่ยวผลทุก ๆ 3 วัน โดยเริ่มจากอายุ 3 วันหลังดอกบาน จนถึงอายุ 45 วันหลังดอกบาน นำเมล็ดแต่ละอายุที่เก็บเกี่ยว จำนวน 4 ซ้ำ มาศึกษาพัฒนาการของเมล็ดดังนี้

(1) น้ำหนักสด 100 เมล็ด

(2) น้ำหนักแห้ง 100 เมล็ด โดยอบที่อุณหภูมิ 103 °C นาน 17 ชั่วโมง [17]

(3) ความชื้นของเมล็ด นำข้อมูลจากข้อ (1) และ (2) มาคำนวณความชื้นของเมล็ด [17] จากสูตร ความชื้นของเมล็ด = [(น้ำหนักสด - น้ำหนักแห้ง) ÷ น้ำหนักสด] x 100

2.2.3 ความงอกของเมล็ด แยกเมล็ดแต่ละอายุที่เก็บเกี่ยวออกจากผล และนำเมล็ดมาเพาะโดยวิธี between paper ทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด เก็บที่อุณหภูมิห้อง (25 °C) ประเมินความงอกโดยนับต้นกล้าปกติ ที่อายุ 4 วันหลังเพาะเมล็ด (first count) และในวันสิ้นสุดการทดสอบความงอก (final count) เมื่ออายุ 21 วันหลังเพาะเมล็ด นับต้นกล้าปกติ ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสด เมล็ดตาย และเมล็ดแข็ง [17]

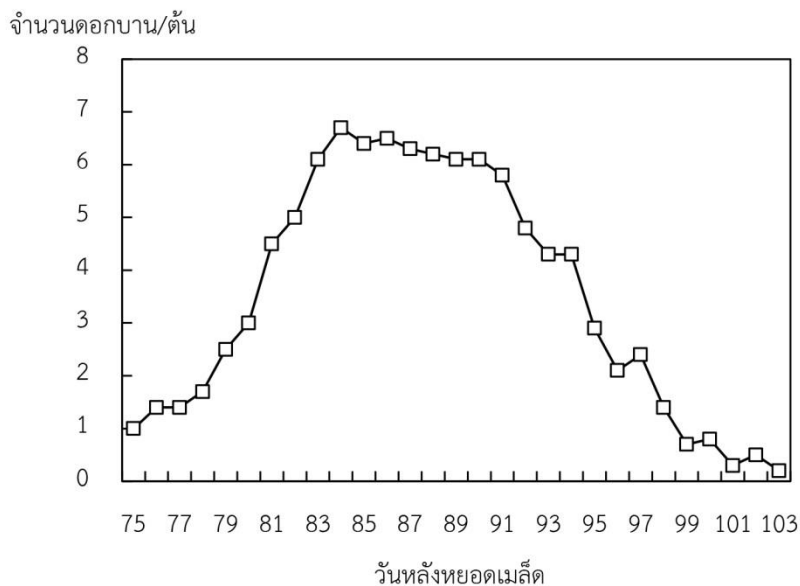
2.2.4 การเปลี่ยนแปลงสีกลีบเลี้ยง ผลและเมล็ด บันทึกในระยะเวลาเดียวกันกับพัฒนาการของเมล็ดที่อายุเก็บเกี่ยวต่าง ๆ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

กระเจี๊ยบแดง มีดอกแรกบานเมื่ออายุ 75 วันหลังหยอดเมล็ด (รูปที่ 1) ทั้งนี้พืชจะออกดอกได้ต้องมีระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นอย่างเพียงพอและอีกทั้งการออกดอกของพืชหลายชนิดยังขึ้นกับสภาพแวดล้อม กระเจี๊ยบแดงเป็นพืชไวแสง จะออกดอกในช่วงวันสั้น โดยมีช่วงแสงวิกฤต 12 ชั่วโมง [8] ดังนั้นการปลูกในช่วงที่เหมาะสมจะทำให้มีระยะการเจริญ

เติบโตทางลำต้นที่ยาวนานพอ รวมทั้งมีขนาดทรงพุ่มที่เหมาะสมก่อนการออกดอก ในระยะ 4 วันแรกที่ดอกเริ่มบาน มีจำนวนดอกบานต่อต้นน้อย (1.0-1.7 ดอก/ต้น) แต่หลังจากนั้นจำนวนดอกบานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสูงสุดที่อายุ 84 วันหลังหยอดเมล็ด โดยมีจำนวนดอกบาน 6.7 ดอก/ต้น จำนวนดอกบานค่อนข้างคงที่ในช่วงอายุ 84-91 วันหลังหยอดเมล็ด (6.1-6.7 ดอก/ต้น) ที่อายุ 92-103 วันหลังหยอดเมล็ดพบว่าจำนวนดอกบานค่อย ๆ ลดลงและไม่มีดอกบานในที่สุด เมื่ออายุ 104 วันหลังหยอดเมล็ด จากผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Hopkins และ Hüner [18] ที่

กล่าวไว้ว่าในระยะแรกของการเจริญเติบโต อาหารจากต้นแม่ถูกนำมาใช้พัฒนาลำต้นและใบ เพื่อเป็นแหล่งผลิตอาหารและใช้ในการพัฒนาดอก ทำให้จำนวนดอกเพิ่มขึ้นตามอายุการปลูก และในระยะแรกที่เริ่มติดผล จำนวนผลมีน้อย จึงมีอัตราการใช้อาหารที่ต่ำ เมื่อจำนวนดอกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระยะหนึ่งที่ต้นมีผลขนาดใหญ่และจำนวนผลมากขึ้น อาหารจะถูกส่งมายังผลมากกว่า และเมล็ดก็จะเริ่มมีการพัฒนา อาหารที่สร้างขึ้นจะถูกส่งไปสะสมไว้ในเมล็ดด้วย จึงทำให้ปริมาณดอกลดลง



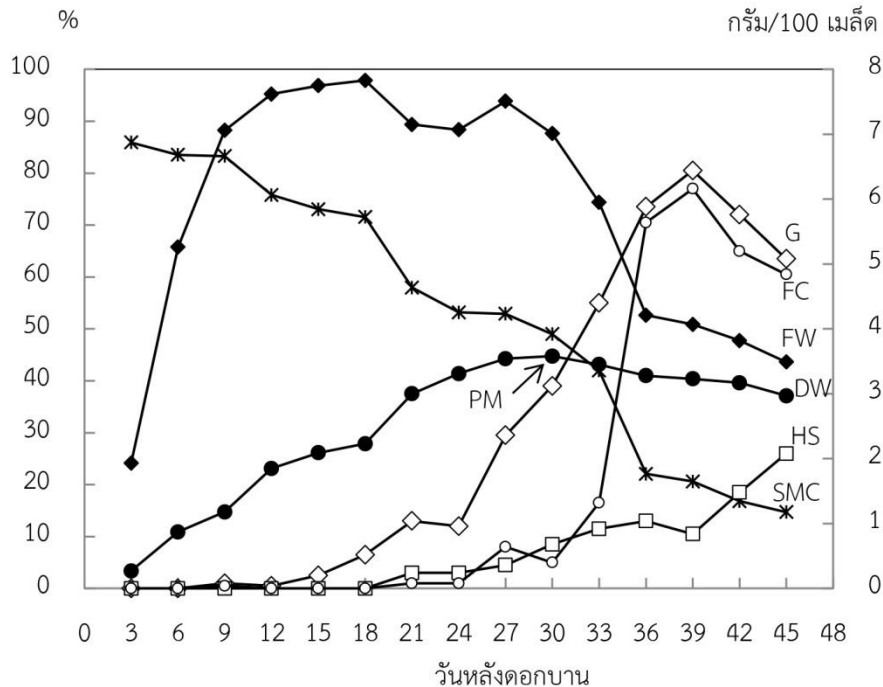
รูปที่ 1 จำนวนดอกบานในแต่ละวันของกระเจี๊ยบแดง

เมล็ดกระเจี๊ยบแดงมีการสะสมน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามอายุของเมล็ด (รูปที่ 2) ในระยะแรกของการพัฒนา เมล็ดมีน้ำหนักรากเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 1.9 กรัม/100 เมล็ด ที่อายุ 3 วันหลังดอกบาน เป็น 7.1 กรัม/100 เมล็ด ที่อายุ 9 วันหลังดอกบาน และที่อายุ 12-30 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีน้ำหนักรากสูงสุดอยู่ในช่วง 7.0-7.8 กรัม/100

เมล็ด ส่วนน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจาก 0.3 กรัม/100 เมล็ด ที่อายุ 3 วันหลังดอกบาน จนสูงสุด 3.6 กรัม/100 เมล็ด เมื่ออายุ 30 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เนื่องจากเมล็ดมีการสะสมอาหารสูงสุด [10] หลังจากนั้นน้ำหนักรากของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วเหลือเพียง 3.5 กรัม/100 เมล็ด ที่อายุ 45 วันหลังดอกบาน ทั้งนี้เนื่องจากการ

สูญเสียน้ำหนักภายในเมล็ด ในขณะที่น้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลงเล็กน้อยเหลือ 3.0 กรัม/100 เมล็ด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เนื่องจากอาหารจากต้นแม่ได้หยุดส่งไปยังเมล็ด และเมล็ดที่อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ ยังมีการหายใจ มีการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างภายในเมล็ดและบรรยากาศโดยรอบ อีกทั้ง

ยังคงเกิดกิจกรรมทางชีวเคมีภายในเมล็ด [19] การสะสมน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเมล็ดในระหว่างที่มีการพัฒนามีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับที่พบในพืชหลายชนิดที่มีพัฒนาการของเมล็ดในผลแห้ง ได้แก่ ถั่วแดงหลวง [20] กระจับเขียว [14] และปอเทือง [21] เป็นต้น



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสด (FW) น้ำหนักแห้ง (DW) ความชื้น (SMC) ความงอก (G) ความงอกเมื่อนับครั้งแรก (FC) และเมล็ดแข็ง (HS) ของเมล็ดกระจับแดงในระยะที่เมล็ดกำลังพัฒนา ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (PM) ของเมล็ดกระจับแดง ที่อายุ 30 วันหลังดอกบาน

เมล็ดกระจับแดงมีความชื้นสูงในระยะแรกของการพัฒนา (รูปที่ 2) โดยที่อายุ 3-9 วันหลังดอกบาน มีความชื้นอยู่ในช่วง 83.3-85.9 % ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับเมล็ดของพืชชนิดอื่นๆ เช่น เมล็ดฝักบัว มีความชื้นสูงถึง 88.8 % ที่อายุ 9 วันหลังดอกบาน [22] มะแว้งต้นมีหนามและมะแว้งต้นไร้หนาม เมล็ดอายุ 20 วันหลังดอกบาน มีความชื้น 64.5 % และ 69.6 % ตามลำดับ [13] และเมล็ดดอกพระจันทร์ ที่

อายุ 10 วันหลังดอกบาน มีความชื้น 87.7 % [16] จากนั้นความชื้นภายในเมล็ดลดลงเรื่อย ๆ ตามอายุของเมล็ด โดยที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดกระจับแดงหรือที่อายุ 30 วันหลังดอกบาน พบว่าเมล็ดมีความชื้นลดลงเหลือ 49.0 % สอดคล้องกับวันชัย [19] ที่กล่าวไว้ว่าในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมล็ดยังคงมีความชื้นสูงประมาณ 30-60 % แล้วแต่ชนิดและพันธุ์พืช ซึ่งความชื้นที่ลดลงเกิดเนื่องจาก

พันธุ์กรรมและสภาพแวดล้อม เช่น เมล็ดปอเทืองมีความชื้น 27.6 % [21] พริกขี้หนูพันธุ์บุตรสีมีความชื้นภายในเมล็ด 22.2 % [23] เมล็ดมะม่วงต้นมีหนามและมะม่วงต้นไร้หนาม มีความชื้น 45.3 % และ 53.1 % ตามลำดับ [13] และเมล็ดดอกพระจันทร์มีความชื้น 51.5 % [16] หลังจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ความชื้นของเมล็ดกระเจี๊ยบแดงจะลดลงอย่างรวดเร็วจนค่อนข้างคงที่ ในช่วงอายุ 36-45 วันหลังดอกบาน (14.7-22.1 %) โดยเมล็ดที่อายุ 45 วันหลังดอกบาน มีความชื้นต่ำเพียง 14.7 %

ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดกระเจี๊ยบแดง (รูปที่ 2) พบว่าในช่วงแรกของการพัฒนาเมล็ดที่อายุ 3-6 วันหลังดอกบาน ไม่พบการงอกของต้นกล้าปกติ เนื่องจากเนื้อเยื่อของเมล็ดหรือต้นอ่อนยังพัฒนาไม่สมบูรณ์พอที่จะงอกได้ เมล็ดจึงมีความแข็งแรงต่ำทำให้สารอาหารรั่วไหลออกมาออกเซลล์และเป็นอาหารให้แก่จุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายเมล็ด [24] ในระยะดังกล่าวจึงพบเมล็ดตายจำนวนมาก เริ่มพบเมล็ดงอกเป็นต้นกล้าปกติที่อายุ 9 วันหลังดอกบาน และในช่วงอายุ 9-24 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีความงอกต่ำเพียง 1.0-12.0 % หลังจากนั้นเมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีความงอกสูงสุด 80.5 % เมื่ออายุ 39 วันหลังดอกบาน แต่ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (30 วันหลังดอกบาน) พบว่าเมล็ดมีความแข็งแรงและความงอกต่ำ โดยมีความงอกเมื่อนับครั้งแรก 5.0 % และมีความงอก 39.0 % ซึ่งแตกต่างจากเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เช่น เมล็ดถั่วแดงหลวงมีความงอก 100.0 % [20] เมล็ดปอเทือง มีความงอก 96.5 % [21] และเมล็ดพริกขี้หนูพันธุ์บุตรสี มีความงอก 97.5 % [23] ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมล็ดกระเจี๊ยบแดงที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยามีความชื้นสูง (49.0 %) เปลือกเมล็ดบางแต่ผลแข็ง เมื่อแกะเมล็ดออกจากผล

จึงทำให้เมล็ดบอบช้ำเสียหายง่าย และสูญเสียความมีชีวิตในระยะเวลาอันรวดเร็ว [19] เมล็ดเหล่านี้จะสามารถงอกได้ดีขึ้นเมื่อมีความชื้นลดต่ำลง เช่นเดียวกับเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว [14] และเมล็ดดอกพระจันทร์ [16] จากรูปที่ 2 เมื่อเมล็ดกระเจี๊ยบแดงมีความชื้นลดลงเหลือ 22.1 % ที่อายุ 36 วันหลังดอกบาน พบว่าความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 73.5 % และสูงสุด 80.5 % เมื่อเมล็ดมีความชื้น 20.6 % ที่อายุ 39 วันหลังดอกบาน และที่ระยะนี้เมล็ดยังมีความแข็งแรงสูงเนื่องจากงอกได้เร็ว โดยมีความงอกเมื่อนับครั้งแรก 77.0 % หลังจากนั้นแม้ความชื้นของเมล็ดจะค่อย ๆ ลดลง แต่เมล็ดกลับมีความงอกลดลงและเริ่มพบเมล็ดแข็ง ในปริมาณที่สูงขึ้น จาก 10.5 % ที่อายุ 39 วันหลังดอกบาน เป็น 26.0 % เมื่ออายุ 45 วันหลังดอกบาน เนื่องจากเมล็ดสูญเสียความชื้นมากและโครงสร้างของเซลล์ที่บริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดที่จัดเรียงตัวกันอย่างหนาแน่น หรือบริเวณเปลือกหุ้มเมล็ดอาจมีสารเพกติน (pectin) ซูเบอร์ิน (suberin) เคลือบอยู่ที่ผิวเมล็ดหรือเซลล์ด้านในของเปลือกหุ้มเมล็ด น้ำจึงซึมผ่านเปลือกหุ้มเมล็ดได้ยาก ทำให้เมล็ดมีความงอกลดลงและมีเมล็ดแข็งเกิดขึ้น [25] ซึ่งการเกิดเมล็ดแข็งเป็นการพักตัวของเมล็ดพบในระหว่างเมล็ดมีการพัฒนาของพืชวงศ์ต่าง ๆ ได้แก่ Convolvulaceae [26] Geraniaceae และ Malvaceae [27] เป็นต้น

ในระหว่างการพัฒนาของผลและเมล็ด จะมีการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุต่าง ๆ ตั้งแต่ในระยะที่เกิดดอกจนกระทั่งถึงระยะเมล็ดสุกแก่ ทำให้สีผลและเมล็ดเปลี่ยนไป ซึ่งสามารถนำมาเป็นดัชนีชี้วัดความสุกแก่ [28] แต่ในกระเจี๊ยบแดง กลีบเลี้ยงห่อหุ้มผลไว้และมีสีแดงตลอดการพัฒนา จึงไม่สามารถนำกลีบเลี้ยงมาเป็นดัชนีเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของกระเจี๊ยบแดงได้ ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีของผลและเมล็ดกระเจี๊ยบแดง ที่อายุ 3-21 วันหลังดอกบาน พบว่าผลมีสีเขียวและมีสี

แดงที่ปลายผล เมล็ดมีสีขาว หลังจากนั้นเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนและเหลือง ผลจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และสีแดงที่ปลายผลเริ่มจางลงเมื่ออายุ 24-30 วันหลังดอกบาน และผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนเมื่ออายุ 33-45 วันหลังดอกบาน นอกจากนี้ ผลเริ่มปริแตกเมื่ออายุ 39 วันหลังดอกบาน และเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ (รูปที่ 3) ดังนั้นหากทยอยเก็บเกี่ยวผลผลิต เมล็ดพันธุ์สามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงสีผล และเมล็ด โดยเก็บเกี่ยวในระยะที่ผลหรือฝักเริ่มแห้ง มี

สีน้ำตาลอ่อน เหลี่ยมฝักแตกเล็กน้อย และเมล็ดมีสีน้ำตาลดำ เช่นเดียวกับเมล็ดกระเจี๊ยบเขียวที่เป็นพืชวงศ์เดียวกัน [14,29] และควรเก็บเกี่ยวก่อนที่ฝักจะแตกมากจนเมล็ดร่วงหล่นไป แต่หากเก็บเกี่ยวผลผลิต เมล็ดพันธุ์ครั้งเดียว เมื่อพิจารณาจากระยะวันดอกบานสูงสุด (83-90 วันหลังหยอดเมล็ด) และอายุเมล็ดหลังดอกบานที่มีความงอกสูงสุด (39 วันหลังดอกบาน) จึงควรเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดงในช่วงอายุ 122-129 วันหลังหยอดเมล็ด



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของกลีบเลี้ยง ผล และเมล็ดกระเจี๊ยบแดง ในช่วงอายุ 3 ถึง 45 วันหลังดอกบาน (DAA) ชนิดสีขาว มีความยาว 1 เซนติเมตร

4. สรุป

4.1 กระเจี๊ยบแดงเริ่มออกดอก เมื่ออายุ 75 วัน หลังหยอดเมล็ด ดอกบานสูงสุด เมื่ออายุ 84 วันหลังหยอดเมล็ด โดยมีจำนวนดอกบาน 6.7 ดอก/ต้น

4.2 เมล็ดกระเจี๊ยบแดงสุกแก่ทางสรีรวิทยา เมื่ออายุ 30 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะที่มีน้ำหนักแห้งสูงสุด 3.6 กรัม/100 เมล็ด เมล็ดมีความชื้น 49.0 %

4.3 ระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดง คือที่อายุ 39 วันหลังดอกบาน เมล็ดมี

ความงอกสูงสุด 80.5 % เมล็ดงอกได้เร็วโดยมีความงอกเมื่อนับครั้งแรก 77.0 % ความชื้นเมล็ด 20.6 % และที่ระยะนี้กลีบเลี้ยงมีสีแดง ผลแห้งสีน้ำตาลอ่อน เริ่มปริแตก เมล็ดมีสีน้ำตาลดำ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการ

อุดมศึกษา และได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยบางส่วนจาก ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

6. รายการอ้างอิง

- [1] Osman, M., Golam, F., Saberi, S., Majid, N.A., Nagoor, N.H. and Zulqarnain, M., 2011, Morpho-agronomic analysis of three roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) mutants in tropical Malaysia, Aust. J. Crop Sci. 5: 1150-1156.
- [2] Mohamed, B.B., Sulaiman, A.A. and Dahab, A.A., 2012, Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Sudan, cultivation and their uses, Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci. 1: 48-54.
- [3] Worawattananutai, P., Itharat, A. and Ruangnoo, S., 2014, *In vitro* antioxidant, anti-inflammatory, cytotoxic activities against prostate cancer of extracts from *Hibiscus sabdariffa* leaves, J. Med. Assoc. Thai. 97: 81-87.
- [4] อรุณพร อธิรัตน์, ยาเม็ดกระเจี๊ยบแดงใช้สำหรับผู้ป่วยความดันโลหิตสูงและเบาหวาน, แหล่งที่มา : <http://www4.tu.ac.th/images/images/pdf/research/p19.pdf>, 10 มิถุนายน 2558.
- [5] Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I. and Heinrich, M., 2014, *Hibiscus sabdariffa* L.: A phytochemical and pharmacological review, Food chem. 165: 424-443.
- [6] Mgaya, K.B., Ramberg, S.F., Chove, B.E. and Wicklund, T., 2014, Physio-chemical, mineral composition and antioxidant properties of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract blended with tropical fruit juices, Afr. J. Food. Nutr. Sci. 14: 8964-8976.
- [7] Mahadevan, N., Shivali and Kamboj, P., 2009, *Hibiscus sabdariffa* Linn.: An overview, Nat. Proc. Rad. 8: 77-83.
- [8] Ansari, M., Eslaminejad, T., Sarhadynejad, Z. and Eslaminejad, T., 2013, An overview of the roselle plant with particular reference to its cultivation, diseases and usages, Eur. J. Med. Plants 3: 135-145.
- [9] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, วรรณศึกษา : กระเจี๊ยบแดง ดอกคำฝอย และกวาวเครือขาว, เศรษฐกิจสมุนไพโรไทย ปี 2549/50, แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/download/resech/edu_50.pdf, 10 มิถุนายน 2558.
- [10] Copeland, L.O. and McDonald, M.B., 2001, Principles of Seed Science and Technology, Kluwer Academic Publisher, Massachusetts, 488 p.
- [11] จวงจันท์ ดวงพัตรา, 2529, การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์, โรงพิมพ์ทั้งฮั่วชิน, กรุงเทพฯ, 193 น.
- [12] พัฒนพงศ์ อินทร์คำ, 2547, ระยะเวลาการสุกแก่ของฝักและคุณสมบัติของเปลือกฝักและเปลือกหุ้มเมล็ดที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ต่าง ๆ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 79 น.
- [13] ภาณุมาศ ฤทธิไชย และอุษณา นันทะวัน, 2550, พัฒนาการของเมล็ดมะม่วงต้นมีหนามและ

- มะแว้งต้นไร้หนาม, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 15: 73-78.
- [14] ดอกเอื้อง วรศรี, 2552, อายุของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่มีต่อการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 81 น.
- [15] Guan, Y.J., Hu, J., Wang, Z.F., Zhu, S.J., Wang, J.C. and Knapp, A., 2013, Time series regression analysis between changes in kernel size and seed vigor during developmental stage of sh2 sweet corn (*Zea mays* L.) seeds, *Sci. Hortic.* 154: 25-30.
- [16] ทิพย์สุคนธ์ บุญเย็น, เยาวพา จิระเกียรติกุล และ ภาณุมาศ ฤทธิไชย, 2557, พัฒนาการของเมล็ดดอกพระจันทร์ (*Ipomoea alba* L.), *แก่นเกษตร* 42: 181-188.
- [17] ISTA, 2007, International Rules for Seed Testing Edition 2007. The International Seed Testing Association, Switzerland.
- [18] Hopkins, W.G. and Hüner, N.P.A., 2009, Introduction to Plant Physiology, 4th Ed., John Wiley & Sons, New York, 503 p.
- [19] วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2542, เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 276 น.
- [20] ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2551, พัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วแดงหลวง, ว.วิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ) 39: 436-439.
- [21] พิทยา พรหมสุข, ขวัญจิตร์ สันติประชา และ วัลลภ สันติประชา, 2553, พัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ปอเทือง, ว.เกษตรพระจอมเกล้า 28: 107-117.
- [22] อรพรรณ ตั้งจันทรานนท์, 2534, พัฒนาการและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ผักบ่งจีน, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 92 น.
- [23] ชุติพร ไม้ดำ, 2554, พัฒนาการสีผลและการสุกแก่ของผลหลังการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกชี้หูพันธุ์บุตรสี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 53 น.
- [24] วัลลภ สันติประชา, 2538, เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์, พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 212 น.
- [25] Rolston, M.P., 1978, Water impermeable seed dormancy, *Bot. Rev.* 44: 365-396.
- [26] Jayasuriya, K.M.G.G., Baskin, J.M. and Baskin, C.C., 2008, Dormancy, germination requirements and storage behaviour of seeds of Convolvulaceae (Solanales) and evolutionary considerations, *Seed Sci. Res.* 18: 223-237.
- [27] van Assche, J.A., and Vandeloek, F.E.A., 2006, Germination ecology of eleven species of Geraniaceae and Malvaceae, with special reference to the effects of drying seeds, *Seed Sci Res.* 16: 283-290.
- [28] จริงแท้ ศิริพานิช, 2538, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 396 น.
- [29] Demir, I. and Ermis, S., 2005, Effect of harvest maturity and drying method on okra seed quality. *Seed Technol.* 27: 81-88.