

การแก่ของเมล็ดพันธุ์และตำแหน่งฝักที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ปอกระเจา

Seed Yield and Quality of Jute as Affected by Seed Maturation and Pod Position

คำนำ

ปอกระเจาเป็นพืชที่รู้จักกันทั่วไปในการใช้ประโยชน์จากเส้นใยจากเปลือกของลำต้น (Kundu *et al.*, 1959; Akoroda, 1988) โดยปอกระเจาที่นำมาปลูกและใช้ประโยชน์มี 2 ชนิด คือ ปอกระเจาฝักกลม (*Corchorus capsularis* L.) มีเส้นใยสีขาว ละเอียด นุ่มและเหนียว ส่วนปอกระเจาฝักยาว (*Corchorus olitorius* L.) มีเส้นใยสีขาวเหลือง ละเอียด นุ่มและเหนียวกว่า (กรมวิชาการเกษตร, 2525) ซึ่งส่วนใหญ่การกระจายอยู่ในเขตร้อนของทวีปแอฟริกา อเมริกา (รวมถึงบราซิล เม็กซิโก โบลิเวีย เวเนซุเอลา และเกาะอินดีสตะวันตก) ออสเตรเลีย จีน ใต้หวัน อินเดีย เกาะลังกา ญี่ปุ่น เกาะชวา แหลมมลายู หมู่เกาะเมเรียน หมู่เกาะฟิลิปปินส์ และไทย เป็นต้น (Kundu *et al.*, 1951; Kundu, 1959) ส่วนการปลูกปอกระเจาในประเทศไทยนั้น อยู่ในเขตจังหวัดอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี และแพร่กระจายไปยังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยปลูกตามที่ราบริมฝั่งแม่น้ำโขงในเขตจังหวัดสกลนคร อุดรธานี หนองคาย นครพนม เป็นต้น (อำนาจ, 2542)

ปอกระเจาเป็นพืชที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเกษตร ทำรายได้เข้าประเทศอยู่ในอันดับต้น โดยใช้ทำกระสอบ กระดาษ พรมปูพื้น ฉนวนไฟฟ้า ส่วนประกอบของเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ วัสดุทางการแพทย์ (กรมวิชาการเกษตร, 2525) เชือก พรมน้ำมัน (linoleum) กระเป๋าถือ และเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น (อำนาจ, 2542)

นอกจากนี้ปอกระเจายังมีความสำคัญในด้านอาหารโดยบริโภคใบเป็นผัก ซึ่งสำคัญไม่น้อยไปกว่าการใช้ประโยชน์จากเส้นใย (Epenhuijsen, 1974; Nwoke, 1980) เช่น อียิปต์ ชูแดน เขตร้อนของเอเชีย (มาเลเซีย) เขตร้อนของทวีปแอฟริกา บางส่วนทางตะวันตกของทวีปแอฟริกา (กานา ไนจีเรีย เซียร์ราลีโอน) ทางตอนใต้ของอเมริกา และแคริบเบียน (Tindall, 1983) ยุโรป ตะวันออกกลาง เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บังคลาเทศ และญี่ปุ่น เป็นต้น ซึ่งจะนิยมบริโภคในรูปแบบต่างๆ กัน (Shamsuzzaman, 2003) เช่น ใบและยอดอ่อนของปอกระเจานิยมนำมาบริโภคเป็นสมุนไพรรักษา

อาการเจ็บป่วยต่างๆ หรือเป็นยาบำรุงร่างกาย ซึ่งมีสรรพคุณทางการแพทย์ และมีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย (Radnich, 1996)

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าปอกระเจาสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน โดยเฉพาะการนำมาบริโภค ซึ่งเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Duke, 1983) ประกอบกับปัจจุบันนี้ประชาชนมีความสนใจในสุขภาพและนิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น จึงควรส่งเสริมให้ประชาชนรู้จัก สนใจบริโภค และส่งเสริมให้มีการปลูกปอกระเจาให้มากขึ้น

ปอกระเจานิยมขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด (Akoroda, 1988) ดังนั้นเมล็ดพันธุ์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะต้องมีคุณภาพที่ดี เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพสูง โดยปัจจุบันเกษตรกรจะผลิตเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้เอง (วิเศษศักดิ์, 2540) ซึ่งพบว่า ปอกระเจาจะออกดอกไม่พร้อมกัน ทำให้เมล็ดแก่ไม่พร้อมกัน และยังพบว่ามีฝักแตกในปอกระเจาพันธุ์ *Molochiia* (*Corchorus olitorius* L.) เมื่อฝักแก่ (บุญชนะ, 2538) จึงเป็นปัญหาในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาหาข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ปอกระเจา ซึ่งได้แก่ การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และตำแหน่งของฝักปอกระเจาที่ให้ผลผลิตและคุณภาพที่ดี เพื่อเก็บรักษาเป็นเชื้อพันธุ์กรรม และใช้เป็นแนวทางในการผลิตเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาเป็นการค้าต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการพัฒนาของเมล็ดปอกระเจา
2. ศึกษาตำแหน่งของฝักที่จะให้ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดี
3. ศึกษาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์

ตรวจเอกสาร

ประวัติและถิ่นกำเนิด

ปอกระเจาเป็นพืชล้มลุกปีเดียว ลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย จัดอยู่ในวงศ์ Tiliaceae (Ghosh, 1983) สกุล *Corchorus* มีโครโมโซม $2n = 14$ ปอกระเจาที่พบในธรรมชาติมีมากกว่า 30 ชนิด (species) ทั่วโลก (ภาพที่ 1) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ป่าและพันธุ์พื้นเมือง มีเพียงสองชนิดที่ผ่านการคัดเลือกพันธุ์โดยมนุษย์ เพื่อใช้ปลูกเป็นพันธุ์ทางการค้า (Kundu *et al.*, 1951; Kundu, 1959) คือ *Corchorus capsularis* L. ซึ่งเรียกว่าปอกระเจาฝักกลม อีกชนิดคือ *Corchorus olitorius* L. ซึ่งเรียกว่าปอกระเจาฝักยาว (กรมวิชาการเกษตร, 2525) ปอกระเจาฝักกลมมีศูนย์กลางแหล่งกำเนิดอยู่แถบ Indo-Burma รวมถึงทางตอนใต้ของจีน ส่วนปอกระเจาฝักยาวมีศูนย์กลางแหล่งกำเนิดแรกอยู่ในทวีปแอฟริกา และศูนย์กลางแหล่งกำเนิดรองลงมาคือ แถบ Indo-Burma (Kundu *et al.*, 1959)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ปอกระเจามีชื่อสามัญแตกต่างกัน คือ ภาษาอังกฤษเรียก Long-fruited Jute, Tossa Jute, Jute Mallow, Jew's Mallow, Bush Okra หรือ West African Sorrel ฝรั่งเศสเรียก Corette Potagère สเปนเรียก Yute ทางแอฟริกันตะวันตกเรียก Krin-Krin ในจีเรียเรียก Ewedu, Oyo หรือ Eyo (Tindall, 1983)

ปอกระเจาฝักกลม (*Corchorus capsularis* L.) มีระบบรากแก้วแทงลึกลงในดินประมาณ 30–60 เซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2525) มีการงอกแบบ epigeal ลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน (herbaceous) รูปทรงกระบอกเรียวยาว (ชูศักดิ์, 2541) เมื่อดันเจริญเติบโตเต็มที่มีความสูง 2.5–3 เมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2525) ลำต้นมีสีเขียวจนถึงแดงเข้ม อาจมีการแตกแขนงหรือไม่ก็ได้ หากมีการแตกแขนงจะเกิดบริเวณส่วนยอดของลำต้น แต่ถ้าปลูกระยะชิดจะไม่มีการแตกแขนง ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ (alternate) ก้านใบ (petiole) ยาว 1–2 เซนติเมตร ที่โคนก้านใบมีหูใบ (stipule) 2 อัน มีลักษณะแหลมยาวและตั้งตรงยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แผ่นใบมีฐานค่อนข้างกว้าง ปลายใบแหลม มีขนาดประมาณ $2-5 \times 5-12$ เซนติเมตร ขอบใบหยัก โดยมีรอยหยักกลางสุดของใบทั้งสองข้าง ยาวออกมาเรียกว่าหูใบ (auricle) (ชูศักดิ์, 2541) อาจมีรสมหรือไม่ขม (กรมวิชาการเกษตร, 2525) เนื่องจากมีขึ้นกำหนดรสมในปอกระเจาฝักกลม (Kundu *et al.*, 1959) ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ



ภาพที่ 1 ปอกระเจาชนิดต่างๆ

- ก - *Corchorus fascicularis* (CIRAD, 2005)
- ข - *Corchorus neocaledonicus* (Suprin, 2006)
- ค - *Corchorus serratus* Thunb. (Makino, 2004)
- ง - *Corchorus longipedunculatus* Mast. (Wursten, 2006)
- จ - *Corchorus walcottii* (Greig, 2007)
- ฉ - *Corchorus aestuans* L. (CIRAD, 2005)
- ช - *Corchorus asplenifolius* (Wursten, 2006)
- ฅ - *Corchorus cunninghamii* F. Muell. (Saunders, 2001)
- ฅ - *Corchorus argutus* Kunth. (Bittrich, 2004)

เกิดเป็นดอกเดี่ยวหรือกลุ่ม (ชูศักดิ์, 2541) กลุ่มละประมาณ 2-5 ดอก หรือมากกว่า (กรมวิชาการเกษตร, 2525) ดอกเกิดจากตาบริเวณข้อของลำต้นด้านตรงข้ามกับใบ แต่ละดอกประกอบด้วยกลีบดอก 5 กลีบ สีเหลือง ยาวประมาณ 4-5 มิลลิเมตร บริเวณส่วนฐานแคบและปลายกว้าง เกิดสลับกับกลีบเลี้ยง เกสรเพศผู้มีตั้งแต่ 10 อัน หรือมากกว่า ก้านเกสรเพศผู้แต่ละอันแยกกันอย่างอิสระ อับละอองเกสรเพศผู้มีขนาดค่อนข้างสั้น แบ่งเป็น 2 แฉก เกสรเพศเมียประกอบด้วยรังไข่แบบ superior ovary แยกเป็น 5 locules มีก้านเกสรเพศเมียสั้น ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) มีลักษณะแบน ภายในรังไข่มีไข่ (ovule) จำนวนมาก ผลเป็นแบบ capsule มีรูปร่างเกือบกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร ผิวย่นขรุขระ ด้านบนแบน มี 5 locules ภายในแต่ละ locule มีเมล็ด 7-10 เมล็ด เมล็ดมีรูปร่างแบบรูปไข่ (oval) มี 4-5 เหลี่ยม ด้านหนึ่งค่อนข้างเว้า เมล็ดมีสีน้ำตาล เมล็ดน้ำหนัก 1 กรัม มีจำนวนประมาณ 300 เมล็ด (ชูศักดิ์, 2541)

ปอกระเจาฝักยาว (*Corchorus olitorius* L.) มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายกับปอกระเจาฝักกลม แต่ปอกระเจาฝักยาวจะมีระบบรากลึกประมาณ 50-80 เซนติเมตร ลำต้นมีลักษณะเรียว น้อยกว่าปอกระเจาฝักกลม มีการแตกกิ่งแต่กิ่งไม่ค่อยเจริญเติบโต (กรมวิชาการเกษตร, 2525) เมื่อต้นเจริญเติบโตเต็มที่มีความสูง 3-4 เมตร ใบสามารถเจริญเติบโตได้ถึงขนาด 7 × 20 เซนติเมตร (ชูศักดิ์, 2541) และไม่มีรสขม (กรมวิชาการเกษตร, 2525) ดอกมีขนาดใหญ่กว่าปอกระเจาฝักกลม เป็นดอกเดี่ยวที่เกิดเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 ดอก กลีบเลี้ยง 5 กลีบ เป็นแถบยาว และแยกกันอิสระยาวประมาณ 7-8 มิลลิเมตร กลีบดอกมีสีเหลืองเข้มยาวประมาณ 7-8 มิลลิเมตร รังไข่มีความยาวกว่าปอกระเจาฝักกลม ผลเป็นแบบ capsule รูปร่างทรงกระบอกปลายแหลม มีขนาดประมาณ 0.5-0.8 × 5 - 10 เซนติเมตร มีสันนูนตามความยาวผล แต่ละผลมี 5 locules ภายในแต่ละ locule มีเมล็ด 25-40 เมล็ด เมล็ดมีรูปร่างคล้ายปิรามิด เมล็ดมีสีเขียวม้วนน้ำเงินจนถึงสีเทา เมล็ดจะเล็กกว่าปอกระเจาฝักกลม เมล็ดน้ำหนัก 1 กรัม มีจำนวนประมาณ 500 เมล็ด (ชูศักดิ์, 2541)

ปอกระเจาเป็นพืชผสมตัวเอง (Tindall, 1983) แต่มีโอกาสเกิดการผสมข้ามตามธรรมชาติได้ โดยปอกระเจาฝักกลมมีอัตราการผสมข้ามต่ำกว่าร้อยละ 5 แต่ส่วนมากจะเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 2-3 ส่วนปอกระเจาฝักยาวมีอัตราการผสมข้ามประมาณร้อยละ 12 (Kundu *et al.*, 1959) ดอกของปอกระเจาฝักกลมจะบานช่วงเวลา 5.30-8.00 น. และหุบเวลา 13.30 น. ส่วนดอกของปอกระเจาฝักยาวจะบานช่วงเวลา 9.00-10.30 น. และหุบเวลา 15.30 น. (กรมวิชาการเกษตร, 2525)

สภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของปอกระเจา

ปอกระเจาเป็นพืชวันสั้น (Ghosh, 1983) ต้องการแสงระหว่าง 10–12 ชั่วโมง มีช่วงแสงวิกฤตประมาณ 12.30 ชั่วโมง (Kundu, 1959) โดยปอกระเจาฝักยาวมีช่วงแสงวิกฤต 12 ชั่วโมง (Njoku, 1958; Nwoke, 1980)

การปลูกปอกระเจา โดยทั่วไปปอกระเจาสามารถเจริญเติบโตได้ในดินทุกประเภท ตั้งแต่ดินเหนียวจนกระทั่งดินร่วนทราย (sandy loam) แต่ที่เหมาะสมที่สุด คือ ดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (Kundu *et al.*, 1959) ระบายน้ำดี และเก็บความชื้นไว้ได้เพียงพอ ซึ่งปอกระเจาบางพันธุ์ไม่สามารถทนสภาพน้ำท่วมขังได้ โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต (Tindall, 1983) ปอกระเจาฝักกลมต้องการน้ำมาก (วิเศษศักดิ์, 2541) เจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาพพื้นที่ลุ่มและดอน เมื่อต้นสูงเกิน 30 เซนติเมตร ทนน้ำขังได้ถึง 3 สัปดาห์ (กรมวิชาการเกษตร, 2525) ส่วนปอกระเจาฝักยาวเจริญเติบโตได้ดีเฉพาะในที่ดอน ไม่ทนต่อสภาพน้ำขังโคนต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2525) และไม่ต้องการน้ำมาก (วิเศษศักดิ์, 2541) เหมาะกับดินที่มีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.0 หรือมากกว่า) อุณหภูมิสูงสุดที่ปอกระเจาเจริญเติบโตได้คือ อุณหภูมิประมาณไม่เกิน 43 องศาเซลเซียส และไม่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นในอากาศอยู่ในช่วง 65–95 เปอร์เซ็นต์ มีฝนกระจายสม่ำเสมอตลอดฤดู ปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 1,000–1,500 มิลลิเมตรต่อปี (Kundu *et al.*, 1959) พื้นที่ปลูกควรสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำกว่า 700 เมตร (Tindall, 1983)

ประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการ

มีการนำปอกระเจามาบริโภคในหลายประเทศเช่น ในทางตะวันออกกลาง มีการนำปอกระเจาฝักยาวมาบริโภคเป็นสมุนไพรในรูปแบบของยาหม้อ (Ghosh, 1983) ในยุโรปจะนำมาประกอบอาหารเป็นซूप ประเทศญี่ปุ่นมีการนำเข้าปอกระเจาจากแอฟริกา โดยจะนำไปบริโภคแทนชาหรือกาแฟ นอกจากนี้ใบปอกระเจายังเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของชาวญี่ปุ่นอีกด้วย เนื่องจากใบปอกระเจาประกอบด้วยวิตามินต่างๆ มากมาย ได้แก่ แคลโรทีนอยด์ แคลเซียม โพแทสเซียม และเส้นใยพืชซึ่งช่วยในการขับถ่าย และยังพบสาร phytol และ monogalactosyl - diacylglycerol ซึ่งต้านทานการเกิดเนื้องอก และอาจลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งได้ (Shamsuzzamam, 2003) ซึ่งประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศหนึ่งที่ทำให้ความนิยมในการบริโภคปอกระเจาเป็นผักสุขภาพที่เรียกว่า ‘โมโรเฮยะ’ นี้มากขึ้นตามลำดับ (วรรณภา, 2547) การบริโภคนิยมทั้งใบสดและใบแห้งของปอกระเจาเช่น ในอเมริกากลาง

นำมาประกอบเป็นซूप หรือเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ใช้เป็นยาหม้อ ส่วนแถบคาบสมุทรแคริบเบียน บริโภคแบบสลัด ประเทศอินเดียบริโภคแทนผักขม (spinach) (Phuket Abalone Farm, 2003) โดยนำ ส่วนของใบและยอดอ่อนของปอกระเจามาบริโภค เมื่อทำให้แห้งแล้วเรียก 'nalita' (Duke, 1983) ส่วนประเทศไนจีเรีย และประเทศในเขตร้อนหลายแห่งบริโภคใบอ่อนและผลอ่อนที่เรียก 'Bush Okra' เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยนำใบและยอดอ่อนมาลวก หรือตากแห้งไว้ แล้วนำไปประกอบ อาหารเช่น ซุป หรือใส่ในสตู (Akoroda, 1988) ในประเทศซูดานนำผลมารับประทานสด หรือทำ ให้แห้งเพื่อการเก็บรักษา หรือเป็นเครื่องคั้นโดยหมักฝักปอกระเจาไว้ข้ามคืน จากนั้นนำมาขยำ ด้วยมือแล้วนำไปกรอง และปรุงให้มีรสหวาน เครื่องคั้นนี้จะนำไปผสมกับสังขยา (custard) และแป้ง ซึ่งจะได้ข้าวต้มข้าวโอ๊ต (porridge) ที่เรียกว่า 'nesha' (Freedman, 1998) ในอียิปต์นำปอกระเจา ฝักยาวพันธุ์ที่เรียกว่า Molokiyah ปรุงเป็นซूपเช่นกัน ซึ่งเป็นอาหารที่มีมาตั้งแต่ยุคของกษัตริย์ฟาโรห์ และปัจจุบันยังคงเป็นอาหารหลักของชาวอียิปต์ทั่วไป (Radnich, 1996) โดยซूपสมุนไพรนี้ปรุงจาก ใบแห้งของปอกระเจา เรียกเป็นภาษาอาหรับว่า 'Molukhyia' (Duke, 1983) ส่วนในประเทศไทยนิยมนำมาผัดรับประทานกับข้าวต้ม (วรรณภา, 2547)

ปอกระเจานั้นมีคุณค่าทางโภชนาอยู่มากมาย โดยเฉพาะวิตามิน เอและเบต้า-แคโรทีน (ตารางที่ 1) และยังมีแร่ธาตุ ไวตามิน และโปรตีนบางชนิดที่ไม่พบในเนื้อสัตว์ (Nwoke, 1980) ซึ่งในส่วนของใบอ่อนมีโปรตีนประมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ใบแก่จะมีโปรตีนเฉลี่ยถึง 5-6 เปอร์เซ็นต์ (Tindall, 1983) จากน้ำหนักใบสด 100 กรัม ให้พลังงาน 43-58 แคลอรี (Duke, 1983) ซึ่งเป็นอาหารที่ให้พลังงานต่ำ (Radnich, 1996) ประกอบด้วยน้ำ 80.4-84.1 กรัม โปรตีน 4.5-5.6 กรัม ไขมัน 0.3 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 7.6-12.4 กรัม เถ้า 2.4 กรัม ธาตุโซเดียม 12 มิลลิกรัม thiamine 0.13-0.15 มิลลิกรัม riboflavin 0.26-0.53 มิลลิกรัม niacin 1.1-1.2 มิลลิกรัม และ ascorbic acid 53-80 มิลลิกรัม ใบยังประกอบด้วย oxydase และ chlorogenic acid และยังพบในปริมาณสูงกว่า ผักชนิดอื่นๆ

ปอกระเจายังเป็นผักที่มี folic acid อยู่มาก ใบและยอดอ่อนมีสารเมือกประกอบอยู่ในอัตราสูง (Tindall, 1983) ส่วนของเมล็ดประกอบด้วย น้ำมัน 11.3-14.8 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็น palmitic acid 16.9 เปอร์เซ็นต์ stearic acid 3.7 เปอร์เซ็นต์ behenic acid 1.8 เปอร์เซ็นต์ lignocetic acid 1.1 เปอร์เซ็นต์ oleic acid 9.1 เปอร์เซ็นต์ linoleic acid 62.5 เปอร์เซ็นต์ และ linolenic acid 0.9 เปอร์เซ็นต์ (Duke, 1983) ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (Freedman, 1998) และน้ำมันในเมล็ดมีสัดส่วนที่มากพอ กับธาตุโบรอน แมงกานีส โมลิบดีนัม และสังกะสีด้วย (Duke, 1983)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการจากน้ำหนักสด 100 กรัม ของปอกระเจาฝักยาวพันธุ์ Molocheiya เปรียบเทียบกับแครอท บรอกโคลี และผักขม (spinach)

	Molocheiya	แครอท	บรอกโคลี	ผักขม
เส้นใย (กรัม)	5.3	0.5	1.0	0.8
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	920	400	530	740
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	410	39	49	55
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	98	36	120	60
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.7	0.8	1.9	3.7
วิตามิน ซี (มิลลิกรัม)	62	6	160	65
วิตามิน เอ (มิลลิกรัม)	6,015	4,100	400	1,700
วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	0.72	0.07	0.12	0.13
วิตามิน บี2 (มิลลิกรัม)	4.95	0.05	0.27	0.23
เบต้า-แคโรทีน (ไมโครกรัม)	10,826	7,300	720	3,100

ที่มา: Phuket Abalone Farm. (2003)

คุณสมบัติทางยา

ปอกระเจามีสรรพคุณทางยามากมาย เช่น ลดการอักเสบของกล้ามเนื้อ ท้องมาน ริดสีดวง เนื้อออก ขับปัสสาวะ กระเพาะปัสสาวะอักเสบ ปัสสาวะขัด หนองใน โรคบิด ลำไส้อักเสบ เป็นยาระบาย ยาบำรุงกำลัง ช่วยให้เจริญอาหาร รักษาอาการเจ็บปวดต่างๆ อาการเจ็บบริเวณทรวงอก เป็นต้น (Duke, 1983) สารสำคัญในปอกระเจาทั้งสองชนิดคือ cardiac glycosides ชื่อ corchoroside A และ corchoroside B ซึ่งมีฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อหัวใจและระบบการไหลเวียนของโลหิต และสารรสขม ชื่อ corchorin (นิจศิริ และพยอม, 2534) การฉีด olitoriside ซึ่งเป็นสารที่ได้จากปอกระเจาฝักยาว ช่วยในการกระตุ้นการเต้นของหัวใจได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถใช้แทนสาร strophanthin ได้ (Duke, 1983)

โรคและแมลง

โรคและแมลงสำคัญที่พบในปอกระเจา (อำนาจ, 2542) คือ

โรคน้ำคอดิน (Damping-off) เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina corchori* (phaseolina) ซึ่งสามารถอาศัยอยู่ตามซากพืชในดิน หรือติดไปกับเมล็ดพันธุ์ อาการที่พบ คือ ใบและส่วนของลำต้นจะเหี่ยว เมื่อถอนขึ้นมาจะพบว่าส่วนของลำต้นระดับผิวดินเป็นแผลช้ำสีน้ำตาล ซึ่งต่อมาจะแห้งตาย เชื้อราเริ่มเข้าทำลายขณะที่ปอกระเจาอยู่ในระยะแรกของการเจริญเติบโต การระบาดมีมากในระยะต้นฤดูปลูกมีฝนตกและอากาศร้อนอบอ้าว การป้องกันโดยใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปราศจากเชื้อโรคเนื่องจากเชื้อสาเหตุโรคนี้อาจติดไปกับเมล็ดพันธุ์ จึงควรใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชคลุกเมล็ดก่อนปลูก เช่น pentachloro nitrobenzene (PCNB) 75 เปอร์เซ็นต์ หรือ thiram อัตรา 3.5 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม

โรคลำต้นเน่า (Stem rot) เกิดจากเชื้อรา *Macrophomina corchori* (phaseolina) ซึ่งเป็นเชื้อราชนิดเดียวกับโรคน้ำคอดิน โดยเชื้อราจะเข้าทำลายบนต้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งตั้งแต่โคนจนถึงยอด เกิดอาการจุดสีน้ำตาลแก่ที่ผิวลำต้นและขยายใหญ่ในเวลาต่อมาจนแห้งตายในที่สุด ป้องกันโดยใช้ปอกระเจาพันธุ์ต้านทานโรค

โรครากปม (Root knot) เกิดจากเชื้อ *Meloidogyne incognita* พบอาการต้นแคระแกรน เป็นหย่อม ใบเหลือง ใบล่างจะร่วงหมดเหลือแต่ใบยอด ที่รากมีปมจำนวนมาก ถ้ามีเชื้อโรคในดินร่วมทำลาย ทำให้ปลายรากเน่าจนแห้งตายในที่สุด โรคนี้อักรบาดในที่ดอนที่มีฝนตกสม่ำเสมอตลอดปี ควรป้องกันกำจัดโดยถอนต้นที่เป็นโรคเผา หรือทำลายทิ้ง แปลงที่มีไส้เดือนฝอย ควรไถดินให้ลึกประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วตากแดดไว้ 2-3 วัน และกำจัดวัชพืชที่เป็นที่อาศัยของไส้เดือนฝอย เช่น อัญชัญป่า ครามขน หญ้าห้วย และหญ้าตีนกา เป็นต้น

หนอนคืบ (Semi-looper: *Anomis sabulifera* Guen.) พบหนอนกัดกินใบเป็นรูพรุน ลำต้นจะเล็กแคระแกรน ถ้าระบาดมากจะทำให้ยอดหัก การป้องกันกำจัดโดยพ่นสารกำจัดแมลง carbaryl, monocrotophos, azinphos ethyl หรือ endrin อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

หนอนม้วนใบ (*Archips micaceana* Walk.) ตัวหนอนจะชักใยม้วนใบให้ติดกัน และกัดกินอยู่ภายใน ทำให้ใบเหว่ง การป้องกันกำจัดเช่นเดียวกับหนอนคืบ

การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์

เมล็ด คือ ไข่ (ovule) ที่ได้รับการผสม และเจริญพัฒนาอย่างเต็มที่ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ต้นอ่อน (embryonic plant) เนื้อเยื่อสะสมอาหาร (storage tissue) และส่วนห่อหุ้มเมล็ด (protective coat) (AOSA, 2001) ซึ่งการพัฒนาของเมล็ดเกิดขึ้นหลังจากการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ โดยแบ่งออกได้ 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะการพัฒนาของคัพภะ เกิดขึ้นหลังการปฏิสนธิ ซึ่งมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการแบ่งเซลล์จำนวนมาก มีการเคลื่อนย้ายอาหารจากต้นแม่เข้าสู่เมล็ด ทำให้อัตราการเจริญของเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระยะนี้เมล็ดมีความชื้นสูงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์

ระยะที่ 2 ระยะของการสะสมอาหารไว้ในส่วนสะสมอาหารภายในเมล็ด น้ำหนักสดของเมล็ดจะค่อยๆ ลดลง ขณะที่น้ำหนักแห้งค่อนข้างคงที่ ความชื้นของเมล็ดลดลง เมื่อสิ้นสุดระยะนี้เมล็ดจะมีน้ำหนักแห้งสูงสุด ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) เมล็ดจะมีความแข็งแรง และความมีชีวิตสูงสุด (Thompson, 1979) ซึ่งเมล็ดพืชแต่ละชนิด จะมีระยะแก่ทางสรีรวิทยาแตกต่างกัน (Harrington, 1972) เช่น 42 และ 36 วันหลังดอกบานในบวบเหลี่ยม พันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ไต้หวันตามลำดับ (ศรีมกุฎ, 2527) 31 วันหลังดอกบานในกระเจี๊ยบมอญ (สุเทวี, 2536) 15 วันหลังดอกบานในถั่วฝักยาว (คณิงนิจ, 2524) 35 วันหลังดอกบานในฝักบัว (อุดมลักษณ์, 2524) และ 21-24 วันหลังดอกบานในฝักชี่ (จิตจำนง, 2536)

ระยะที่ 3 ระยะสุดท้ายของการพัฒนาของเมล็ด การสะสมอาหารมีน้อยมาก หรือไม่มีเลย น้ำหนักแห้งของเมล็ดค่อนข้างคงที่ ความชื้นในเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วจนสมดุลกับบรรยากาศ เป็นระยะที่เมล็ดเหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว (Thompson, 1979)

การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดขณะเมล็ดกำลังพัฒนา

ขณะเมล็ดกำลังพัฒนา มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาและสัณฐานที่ชัดเจนได้แก่ ความชื้น ขนาด น้ำหนัก ความงอก ความมีชีวิต ความแข็งแรง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด (สุเทวี, 2545) ดังนี้

1. ความชื้นในเมล็ด ในระยะแรกของการพัฒนาเมล็ดจะมีความชื้นสูง ประมาณ 90 และ 86 เปอร์เซ็นต์ในบวบเหลี่ยมพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ไต้หวันตามลำดับ (ศรีมกุฎ, 2527) ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ในกระเจี๊ยบมอญ (สุเทวี, 2536) 84 เปอร์เซ็นต์ในถั่วฝักยาว (คณิงนิจ, 2524) 90 เปอร์เซ็นต์ในผักบุ้ง (อุดมลักษณ์, 2524) 80 เปอร์เซ็นต์ในผักชี (จิตจางง, 2536) และ 70 เปอร์เซ็นต์ในปอกระเจาพันธุ์ *Molochaiya (Corchorus olitorius L.)* (บุญชนะ, 2538) จากนั้นความชื้นจะค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งในระยะที่เมล็ดแก่ทางสรีระวิทยาเมล็ดจะมีความชื้นประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วจนเหลือประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพืชและความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ

2. น้ำหนักแห้งของเมล็ด หลังการปฏิสนธิ เมล็ดจะมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีการสะสมอาหาร แป้งเซลล์ และขยายขนาดของเซลล์ เมล็ดจะมีน้ำหนักแห้งสูงสุดเมื่อถึงระยะแก่ทางสรีระวิทยา เช่น 14.26 กรัมต่อ100 เมล็ด และ 13.19 กรัมต่อ100 เมล็ดในบวบเหลี่ยมพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ไต้หวันตามลำดับ (ศรีมกุฎ, 2527) 14.86 กรัมต่อ100 เมล็ดในถั่วฝักยาว (คณิงนิจ, 2524) 4.01 กรัมต่อ 100 เมล็ดในผักบุ้ง (อุดมลักษณ์, 2524) และ 2.46 กรัมต่อ 1000 เมล็ดในปอกระเจาพันธุ์ *Molochaiya (Corchorus olitorius L.)* (บุญชนะ, 2538) และหลังจากนั้นน้ำหนักแห้งจะเริ่มลดลงและมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่

3. ขนาดเมล็ด มีอัตราการพัฒนาเพิ่มขึ้นเร็ว มีขนาดใหญ่ที่สุดก่อนการแก่ทางสรีระวิทยา และเล็กลงเมื่อเมล็ดพันธุ์แก่ทางสรีระวิทยา เนื่องจากเมล็ดมีความชื้นลดลง และหลังจากนี้ขนาดเมล็ดจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (วัลลภ, 2540) เมล็ดปอกระเจาที่มีขนาดใหญ่และขนาดกลาง จะมีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ดี และมีคุณภาพดีกว่าเมล็ดขนาดเล็ก เนื่องจากเมล็ดขนาดใหญ่มีอาหารสะสมภายในเมล็ดมากกว่า (Bhattacharjee *et al.*, 2000)

4. ความงอกของเมล็ด เมล็ดพืชส่วนมากสามารถงอกได้ก่อนที่จะมีการเจริญเติบโตเต็มที่ หลังจากการปฏิสนธิเพียงไม่กี่วัน แต่เปอร์เซ็นต์ความงอกยังคงต่ำอยู่ เช่น กระเจี๊ยบมอญเริ่มงอก และมีความงอกสูงสุดเมื่ออายุ 15 และ 35 วันหลังดอกบานตามลำดับ (สุเทวี, 2536) ถั่วฝักยาว เริ่มงอกและมีความงอกสูงสุดเมื่ออายุ 10 และ 17 วันหลังดอกบานตามลำดับ (คณิงนิจ, 2524) ผักบุ้ง เริ่มงอกและมีความงอกสูงสุดเมื่ออายุ 30 และ 35 วันหลังดอกบานตามลำดับ (อุดมลักษณ์, 2524) และปอกระเจาพันธุ์ *Molochiia (Corchorus olitorius L.)* เริ่มงอกและมีความงอกสูงสุดเมื่ออายุ 20 และ 44-54 วันหลังดอกบานตามลำดับ (บุญชนะ, 2538)

5. ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ด เมล็ดจะมีความมีชีวิตและความแข็งแรงสูงสุดเมื่อเมล็ดแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นความแข็งแรงจะลดลงตามระยะเวลา และสภาพการเก็บรักษา (Copeland and McDonald, 2001; Bradford, 2004) เช่น เมล็ดฝ้ายมีความมีชีวิตสูงสุดที่อายุ 40–50 วันหลังดอกบาน และความมีชีวิตจะลดลงเมื่อเมล็ดมีอายุมากขึ้น (สกลิต, 2525) เมล็ดบวบเหลี่ยม พันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ได้หวันมีความแข็งแรงสูงสุดเมื่ออายุ 45 วันหลังดอกบาน (ศรีมกุฎ, 2527) ในเมล็ดถั่วฝักยาวมีความแข็งแรงสูงสุดเมื่ออายุ 15 วันหลังดอกบาน (คณิงนิจ, 2524) และในเมล็ด ผักบุ้งมีความแข็งแรงสูงสุดเมื่ออายุ 35 วันหลังดอกบาน (อุดมลักษณ์, 2524)

6. สีของเมล็ด เมล็ดเมื่อแก่เต็มที่มีสีสดใส และตรงตามสายพันธุ์ สีของเมล็ดอาจแสดงที่เปลือก เช่นสีเมล็ดถั่ว หรืออาจแสดงที่ส่วนประกอบภายในเมล็ด เช่นข้าวโพดบางพันธุ์ อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์พืชส่วนมากที่ยังไม่แก่ หรืออยู่ในระยะกำลังพัฒนา อาจมีสีขาว หรือสีเขียวอ่อน สีของเมล็ดพันธุ์พืชบางชนิดอาจแสดงถึงการแก่ทางสรีรวิทยาได้ เช่น เมล็ดถั่วเหลือง จะเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีเหลือง (วัลลภ, 2540) เมล็ดปอกระเจาฝักยาวจะมีสีเขียวอมน้ำเงิน หรือสีเทาน้ำเงิน (กรมวิชาการเกษตร, 2525; บุญชนะ, 2538) เมล็ดบวบเหลี่ยมจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ (ศรีมกุฎ, 2527) ผักบุ้งจะเปลี่ยนจากสีน้ำตาลอ่อนเป็นสีน้ำตาล (อุดมลักษณ์, 2524)

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถือเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ดีควรมีลักษณะตรงตามพันธุ์ และมีคุณภาพดี คือ มีความงอก ความแข็งแรง และความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์สูง (Watkins, 1992) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีหลายประการดังนี้ (Copeland and McDonald, 2001)

1. พันธุกรรม เมล็ดพืชแต่ละชนิดใช้เวลาในการพัฒนาจากดอกบานจนถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยาต่างกัน เช่น มะเขือเทศพันธุ์ P5-237 KL-2 และลีดา ม.ก. มีระยะแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 40 45 และ 50 วันหลังดอกบานตามลำดับ (ธารารักษ์, 2530; เยาวลักษณ์, 2530) บวบเหลี่ยมพันธุ์พื้นเมืองและไต้หวันมีระยะแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 42 และ 36 วันหลังดอกบานตามลำดับ (ศรีมกุฎ, 2527) เป็นต้น

2. สภาพแวดล้อม

อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงจะเร่งให้เมล็ดแก่ หรือถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยาเร็วขึ้น เช่น ในผักกาดหอม (Sukprakarn, 1985) และยังมีผลให้ขนาดเมล็ดเล็กกว่าเมล็ดที่พัฒนาขณะอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากสะสมอาหารได้น้อย เช่น ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง หนุ่ยไรรัน และป่าน เป็นต้น (Copeland and McDonald, 2001)

แสง สภาพวันสั้นทำให้เมล็ดที่พัฒนามีขนาดเล็ก เนื่องจากต้นแม่ได้รับแสงน้อย จึงสังเคราะห์แสงได้ลดลง เช่น แครอท ข้าวโพด และถั่วเหลือง เป็นต้น (Copeland and McDonald, 2001) และนอกจากนี้ยังมีผลต่อความงอกและระดับฮอร์โมนในเมล็ดด้วย (Gutterman, 1992)

ความชื้น สภาพแห้งแล้งจะขัดขวางการพัฒนาของเมล็ด ทำให้เมล็ดมีขนาดเล็ก เมล็ดเบาและผิวย่น (Delouche, 1980) และหากต้นแม่ขาดน้ำในระยะก่อนการออกดอก จะทำให้ติดเมล็ดลดลง เช่น ถั่วเหลือง ข้าวโพด และข้าวสาลี เป็นต้น (Copeland and McDonald, 2001)

ธาตุอาหาร พืชที่ขาดธาตุหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม จะส่งผลให้ผลผลิตและขนาดเมล็ดพันธุ์ลดลง เช่น ในถั่วเหลือง มะเขือเทศ แครอท และผักกาดหอม เป็นต้น (Delouche, 1980; Copeland and McDonald, 2001)

3. อายุการเก็บเกี่ยว อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อความงอก และความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ โดยทั่วไปความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะสูงสุดที่ระยะแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) ซึ่งใช้ระยะเวลาแตกต่างกันตามชนิดพืช หลังจากระยะนี้ ความมีชีวิต และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะลดลง ถ้าเก็บในสภาพที่ไม่เหมาะสม (Harrington, 1972) ซึ่งพบว่าช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญมาก ซึ่งเป็นสิ่งชี้บอกถึง

ปริมาณเมล็ดที่จะได้ (Gurusamy, 1999) และการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในช่วงเวลาที่เหมาะสม จะได้เมล็ดที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพดีที่สุด (Tekrony *et al.*, 1980) ซึ่ง Ajayi and Fokorede (2000) พบว่าถ้าหากเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวโพดในระยะก่อนเมล็ดจะพัฒนาเต็มที่ จะไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน เนื่องจากเมล็ดสูญเสียความแข็งแรง

4. การเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เมล็ดพันธุ์อาจถูกกระทบกระเทือนจนเกิดความเสียหายจากการใช้เครื่องมือในขั้นตอนต่างๆ เช่น การเก็บเกี่ยว การนวด การคัดแยก การทำความสะอาด เป็นต้น ทำให้เมล็ดแตก หรือร้าว เป็นสาเหตุให้ความแข็งแรงและความมีชีวิตของเมล็ดลดลง เช่น ข้าว ข้าวโพด และถั่วชนิดต่างๆ เป็นต้น (วัลลภ, 2540)

5. โรคและแมลง โรคที่เกิดจากรา แบคทีเรีย หรือไวรัส และแมลงต่างๆ ที่เข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ โดยเฉพาะโรคและแมลงที่แพร่ระบาดได้ดีในแปลงปลูก (วัลลภ, 2540)

อิทธิพลของตำแหน่งเมล็ดบนต้นแม่

ฝักและเมล็ดที่เกิดปลายกิ่งจะได้รับอาหารจากต้นแม่น้อย เนื่องจากเป็นบริเวณที่พัฒนาขึ้นภายหลัง และเป็นระยะที่มีปริมาณฝักและเมล็ดบนต้นแม่สูง ทำให้ต้นแม่ส่งอาหารไปเลี้ยงไม่เพียงพอ (Gray and Thomas, 1982; George, 1985) ซึ่งตำแหน่งของเมล็ดที่อยู่บนต้นแม่มีผลต่อขนาดและความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Guterman, 1992) เช่น ตำแหน่งของเมล็ดข้าวโพดบนฝักนั้นพบว่าเมล็ดลักษณะกลมที่เกิดจากปลายฝักมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบากว่าด้านขั้วฝัก และมีความมีชีวิตและความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดที่เกิดจากส่วนขั้วและกลางฝัก เนื่องจากต้นแม่จะส่งอาหารไปเลี้ยงเมล็ดตามลำดับการปฏิสนธิที่ต่างเวลากัน จึงทำให้เมล็ดในแต่ละส่วนพัฒนาได้ไม่เท่ากัน สำหรับความงอกพบว่า เมล็ดจากส่วนกลางฝักมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด (Batistella *et al.*, 2002) ส่วนเมล็ดถั่วเหลืองที่ได้จากตำแหน่งส่วนบนของลำต้นประธาน มีความงอกและน้ำหนักของเมล็ดสูงกว่าเมล็ดที่ได้จากตำแหน่งของส่วนล่างของลำต้นประธานและกิ่งแขนง เมื่อถั่วเหลืองอยู่ในสภาพแล้งในระยะของ seed formation (Smiciklas *et al.*, 1992) หรือเมล็ดฝักซีที่ได้จากช่อดอกตำแหน่งที่ 2 และ 3 มีน้ำหนักและความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ได้จากตำแหน่งที่ 1, 4 และ 5 (จิตจำนง, 2536) หรือฝักกระเจี๊ยบเขียวที่เกิดในข้อแรกๆ จะมีขนาดเมล็ดใหญ่กว่า และมีน้ำหนักต่อ 1000 เมล็ดและความงอกสูงกว่าเมล็ดที่ได้จากฝักที่อยู่ตำแหน่งข้อที่สูงขึ้น (ชวัชชัย, 2544) เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกปอกระเจา 2 พันธุ์ คือ ปอกระเจาฝักกลม CC001 (*Corchorus capsularis* L.) และปอกระเจาฝักยาว CC009 (*Corchorus olitorius* L.) หรือ Molocheiya ซึ่งเก็บรวบรวมโดยศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยปลูกในเดือนธันวาคม 2546 สำหรับศึกษาการพัฒนาของเมล็ด และเดือนกันยายน 2547 สำหรับศึกษาดำแหน่งของฝักที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยหยอดเมล็ด 1-2 เมล็ดต่อหลุมในกระบะเพาะ เมื่อดันกล้าสูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร (อายุประมาณ 2-3 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ด) ตัดให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม และย้ายกล้าลงแปลงปลูก ขนาด 1.6 x 6 เมตร โดยปลูกแบบแถวเดี่ยว แปลงละ 8 ต้น ระยะปลูก 75 x 100 เซนติเมตร พันธุ์ละ 10 แปลง ใส่ปุ๋ยคอก 2-4 ต้นต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่รองพื้น ก่อนปลูกคลุมแปลงด้วยพลาสติกดำ เพื่อควบคุมความชื้นภายในดินและป้องกันวัชพืช ให้น้ำแบบไหลตามร่อง 3-5 วันต่อครั้ง เมื่อปอกระเจาอายุประมาณ 10 วันหลังย้ายปลูก ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อปอกระเจามีอายุประมาณ 30 วันหลังย้ายปลูก ปอกระเจาจะเริ่มออกดอก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อปอกระเจาเริ่มติดเมล็ด (อายุประมาณ 30 วันหลังย้ายปลูก) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ทุกๆ 10 วัน จนถึงระยะเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ ส่วนการป้องกันกำจัดศัตรูพืชนั้นทำตามความจำเป็น

การบันทึกข้อมูล

1. รูปแบบการออกดอกและการพัฒนาของเมล็ด

เมื่อปอกระเจาที่ปลูกในเดือนธันวาคม 2546 เริ่มออกดอก ผูกก้านดอกที่บานทุก 4 วัน ด้วยไหมพรมสีต่างๆ แทนวันที่ทำการผูกดอก จนกระทั่งดอกแรกที่ผูกไว้แก่เต็มที่ (ฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม หรือฝักแตก) จึงหยุดผูก เก็บเกี่ยวฝักที่อายุต่างๆ (10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46 และ 50 วันหลังดอกบาน) และบันทึกผลดังนี้

1.1 รูปแบบการออกดอก (flowering pattern)

1.1.1 วันออกดอก นับตั้งแต่วันย้ายกล้าจนถึงวันที่ดอกแรกบาน (สัปดาห์ 10 ต้น)

1.1.2 ชื่อแรกที่ออกดอกบนลำต้นประธาน

1.1.3 ลักษณะการออกดอก นับจำนวนดอกที่บานของแต่ละต้นในแต่ละวัน เริ่มจากดอกในตำแหน่งแรก จนกระทั่งตำแหน่งสุดท้ายที่ดอกบาน

1.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ขนาด และสีของฝัก

เมื่อฝักของปอกระเจาที่สุกด้วยไหมพรมดอกแรกแก่เต็มที่แล้ว (ฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม) เก็บเกี่ยวฝักในแต่ละช่วงอายุมาศึกษาดังนี้

1.2.1 น้ำหนักฝักสด (กรัม/ผล)

1.2.2 ขนาดฝัก โดยวัดความยาว และความกว้างของฝัก (เซนติเมตร)

1.2.3 การเปลี่ยนแปลงสีของฝักในแต่ละช่วงอายุ

1.3 การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดระหว่างการพัฒนา

นำฝักปอกระเจาที่เก็บเกี่ยวได้จากข้อ 1.2 มาแยกเมล็ดออกจากฝักในแต่ละช่วงอายุนำมาศึกษาข้อมูลดังนี้

1.3.1 น้ำหนักสดของเมล็ด (กรัม/1000 เมล็ด) สุ่มเมล็ดในแต่ละช่วงอายุ จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ

1.3.2 น้ำหนักแห้งของเมล็ด (กรัม/1000 เมล็ด) โดยนำเมล็ดจากข้อ 1.3.1 ไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก (ISTA, 2003)

1.3.3 ความชื้นของเมล็ด (%) คำนวณโดยใช้ข้อมูลจากข้อ 1.3.1 และ 1.3.2 ดังนี้

$$\text{ความชื้นของเมล็ด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

1.3.4 ความงอกของเมล็ด (%) ทดสอบความงอกของเมล็ดโดยเพาะเมล็ดด้วยวิธี TP (top of paper) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วประเมินผลความงอกครั้งแรก (first count) หลังเพาะ 3 วัน และครั้งสุดท้าย (final count) หลังเพาะ 5 วัน (ISTA, 2003) โดยก่อนเพาะนำเมล็ดมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเท จากนั้นลดความชื้นให้เหลือประมาณ 7-8 เปอร์เซ็นต์ และบรรจุเมล็ดในถุงพลาสติกที่มีซิปปิด เก็บรักษาในห้อง short term ที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน

1.3.5 ความแข็งแรงของเมล็ด ด้วยวิธีวัดดัชนีการงอก (germination index) โดยสุ่มเมล็ด 50 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ เพาะเมล็ดโดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 1.3.4 แต่ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติทุกวันจนกระทั่งไม่มีเมล็ดงอกอีก แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาดัชนีการงอก (Germination Index : GI) โดยใช้สูตร

$$GI = \text{ผลรวมของ} \left\{ \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \right\}$$

1.3.6 การเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดในแต่ละช่วงอายุ

2. ตำแหน่งของฝักที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ด

เก็บเกี่ยวฝักปอกระเจาที่ปลูกในเดือนกันยายน 2547 โดยสังเกตจากฝักที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 50 เปอร์เซ็นต์ของฝักทั้งหมดบนต้น (ข้อมูลจากข้อ 1) โดยตัดทั้งต้นแล้วเก็บฝักแต่ละตำแหน่งและในแต่ละต้นแยกกัน ได้แก่ ลำต้นประธาน กิ่งแขนงที่ 1-5 กิ่งแขนงที่ 6-10 กิ่งแขนงที่ 11-15 กิ่งแขนงที่ 16-20 กิ่งแขนงที่ 21-25 และกิ่งแขนงที่ 26 สำหรับปอกระเจาฝักกลม CC001 ส่วน

ปอกระเจาฝักยาว CC009 ได้แก่ ลำต้นประธาน กิ่งแขนงที่ 1-5 กิ่งแขนงที่ 6-10 กิ่งแขนงที่ 11-15 กิ่งแขนงที่ 16-20 และกิ่งแขนงที่ 21-23 และศึกษาข้อมูลดังนี้

- 2.1 จำนวนกิ่งแขนง โดยนับกิ่งแขนงซึ่งเกิดจากลำต้นประธานเมื่อต้นเจริญเต็มที่แล้ว
- 2.2 จำนวนดอกต่อต้น นับตั้งแต่ดอกแรกปรากฏ โดยแยกเป็นดอกที่เกิดจากลำต้นประธาน และกิ่งแขนง
- 2.3 จำนวนฝักต่อต้น โดยแยกเป็นจำนวนฝักแก่ซึ่งเกิดจากลำต้นประธาน และกิ่งแขนง
- 2.4 เปอร์เซ็นต์การติดฝักที่ติดในแต่ละตำแหน่งของข้อบนลำต้นประธาน และกิ่งแขนง
- 2.5 น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก (กรัม)
- 2.6 จำนวนเมล็ดต่อฝักโดยนับจำนวนเมล็ดจากฝักซึ่งเกิดจากลำต้นประธาน และกิ่งแขนง
- 2.7 ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรัม/ต้น) ซึ่งเกิดจากลำต้นประธานและกิ่งแขนง ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์
- 2.8 น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม) ที่ความชื้นเมล็ด 8 เปอร์เซ็นต์
- 2.9 ความงอกของเมล็ด (%) ทดสอบความงอกของเมล็ด โดยเพาะเมล็ดด้วยวิธี TP (Top of Paper) จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ประเมินผลความงอกครั้งแรก (first count) หลังเพาะ 3 วัน และครั้งสุดท้าย (final count) หลังเพาะ 5 วัน (ISTA, 2003)
- 2.10 ความแข็งแรงของเมล็ด ด้วยวิธีวัดดัชนีการงอก (germination index) โดยสุ่ม 50 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ เพาะเมล็ดโดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2.9 แต่ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติทุกวันจนกระทั่งไม่มีเมล็ดงอกอีก แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาดัชนีการงอก (Germination Index: GI) โดยคำนวณจากสูตรเช่นเดียวกับข้อ 1.3.5

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

ทำการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชผักเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2547

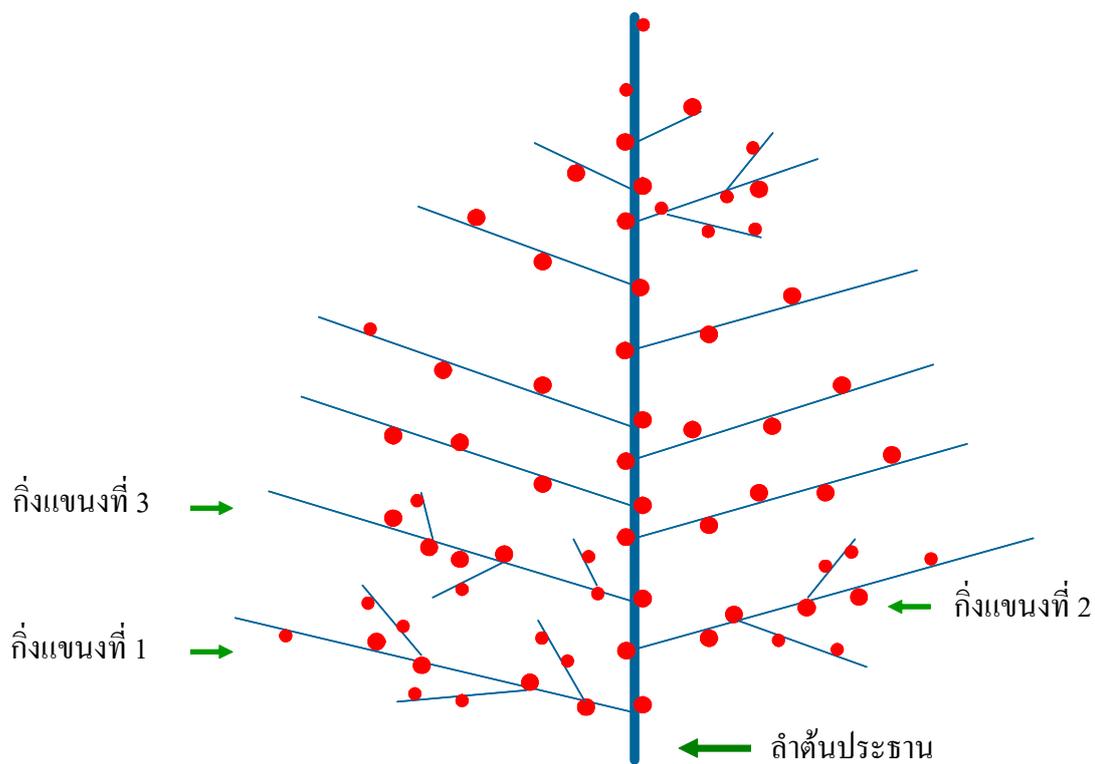
ผลและวิจารณ์

1. รูปแบบการออกดอกและการพัฒนาของเมล็ด

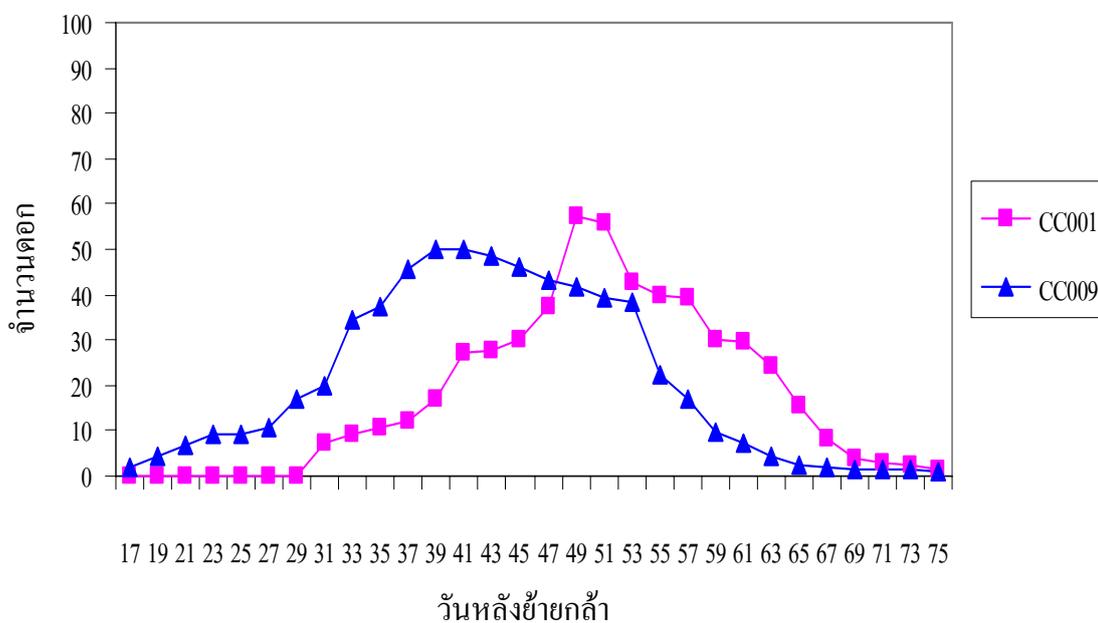
1.1 รูปแบบการออกดอก (flowering pattern)

จากการปลูกปอกระเจาในเดือนธันวาคม 2546 พบว่าการเกิดดอกของปอกระเจาทั้งสองพันธุ์นั้น จะเกิดดอกจากล่างขึ้นบน และจากโคนกิ่งไปปลายกิ่ง โดยจะเกิดดอกที่บริเวณข้อล่างบนลำต้นประธานก่อน จากนั้นจะมีการแตกกิ่งแขนงที่ตำแหน่งข้อของลำต้นประธานจากล่างขึ้นบน ซึ่งจะเกิดดอกที่บริเวณข้อในกิ่งแขนงต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นตามลำดับ (ภาพที่ 2)

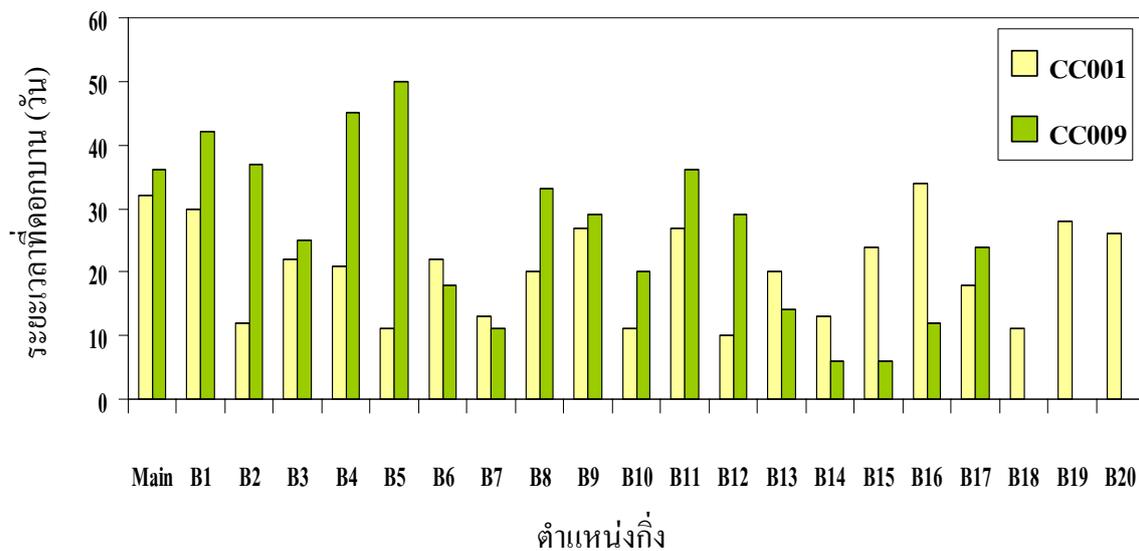
ส่วนการออกดอกนั้นพบว่า ปอกระเจาฝักกลม CC001 เริ่มออกดอกเมื่ออายุประมาณ 31 วันหลังย้ายกล้า มีดอกสูงเฉลี่ย 37 ดอกต่อต้นในช่วงอายุ 41-63 วันหลังย้ายกล้า โดยมีดอกบานสูงสุด 43 ดอกต่อต้นที่อายุ 49 วันหลังย้ายกล้า มีช่วงระยะเวลาออกดอกทั้งหมด 45 วัน และมีกิ่งแขนงเฉลี่ย 20 กิ่งต่อต้น ส่วนปอกระเจาฝักยาว CC009 เริ่มออกดอกเมื่อ 17 วันหลังย้ายกล้า ซึ่งเร็วกว่าปอกระเจาฝักกลม CC001 14 วัน และมีดอกสูงเฉลี่ย 43 ดอกต่อต้นในช่วงอายุ 33-53 วันหลังย้ายกล้า โดยมีดอกบานสูงสุด 38 ดอกต่อต้นที่อายุ 39 วันหลังย้ายกล้า ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของบุญชนะ (2538) ที่พบว่า มีดอกบานสูงสุด 42 ดอกต่อต้น โดยในกิ่งแขนงแรกๆ ปอกระเจาฝักยาว CC009 มีจำนวนดอกสูงกว่าปอกระเจาฝักกลม CC001 แต่กิ่งแขนงปลายๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001 จะมีจำนวนดอกสูงกว่าปอกระเจาฝักยาว CC009 นอกจากนี้ยังพบว่าปอกระเจาฝักยาว CC009 มีช่วงระยะเวลาออกดอกทั้งหมด 59 วัน และมีกิ่งแขนงเฉลี่ย 17 กิ่งต่อต้น ซึ่งต่ำกว่าปอกระเจาฝักกลม CC001 (ภาพที่ 3, 4 และ 5), (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) ทั้งนี้ปอกระเจาทั้งสองชนิดจะมีการเจริญเติบโตแบบไม่สิ้นสุด (indeterminate growth) คือ เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ที่จะออกดอกติดผลจนกระทั่งต้นตาย (สมบุญ, 2544)



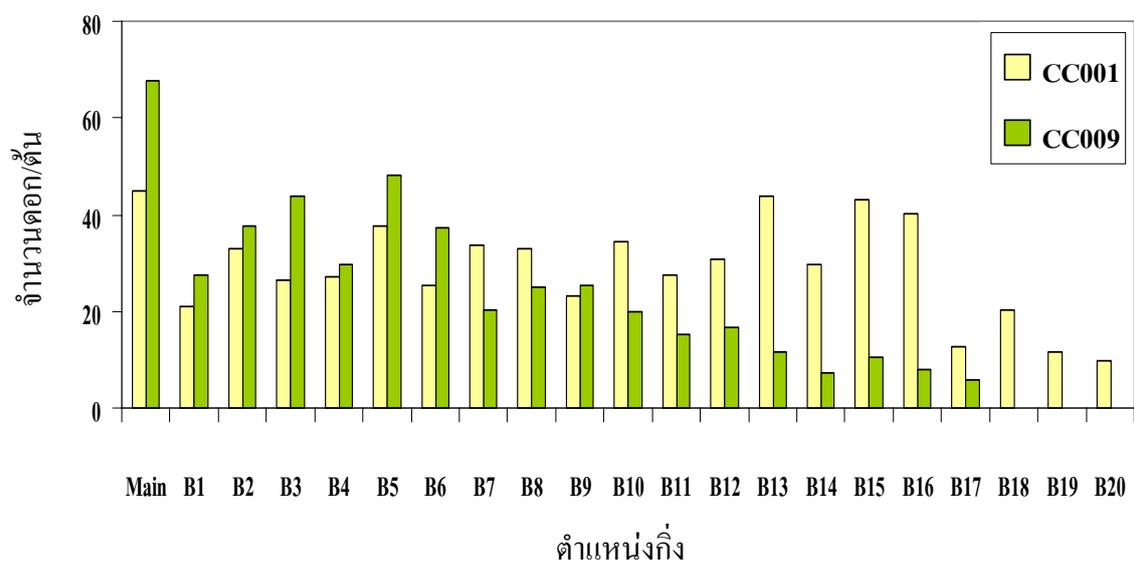
ภาพที่ 2 ตำแหน่งการเกิดดอกลำดับต่างๆ ของต้นปอกระเจา



ภาพที่ 3 จำนวนดอกต่อต้นที่บ้านเจดีย์ในแต่ละวัน (วันหลังย้ายกล้า) ของปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009



ตารางที่ 4 ช่วงระยะเวลาที่ดอกบานในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009



ตารางที่ 5 จำนวนดอกต่อต้นในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009

1.2 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ขนาด และสีของฝัก

น้ำหนักฝักสด

จากการเก็บเกี่ยวปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ พบว่า น้ำหนักฝักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกคือ ช่วงอายุ 14-22 และ 10-22 วันหลังดอกบาน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงอายุ 26-30 และ 26-34 วันหลังดอกบาน โดยมีน้ำหนักฝักเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.56 และ 1.31 กรัมต่อฝักที่อายุ 26 และ 34 วันหลังดอกบาน จากนั้นน้ำหนักฝักของปอกระเจาทั้งสองพันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งช่วงอายุ 42-50 วันหลังดอกบานฝักจะเริ่มแห้ง และน้ำหนักฝักจะค่อนข้างคงที่เฉลี่ย 0.17 และ 0.80 กรัมต่อฝักตามลำดับ (ภาพที่ 6 และ 7), (ตารางผนวกที่ 3 และ 4) ซึ่งพบว่าปอกระเจาฝักยาว CC009 ฝักเริ่มแตกที่อายุ 50 วันหลังดอกบาน ซึ่งอายุที่ฝักเริ่มแตกนี้เร็วกว่าการทดลองของบุญชนะ (2538) เล็กน้อย คือ 54 วันหลังดอกบาน เนื่องจากมีอุณหภูมิสูง และมีฝนตกในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว ทำให้ฝักแตกเร็ว (Kundu *et al.*, 1959) ส่วนปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุเดียวกันไม่พบการแตกของฝัก (ภาพที่ 8 และ 9)

ขนาดฝัก

เมื่อพิจารณาขนาดฝักของปอกระเจาทั้งสองพันธุ์ที่อายุต่างๆ พบว่า ขนาดฝักของปอกระเจาฝักกลม CC001 เพิ่มขึ้นตามอายุการพัฒนาของฝัก โดยขนาดฝักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงแรกที่อายุ 14-30 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นขนาดฝักจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก (ภาพที่ 6) โดยฝักมีขนาดใหญ่ที่สุดในช่วงอายุ 30-38 วันหลังดอกบาน ซึ่งมีความกว้างและความยาวฝักเฉลี่ย เท่ากับ 1.23 และ 1.32 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 3) ในขณะที่ปอกระเจาฝักยาว CC009 จะมีความกว้างเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ความยาวจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามรูปร่างจนกระทั่งอายุ 42 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นความยาวฝักจะค่อนข้างคงที่เช่นเดียวกับปอกระเจาฝักกลม (ภาพที่ 7) โดยฝักมีขนาดใหญ่ที่สุดในช่วงอายุ 42-50 วันหลังดอกบาน ซึ่งมีความกว้างและความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 และ 7.62 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 4)

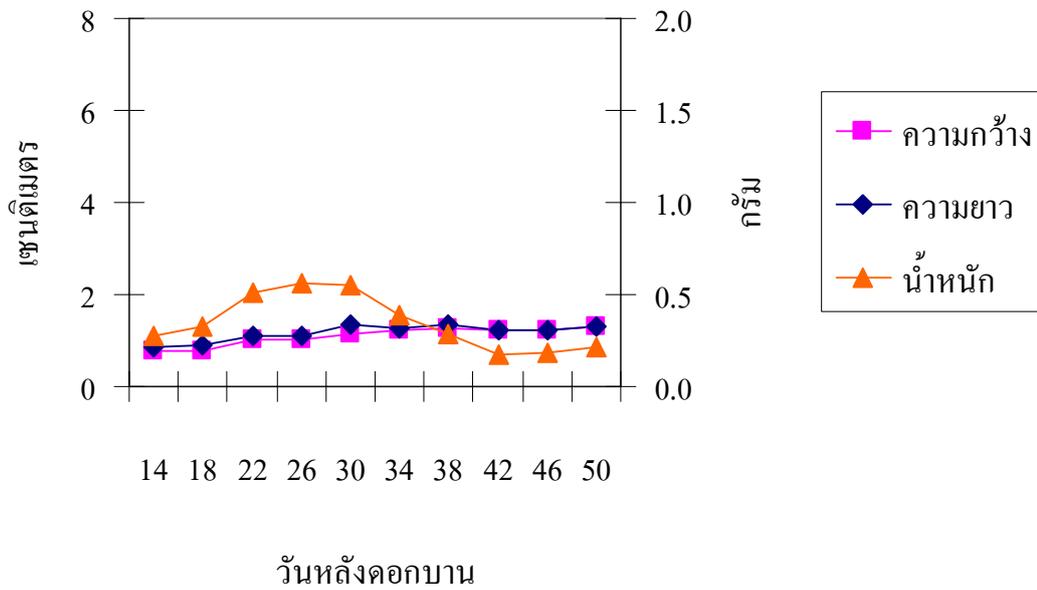
สีของฝัก

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสีฝักพบว่า สีฝักของปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 นั้น มีสีเขียวเข้มในช่วงแรกที่อายุ 10-26 และ 10-30 วันหลังดอกบานตามลำดับ จากนั้นสีของปอกระเจาฝักกลม CC001 จะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนน้ำตาลแดงที่อายุ 30 วันหลังดอกบาน ในขณะที่สีของปอกระเจาฝักยาว CC009 จะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนน้ำตาลที่อายุ 34 วันหลังดอกบาน จากนั้นสีของปอกระเจาทั้งสองพันธุ์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและอาจยังมีสีเขียวปนอยู่เล็กน้อย และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นเมื่อฝักมีอายุมากขึ้น (ภาพที่ 8 และ 9)

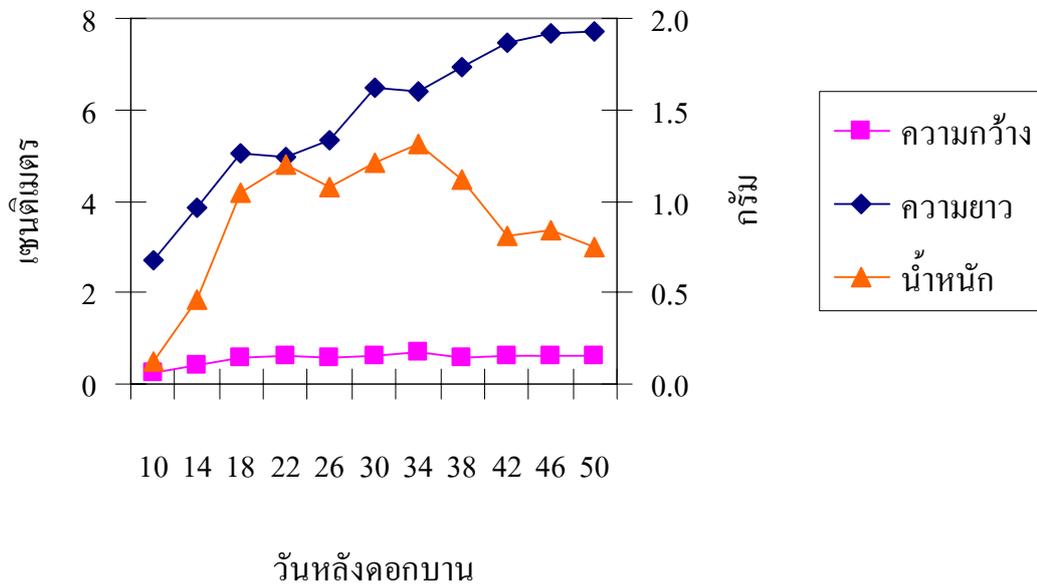
1.3 การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดระหว่างการพัฒนา

น้ำหนักของเมล็ด

หลังจากเก็บเกี่ยวฝักปอกระเจาที่อายุ 10-50 วันหลังดอกบาน พบว่าในระยะแรกๆ เมล็ดยังอ่อน มีขนาดเล็ก ทำให้แยกเมล็ดออกจากฝักอ่อนได้ยาก อีกทั้งยังมีเมล็ดจำนวนน้อย จึงไม่สามารถชั่งน้ำหนักเมล็ดได้ ต่อมาเมื่อมีอายุมากขึ้นปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเมล็ดเพิ่มขึ้นตามอายุของเมล็ด โดยน้ำหนักสดสูงสุดคือ 6.73 และ 3.66 กรัมต่อ 1000 เมล็ดที่อายุ 30 และ 34 วันหลังดอกบานตามลำดับ และน้ำหนักสดของเมล็ดปอกระเจาทั้งสองพันธุ์ลดลงจนกระทั่งอายุ 42 วันหลังดอกบาน และหลังจากนั้นมีแนวโน้มคงที่ ส่วนน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกที่อายุ 18-30 และ 26-34 วันหลังดอกบานตามลำดับ เนื่องจากเป็นระยะที่มีการแบ่งเซลล์จำนวนมาก มีการขยายขนาดของเซลล์ และมีการเคลื่อนย้ายอาหารจากต้นแม่เข้าสู่เมล็ด (Thompson, 1979) จนกระทั่งเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด 3.33 และ 2.32 กรัมต่อ 1000 เมล็ด ที่อายุ 38 และ 46 วันหลังดอกบานตามลำดับ ซึ่งเป็นระยะแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity: PM) เนื่องจากเป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมอาหารสูงสุด จึงมีน้ำหนักแห้งสูงสุด (Delouche, 1980; Harrington, 1972) ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของบุญชนะ (2538) ที่พบว่าปอกระเจาฝักยาวพันธุ์เดียวกันนี้มีระยะแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 45 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นน้ำหนักแห้งของเมล็ดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ เนื่องจากเมล็ดมีการสะสมอาหารจากต้นแม่ลดลงหรือไม่มีเลย (Thompson, 1979) (ภาพที่ 10 และ 11), (ตารางผนวกที่ 5 และ 6)



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของฝักปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของฝักปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน



10 DAA

14 DAA

22 DAA

26 DAA



30 DAA

34 DAA

38 DAA



42 DAA

46 DAA

50 DAA

ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงสีของฝักปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน (DAA)



10 DAA

14 DAA

18 DAA



22 DAA

26 DAA

30 DAA

34 DAA



38 DAA

42 DAA

46 DAA

50 DAA

ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงสีของฝักปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน (DAA)

ความชื้นของเมล็ด

ในระยะแรกของการพัฒนา เมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุ 18 และ 26 วันหลังดอกบาน เมล็ดมีความชื้นเฉลี่ย 70 และ 65 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากนั้นเมล็ดปอกระเจาทั้งสองพันธุ์จะมีความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับเมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 เมื่อถึงอายุ 38 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะแก่ทางสรีรวิทยาจะมีความชื้นเฉลี่ย 20 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นที่อายุ 42 วันหลังดอกบาน เมล็ดจะมีความชื้นเฉลี่ย 10 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ส่วนเมล็ดปอกระเจาฝักยาว CC009 จะมีความชื้นค่อนข้างคงที่เฉลี่ย 16 เปอร์เซ็นต์ในช่วงอายุ 42-50 วันหลังดอกบาน โดยมีระยะแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 46 วันหลังดอกบาน (ภาพที่ 10 และ 11), (ตารางผนวกที่ 5 และ 6) ทั้งนี้เนื่องจากฝักปอกระเจาเป็นผลแห้งที่เมื่อแก่แล้วแตก (dehiscent fruit) จึงมีความชื้นค่อนข้างต่ำเมื่อฝักเริ่มแก่ (Desai, 2004) เช่นเดียวกับในกระเจี๊ยบมอญ (สุเทวี, 2536) ถั่วฝักยาว (คณินิจ, 2524) ฝักบุง (อุดมลักษณ์, 2524) และฝักชี (จิตจำนง, 2536) เป็นต้น

สีของเมล็ด

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ด ปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 เริ่มเปลี่ยนจากสีครีมเป็นสีน้ำตาลอ่อนที่อายุ 26 และ 30 วันหลังดอกบานตามลำดับ จากนั้นสีของเมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงและสีน้ำตาลที่อายุ 30 และ 34-38 วันหลังดอกบานตามลำดับ ในขณะที่สีของเมล็ดปอกระเจาฝักยาว CC009 จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวและเขียวเข้มที่อายุ 34 และ 38 วันหลังดอกบานตามลำดับ และเมื่อถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา (อายุ 46 วันหลังดอกบาน) เมล็ดจะมีสีเขียวอมน้ำเงิน ทั้งนี้สีของเมล็ดปอกระเจาทั้งสองพันธุ์ จะเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อมีอายุมากขึ้น (ภาพที่ 14 และ 15)

ความงอกของเมล็ด

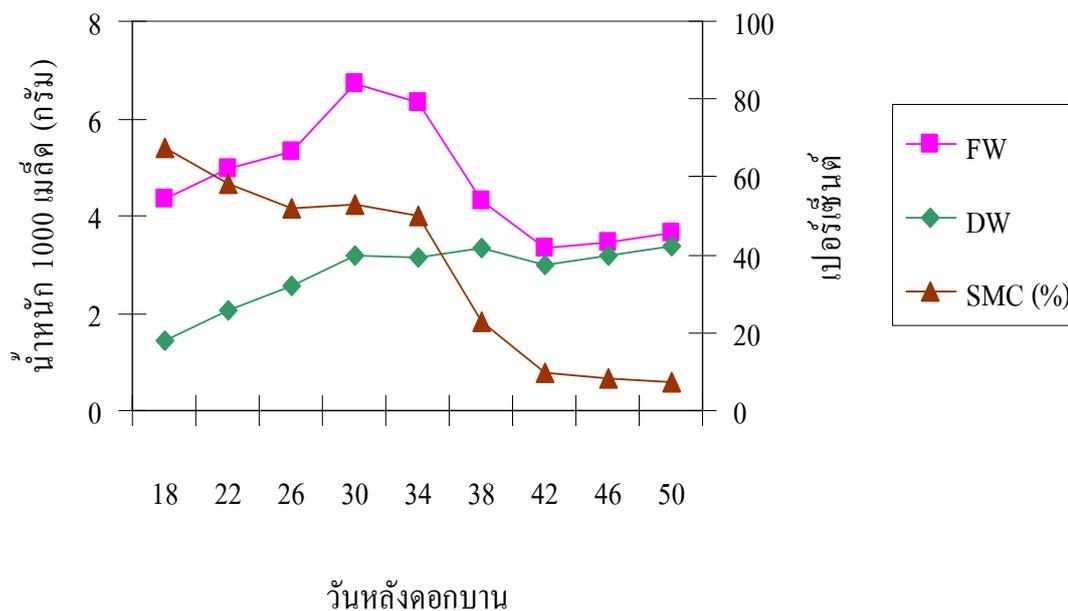
เมื่อนำเมล็ดอายุต่างๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 มาทดสอบความงอกพบว่า เมล็ดปอกระเจาทั้งสองพันธุ์เริ่มงอกได้ตั้งแต่อายุ 18 วันหลังดอกบาน แต่ยังมีความงอกต่ำเท่ากับ 4.5 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดสดไม่งอก ต้นกล้าผิดปกติ และเมล็ดตายสูง ซึ่งระยะนี้เมล็ดยังพัฒนาไม่เต็มที่ หรือคัพภะพัฒนายังไม่เต็มที่

อาจมีสารยับยั้งการงอกอยู่ (Copeland and McDonald, 2001) จากนั้นเมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยปอกระเจาฝักกลม CC001 มีความงอกสูงสุด 93 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 34 วัน หลังดอกบาน และลดลงเหลือ 81 เปอร์เซ็นต์เมื่อถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา (38 วันหลังดอกบาน) และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุ 50 วันหลังดอกบาน เนื่องจากเมล็ดมีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง ซึ่งอาจเกิดจากความชื้นในเมล็ดที่ลดลงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิสูง (Harrington, 1949) ซึ่งสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมขณะเมล็ดกำลังพัฒนา อาจทำให้เมล็ดปอกระเจาอาจเกิดการพักตัวขึ้น (Kundu *et al.*, 1959) นอกจากนี้ยังพบเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มขึ้นเมื่อเมล็ดพ้นระยะแก่ทางสรีรวิทยาแล้ว (อายุ 42-50 วันหลังดอกบาน) เนื่องจากเมล็ดเริ่มเสื่อมสภาพ ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลง (Bradford, 2004), (ภาพที่ 10 และ 12), (ตารางผนวกที่ 5 และ 7) ส่วนปอกระเจาฝักยาว CC009 มีความงอกสูงสุด 99.5 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 46 วันหลังดอกบาน ซึ่งเป็นระยะแก่ทางสรีรวิทยา และไม่พบเมล็ดแข็งเกิดขึ้น (ภาพที่ 11 และ 13), (ตารางผนวกที่ 6 และ 8) แสดงว่าการเกิดเมล็ดแข็งในปอกระเจาฝักกลมนั้น อาจมีสาเหตุทางพันธุกรรมร่วมด้วย เช่น ในฝ้าย ถั่วแขก และอัลฟัลฟา เป็นต้น (Copeland and McDonald, 2001)

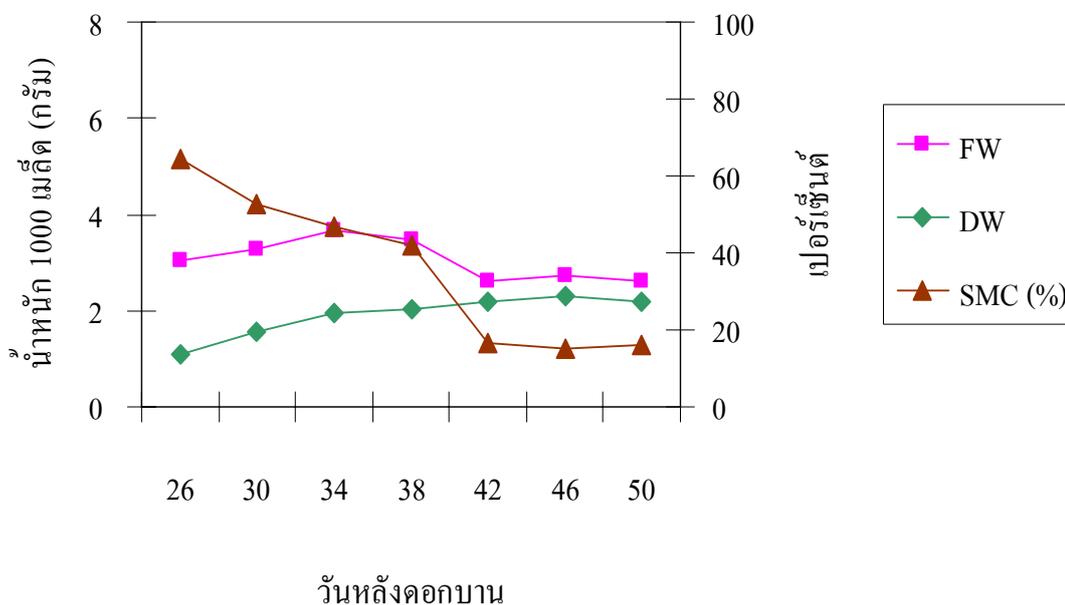
สำหรับดัชนีการงอกของปอกระเจาทั้งสองพันธุ์นั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงความงอกของทั้งสองพันธุ์ โดยค่าดัชนีการงอกใช้บอกถึงความเร็วในการงอกของเมล็ด ซึ่งเมล็ดที่แข็งแรงจะมีค่าดัชนีการงอกสูง (AOSA, 2002) โดยในระยะแรกของการพัฒนาเมล็ดของปอกระเจาทั้งสองพันธุ์มีค่าดัชนีความงอกต่ำ เนื่องจากเมล็ดยังพัฒนาไม่เต็มที่ ทำให้มีอาหารสะสมในเมล็ดน้อย เมล็ดจึงงอกได้ช้า แต่ค่าดัชนีความงอกจะเพิ่มขึ้นตามอายุของเมล็ด โดยเมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 มีค่าดัชนีการงอกสูงสุดเท่ากับ 12.54 ที่อายุ 34 วันหลังดอกบาน และลดลงเล็กน้อยเมื่อถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นค่าดัชนีการงอกจะลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงอายุ 50 วันหลังดอกบาน เนื่องจากเมล็ดเกิดการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง ทำให้ไม่สามารถนำค่าดัชนีการงอกมาใช้ได้กับเมล็ดที่มีการพักตัว ส่วนปอกระเจาฝักยาว CC009 มีค่าดัชนีการงอกสูงสุดเท่ากับ 14.45 ที่อายุ 46 วันหลังดอกบานซึ่งเป็นระยะแก่ทางสรีรวิทยา (ภาพที่ 12 และ 13), (ตารางผนวกที่ 7 และ 8)

ดังนั้น ควรเก็บเกี่ยวฝักปอกระเจาฝักกลม CC001 ในระยะ 30-38 วันหลังดอกบาน เนื่องจากเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและค่าดัชนีการงอกสูง (81-93 % และ 10.05-12.54 ตามลำดับ) และยังไม่พบเมล็ดแข็งเกิดขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากฝักจะเป็นสีเขียวปนน้ำตาลแดงจนถึงสีน้ำตาล โดยไม่ควรรอให้เป็นสีน้ำตาลเข้ม ส่วนเมล็ดจะมีสีน้ำตาลแดง หรือสีน้ำตาล อย่างไรก็ตามช่วงอายุ

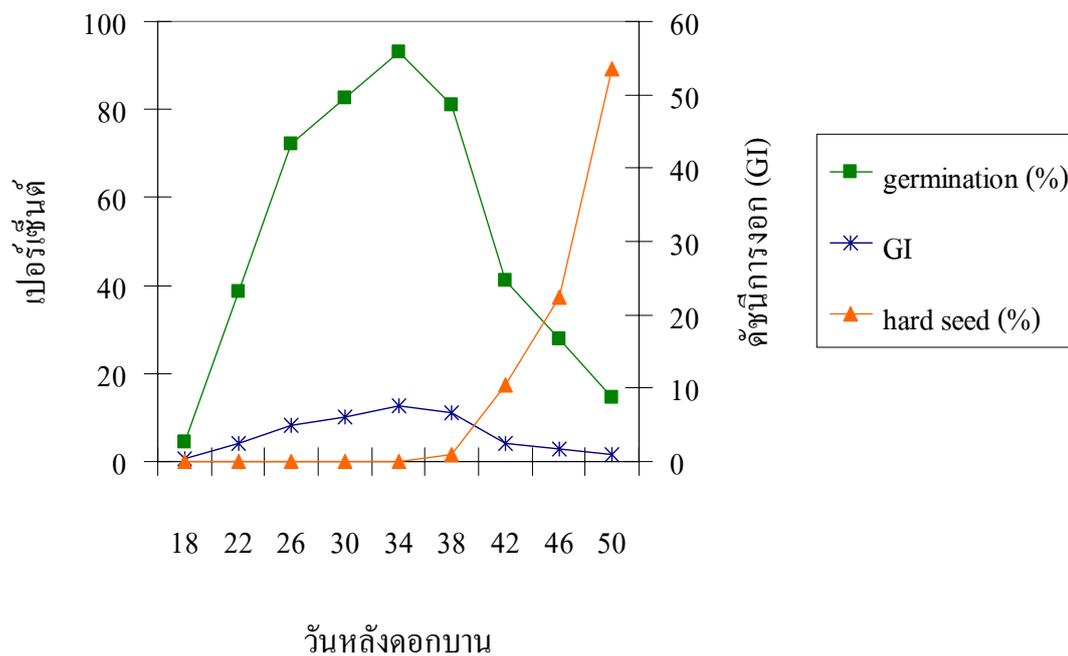
ดังกล่าวเมล็ดจะยังมีความชื้นสูงอยู่ จึงควรลดความชื้นด้วยความระมัดระวัง สำหรับปอกระเจา ฝักยาว CC009 ควรเก็บเกี่ยวในระยะ 34 วันเป็นต้นไป เนื่องจากเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและค่าดัชนีการงอกสูง (97-99.5 % และ 13.64-14.45 ตามลำดับ) และฝักยังไม่แตก ซึ่งสังเกตได้จากฝักจะเป็นสีเขียวปนน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ส่วนเมล็ดจะมีสีเขียว หรือเขียวอมน้ำเงิน อย่างไรก็ตาม การเก็บเกี่ยวฝักที่ระยะ 34-38 วันหลังดอกบาน เมล็ดยังมีความชื้นในเมล็ดสูงอยู่ จึงควรลดความชื้นด้วยความระมัดระวังเช่นเดียวกับปอกระเจาฝักกลม CC001



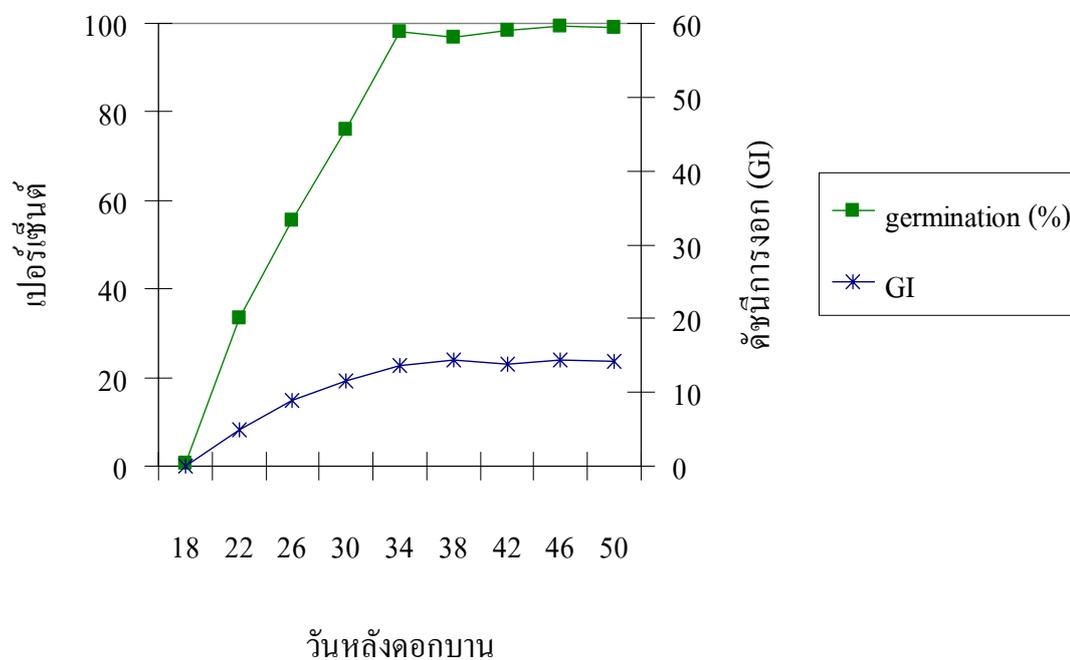
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (FW) น้ำหนักแห้ง (DW) และความชื้นในเมล็ด (SMC) ของเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (FW) น้ำหนักแห้ง (DW) และความชื้นในเมล็ด (SMC) ของเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงความงอก (germination) ค่าดัชนีการงอก (GI) และเมล็ดแข็ง (hard seed) ของเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงความงอก (germination) และดัชนีการงอก (GI) ของเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน



14 DAA

22 DAA

26 DAA



30 DAA

34 DAA

38 DAA



42 DAA

46 DAA

50 DAA

ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงสีเมล็ดของปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน (DAA)



22 DAA

26 DAA

30 DAA

34 DAA



38 DAA

46 DAA

50 DAA

ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงสีเมล็ดของปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน (DAA)

2. ตำแหน่งของฝักที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

จำนวนดอกต่อต้น

เมื่อเก็บเกี่ยวปอกระเจาดำแหน่งต่างๆ ที่ปลูกในเดือนกันยายน และออกดอกในเดือนพฤศจิกายน 2547 จากนั้นนำมาศึกษาข้อมูลจากตำแหน่งต่างๆ พบว่าปอกระเจาฝักกลม CC001 มีจำนวนดอกต่อต้นสูงสุดที่ลำต้นประธาน (เฉลี่ย 50 ดอก) รองลงมาคือกิ่งแขนงที่ 1-5 กิ่งแขนงที่ 6-10 และกิ่งแขนงที่ 11-15 ตามลำดับ ส่วนปอกระเจาฝักยาว CC009 นั้นพบว่าตำแหน่งกิ่งแขนงที่ 1-5 มีจำนวนดอกต่อต้นสูงสุดเฉลี่ย 68 ดอก รองลงมาคือลำต้นประธาน และกิ่งแขนงที่ 6-10 ทั้งนี้ปอกระเจาทั้งสองพันธุ์มีจำนวนดอกต่อต้นลดลง เมื่อตำแหน่งกิ่งแขนงสูงขึ้น (ภาพที่ 16 และ 17) ซึ่งสาเหตุที่ตำแหน่งลำต้นประธานและกิ่งแขนงตำแหน่งแรกๆ มีจำนวนดอกต่อต้นสูงกว่ากิ่งแขนงที่พัฒนาขึ้นภายหลัง เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่มีการพัฒนาขึ้นก่อน ซึ่งเป็นระยะที่ยังไม่มีการแข่งขันแย่งอาหารภายในต้น ทำให้มีการสร้างดอกจำนวนมาก (เฉลิมพล, 2535)

การติดฝัก

สำหรับการติดฝักนั้น ปอกระเจาฝักกลม CC001 มีเปอร์เซ็นต์การติดฝักสูงถึง 90.61-96.55 เปอร์เซ็นต์ที่ลำต้นประธาน กิ่งแขนงที่ 1-5 กิ่งแขนงที่ 6-10 และกิ่งแขนงที่ 11-15 ในขณะที่ปอกระเจาฝักยาว CC009 มีเปอร์เซ็นต์การติดฝักสูงถึง 92.69-95.41 เปอร์เซ็นต์ที่กิ่งแขนงที่ 1-5 และกิ่งแขนงที่ 6-10 รองลงมาคือ ลำต้นประธาน และกิ่งแขนงที่ 11-15 ตามลำดับ (74.23-74.53 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งปอกระเจาฝักกลม CC001 มีการติดฝักสูงกว่าปอกระเจาฝักยาว CC009 โดยเฉพาะที่ลำต้นประธาน และกิ่งแขนงแรกๆ โดยทั้งสองพันธุ์มีการติดฝักลดลงตั้งแต่กิ่งแขนงที่ 16 เป็นต้นไป (ภาพที่ 16 และ 17) เนื่องจากปอกระเจามีการเจริญเติบโตแบบไม่สิ้นสุด (indeterminate growth) ทำให้ต้นแม่ต้องส่งอาหารไปเลี้ยงทั้งส่วนกิ่งใบ และส่วนขยายพันธุ์ (ดอก ฝัก และเมล็ด) ซึ่งอาหารที่ดอก ฝัก และเมล็ดต้องใช้ในการเจริญเติบโตจะถูกแบ่งไปใช้ในการเจริญเติบโตทางกิ่งใบด้วย ดอก ฝัก และเมล็ดจึงได้รับอาหารไม่เต็มที่ (พูนพิภพ, 2549) อีกทั้งในช่วงปลายของการเจริญเติบโต จะมีจำนวนฝักบนต้นเพิ่มขึ้น จึงมีการแข่งขันแย่งอาหารสูงขึ้น ทำให้มีการติดฝักลดลงนั่นเอง (เฉลิมพล, 2535; อรพรรณ, มปป.)

จำนวนฝักต่อต้น

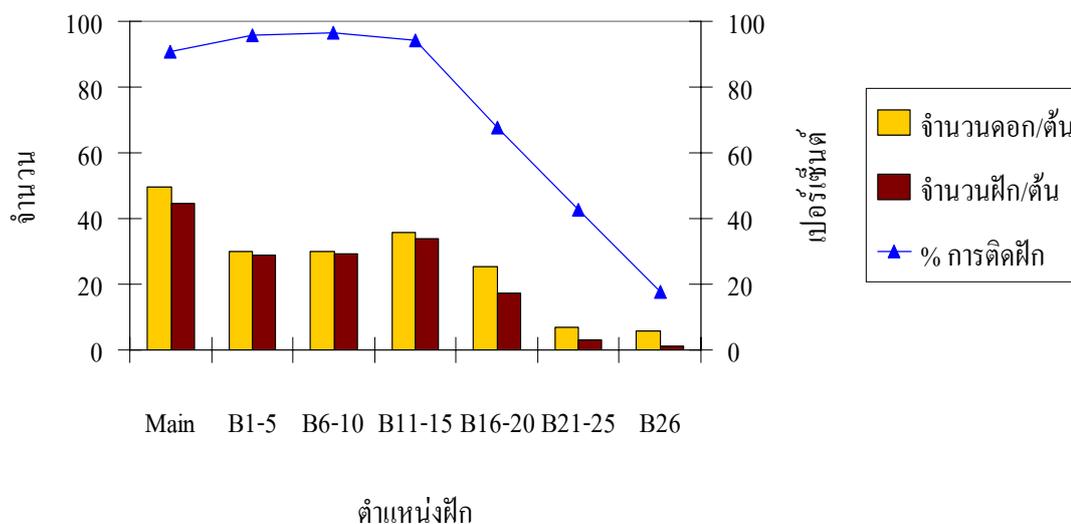
นอกจากต้นแม่จะต้องมีการสร้างดอกจำนวนมากแล้ว ควรมีการติดฝักที่สูงด้วย จึงจะทำให้ได้ฝักปริมาณสูง ซึ่งในปอกระเจาท้งสองพันธุ์พบว่าปริมาณฝักต่อต้นสูงในตำแหน่งลำต้นประธานและกิ่งแขนงแรกๆ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีเปอร์เซ็นต์การติดฝักสูงด้วย โดยจะมีจำนวนฝักต่อต้นลดลงเมื่อตำแหน่งกิ่งแขนงสูงขึ้นในปอกระเจาท้งสองพันธุ์ (ภาพที่ 16 และ 17), (ตารางผนวกที่ 9) เนื่องจากฝักที่พัฒนาขึ้นก่อนย่อมต้องการเจริญเติบโตและสะสมอาหารได้มากกว่าฝักที่เกิดขึ้นภายหลัง และเมื่อมีจำนวนฝักเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นแม่ส่งอาหารไปเลี้ยงได้ไม่เพียงพอ จึงมีการติดฝักและจำนวนฝักลดลงนั่นเอง (เฉลิมพล, 2535; Gray and Thomas, 1982)

จำนวนเมล็ดต่อฝัก

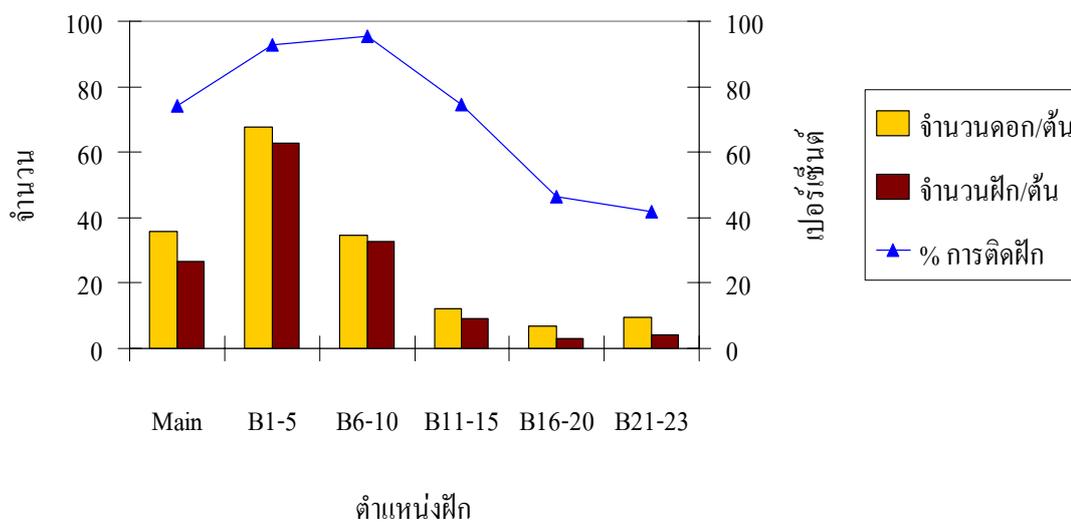
จากการศึกษาจำนวนเมล็ดต่อฝักพบว่า ปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักในตำแหน่งลำต้นประธาน และกิ่งแขนงแรกๆ สูงไม่แตกต่างกัน โดยจำนวนเมล็ดต่อฝักมีแนวโน้มลดลงเมื่อตำแหน่งกิ่งสูงขึ้น ซึ่งมีจำนวน 22-35 และ 85-189 เมล็ดต่อฝักตามลำดับ (ภาพที่ 18 และ 19), (ตารางผนวกที่ 9 และ 10) และเห็นได้ว่าปอกระเจาฝักกลม CC001 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักต่ำกว่าปอกระเจาฝักยาว CC009 เนื่องจากรังไข่ของปอกระเจาฝักกลม CC001 ประกอบด้วยไข่ประมาณ 50 ใบ ในขณะที่ปอกระเจาฝักยาว CC009 ประกอบด้วยไข่ (ovule) ประมาณ 200 ใบ จึงทำให้ปอกระเจาฝักยาว CC009 มีจำนวนเมล็ดสูงกว่า (Kundu *et al.*, 1959)

น้ำหนัก 1000 เมล็ด

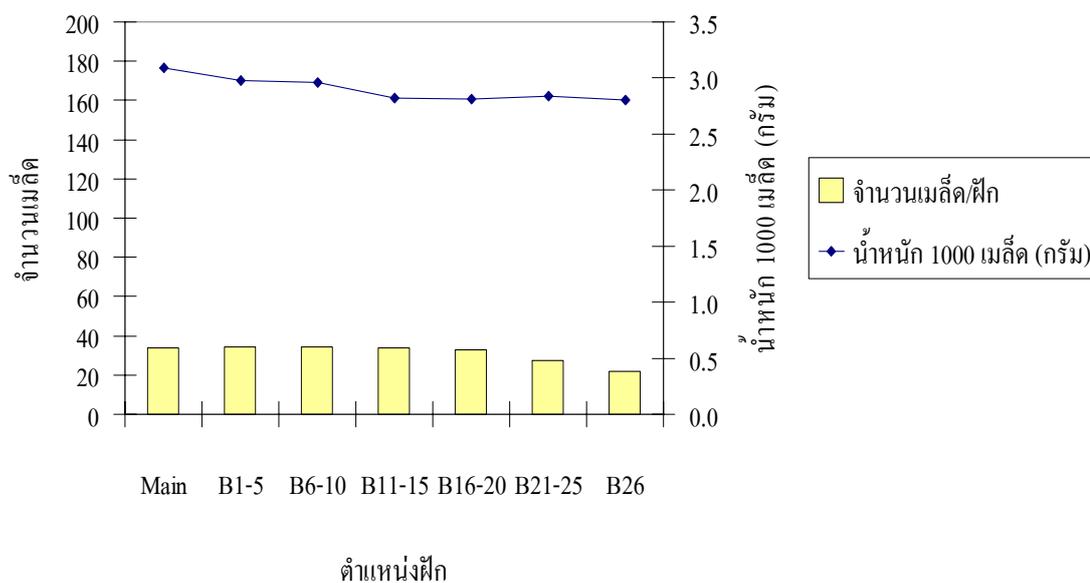
เมื่อพิจารณาน้ำหนัก 1000 เมล็ดของปอกระเจาท้งสองพันธุ์พบว่า เมล็ดที่เกิดจากตำแหน่งลำต้นประธานมีน้ำหนัก 1000 เมล็ดสูงสุด เนื่องจากฝักและเมล็ดที่เกิดที่ลำต้นประธานเป็นตำแหน่งที่พัฒนาขึ้นก่อนกิ่งแขนงต่างๆ จึงสะสมอาหารได้มากกว่า โดยปอกระเจาฝักกลม CC001 มีน้ำหนัก 1000 เมล็ดสูงกว่าปอกระเจาฝักยาว CC009 เนื่องจากเมล็ดของปอกระเจาฝักกลม CC001 มีขนาดใหญ่กว่าปอกระเจาฝักยาว CC009 (Kundu *et al.*, 1959) โดยน้ำหนัก 1000 เมล็ดมีแนวโน้มลดลงเมื่อตำแหน่งกิ่งสูงขึ้น (ภาพที่ 18 และ 19), (และตารางผนวกที่ 9 และ 10) เนื่องจากฝักและเมล็ดที่พัฒนาขึ้นก่อนได้รับอาหารจากต้นแม่อย่างสมบูรณ์ ทำให้พัฒนาได้ดีกว่าเมล็ดที่พัฒนาขึ้นภายหลัง ซึ่งได้รับอาหารไม่เพียงพอ น้ำหนักของเมล็ดจึงมีแนวโน้มลดลง (สมบุญ, 2544; อรพรรณ, มปป.)



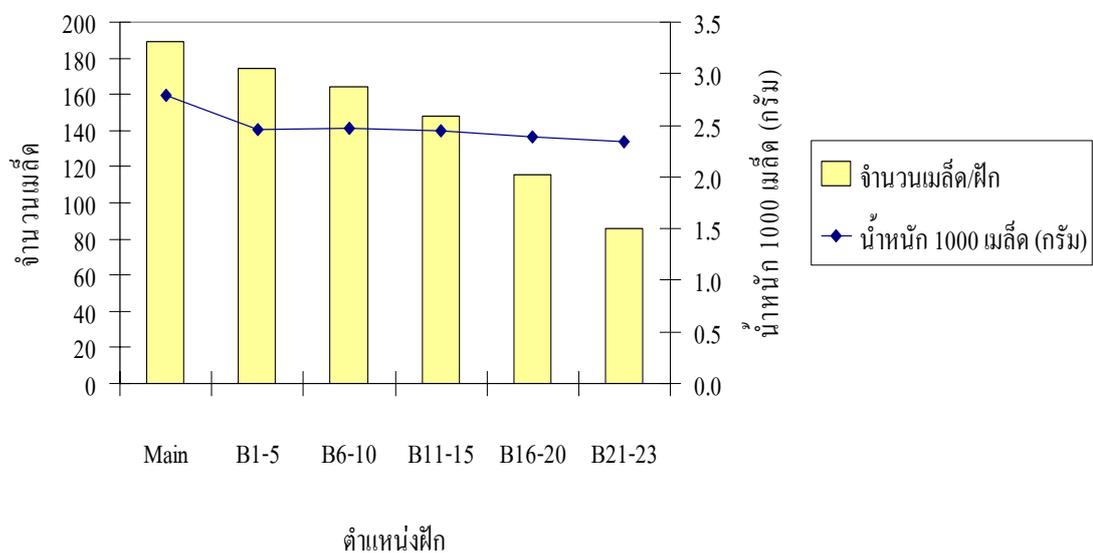
ภาพที่ 16 จำนวนดอกต่อต้น เปอร์เซ็นต์การติดฝัก และจำนวนฝักต่อต้นในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)



ภาพที่ 17 จำนวนดอกต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น และเปอร์เซ็นต์การติดฝักในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักยาว CC009 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)



ภาพที่ 18 จำนวนเมล็ดต่อฟัก (เมล็ดดี) และน้ำหนัก 1000 เมล็ดในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจา ฟักกลม CC001 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)



ภาพที่ 19 จำนวนเมล็ดต่อฟัก (เมล็ดดี) และน้ำหนัก 1000 เมล็ดในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจา ฟักยาว CC009 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรัมต่อต้น)

ปอกระเจาฝักกลม CC001 มีผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงในตำแหน่งลำต้นประธาน กิ่งแขนงที่ 1-5 กิ่งแขนงที่ 6-10 และกิ่งแขนงที่ 11-15 โดยมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 4.69, 2.95, 2.94 และ 3.21 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนปอกระเจาฝักยาว CC009 มีปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงในตำแหน่งลำต้นประธาน กิ่งแขนงที่ 1-5 และกิ่งแขนงที่ 6-10 โดยมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 13.65, 26.85 และ 13.30 กรัมต่อต้น ตามลำดับ โดยปริมาณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาทั้งสองชนิดมีแนวโน้มลดลงเมื่อตำแหน่งกิ่งสูงขึ้น (ภาพที่ 20 และ 21), (ตารางผนวกที่ 9 และ 10) ซึ่งสาเหตุที่ตำแหน่งลำต้นประธานและกิ่งแขนงแรกๆ มีปริมาณเมล็ดพันธุ์สูง เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่มีการพัฒนาขึ้นก่อน จึงได้รับอาหารสมบูรณ์กว่า กิ่งที่พัฒนาขึ้นภายหลังในช่วงปลายการเจริญเติบโตของต้นแม่ เมล็ดจึงพัฒนาได้ดี (สมบุญ, 2544; Gray and Thomas, 1982)

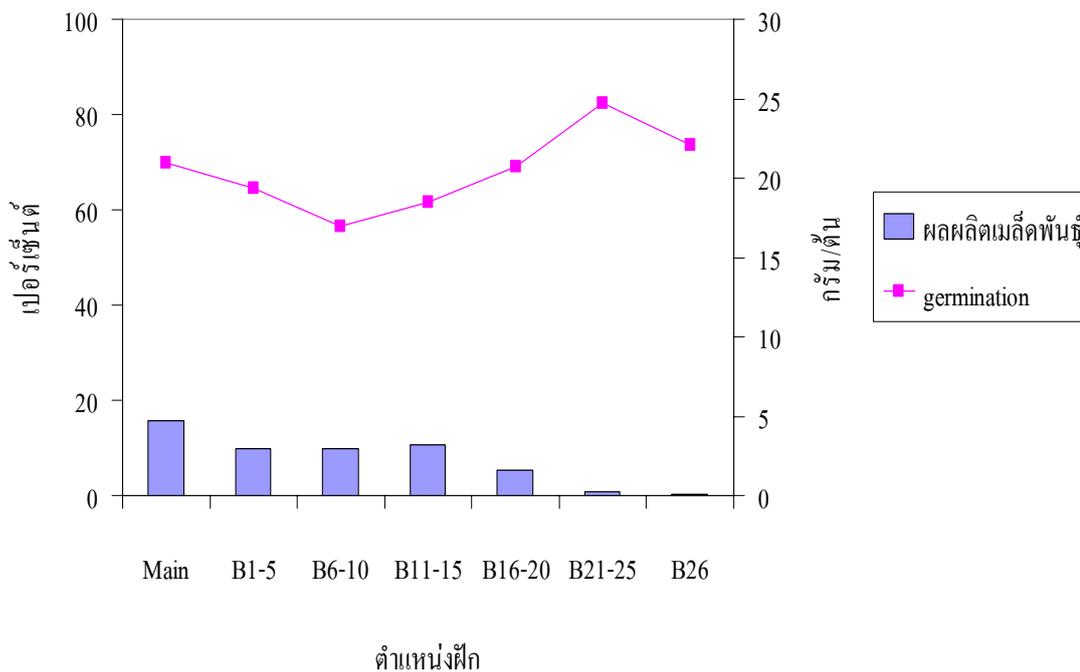
ความงอกของเมล็ด

จากการเก็บเกี่ยวปอกระเจาทั้งต้น โดยตัดจากฝักที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 50 เปอร์เซ็นต์ของฝักทั้งหมดบนต้น แล้วนำเมล็ดจากตำแหน่งต่างๆ มาทดสอบความงอก พบว่าเมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 เกิดการพักตัวแบบเมล็ดแข็งขึ้นในทุกตำแหน่ง โดยเมล็ดที่ได้จากตำแหน่งลำต้นประธานและกิ่งแขนงแรกๆ จะมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งสูง และมีแนวโน้มลดลงเมื่อตำแหน่งกิ่งแขนงสูงขึ้น ซึ่งเห็นได้ว่าเมล็ดจากกิ่งแขนงที่ 21-25 มีความงอกสูงสุดเท่ากับ 82.5 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือเมล็ดที่ได้จากกิ่งแขนงที่ 26 ที่เป็นเช่นนี้เพราะเมล็ดที่เกิดจากลำต้นประธานและกิ่งแขนงที่พัฒนาขึ้นก่อนเริ่มแห้งและมีความชื้นลดลงมากกว่ากิ่งแขนงที่พัฒนาขึ้นภายหลัง ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง (Rolston, 1978) ส่วนเมล็ดปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่ได้จากกิ่งแขนงที่ 1-5 กิ่งแขนงที่ 6-10 กิ่งแขนงที่ 11-15 และกิ่งแขนงที่ 16-20 มีความงอกสูงเฉลี่ย 91 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อกิ่งสูงขึ้น แต่ไม่พบเมล็ดแข็งในปอกระเจาฝักยาว CC009 (ภาพที่ 22 และ 23), (ตารางผนวกที่ 11 และ 12) แสดงว่าปอกระเจาฝักกลม CC001 มีพันธุกรรมของเมล็ดแข็งอยู่ด้วย (Rolston, 1978) อย่างไรก็ตามตำแหน่งที่ให้ปริมาณเมล็ดพันธุ์สูงในปอกระเจาพันธุ์ฝักกลม CC001 พบว่าเมล็ดมีความงอกต่ำเนื่องจากเมล็ดมีการพักตัวแบบเมล็ดแข็ง แต่สำหรับปอกระเจาฝักยาว CC009 นั้น พบว่า ตำแหน่งที่ให้เมล็ดพันธุ์ปริมาณสูง เมล็ดจะมีความงอกสูงด้วย

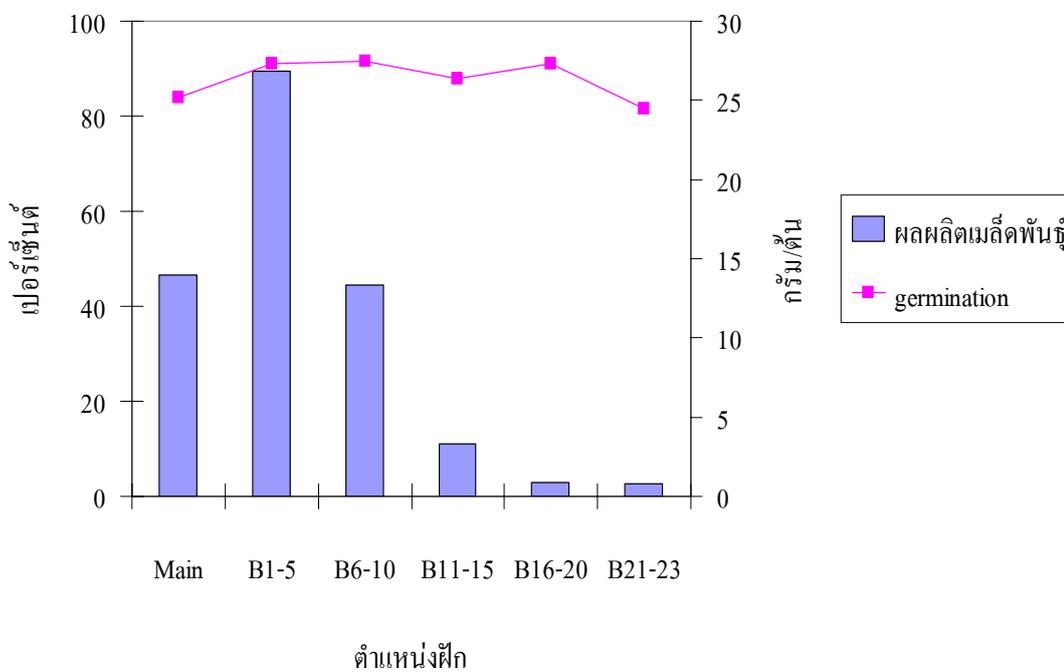
สำหรับดัชนีการงอกนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกับความงอก โดยพบว่าเมล็ดปอกระเจา ฝักกลม CC001 จากตำแหน่งกิ่งแขนงที่ 21-25 มีค่าดัชนีการงอกสูงสุดคือ 11.45 และรองลงมาคือ กิ่งแขนงที่ 26 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมล็ดจากตำแหน่งลำต้นประธานและกิ่งแขนงที่พัฒนาขึ้นก่อน อาจมีความชื้นเมล็ดต่ำมาก ทำให้เกิดเป็นเมล็ดแข็งมากขึ้น เมล็ดจากตำแหน่งที่พัฒนาขึ้นก่อนจึงมีความงอกต่ำ ส่วนเมล็ดปอกระเจาฝักยาว CC009 จากตำแหน่งกิ่งแขนงที่ 1-5 และกิ่งแขนงที่ 6-10 มีค่าดัชนีการงอกสูงคือ 10.47-10.65 ซึ่งค่าดัชนีการงอกจะลดลงเมื่อตำแหน่งกิ่งแขนงสูงขึ้น และสาเหตุที่ดัชนีการงอกของเมล็ดจากตำแหน่งลำต้นประธานมีค่าต่ำ เนื่องจากลำต้นประธาน ประกอบด้วยเมล็ดที่เริ่มเสื่อมสภาพจากส่วนล่างของลำต้นประธาน เมล็ดที่พัฒนาเต็มที่จาก ส่วนกลางลำต้นประธาน และเมล็ดที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่จากส่วนปลายของลำต้นประธาน จึงพบ เมล็ดตาย ต้นกล้าผิดปกติ และเมล็ดสดไม่งอก ทำให้เมล็ดมีดัชนีการงอกต่ำกว่าเมล็ดจาก ตำแหน่งอื่น (ภาพที่ 22 และ 23), (ตารางผนวกที่ 11 และ 12)

ดังนั้นในการผลิตเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาทั้งสองพันธุ์ จึงไม่จำเป็นต้องแยกเก็บเกี่ยวฝักจาก ลำต้นประธานและกิ่งแขนงแยกออกจากกัน เนื่องจากฝักที่เกิดบนข้อของลำต้นประธานในแต่ละ ตำแหน่งนั้น เป็นตำแหน่งเดียวกับข้อที่เกิดกิ่งแขนงต่างๆ และผลผลิตส่วนใหญ่ได้มาจากกิ่งแขนง โดยปอกระเจาฝักกลม CC001 ไม่ควรเก็บเกี่ยวทั้งต้น เนื่องจากงานทดลองนี้พบว่าการเก็บเกี่ยวเมื่อฝัก เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 50 เปอร์เซ็นต์ของฝักทั้งหมดบนต้น ทำให้ฝักที่พัฒนาก่อนมีอายุมากเกินระยะ เก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ซึ่งเคยมีรายงานว่า การเก็บเกี่ยวฝักของปอกระเจาฝักกลมทั้งต้นที่มีฝักแก่เต็มที่ จะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ (Kundu *et al.*, 1959) จึงอาจต้องแบ่งเก็บเกี่ยวฝักเฉพาะตำแหน่ง ที่เหมาะสม คือ ฝักจากกิ่งแขนงที่ 1-15 เนื่องจากมีปริมาณเมล็ดพันธุ์สูง และควรเก็บเกี่ยวฝักที่มีอายุ 30-38 วันหลังดอกบาน ซึ่งเมล็ดในช่วงอายุนี้มีความงอกและดัชนีการงอกสูง และยังไม่มีการแข็ง เกิดขึ้น และควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาการพักตัวแบบเมล็ดแข็งที่พบในปอกระเจาฝักกลม CC001 นี้ โดยหาวิธีลดความชื้นอย่างช้าๆ หลังเก็บเกี่ยวฝัก

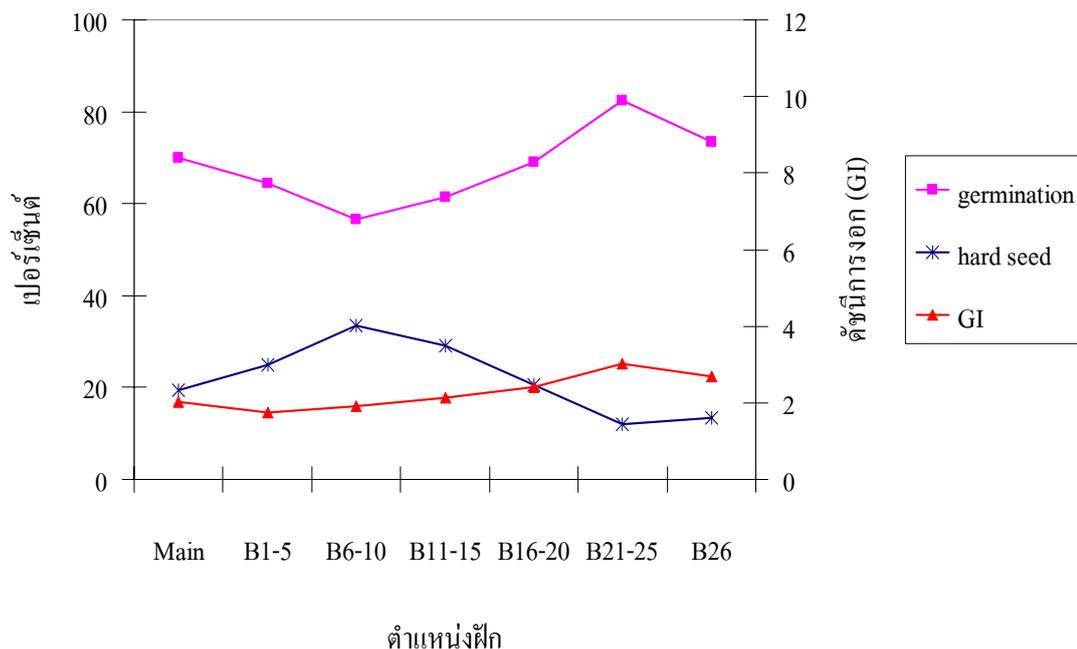
สำหรับปอกระเจาฝักยาว CC009 ควรเก็บเกี่ยวทั้งต้น โดยเลือกฝักจากกิ่งแขนงที่ 1-10 เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและปริมาณเมล็ดพันธุ์สูง ซึ่งเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่อายุ 34-46 วัน หลังดอกบาน อย่างไรก็ตามในการปลูกปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์จะใช้ระยะเวลาประมาณ 110-120 และ 100-120 วันหลังย้ายกล้า (1,300 ต้นต่อไร่) ซึ่งคาดว่าจะได้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 18 และ 70 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ภาพที่ 24)



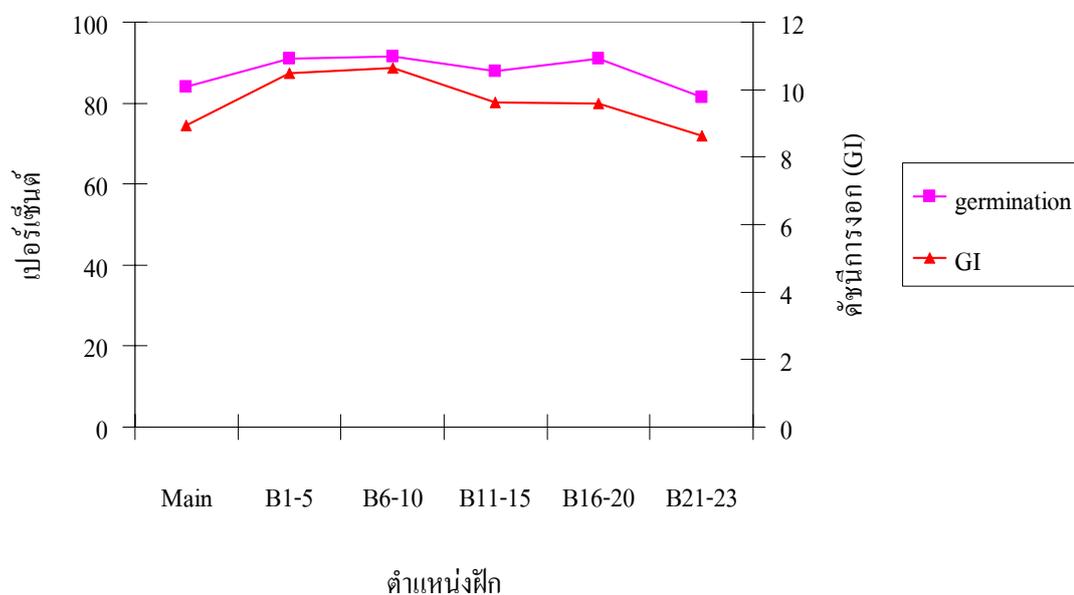
ภาพที่ 20 ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)



ภาพที่ 21 ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักยาว CC009 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)



ภาพที่ 22 เปอร์เซ็นต์ความงอก (germination) ดัชนีการงอก (GI) และเมล็ดแข็ง (hard seed) ในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)



ภาพที่ 23 เปอร์เซ็นต์ความงอก (germination) ดัชนีการงอก (GI) และเมล็ดแข็ง (hard seed) ในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักยาว CC009 (Main แทนตำแหน่งลำต้นประธาน และ B แทนตำแหน่งกิ่งแขนง)

สรุป

1. ปอกระเจาฝักกลม CC001 เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 31 วันหลังย้ายกล้า ส่วนปอกระเจาฝักยาว CC009 เริ่มออกดอกเมื่ออายุ 17 วันหลังย้ายกล้า เมื่อปลูกในเดือนธันวาคม 2546

2. เมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 เริ่มงอกได้ตั้งแต่อายุ 18 วันหลังดอกบาน แต่ยังคงมีความงอกต่ำ และสูงขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น โดยมีความงอกสูงสุด 93 และ 99.5 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 34 และ 46 วันหลังดอกบานตามลำดับ

3. เมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 แก่ทางสรีรวิทยาที่ 38 และ 46 วันหลังดอกบาน โดยมีน้ำหนักแห้งสูงสุดเท่ากับ 3.33 และ 2.32 กรัมต่อ 1000 เมล็ดตามลำดับ ซึ่งฝักของปอกระเจาทั้งสองพันธุ์จะมีสีน้ำตาล ส่วนสีของเมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 มีสีน้ำตาลในขณะที่เมล็ดของปอกระเจาฝักยาว CC009 มีสีเขียวอมน้ำเงิน

4. เมล็ดปอกระเจาฝักกลม CC001 มีการพักตัวแบบเมล็ดแข็งเมื่อ 42-50 วันหลังดอกบาน แต่ไม่พบในเมล็ดปอกระเจาฝักยาว CC009

5. ฝักเริ่มแตกที่อายุ 50 วันหลังดอกบานในปอกระเจาฝักยาว CC009 แต่ไม่พบการแตกของฝักปอกระเจาฝักกลม CC001

6. จำนวนดอกต่อต้น การติดฝัก จำนวนฝัก ความงอก และดัชนีการงอกของเมล็ดมีแนวโน้มลดลงในตำแหน่งกิ่งแขนงที่สูงขึ้น

7. ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 คือ 30-38 และ 34-46 วันหลังดอกบานตามลำดับ

8. การเก็บเกี่ยวปอกระเจาฝักกลม CC001 ควรเก็บเกี่ยวฝักจากตำแหน่งกิ่งแขนงที่ 1-15 โดยสังเกตจากสีฝักที่เปลี่ยนเป็นสีเขียวปนน้ำตาลแดงจนถึงสีน้ำตาล แต่ไม่ควรรอให้เป็นสีน้ำตาลเข้ม ส่วนปอกระเจาฝักยาว CC009 ควรเก็บเกี่ยวทั้งต้น โดยสังเกตจากสีฝักในช่วงกิ่งแขนงที่ 1-10 เปลี่ยนเป็นสีเขียวปนน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม

9. การปลูกปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009 เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้
ระยะเวลาตั้งแต่เพาะเมล็ดจนกระทั่งเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ประมาณ 90-100 และ 80-90 วัน โดยคาดว่า
จะได้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 18 และ 70 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2525. ปอ. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 5.

คณิงนิจ ธรรมวิจิตร. 2524. อายุของเมล็ดที่มีต่อการงอกและผลผลิตของถั่วฝักยาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตจำนงค์ ทุมแสน. 2536. ผลของวันปลูกและสภาพการเก็บรักษาต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ฝักขี้. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. ศรีวิทยาการผลิตพืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอ เอส โอ เอส พรินต์ติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ชูศักดิ์ จอมพุกต์. 2541. พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ (ฉบับร่าง). ภาควิชาพืชไร่นา. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย เจริญชัยไพฑูลย์. 2544. ระยะปลูกและตำแหน่งของฝักที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธารารัก แยมบุญชู. 2530. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ P5-237 และ KL-2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิจศิริ เรืองรังสี และ พะยอม ดันดีวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 4. โอ เอส พรินต์ติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

บุญชนะ วงศ์ชนะ. 2538. การพัฒนาและการแก่ของเมล็ดพันธุ์ปอ *Molokheiya (Corchorus olitorius L.)*. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. ชีววิทยา 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

- เยาวลักษณ์ ชีรเวช. 2530. ผลของพัฒนาการของเมล็ด สี และขนาดของผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสีดา ม.ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณภา เสนาคี. 2547. โมโรเฮยะ ผักเพื่อสุขภาพ. เกษการเกษตร. ปีที่ 28. ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2547: 196.
- วัลลภ สันติประชา. 2540. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- วิเศษศักดิ์ สุริยะธาดา. 2541. การปลูกปอกระเจาชนิดฝักยาว. แหล่งที่มา: <http://web.ku.ac.th/agri/porkajoa/por.htm>, 15 ตุลาคม 2546.
- ศรีมุกฎ วิชชุต. 2527. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดบวบเหลี่ยม (*Luffa acutangula* ROXB). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรรพวิทยาของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สลิต ภูวิภาดาพรรณ. 2525. อายุของเมล็ดที่มีต่อความงอก ความแข็งแรง และการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฝ้าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุเทวี สุขปรากร. 2536. การพัฒนาและการแก่ของกระเจี๊ยบมอญ. รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 10.
- _____. 2545. บทปฏิบัติการ การทดสอบเมล็ดพันธุ์พืชสวน. พิมพ์ครั้งที่ 6. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรพรรณ เสธฐภักดี. มปป. สรรพวิทยาของพืช. สาขาวิชาพฤกษศาสตร์. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

อุดมลักษณ์ มัจฉาชีพ. 2524. **พัฒนาการของเมล็ดผักนึ่ง**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ajayi, S.A. and M.A.B. Fakorede. 2000. Physiological maturity effects maturity effects on seed quality, seedling vigour and mature plant characteristics of maize in a tropical environment. **Seed Sci. & Technol.** 28: 301-319.

Akoroda, M.O. 1988. Cultivation of jute (*Corchorus olitorius* L.) for edible leaf in Nigeria. **Trop. Agric.** 65(4): 297-299.

Assosiation of Official Seed Analysts. 2001. **Seedling Evaluation Handbook No. 35**. AOSA. n.p.

_____. 2002. **Seed Vigor Testing Handbook No. 32**. AOSA. n.p.

Batistella, F.F., F.V. Moro and N.M. De Carvalho. 2002. Relationships between physical, morphological, and physiological characteristics of seeds developed at different positions of the ear of two maize (*Zea mays* L.) hybrids. **Seed Sci. & Technol.** 30: 97-106.

Bhattacharjee, A. K., B. N. Mitra and P.C. Mitra. 2000. Seed agronomy of jute I. Production and quality of *Corchorus olitorius* seed as influenced by seed size used at planting. **Seed Sci. & Technol.** 28: 129 -139.

Bittrich , V. 2004. **Plantas Aquáticas e Palustres do Estado de São Paulo**. Available Source: <http://www.ib.unicamp.br/plant-aq-SP/familias/Tiliaceae.html>, February 21st, 2007.

Bradford, K.J. 2004. **Seed Production and Quality**. Available Source: <http://veghome.ucdavis.edu/classes/Spring2004/AMR118/S-05.pdf>, April 12th, 2005.

CIRAD. 2005. **Fleurs d' Afrique Tropicale**. Available Source: <http://fleurs.cirad.fr/c/corchorus>, February 21st, 2007.

- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 2001. **Principles of Seed Science and Technology**. 4th. Ed. Kluwer Academic Publisher, The United State of America.
- Delouche, L.O. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**. 56: 775-780.
- Desai, B.B. 2004. **Seed Handbook**. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Duke, J.A. 1983. **Handbook of Energy Crops**. Available Source: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Corchorus_olitorius.html, November 1st, 2003.
- Freedman, R. 1998. **Famine Foods**. Available Source: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/FamineFoods/ff_families/TILIACEAE.html, November 1st, 2003.
- George, R.A.T. 1985. **Vegetable Seed Production**. Longman Inc., New York. p. 328.
- Ghosh, T. 1983. **Handbook of Jute**. FAO Plant Production and Protection Paper 51. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Gray, D. and T.H. Thomas. 1982. Seed germination and seedling emergence as influence by the position of development of seed on, and chemical application to the parent plant, pp. 81-110. In A.A. Khan (ed.). **The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination**. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam.
- Greig, D. 2007. **Corchorus walcottii**. Available Source: http://www.anbg.gov.au/images/photo_cd/732131822180/079.html, February 21st, 2007.
- Gurusamy, C. 1999. Effect of stage of harvesting on seed yield and quality of cauliflower. **Seed Sci. & Technol**. 27: 929- 936.

- Gutterman, Y. 1992. Environment conditions during seed maturation affecting seed germination. **Acta Hort.** 314: 179 -187.
- Harrington, J.F. 1949. Hard seeds in bean and other legumes. **Seed World.** 64: 42, 44.
- _____. 1972. Seed development and longevity, pp. 151-209. *In* T.T. Kozlowski, ed. **Seed Biology.** Vol. III. Academic press, New York.
- International Seed Testing Association. 2003. **Handbook for Seedling Evaluation.** ISTA, Zurich, Switzerland.
- Kundu, B.C., K.C. Basak and P.B. Sarcar. 1959. **Jute in India.** The Indian Central Jute Committee, Calcutta.
- Nwoke, F.I.O. 1980. Effects of number of photoperiodic cycles on induction and development of flowers and fruit in food *Corchorus olitorius* L. (var. Oniyaya Epen.). **Ann. Bot.** 45: 569-576.
- Phuket Abalone Farm. 2003. **Products of Molocheiya.** Available Source: <http://www.phuketabalone.com/products-molocheiya.html>, November 1st, 2003.
- Radnich, M.K. 1996. **Marvelous Melokiyah.** Available Source: <http://www.egyptmonth.com/magf4.htm>, November 1st, 2003.
- Rolston, M.P. 1978. Water Impermeable Seed Dormancy. **The Botanical Review.** 4 : 365-395.
- Saunders, M. 2001. **National recovery plan for the Endangered Native Jute Species, *Corchorus cunninghamii* F. Muell. in Queensland.** Available Source: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/threatened/publications/recovery/c-cunninghamii/index.html>, February 21st, 2007.

Makino, Z. S. 2004. **LAS Plantas Ornamentales y Sus Zonas de Rusticidad en España.**

Available Source: <http://www.arbolesornamentales.com/Zelkovaserrata.htm>, February 21st, 2007.

Shamsuzzaman, K.M. 2003. **Bangladeshi jute (*Corchorus capsularis*, *Corchorus olitorius*) leaf**

as medicine. Available Source: <http://www.sos-arsenic.net/English/homegarden/jute.html>, November 1st, 2003.

Smiciklas, K.D., R.E.Mullen, R.E. Carlson and A.D. Knapp. 1992. Soybean seed quality response to drought stress and pod position. **Agron. J.** 84: 166-170.

Suprin, B. 2006. **Taxonomie directe.** Available Source: http://www.desert-tropicals.com/Plants/Rosaceae/Kerria_japonica.html, February 21st, 2007.

Tekrony, D.M., D.B. Egli and A.D. Phillips. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. **Agron. J.** 72: 749-753.

Thompson, J.R. 1979. **An Introduction to Seed Technology.** Leonard Hill., Glasgow.

Tindall, H.D. 1983. **Vegetables in the Tropics.** Macmillan Press. London. pp. 392-395.

Wattkins, J.T. 1992. The effect of environment and culture on vegetable seed quality. **Hort.**

Technol. 2(3): 333-334.

Wursten, B. 2006. **Flora of Zimbabwe.** Available Source: <http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata>, February 21st, 2007.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนดอกบานในแต่ละวัน (วันหลังย้ายกล้า) ของปอกระเจาฝักกลม CC001 และ
ปอกระเจาฝักยาว CC009 (เฉลี่ยจาก 120 ต้น)

จำนวนวันหลังย้ายกล้า	จำนวนดอกที่บ้านของ CC001	จำนวนดอกที่บ้านของ CC009
17	0.00	1.83
19	0.00	4.44
21	0.00	6.67
23	0.00	9.17
25	0.00	9.40
27	0.00	10.59
29	0.00	17.08
31	7.08	20.00
33	9.38	34.33
35	10.74	37.50
37	12.33	45.83
39	17.08	50.00
41	27.33	50.00
43	27.58	48.33
45	29.92	46.33
47	37.50	43.00
49	57.42	41.58
51	55.83	39.17
53	42.50	38.24
55	40.00	22.13
57	39.17	16.79
59	29.92	9.58
61	29.67	7.17
63	24.08	4.27
65	15.37	2.63
67	8.11	2.16
69	4.00	1.67
71	3.00	1.67
73	2.63	1.50
75	1.67	1.00

ตารางผนวกที่ 2 ช่วงระยะเวลาที่ดอกบาน^{1/} และจำนวนดอกต่อต้นของปอกระเจาฝักกลม CC001 และปอกระเจาฝักยาว CC009

ตำแหน่งกิ่ง	CC001		CC009	
	ระยะเวลาที่ ดอกบาน (วัน) ^{1/}	จำนวนดอก/ต้น	ระยะเวลาที่ ดอกบาน (วัน) ^{1/}	จำนวนดอก/ต้น
ลำต้นประธาน	32	44.8	36	67.6
กิ่งแขนงที่ 1	30	21.0	42	27.5
กิ่งแขนงที่ 2	12	32.9	37	37.6
กิ่งแขนงที่ 3	22	26.4	25	43.8
กิ่งแขนงที่ 4	21	27.0	45	29.8
กิ่งแขนงที่ 5	11	37.8	50	48.1
กิ่งแขนงที่ 6	22	25.4	18	37.2
กิ่งแขนงที่ 7	13	33.8	11	20.4
กิ่งแขนงที่ 8	20	32.8	33	25.0
กิ่งแขนงที่ 9	27	23	29	25.3
กิ่งแขนงที่ 10	11	34.4	20	19.8
กิ่งแขนงที่ 11	27	27.6	36	15.1
กิ่งแขนงที่ 12	10	30.9	29	16.5
กิ่งแขนงที่ 13	20	43.9	14	11.6
กิ่งแขนงที่ 14	13	29.8	6	7.3
กิ่งแขนงที่ 15	24	43.0	6	10.5
กิ่งแขนงที่ 16	34	40.3	12	7.9
กิ่งแขนงที่ 17	18	12.8	24	5.7
กิ่งแขนงที่ 18	11	20.2	-	-
กิ่งแขนงที่ 19	28	11.6	-	-
กิ่งแขนงที่ 20	26	9.8	-	-

^{1/} หมายถึง ดอกแรกจนถึงดอกสุดท้ายที่บ้านในแต่ละกิ่ง

ตารางผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และสีของฝักของปอกระเจา ฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน

อายุฝัก (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักสด (กรัม/ฝัก)	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	สีของฝัก
14	0.27	0.78	0.88	เขียวเข้มปนเขียวอ่อน
18	0.32	0.78	0.89	เขียวเข้มปนเขียวอ่อน
22	0.51	1.04	1.09	เขียวเข้ม
26	0.56	1.01	1.11	เขียวเข้ม
30	0.55	1.13	1.36	เขียวปนน้ำตาลแดง
34	0.39	1.21	1.26	เขียวปนน้ำตาล
38	0.29	1.25	1.35	น้ำตาล
42	0.17	1.23	1.22	น้ำตาล
46	0.18	1.23	1.23	น้ำตาล
50	0.21	1.31	1.31	น้ำตาลเข้ม

ตารางผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ความกว้าง ความยาว และสีของฝักของปอกระเจา ฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน

อายุฝัก (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักสด (กรัม/ฝัก)	ความกว้าง (ซม.)	ความยาว (ซม.)	สีของฝัก
10	0.12	0.26	2.70	เขียวเข้มปนเขียวอ่อน
14	0.47	0.43	3.86	เขียว
18	1.04	0.56	5.05	เขียว
22	1.20	0.62	4.97	เขียว
26	1.07	0.58	5.32	เขียว
30	1.21	0.61	6.50	เขียว
34	1.31	0.70	6.40	เขียวปนน้ำตาลอ่อน
38	1.12	0.58	6.93	น้ำตาลอ่อนปนเขียว
42	0.81	0.60	7.49	น้ำตาล
46	0.84	0.62	7.67	น้ำตาลเข้ม
50	0.75	0.60	7.71	น้ำตาลเข้ม

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความชื้นในเมล็ดของเมล็ดพันธุ์
ปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน

วันหลังดอกบาน	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)		ความชื้นในเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
18	4.35 e ^{1/}	1.42 f	67.38 a
22	4.99 d	2.07 e	58.49 b
26	5.32 c	2.57 d	51.80 c
30	6.73 a	3.17 b	52.91 c
34	6.34 b	3.16 b	50.17 d
38	4.31 e	3.33 a	22.77 e
42	3.32 g	3.00 c	9.67 f
46	3.46 g	3.18 b	8.31 g
50	3.66 f	3.39 a	7.40 g
F-test	**	**	**
C.V.	1.56	1.26	1.39

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($P > 0.05$ และ 0.01) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นในเมล็ดของเมล็ดพันธุ์
ปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน

วันหลังดอกบาน	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)		ความชื้นในเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
26	3.05 f ^{1/}	1.08 f	64.46 a
30	3.27 c	1.55 e	52.74 b
34	3.66 a	1.94 d	46.95 c
38	3.48 b	2.02 c	41.73 d
42	2.60 e	2.17 b	16.40 e
46	2.73 d	2.32 a	15.25 e
50	2.62de	2.19 b	16.21 e
F-test	**	**	**
C.V.	1.83	0.99	1.33

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($P > 0.05$ และ 0.01) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 7 เปอร์เซ็นต์ความงอก ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดตาย เมล็ดแข็ง และ
ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาฝักกลม CC001 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน

วันหลัง ดอกบาน	ความงอก	ต้นกล้า ผิดปกติ	เมล็ดสด ไม่งอก	เมล็ดตาย	เมล็ดแข็ง	ดัชนีการงอก
18	4.50 g ^{1/}	3.00 d	49.50 a	43.00 a	0.00 d	0.48 f
22	38.50 d	26.00 b	27.00 a	8.50 b	0.00 d	3.98 de
26	72.00 c	18.50 bc	9.00 c	0.50 c	0.00 d	8.38 c
30	82.50 b	11.00 cd	6.50 c	0.00 c	0.00 d	10.05 b
34	93.00 a	2.50 d	4.50 c	0.00 c	0.00 d	12.54 a
38	81.00 bc	9.50 d	5.50 c	3.00 c	0.00 d	10.92 b
42	41.00 d	38.00 a	10.00 b	0.50 c	10.50 c	4.10 d
46	28.00 e	42.50 a	7.00 c	0.00 c	22.50 c	2.80 e
50	14.50 f	24.50 b	6.50 c	1.00 c	52.50 a	1.45 f
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V.	21.88	27.90	40.83	55.27	33.47	13.39

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($P > 0.05$ และ 0.01) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 8 เปรูเซ็นต์ความงอก ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดตาย และดัชนีการงอก
ของเมล็ดพันธุ์ปอกระเจาฝักยาว CC009 ที่อายุต่างๆ หลังดอกบาน

วันหลัง ดอกบาน	ความงอก	ต้นกล้า ผิดปกติ	เมล็ดสด ไม่งอก	เมล็ดตาย	ดัชนีการงอก
18	0.50 e ^{1/}	0.00	91.50 a	8.00 b	0.06 e
22	33.50 d	0.00	54.00 b	12.50 a	4.98 d
26	55.50 c	1.50	39.50 c	3.50 c	8.86 c
30	76.00 b	0.00	18.00 d	6.00 bc	11.46 b
34	98.00 a	1.00	1.00 e	0.00 d	13.64 a
38	97.00 a	2.50	0.50 e	0.00 d	14.37 a
42	98.50 a	1.50	0.00 e	0.00 d	13.81 a
46	99.50 a	0.50	0.00 e	0.00 d	14.45 a
50	99.00 a	0.50	0.50 e	0.00 d	14.25 a
F-test	**	ns	**	**	**
C.V.	6.36	151.44	17.07	60.55	7.79

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($P > 0.05$ และ 0.01) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้น ที่ความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักกลม CC001

ตำแหน่ง	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรัม/ต้น)
ลำต้นประธาน	44.80 a ^{1/}	33.90 a	3.09 a	4.69 a
กิ่งแขนงที่ 1-5	28.72 bc	34.50 a	2.98 b	2.95 bc
กิ่งแขนงที่ 6-10	29.08 bc	34.10 a	2.96 c	2.94 bc
กิ่งแขนงที่ 11-15	33.74 ab	33.70 a	2.82 e	3.21 ab
กิ่งแขนงที่ 16-20	17.14 c	32.60 a	2.81 f	1.57 c
กิ่งแขนงที่ 21-25	3.03 d	27.25 ab	2.84 d	0.23 d
กิ่งแขนงที่ 26	1.00 d	22.00 b	2.80 g	0.06 d
F-test	**	*	**	**
C.V.	34.23	15.47	3.38	35.31

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05 และ 0.01)

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 10 จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1000 เมล็ด และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อต้น ที่ความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักยาว CC009

ตำแหน่ง	จำนวนฝักต่อต้น	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (กรัม)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรัม/ต้น)
ลำต้นประธาน	26.50 b ^{1/}	189.40 a	2.72 a	13.65 b
กิ่งแขนงที่ 1-5	62.66 a	174.20 a	2.46 b	26.85 a
กิ่งแขนงที่ 6-10	32.84 b	164.00 ab	2.47 b	13.30 b
กิ่งแขนงที่ 11-15	9.10 c	147.80 b	2.45 c	3.30c
กิ่งแขนงที่ 16-20	3.16 c	115.50 c	2.39 d	0.87 c
กิ่งแขนงที่ 21-23	4.02 c	85.80 d	2.34 e	0.80 c
F-test	**	**	**	**
C.V.	54.11	17.00	3.01	55.75

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05 และ 0.01) จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ตารางผนวกที่ 11 เปอร์เซ็นต์ความงอก ต้นกล้าผิปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดตาย เมล็ดแข็ง และ
ดัชนีการงอกของเมล็ดในตำแหน่งต่างๆ ปอกระเจาฝักกลม CC001

ตำแหน่ง	ความงอก	ต้นกล้า ผิปกติ	เมล็สด ไม่งอก	เมล็ด ตาย	เมล็ดแข็ง	ดัชนี การงอก
ลำต้นประธาน	70.00 b ^{1/}	9.50	0.50	0.50	19.50 cd	8.90 bcd
กิ่งแขนงที่ 1-5	64.50 bc	10.00	0.50	0.00	25.00 abc	8.39 cd
กิ่งแขนงที่ 6-10	56.50 c	7.50	0.00	2.50	33.50 a	7.32 d
กิ่งแขนงที่ 11-15	61.50 bc	7.50	0.50	1.50	29.00 ab	8.62 cd
กิ่งแขนงที่ 16-20	69.00 b	9.00	0.50	1.00	20.50 bcd	9.40 bc
กิ่งแขนงที่ 21-25	82.50 a	4.00	1.00	0.50	12.00 d	11.45 a
กิ่งแขนงที่ 26	73.50 ab	12.50	0.50	0.00	13.50 d	10.35 ab
F-test	**	ns	ns	ns	**	**
C.V.	11.17	52.43	190.24	176.38	25.65	11.32

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
(P > 0.05 และ 0.01)

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 12 เปรูเซ็นต์ความงอก ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดตาย และดัชนีการงอก
ของเมล็ดในตำแหน่งต่างๆ ของปอกระเจาฝักยาว CC009

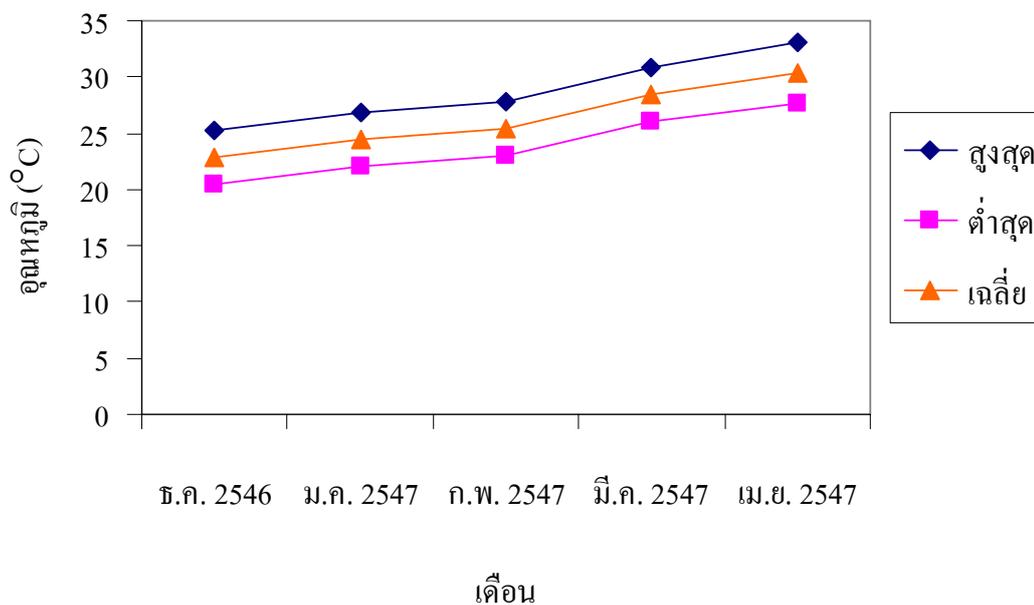
ตำแหน่ง	ความงอก	ต้นกล้า ผิดปกติ	เมล็ดสด ไม่งอก	เมล็ดตาย	ดัชนี การงอก
ลำต้นประธาน	84.00 ab ^{1/}	15.43 ab	0.15 a	20.00 a	8.93 c
กิ่งแขนงที่ 1-5	91.00 a	8.00 b	0.00 b	1.00 b	10.47 ab
กิ่งแขนงที่ 6-10	91.50 a	8.00 b	0.00 b	0.50 b	10.65 a
กิ่งแขนงที่ 11-15	88.00 ab	11.50 ab	0.00 b	0.50 b	9.63 bc
กิ่งแขนงที่ 16-20	91.00a	8.00 b	0.00 b	1.00 b	9.60 bc
กิ่งแขนงที่ 21-23	81.50 b	18.00 a	0.00 b	0.50 b	8.62 c
F-test	*	*	*	ns	**
C.V.	5.65	39.68	282.84	152.32	6.68

^{1/} ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($P > 0.05$ และ 0.01)

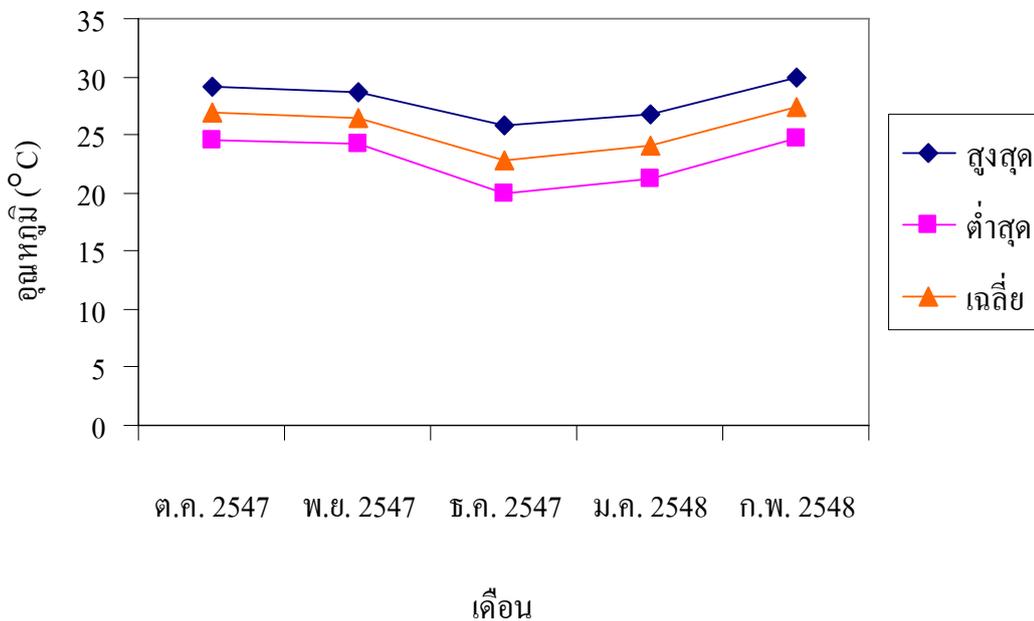
* แยกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** แยกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



ภาพผนวกที่ 1 อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2546 ถึงเดือนเมษายน 2547



ภาพผนวกที่ 2 อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ย ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2548