

ปัจจัยควบคุมและแนวทางการชักนำการออกดอกของลองกอง

Factors Affecting Flowering and Floral Induction Approach in Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.)

ลดาวัลย์ เลิศเลทองศรี¹

บทคัดย่อ

การออกดอกของลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับพัฒนาการในรอบปีและความต้องการช่วงแล้งก่อนออกดอก โดยช่วงแล้งเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ทำให้ต้นลองกองเกิดสภาพเครียดที่มีผลต่อการจำกัดการเจริญเติบโตทางด้านวิวัฒนาการและส่งเสริมการออกดอกของลองกอง อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยภายใน ได้แก่ ภาวะเยื่อภาพ อาหารสะสม ระดับการใช้น้ำ ศักยภาพน้ำในใบ ค่าการชักนำปากใบ และจิบเบอเรลลิน ซึ่งล้วนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกระบวนการออกดอกของลองกอง จากข้อมูลการศึกษากลไกที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินในไม้ผลยืนต้นชนิดต่างๆ ทำให้คาดว่า จิบเบอเรลลินน่าจะเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการออกดอกของลองกอง นอกจากนี้ วิธีการชักนำการออกดอก ได้แก่ การงดน้ำ การควั่นกิ่ง การรัดกิ่ง การตัดราก และการให้สารพาโคลบิวทราโซล มีผลทำให้ลองกองตอบสนองต่อวิธีการเหล่านี้โดยมีการออกดอกเพิ่มขึ้น โดยสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของการสะสมอาหารในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง มีระดับการใช้น้ำภายในต้น ค่าศักย์ของน้ำในใบ และค่าการชักนำปากใบลดลง

คำสำคัญ: พัฒนาการในรอบปี ช่วงแล้ง การเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยา จิบเบอเรลลิน

Abstract

In longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.), there is a strong correlation between phenology and drought period before flowering. Drought stress is an environmental factor which restricts vegetative growth and promotes flowering in longkong. In addition, internal factors, i.e.; juvenility, carbohydrate reserves, water use, leaf water potential, stomatal conductance and gibberellins, also have an interaction with flowering process. The information of gibberellins mechanism from various fruit trees is assumed that gibberellins may be a key hormone controlling floral induction in longkong. Furthermore, the response of longkong tree to floral induction methods, i.e. withholding irrigation, girdling, limb strangulation, root pruning and applying paclobutrazol have been shown in the increase of flowering which related to an increase of total non-structural carbohydrates and the decrease of water use, leaf water potential and stomatal conductance.

Keywords: phenology, drought period, physiological changes, gibberellins

คำนำ

ลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญที่มีแหล่งปลูกหลักอยู่ในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แต่การออกดอกที่ไม่สม่ำเสมอของลองกองยังคงเป็นปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ในปัจจุบัน โดยในบางปีลองกองมีการให้ผลผลิตในฤดูกลางที่มากเกินไป ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากมีปัจจัยทางภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการออกดอกในฤดูกลางนั้น และส่งผลทำให้ฤดูกาลต่อมาลองกองให้ผลผลิตน้อยหรือไม่สามารถออกดอกนอกฤดูได้ ถึงแม้จะพบว่าในอดีตมีความพยายามในการศึกษาหาวิธีการต่างๆ เพื่อบังคับการออกดอกของลองกองอยู่พอสมควร อย่างไรก็ตาม วิธีการเหล่านี้ยังไม่สามารถให้ผลสำเร็จได้อย่างเต็มที่ และการผลิตลองกองยังอาศัยสภาพแวดล้อมธรรมชาติเป็นหลัก แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้อาจแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ 1) การผลิต

ลองกองในฤดูกาลปกติให้ได้อย่างสม่ำเสมอทุกปี และ 2) การผลิตลองกองนอกฤดู โดยใช้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กระบวนการออกดอกของลองกองมีความซับซ้อนค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นไม้ผลยืนต้นที่มีทั้งปัจจัยภายนอกและภายในเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยปัจจัยภายนอกหรือสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบและการออกดอกของลองกอง ได้แก่ ช่วงแล้งก่อนการออกดอก ปริมาณน้ำฝนในรอบปี และการปฏิบัติและจัดการสวน เป็นต้น สำหรับปัจจัยภายใน ได้แก่ พัฒนาการในรอบปี อาหารสะสมในต้น และฮอร์โมนพืช (พีเรคซ, 2537; มงคล และคณะ, 2544; กวิศร์, 2547) ความเข้าใจในปัจจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงวิธีการจัดการที่มีผลต่อการจำกัดการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบและกระตุ้นการออกดอกนี้ จึงเป็นแนวทางในการควบคุมการออกดอกของลองกองให้ได้ตามความต้องการอย่างเหมาะสมต่อไป

1. พัฒนาการในรอบปีของลองกอง

พัฒนาการในรอบปี (phenology) ของพืชหมายถึงการศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในรอบปีหรือรอบการให้ผลผลิตแต่ละครั้ง ในไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่จะออกดอกติดผลปีละครั้ง ซึ่งปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในรอบปี ได้แก่ การแตกใบอ่อน การออกดอก การติดผล และการเจริญเติบโตของผล โดยการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการของพืชยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในรอบปี ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในรอบวัน การระเหยของน้ำ และตลอดจนฤดูกาล ที่ส่งผลให้ช่วงการเจริญเติบโตของพืชเปลี่ยนไปด้วย (กวิศร์, 2547) สำหรับการเจริญของลองกองที่ให้ผลผลิตแล้วในรอบปีสามารถแบ่งเป็น 2 ช่วงคือการเจริญทางด้านวัชมนภาคหรือด้านกิ่งใบ (vegetative growth) และอีกช่วงหนึ่งคือระยะการเจริญพันธุ์หรือช่วงออกดอกติดผล (reproductive growth) (วรี, 2543ก) โดยทั่วไปลองกองมีการแตกใบอ่อน 2 ครั้งในรอบปีก่อนออกดอก ซึ่งการแตกใบอ่อนชุดที่ 2 มีปริมาณมากกว่าในชุดแรกประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ใบอ่อนชุดนี้ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นใบแก่ที่สมบูรณ์ประมาณ 30-50 วัน โดยเมื่อใบอ่อนพัฒนาเป็นใบแก่ได้ประมาณ 1 เดือน ในช่วงเวลานี้ลองกองจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกรากและรากมีการพัฒนาสูงสุดและมีความสมบูรณ์อย่างเต็มที่ จากนั้นต้นลองกองจะมีความสมบูรณ์พร้อมเข้าสู่การพักตัวในช่วงฤดูแล้งก่อนออกดอกพอดี (Lim and Yong, 1996; สุรจิตติ และคณะ, 2539; เปรมปรี, 2541)

การออกดอกของลองกองมีลักษณะเป็นตาดอกที่เกิดเป็นตุ่มเล็กๆ ตามบริเวณลำต้นและกิ่งแก่ (สุรจิตติ และคณะ, 2539) แต่ตำแหน่งที่มีตาดอกเป็นจำนวนมากและกระจายเป็นบริเวณกว้างอยู่บนลำต้นกิ่งแขนงหลักที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 - 6.1 เซนติเมตร และดอกมีลักษณะทั้งแบบตาดอกเดี่ยว (single) และกลุ่มตาดอก (cluster) (Lim and Yong, 1996) การออกดอกของลองกองจะผันแปรไปตามสภาพพื้นที่และฤดูกาลในแต่ละปี (เปรมปรี, 2541) จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงช่วงแล้งและช่วงเวลาออกดอกของลองกองที่ปลูกในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย โดยในรอบปีหรือรอบฤดูกาล ลองกองทางภาคตะวันออกจะเริ่มต้นออกดอกก่อนภาคใต้ ทั้งนี้เนื่องจากฤดูแล้งของภาคตะวันออกเกิดขึ้นเร็วกว่าภาคใต้ประมาณ 1 เดือน นั่นคือช่วงแล้งของภาคตะวันออกเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม ส่วนภาคใต้เริ่มในเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ และลองกองที่ปลูกในภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะออกดอกเร็วกว่าฝั่งตะวันออกอีกด้วย (นพรัตน์, 2536; เปรมปรี, 2541; กวิศร์, 2547) เช่น ลองกองที่อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี ออกดอกเร็วกว่าที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และลองกองที่จังหวัดนราธิวาสออกดอกล่าช้ากว่าที่จังหวัดสงขลา ยะลา และปัตตานี ประมาณ 1-1.5 เดือน (มงคล และคณะ, 2522) นอกจากนี้ แม้แต่ในพื้นที่ปลูกเดียวกัน หรือต้นจากสวนเดียวกัน หรือภายในต้นเดียวกัน การแตกกิ่งใหม่และใบอ่อนหรือการออกดอกนั้น มักพบว่าไม่สม่ำเสมอพร้อมกันทั่วทั้งต้น ในบางกิ่งอาจจะไม่มีการแตกกิ่งหรือออกดอกเลยก็ได้ (นพรัตน์, 2536) ดังนั้น การศึกษาพัฒนาการในรอบปีของลองกองจึงมีความจำเป็นสำหรับการจัดการปัจจัยทางสรีรวิทยาอื่นๆ เพื่อให้ออกดอกติดผลตามต้องการ (Lim and Yong, 1996)

ตารางที่ 1 ช่วงแล้ง (////) และช่วงเวลาการออกดอก¹ (—) ของลองกองที่ปลูกในภาคต่างๆ ของประเทศไทย

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ภาคตะวันออก												
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ												
ตอนล่าง และภาคกลาง												
ภาคเหนือและภาค												
ตะวันตก												
ภาคใต้ตอนบน												
ภาคใต้ตอนล่างฝั่ง												
ตะวันตก												
ภาคใต้ตอนล่างฝั่ง												
ตะวันออก												

¹ ที่มา: ดัดแปลงจากวิศิษฐ์ (2547)

2. ภาวะเยาวภาพ

ปัจจัยภายในที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการออกดอกของไม้ผลประการหนึ่งคือ อายุต้นหรือต้นอยู่ในระยะที่มีความพร้อมที่จะออกดอกและให้ผลผลิตได้ ในไม้ผลยืนต้นส่วนใหญ่สามารถออกดอกได้เมื่อผ่านระยะนี้ที่เรียกว่าภาวะเยาวภาพ (juvenility) ไปแล้ว ซึ่งเป็นช่วงอายุภายหลังการงอกออกจากเมล็ดจนกระทั่งเข้าสู่ระยะเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ ดังนั้นในช่วงที่ต้นไม้ผลยังอยู่ในระยะเยาวภาพจึงเป็นช่วงที่ยังไม่ให้เกิดผลผลิต (Chailakhyan, 1968) ลองกองเป็นไม้ผลเมืองร้อนยืนต้นที่มีช่วงเยาวภาพค่อนข้างยาวนาน ส่งผลให้ต้นลองกองเพาะเมล็ดมีการออกดอกติดผลช้ากว่าไม้ผลชนิดอื่นๆ โดยใช้เวลาประมาณ 7 – 9 ปี (มนต์สรวง, 2546) โดยต้นลองกองในระยะเยาวภาพมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบมากกว่าต้นที่ให้ผลผลิตแล้ว ซึ่งสังเกตได้จากต้นมีการแตกใบอ่อนตลอดปี แต่มีจำนวนกิ่งที่แตกเล็กน้อย (Lim and Yong, 1996) การร่นระยะเยาวภาพ (shorten juvenility) ของลองกองเพื่อทำให้ต้นสามารถออกดอกและให้ผลผลิตได้เร็วขึ้นทำได้โดยการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual propagation) ซึ่งวิธีการที่นิยมปฏิบัติในลองกองคือการเสียบยอดแบบเสียบลิ้ม (cleft grafting) ซึ่งทำให้ลองกองสามารถออกดอกติดผลได้เร็วขึ้นภายหลังจากปลูกประมาณ 4 – 5 ปี (มงคล และคณะ, 2547)

3. สภาพแวดล้อมการเจริญเติบโตและการออกดอก

สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการออกดอกของพืช ลองกองเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่ปลูกได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ โดยมีฝนตกชุกและปริมาณน้ำฝนสม่ำเสมอคือประมาณ 2000 – 3000 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันที่ฝนตก 150-200 วันต่อปี อย่างไรก็ตาม ในช่วงฤดูแล้งควรมีฝนตกกระจายอย่างสม่ำเสมอ ยกเว้นช่วงก่อนออกดอกประมาณ 1-2 เดือนที่ต้นลองกองไม่ต้องการฝน สภาพแวดล้อมดังกล่าวมีอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยในเขตจังหวัดนราธิวาส และเขตใกล้เคียง ลองกองจึงสามารถเจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะในบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ อุณหภูมิภายในสวน

ลองกองควรอยู่ระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส (นพรัตน์, 2536; เปรมปรี, 2541) ซึ่งโดยทั่วไปสวนลองกองในพื้นที่ภาคใต้มีลักษณะที่เรียกว่า สวนสมรม กล่าวคือ มีการปลูกลองกองร่วมกับพืชอื่นๆ หลายชนิด ลักษณะสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงและมีร่มเงาทำให้ลองกองสามารถเจริญเติบโตได้ดีและส่งผลให้ต้นลองกองออกดอกได้เร็วขึ้น (มงคล และคณะ, 2522) การปรับสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิที่พ้องเหมาะกับลองกองนั้น สามารถทำได้โดยการปลูกลองกองร่วมกับพืชอื่นๆ เพื่อให้ต้นได้รับร่มเงาหรือพรางแสง และยังเป็น การเพิ่มความชื้นในดินด้วย เช่น การปลูกแซมในสวนมะพร้าว ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น (นพรัตน์, 2536; เปรมปรี, 2541) อย่างไรก็ตามในระยะก่อนออกดอกดินต้องมีความชื้นต่ำ เพราะน้ำในดินที่มากเกินไปมีผลเร่งการแตกใบอ่อนของลองกอง (จำเริญ และคณะ, 2537) นอกจากนี้หากในช่วงแล้งมีฝนตกลงมาก็จะส่งผลทำให้ลองกองออกดอกน้อยหรือไม่ออกดอกเลยในฤดูกาลนั้น ปัจจุบันประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี ทำให้เกิดผลกระทบต่อการพัฒนาการในรอบปีของลองกอง โดยอาจมีฝนตกต่อเนื่องในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ไม่ออกดอกตามฤดูกาล ตาดอกไม่มีการพัฒนาหรือออกดอกล่าช้าได้ (มงคล และคณะ, 2547) เห็นได้จากตัวอย่างสภาพภูมิอากาศที่มีความแปรปรวนอย่างต่อเนื่องคือได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 – 2541 และในช่วงปี พ.ศ. 2542 – 2543 ได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ลานีญา (La Niña) ทำให้มีฝนตกชุกอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ลองกองในแหล่งปลูกหลักหลายจังหวัดในภาคใต้ไม่ออกดอก (โนรี และสายัณห์, 2548)

4. ความต้องการช่วงแล้งเพื่อการออกดอก

ลองกองมีถิ่นกำเนิดและแหล่งปลูกอยู่ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (จวี, 2543ก) ดังนั้น จึงมีลักษณะนิสัยการออกดอกคล้ายกับไม้ผลยืนต้นในเขตร้อนชื้นทั่วๆ ไป เช่น มังคุด ทุเรียน เงาะ ฯลฯ ที่มีความต้องการสภาพแล้งหรือสภาพเครียดที่เกิดจากการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง (drought stress) เพื่อให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตและสะสมอาหารก่อนชักนำให้เกิดดอก (Poerwanto et al., 2006) โดยลองกองจะออกดอกหลังจากผ่านช่วงแล้ง (drought period) ไปแล้วระยะหนึ่งเพื่อหยุดการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบรวมทั้งสะสมอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนประจำปี (มงคล และคณะ, 2544) มีรายงานว่า ลองกองต้องการช่วงแล้งต่อเนื่องกันนานประมาณ 40-50 วัน เพื่อให้ค่าศักย์ของน้ำ (water potential) ในใบลดต่ำลงจนถึงระดับประมาณ -25 บาร์ (-2.5 MPa) ซึ่งจะทำให้ต้นลองกองเกิดความเครียดเนื่องจากขาดน้ำ (สุรจิตติ และคณะ, 2539) และจากการศึกษาอัตราการใช้น้ำตลอดช่วงระยะการพัฒนาดอกของลองกองพบว่า ระยะก่อนออกดอก ต้นลองกองมีอัตราการไหลของน้ำต่ำสุดหรือมีความต้องการใช้น้ำต่ำที่สุด และยังพบว่าทำให้ศักย์ของน้ำในใบ (leaf water potential) และการชักนำปากใบ (stomatal conductance) ของลองกองลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งมีผลกระตุ้นให้ต้นมีการสะสมอาหารช่วงก่อนออกดอก (Sdoodee and Wongwongaree, 2002) ภายหลังจากที่ลองกองได้สร้างตาดอกขึ้นมาแล้ว ลองกองจะมีความต้องการน้ำสูงมากและต้องการอย่างต่อเนื่อง ความต้องการน้ำนี้คาดคะเนว่าน่าจะอยู่ในระดับความชื้นชลประทาน (field capacity) อย่างไรก็ตาม หากในช่วงเวลานี้ สภาพภูมิอากาศมีความแห้งแล้งมากเกินไปก็จะส่งผลให้ตาดอกลองกองไม่สามารถพัฒนาเป็นช่อดอกได้ (มงคล และคณะ, 2522) และหากต้นได้รับปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอจะส่งผลให้ตาดอกที่สร้างขึ้นมาแล้วไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ตาดอกจะดูลักษณะคล้ายกับแห้งและคาอยู่เช่นนั้นจนข้ามปี และไม่มีโอกาสเจริญออกมาอีก (จวี, 2543ข)

5. อาหารสะสม

การออกดอกของไม้ผลเขตร้อนมีความสัมพันธ์กับคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในต้น ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งเริ่มต้นและเป็นที่ยึดของพลังงานในสวนต่างๆ ของพืช พืชจะใช้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้าง (total nonstructural carbohydrate ; TNC) ซึ่งได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการออกดอก (Chailakhyan, 1968) สำหรับลองกองพบว่าปริมาณ TNC สะสมในลำต้นและรากของลองกองจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ก่อนที่จะเริ่มมีการพัฒนาของตาดอก และพบว่าการสะสม TNC ในเปลือกต้นในระยะการออกดอกมีสูงกว่าในระยะหลังเก็บเกี่ยว (สุรจิตติ และคณะ, 2539) นอกจากนี้

นี้ยังมีรายงานด้วยว่า ต้นล่องกองที่ออกดอกจะมีปริมาณ TNC มากกว่าต้นที่ไม่ออกดอก (จำเป็น และคณะ, 2549) ในช่วงที่พืชออกดอกยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TNC มีความสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนที่พอเหมาะจะทำให้เกิดดอกมากที่สุดด้วย (Chailakhyan, 1968) โดยพบว่า ปริมาณ TNC เพิ่มสูงขึ้นจนถึงจุดสูงสุด ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจน (total nitrogen ; TN) ได้ลดต่ำลงจนถึงเกือบต่ำสุด และเมื่อนำค่าทั้งสองมาคำนวณหา TNC/TN ratio พบว่ามีค่าสูงสุดตรงกับช่วงการออกดอกของล่องกองพอดี (รวี และกานดา, 2537)

6. จิบเบอเรลลิน

ปัจจัยภายในพืชที่มีส่วนในการควบคุมการออกดอกคือฮอร์โมนซึ่งส่วนใหญ่จะถูกสร้างขึ้นที่ใบแล้วจึงเคลื่อนย้ายลงไปยังสมในส่วนของต้นที่จะมีการออกดอก (Chailakhyan, 1968) ถึงแม้จะยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาที่เกี่ยวกับอิทธิพลของฮอร์โมนภายในต่อการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกของล่องกอง อย่างไรก็ตามจากรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องในไม้ผลยืนต้นชนิดอื่นๆ อาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษากับล่องกองต่อไป สมมติฐานของสรีรวิทยาการออกดอกที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช อาจอธิบายได้เป็น 2 แนวทาง คือ ฮอร์โมนพืชถูกสังเคราะห์ขึ้นมาจนถึงระดับที่เหมาะสม (endogenous hormone) ต่อการกระตุ้นให้พืชออกดอก และอีกแนวทางหนึ่งคือสมดุลฮอร์โมน (hormone balance) (พีรเดช, 2537) การออกดอกของไม้ผลยืนต้นหลายชนิดถูกควบคุมโดยปริมาณจิบเบอเรลลิน (gibberellin) ที่พืชสร้างขึ้น ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ จึงเป็นผลทำให้การออกดอกลดลงหรือไม่ออกดอกเลย ดังนั้น วิธีการที่ลดการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินจึงมีผลทำให้พืชสามารถออกดอกได้ (Chailakhyan, 1968; พีรเดช, 2537)

ฮอร์โมนพืชกลุ่มจิบเบอเรลลิน (gibberellins, GAs) จัดเป็นสาร diterpenoid ที่ประกอบด้วยสารเทอร์พินอยด์ (terpenoids) ซึ่งสารเริ่มต้นของการสังเคราะห์สารประกอบ terpenoids คือ สารมีวาโลนิค แอซิด (mevalonic acid, MVA) แล้วเปลี่ยนรูปไปเป็น isopentenyl pyrophosphate โดยกระบวนการ decarboxylation ที่อาศัยพลังงาน ATP ซึ่ง isopentenyl pyrophosphate เป็นสารหน่วยแรกของไอโซพรีนอยด์ (isoprenoid) จากนั้นสารประกอบไอโซพรีนอยด์เกิดการรวมกันแล้วเปลี่ยนรูปเป็น geranyl pyrophosphate และเปลี่ยนรูปต่อไปเป็นสารประกอบ farnesyl pyrophosphate และ geranylgeranyl pyrophosphate ตามลำดับ จากนั้นสาร geranylgeranyl pyrophosphate จะเปลี่ยนไปเป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างเริ่มต้นของจิบเบอเรลลิน คือ สาร ent-kaurene ซึ่งเข้าสู่การออกซิเดชันใน endoplasmic reticulum (ER) และในขั้นสุดท้ายก็ได้สารประกอบอัลดีไฮด์ของ GA₁₂ ที่ประกอบด้วยคาร์บอน 20 อะตอม และ GA₁₂ อัลดีไฮด์ นี้สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นจิบเบอเรลลินชนิดอื่นๆ ต่อไป (Rademacher, 2000) การให้สาร GA₃ มีผลในการยับยั้งการออกดอกในไม้ผลยืนต้นหลายชนิด เช่น มะกอก (Fernandez-Escobar and Benlloch, 1992) อะโวคาโด (Salazar-Garcia and Lovatt, 2000) อัลมอนต์ แอปเปิ้ล แอปพริคอต แบล็คเคอร์เนท เซอร์ เนคทารีน ท้อ พลัม ส้ม (Goldschmidt *et al.*, 1997) มะม่วง (Goldschmidt *et al.*, 1997; Nakagawa *et al.*, 2012) เป็นต้น โดยจิบเบอเรลลินแต่ละชนิดมีผลในการกระตุ้นการออกดอกในไม้ผลยืนต้นที่แตกต่างกัน (Chailakhyan, 1968) และยังพบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในส่วนปลายยอดของไม้ผลยืนต้นบางชนิดในช่วงออกดอกจะอยู่ในระดับต่ำ เช่น ลิ้นจี่ (Chen, 1990) มะม่วง (Chen, 1987) เป็นต้น

การออกดอกเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนทางด้านสรีรวิทยาและสัณฐานวิทยาที่อยู่ภายใต้การควบคุมของปัจจัยภายนอกและภายใน (Chailakhyan, 1968) ปัจจัยทางพันธุกรรมที่ควบคุมกระบวนการออกดอกในไม้ผลหลายชนิดจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมให้มากขึ้น โดยใช้การศึกษาทางด้านชีวโมเลกุลเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยร่นระยะเวลาในการศึกษาให้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้โดยเพิ่มประสิทธิภาพของเทคนิคและวิธีการชักนำให้เกิดการออกดอก ขณะลดการเจริญเติบโตด้านกิ่งใบโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชได้ต่อไป (Hanke *et al.*, 2007) ปัจจุบันมีการศึกษาในด้านชีวโมเลกุลถึงบทบาทของจิบเบอเรลลินต่อการออกดอกโดยไม้ผลเมืองร้อนชนิดแรกๆ ที่ได้มีการจำแนกยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินที่สัมพันธ์กับการออกดอกคือมะม่วง จากการศึกษาของ Nakagawa *et al.* (2012) พบว่าต้นมะม่วงที่ให้ผลผลิตสูง (high crop load) การแสดงออกของยีนในวิถีการสังเคราะห์

จีบเบอเรลลิน (Gibberellin oxidase) ที่ปลายยอด คือ Gibberellin 2 - oxidase (*MiGA2-ox*) มีน้อยกว่าต้นที่ไม่ให้ผลผลิต ซึ่งตรงข้ามกับยีน Gibberellin 3 - oxidase (*MiGA3-ox*) และ Gibberellin 20 - oxidase (*MiGA20-ox*) โดยในต้นที่ให้ผลผลิตสูงพบการแสดงออกมากกว่าต้นที่ไม่ให้ผลผลิต นอกจากนี้การให้ GA₃ มีผลในการยับยั้งการออกดอกของต้นมะม่วงพันธุ์ 'Irwin' อายุ 2 ปีที่เสียบยอดบนต้นตอมะม่วงพื้นเมืองของไต้หวันอายุ 1 ปีที่ปลูกภายใต้โรงเรือนควบคุมสภาพแวดล้อม โดยพบว่าทำให้สารมีผลทำให้การแสดงออกของยีน *MiGA3-ox* เพิ่มขึ้นภายหลังการให้สาร และนอกจากนี้ยังพบอีกด้วยว่าการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอก FLOWERING LOCUST - like (*MiFT*) ลดลง ซึ่งการทดลองนี้ได้แสดงให้เห็นว่ายีนเกี่ยวข้องกับการออกดอก *MiFT* เป็นยีนสำคัญในการออกดอกของมะม่วง และการทำงานของยีนนี้เป็นไปโดยการแสดงออกผ่านเมตาบอลิซึมของวิถีการสังเคราะห์จีบเบอเรลลิน

7. แนวทางการชักนำการออกดอกของลองกอง

7.1. การงดน้ำ

การงดน้ำ (withholding irrigation) เป็นวิธีหนึ่งในการบังคับให้ไม้ผลหลายชนิดเกิดการออกดอก เพราะการขาดน้ำจะทำให้เกิดสภาพเครียดกับต้นพืช ซึ่งมีผลทำให้ต้นมีการสะสมอาหารอันเนื่องมาจากการหยุดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (พีเรตซ์, 2537) โดยทั่วไปเกษตรกรผู้ปลูกลองกองในประเทศไทยจะชักนำให้ลองกองออกดอกด้วยการงดน้ำนานประมาณ 20 – 45 วัน (เปรมปรี, 2541; รวี, 2543ข) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sdoodee and Singhabumrung (1996) ที่แสดงให้เห็นว่าต้นลองกองถูกชักนำให้เกิดสภาพเครียด (crop water stress indices: CWSI) เมื่อเกิดการขาดน้ำ กล่าวคือ ต้นลองกองจะตอบสนองต่อการขาดน้ำโดยมีการลดลงของค่าความต่างศักย์ของใบ ทำให้ใบสูญเสียความเต่ง (leaf turgor) ส่งผลทำให้มีการชักนำปากใบลดลง และยังสัมพันธ์กับอุณหภูมิบริเวณทรงพุ่มที่สูงขึ้นด้วย ซึ่งสภาพเครียดของต้นลองกองนี้มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของระดับการขาดน้ำ โดยการงดน้ำทำให้ลองกองออกดอกเร็วขึ้น สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมของการงดน้ำสามารถสังเกตได้จากใบของลองกองเกิดอาการสลด (เปรมปรี, 2541) หรือใบเกิดการร่วงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของพุ่มต้น จึงจะเริ่มให้น้ำลองกองอย่างเพียงพอจนสามารถแทงยอดอ่อนได้ ลองกองจะเกิดการแตกใบอ่อนใหม่หรือยอดใหม่พร้อมกับการเกิดช่อดอก หลังจากนั้นจึงลดปริมาณการให้น้ำตามระยะการเจริญพัฒนาของช่อดอก หากให้น้ำมากเกินไปจะทำให้เกิดการแตกใบอ่อนแทนการออกดอก (มัญญ, 2543) และเมื่อตุ่มตาดอกเริ่มปรากฏให้เห็นตามกิ่งและลำต้น ต้องรีบให้น้ำแก่ต้นลองกองเต็มที่อยู่ต่อเนื่องและสม่ำเสมอในระดับความชื้นชลประทาน (รวี, 2543ข) โดยในทางการปฏิบัติ เกษตรกรควรให้น้ำปริมาณ 30-35 มิลลิเมตร หรือประมาณ 850-1000 ลิตร/ต้น เพียงครั้งเดียวแล้วหยุดเพื่อสังเกตอาการของต้นลองกองภายใน 7-10 วัน หากตาดอกมีการพัฒนาต่อไปจึงเริ่มให้น้ำตามปกติ แต่ถ้าลองกองยังไม่ออกดอกจะต้องเริ่มการงดน้ำเพื่อให้ผ่านช่วงแล้งใหม่อีกครั้ง แต่หากพบว่ามีอาการแตกใบอ่อนแทนการออกดอกจะต้องปล่อยให้ใบอ่อนที่แตกใหม่นี้เติบโตและพัฒนาเป็นใบแก่ จึงจะสามารถงดน้ำเพื่อชักนำการออกดอกได้ (เปรมปรี, 2541)

7.2. การควั่นและการรัดกิ่ง

การควั่น (girdling) และการรัดกิ่ง (strangulation) เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้กับไม้ผลยืนต้นหลายชนิดเพื่อบังคับการออกดอก เพิ่มผลผลิต และปรับปรุงคุณภาพผล เป็นต้น (Poerwanto *et al.*, 2006) การศึกษาในลองกองพบว่า การควั่นลำต้นที่อยู่ตำแหน่งเหนือจากพื้นดิน 30 เซนติเมตรกับต้นลองกองก่อนออกดอก 3 สัปดาห์มีผลทำให้ลองกองเกิดการออกดอกมากกว่าต้นลองกองที่ไม่ได้ควั่น (Lerslerwong *et al.*, 2011) นอกจากนี้ การรัดกิ่ง (limb strangulation) ก่อนออกดอก 1 เดือน ทำให้ลองกองมีจำนวนช่อดอกและความยาวช่อดอกมากกว่าการรัดกิ่งก่อนออกดอก 2 เดือน และไม่รัดกิ่ง (โนรี และสายัณห์, 2547) และมีรายงานด้วยว่าการรัดกิ่งลองกองก่อนการออกดอก 1 และ 2 เดือน มีผลทำให้ต้นลองกองได้รับน้ำน้อยลงรวมทั้งปริมาณการใช้น้ำรายวันลดลง ส่งผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเช่นเดียวกับสภาพที่ต้นลองกองอยู่ในสภาวะเครียดน้ำ (Sdoodee and Singhabumrung, 1996) และการรัดกิ่ง 1 เดือนก่อนออกดอกจะกระตุ้นการเกิดตาดอกได้ดีกว่าการรัดกิ่ง 2 เดือนก่อนออกดอก (โนรี และสายัณห์, 2547) อย่างไรก็ตาม การควั่นกิ่งซึ่งทำให้มีรอยแผลค่อนข้างกว้างและลึก (ประมาณ 1 เซนติเมตร) ถึงแม้จะ

ชักนำให้ต้นลองกองออกดอกได้ แต่ผลเสียคือทำให้ตาดอกลองกองเกิดการหยุดชะงักการเจริญและแห้งตายได้ในที่สุด หากต้นลองกองได้รับน้ำไม่ทันและอย่างเพียงพอภายหลังการควั่นกิ่ง การสमानแผลเกิดขึ้นซ้ำและทิ้งรอยแผลควั่นไว้ แต่สำหรับวิธีการรัดกิ่งมีผลทำให้ลำต้นลองกองมีบาดแผลน้อยกว่า เนื่องจากการทำรอยแผลรัดกิ่งโดยใช้เลื่อยมือ ควั่นเป็นแนวรอบกิ่งกว้างประมาณ 2 มิลลิเมตร และลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตร รัดรอบรอยควั่น ซึ่งให้ผลในการชักนำการออกดอกจำนวนมากและทำให้การสमानของบาดแผลรอยรัดกิ่งเกิดขึ้นเร็วกว่าการควั่นกิ่ง (Lerslerwong *et al.*, 2011)

7.3. การตัดราก

การตัดราก (root pruning) เป็นวิธีการปฏิบัติที่มักนำมาใช้ในวัตถุประสงค์เพื่อให้ไม้ผลยืนต้นมีการออกดอกติดผลมากขึ้น โดยเป็นวิธีการที่ยับยั้งการพัฒนาของระบบรากไม่ให้เติบโตอย่างปกติ ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตในส่วนที่อยู่เหนือดินหรือยอดลดลง การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นไม้ผลต่อการตัดราก ได้แก่ การลดลงของอัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ ค่าการชักนำปากใบ ระดับฮอร์โมนเอทิลีน (ethylene) ที่ปลายยอด และไซโทไคนิน (cytokinins) ในท่อไซเลม (xylem) และการเจริญเติบโตด้านกิ่งใบ แต่ทำให้มีศักยภาพของน้ำในใบและการสะสมอาหารในส่วนรากเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การตัดรากช่วยลดการออกดอกไม่สม่ำเสมอแบบปีเว้นปี (alternate bearing) ของไม้ผลยืนต้นบางชนิดอีกด้วย (Ferree *et al.*, 1992) การศึกษาการตัดแต่งรากต้นลองกองทั้งในสภาพแปลงปลูกและจำกัดพื้นที่ปลูก (ต้นลองกองปลูกอยู่ในกระบะคอนกรีตขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร) สามารถชักนำการออกดอกและทำให้ในใบมีปริมาณอาหารสะสมในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างเพิ่มขึ้น (มนต์สรวง, 2546) และการตัดรากรูปแบบต่างๆ สามารถชักนำการออกดอกของลองกองได้ แต่วิธีการที่ทำให้ตาดอกสามารถยึดเป็นช่อดอกต่อไปได้มีเพียงการตัดรากเพียงด้านเดียวที่ระดับห่างจากลำต้น 30 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร โดยการตัดรากนี้จะมีผลต่อศักยภาพของน้ำในใบ ค่าการชักนำปากใบ และอัตราการสังเคราะห์แสงที่ลดลง (โนรี และสายัณห์, 2547)

7.4. การใช้สารพาโคลบิวทราโซล

สารที่ใช้ในการบังคับการออกดอกนอกฤดูในไม้ผลยืนต้นและมีการใช้อย่างแพร่หลายคือสารพาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol; PBZ) จัดอยู่ในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นสารยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินที่มีผลทำให้การเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบลดลงและส่งเสริมให้เกิดการออกดอกมากขึ้น (พีรเดช, 2537; Poerwanto *et al.*, 2006) สารพาโคลบิวทราโซลมีชื่อทางเคมีคือ [(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1, 2, 4-triazol-1-yl)pentan-3-ol] (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) โดยมีผลในการยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินในขั้นตอนการเกิดออกซิเดชันจาก kaurene ไปเป็นกรด kaurenoic โดยไปยับยั้งการทำงานของ cytochrome P450 ซึ่งเป็น coenzyme ในการทำงานของเอนไซม์ oxygenase ที่เป็นเอนไซม์ในกระบวนการเปลี่ยนแปลง kaurene ไปเป็นกรด kaurenoic ทำให้พืชมีปริมาณของจิบเบอเรลลินลดลง (Rademacher, 2000) การใช้สารพาโคลบิวทราโซลมีประสิทธิภาพมากในการชักนำให้ไม้ผลเขตร้อนขึ้นยืนต้นหลายชนิดออกดอกได้ ได้แก่ ทุเรียน (Subhadrabandhu and Kaiviparkbunyay, 1998) มังคุด (Poerwanto *et al.*, 2006) เป็นต้น สำหรับลองกอง การใช้สารพาโคลบิวทราโซลมีผลในการชักนำการออกดอกของลองกองได้ โดยการราดพาโคลบิวทราโซลร่วมกับการควั่นกิ่งก่อนการออกดอก 2 เดือน ทำให้ลองกองมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก ระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างในใบและเปลือกกิ่งเพิ่มขึ้น (อังคณา, 2550) นอกจากนี้ยังพบว่าสารพาโคลบิวทราโซลมีผลทำให้อัตราการใช้น้ำ ศักยภาพของน้ำในใบ และค่าชักนำปากใบลดลง จึงทำให้เกิดสภาวะเครียดน้ำและมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบลดลงจนสามารถกระตุ้นให้ต้นลองกองออกดอกได้ โดยการเกิดตาดอกเกิดขึ้นภายหลังให้สารประมาณ 1 เดือน (โนรี และสายัณห์, 2548) อย่างไรก็ตามการใช้สารพาโคลบิวทราโซลส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของตาดอก คือทำให้ตาดอกมีการเจริญเติบโตช้าและมีขนาดสั้น อีกทั้งมีฤทธิ์ตกค้างยาวนานถึง 6 เดือน (Lerslerwong *et al.*, 2011)

ตารางที่ 2 สรุปการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของล่องกองในช่วงระยะการออกดอก (x) และการตอบสนองของล่องกองทางสรีรวิทยาต่อวิธีการชักนำการออกดอก

ลักษณะทางสรีรวิทยา	การเปลี่ยนแปลง/ผลกระทบ			อ้างอิง
	ลดลง	คงที่	เพิ่มขึ้น	
อัตราการใช้น้ำ (water use)	X, การงดน้ำ, การควั่น/รัดกิ่ง, พาโคลบิวทราโซล			Sdoodee and Wongwongaree (2002)
ศักยภาพของน้ำในใบ (leaf water potential) และค่าชักนำปากใบ (stomatal conductance)	X, การงดน้ำ, การควั่น/รัดกิ่ง, การตัดราก พาโคลบิวทราโซล			Sdoodee and Wongwongaree (2002), Sdoodee and Singhabumrung (1996), โนรี และสายัณห์ (2547), โนรี และสายัณห์ (2548)
ความเต่งใบ (leaf turgor)	การงดน้ำ			Sdoodee and Singhabumrung (1996)
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC)			X, การตัดราก ควั่นกิ่งร่วมกับพา โคลบิวทราโซล พาโคลบิวทราโซล	มงคล และคณะ (2547), สุรจิตติ และคณะ (2539) อังคณา (2550)
ไนโตรเจน (TN)	X, พาโคลบิวทราโซล	X, การตัด ราก		ระวี และกานดา (2537) มงคล และคณะ (2547)
อัตราส่วนระหว่าง TNC และ TN			X	ระวีและกานดา (2537)

สรุป

การออกดอกของล่องกองมีความสัมพันธ์กับทั้งปัจจัยภายนอกและภายใน โดยช่วงแล้งเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมหลักที่มีผลต่อพัฒนาการในรอบปีของล่องกอง ปัจจัยดังกล่าวยังส่งผลร่วมกับวิธีการชักนำการออกดอกของล่องกอง อันได้แก่ การงดน้ำ การควั่นกิ่ง การรัดกิ่ง การตัดราก และการให้สารพาโคลบิวทราโซล ซึ่งมีผลทำให้ล่องกองตอบสนองต่อช่วงแล้งและวิธีการเหล่านี้ โดยมีการออกดอกเพิ่มขึ้น มีระดับการใช้น้ำภายในต้น ค่าศักยภาพของน้ำในใบและค่าการชักนำปากใบลดลง การสะสมอาหารในรูปของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่อยู่ในรูปโครงสร้างเพิ่มขึ้น และจากข้อมูลจากการศึกษาในไม้ผลยืนต้นชนิดอื่นๆ จึงคาดว่าวิธปฏิบัติเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการออกดอกของล่องกอง ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้เข้าใจถึงกลไกการออกดอกของล่องกองได้ดีขึ้น และสามารถนำไปปรับเพื่อจัดการให้ล่องกองมีการออกดอกอย่างเหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล. 2547. สภาพแวดล้อมกับการผลิตไม้ผลเขตร้อน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 184 หน้า.
 จำเป็น อ่อนทอง, สุรจิตติ ศรีกุล และมนตรี อิศวโรกรศีล. 2537. แนวทางการจัดการสวนล่องกอง. ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. สุราษฎร์ธานี. หน้า 41 – 43.
 จำเป็น อ่อนทอง, บุญส่ง ไกรศรพรสวรรค์, พิรุณ ตีระพัฒน์ และสายัณห์ ลีสมงวน. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์โบไฮเดรตและธาตุอาหารและคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมกับการออกดอกของล่องกอง. ว. วิทย. กษ. 37(3) : 203-212.

- นพรัตน์ บำรุงรัตน์. 2536. พืชหลักปักชำได้. บริษัท ปิรามิด จัดพิมพ์, กรุงเทพฯ. 184 น.
- โนรี อิดมาเอ และสายัณห์ สดุดี. 2547. ผลของการตัดรากและรัดกิ่งต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาและการพัฒนาของตาลองกอง. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 26(4): 455-466.
- โนรี อิดมาเอ และสายัณห์ สดุดี. 2548. ผลของการใช้สารพาโคลบิวทราโซลต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา การออกดอก และคุณภาพของตาลองกอง. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 27(3): 691 – 700.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอโมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ไดนามิคการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 196 น.
- เปรมปรี ฌ สงขลา. 2541. รวมกลยุทธตาลองกอง. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 108 น.
- มงคล แซ่หลิม, จรัสศรี นวลศรี, สายัณห์ สดุดี, จำเป็น อ่อนทอง, มูทิตา มีนุ่น และสุกัญญา จันทะชุม. 2547. การถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตตาลองกองในภาคใต้. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มงคล ศรีวัฒนวรชัย, พิมพ์วรรณ ต้นสกุล และไพรัตน์ นาควิโรจน์. 2522. การศึกษาสภาวะการออกดอกติดผล และคุณภาพผลของตาลองกองบางพันธุ์ในภาคใต้. รายงานการวิจัยประจำปี 2520-2522 ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มงคล หลิม, สายัณห์ สดุดี, สุภาณี ชนะวีระวรรณ และจำเป็น อ่อนทอง. 2544. รูปแบบการเจริญเติบโตและพัฒนาการในรอบปีของตาลองกองในภาคใต้. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 23(4): 462-478.
- มนต์สรวง เรืองขนาน. 2546. การเร่งการเจริญเติบโตและการชักนำการออกดอกของตาลองกอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท พืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- มณูญ ศิริพงษ์. 2543. การให้น้ำตาลองกอง. ใน : เทคโนโลยีการผลิตตาลองกอง. เอกสารประกอบคำบรรยายการอบรมเทคโนโลยีการผลิตตาลองกอง. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. หน้า 33-39.
- วี เสฐภักดี. 2543ก. การปลูกและการจัดทรงพุ่มตาลองกอง. ใน : เทคโนโลยีการผลิตตาลองกอง. เอกสารประกอบคำบรรยายการอบรมเทคโนโลยีการผลิตตาลองกอง. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. หน้า 21-24.
- วี เสฐภักดี. 2543ข. การออกดอก การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของตาลองกอง. ใน : เทคโนโลยีการผลิตตาลองกอง. เอกสารประกอบคำบรรยายการอบรมเทคโนโลยีการผลิตตาลองกอง. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. หน้า 27-32.
- วี เสฐภักดี และ กานดา ตันติยวงศ์. 2537. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจนในกิ่งตาลองกอง. การประชุมวิชาการไม้ผลแห่งชาติครั้งที่ 1 จังหวัดระยอง. 2 – 5 สิงหาคม 2537. หน้า 10.
- สุภกิตติ ศรีกุล, วรวิทย์ พันธุ์ยางน้อย และชาย ไชรวัด. 2539. เทคโนโลยีการผลิตตาลองกองให้มีคุณภาพ. ศูนย์วิจัยพืชสวน สุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 13 น.
- อังกณา ทิวาเวทย์. 2550. ผลของการใช้สารเคมี และการควั่นกิ่งต่อการออกดอกของตาลองกอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Chailakhyan, M.K. 1968. Internal factors of plant flowering. Ann. Rev. Plant Physiol. 19 : 1 – 37.
- Chen, W.S. 1987. Endogenous growth substance in relation to shoot growth and flower bud development of mango. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 360-363.
- Chen, W.S. 1990. Endogenous growth substance in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. HortScience 25 : 314-315.
- Fernandez-Escobar, R. and M. Benlloch. 1992. The time of floral induction in the olive. J. Amer. Soc. Hort Sci. 117(2) : 304 – 307.
- Ferree, D.C., S.C. Myers and J.R. Schupp. 1992. Root pruning and root restriction of fruit trees-current review. Acta Hort. 322, 153 – 166.
- Goldschmidt, E.E., M. Tamim and R. Goren. 1997. Gibberellin and flowering in citrus and other fruit trees : a critical analysis. Acta Hort. 463 : 201 – 208.
- Hanke, M.-V., H. Flachowsky, A. Peil and C. Hättasch. 2007. No flower no fruit – genetic potentials to trigger flowering in fruit trees. Genes, Genomes and Genomics 1(1) : 1 – 20.
- Lerslerwong, L., S. Tipparn and S. Chanaweerawan. 2011. Preliminary study to control flowering by trunk girdling and paclobutrazol in longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.). Proceeding : The International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits. Chiang Mai, Thailand. 29 November – 2 December 2011. page 83.
- Lim, M. and S. Yong. 1996. The phenology of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) in Southern Thailand. Proceeding : International Conference on Tropical Fruits. Kuala Lumpur, Malaysia. 23 – 26 July 1996. p 297 – 304.
- Nakagawa, M., C. Honsho, S. Kanzaki, K. Shimizu and N. Utsunomiya. 2012. Isolation and expression analysis FLOWERING LOCUST – like and gibberellin metabolism genes in biennial – bearing mango trees. Scientia Hort. 139 : 108 – 117.

- Poerwanto, R. Dfendi, D. Efendi, W.D. Widodo, S. Susanto and B.S. Purwoko. 2006. Off-season production of tropical fruits. *Acta Hort.* 772: 127-133.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellins biosynthesis and other metabolic pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51: 501 – 531.
- Salazar-Garcia, S. and C.J. Lovatt. 2000. Use of gibberellic acid to manipulate flowering in the 'HASS' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125(1) : 25 – 30.
- Sdoodee, S. and S. Singhabumrung. 1996. Physiological responses of longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) to water deficit. *In: Proc. Int. Con. Tropical Fruits (Vol. III)*, Kuala Lumpur, Malaysia, Jul. 23-26, 1996: 297-304.
- Sdoodee, S. and N. Wongwongaree. 2002. Assessment of the effect of water deficit on sapflow of longkong trees by heat-pulse method. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 24: 189 – 195.
- Subhadrabandhu, S. and K. Kaiviparkbunyay. 1998. Effect of paclobutrazol on flowering, fruit setting and fruit quality of durian (*Durio zibethinus* Murr.) cv. Chanee. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 32 : 73-83.

