การเปลี่ยนแปลงของยอดอ่อนกับอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการออกดอกของมังคุด

ยุวดี มานะเกษม[1]

Abstracts

Manakasem, Y. (1995). **Changes in Apices and Effect of Microclimate on Floral Initiation of Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.).** *Suranaree J. Sci. Technol. 2 : 15-20.*

Phenological cycle and the changes of apices of mangosteen *(Garcinia mangostana L.)* were investigated at Chanthaburi Horticultural Research Center from samples taken every fortnight. These samples were dissected under stereomicroscopy (10 to 64 times). The percent of apices induced to flower were then correlated with microclimatic factors. Among the microclimatic factors studied the minimum temperature was the most important factor which was highly correlated with the changes in apices followed by hours of sun shine and amount of rainfall. The regression analysis showed that increased minimum temperature for 1°C resulted in 10.5% decrease of flower induction. The study on the phenological cycle indicated that it would be effective to induce flower of mangosteen by such means as spraying chemical in mid to late September when the secondary leaves were fully expanded. However, the environmental condition from early November to mid December when minimum temperature was 21°C could induce the changes in apices from vegetative to reproductive stage, which result in 90% initiation in mid December.

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาช่วงและระยะเวลาการเกิดใบ การเจริญเติบโตของใบ การออกดอก และติดผล (phenological cycle) ของมังคุด พร้อมกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเป็นปลายยอดหรือยอดอ่อน (apices) โดยการลอก (dissecting) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอรีโอ พบว่า การที่จะบังคับให้มังคุดออกดอกเร็วขึ้นด้วยสารเคมีหรือปัจจัยอื่นๆ ควรทำเมื่อใบมังคุดชุดที่ 2 เป็นใบเพสลาด คือ ระหว่างกลางถึงปลายเดือนกันยายน ทั้งนี้ สำหรับมังคุดที่ปลูกที่ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี หรือบริเวณใกล้เคียง การชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุดโดยอิทธิพลสภาพแวดล้อม หรือภูมิอากาศจะเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนธันวาคม เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละวัน (เฉลี่ย 14 วัน) เท่ากับ 21°ซ. และเมื่ออุณหภูมิต่ำสุดลดลงหรือเพิ่มขึ้นทุกๆ 1°ซ. จาก 21°ซ. จะทำให้เปอร์เซ็นต์ การชักนำให้เกิดการออกดอกเพิ่มขึ้นหรือลดลง 10.5 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงของปลายยอดจากการเจริญทางลำต้น และใบไปเป็นทางดอกและผล เริ่มจากการที่ปลายยอดนูนเป็น 4 ส่วน แล้วเปลี่ยนแปลงเป็นกลมนูนประกบเข้าหากัน จากนั้นจะเป็นการพัฒนาของส่วนประกอบของดอก เช่น รังไข่ กลีบเลี้ยง และกลีบดอก จนกลายเป็นดอกที่สมบูรณ์ มังคุดก็จะออกดอกและติดผลต่อไป

Key words : Changes in apices, microclimate, floral initiation, phenological cycle,

---

[1] *Ph.D., สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000*

การศึกษาปรากฏการณ์ในรอบปี (phenological cycle) เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้เข้าใจถึงการเจริญเติบโตของใบ การออกดอก และติดผลของมังคุด ทั้งนี้เพื่อนำมาปรับใช้กับการจัดการให้ต้นมังคุดมีความอุดมสมบูรณ์ และออกดอกติดผลได้ดี เช่นเดียวกับได้มีการศึกษาและปฏิบัติมาแล้วในอโวกาโด (avocado) (Whiley et al., 1988) และบังคับให้ต้นมังคุดออกดอกเพื่อให้ได้ผลผลิตนอกฤดูกาล หรือขยายเวลาการผลิตออกไป นอกจากนั้นต้องศึกษาปัจจัยทางสภาพแวดล้อม หรือภูมิอากาศที่ชักนำให้ต้นมังคุดที่สมบูรณ์เกิดการเปลี่ยนแปลงของปลายยอด (apices) จากระยะเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative stage) ไปเป็นระยะให้ดอก ให้ผล (reproductive stage) และต้องศึกษาถึงสารเคมีที่ใช้บังคับให้มังคุดเกิดการชักนำให้เกิดตาดอกขึ้นก็เป็นสิ่งที่ต้องทราบ ดังนั้นการวิเคราะห์สารเคมีซึ่งเชื่อกันว่าเป็นฮอร์โมนพืช จึงควรจะทำการวิเคราะห์ในมังคุด เช่น ในพืชอื่นๆ ที่ทำมาแล้ว เช่น ในพืชไวต่อแสง (Pharis and King, 1985) หรือเป็นสารเคมีชลอ การเจริญเติบโต (growth inhibitor) เช่นในมะม่วง (Tome and Bonbad, 1992) ทั้งนี้เพื่อนำสารนั้นมาบังคับใช้กับมังคุดเมื่อสภาพแวดล้อมอำนวย ซึ่งจะทำให้ชาวสวนสามารถผลิตมังคุดได้ตามเวลาที่ต้องการ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของปลายยอดของมังคุด

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

เลือกต้นมังคุดที่มีอายุประมาณ 16 - 17 ปี มีขนาด และความสมบูรณ์เท่าๆ กัน จำนวน 10 ต้น ติดหมายเลขต้นตามลำดับเพื่อทำการสำรวจเก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีสหสัมพันธ์และรีเกรซชัน การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลทุกๆ สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2534 ถึงสิงหาคม 2535 เพื่อดูการแตกใบ การออกดอก และติดผลของมังคุด โดยการประเมินด้วยสายตาแล้วนำมาเฉลี่ย

ตอนที่ 2 ทำการเก็บตัวอย่างยอดมังคุดทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยเก็บตัวอย่างยอดมังคุดที่มีใบล่างลงมา 1 คู่ เป็นใบแก่ 10 ยอดต่อต้น จำนวน 10 ต้น การเก็บตัวอย่างเก็บแบบสุ่ม เก็บทั่วทั้งต้น และนำยอดตัวอย่างมาทำการลอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอรีโอ พร้อมถ่ายรูปภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ตอนที่ 3 นำข้อมูลทางสภาพแวดล้อมจากสถานีอากาศเกษตรพลิ้ว ซึ่งตั้งอยู่ในศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี เช่นกัน มาหาความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปลายยอดจากระยะเจริญทางลำต้น และใบไปเป็นระยะออกดอกและผล ข้อมูลทางสภาพแวดล้อมที่ใช้คือ อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ระยะเวลาที่มีแสงต่อวัน (ชม.) ปริมาณน้ำฝน (มม./วัน) ความชื้นสัมพันธ์สูงสุดและต่ำสุด (%) และอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 100 ซม. (องศาเซลเซียส)

การบันทึกข้อมูลบันทึก วัน เดือน ปี และเปอร์เซ็นต์การแตกใบอ่อน การเจริญของใบ (จากใบอ่อนเป็นใบแก่) เปอร์เซ็นต์การออกดอก ดอกบาน การติดผล จนถึงเก็บผลผลิต บันทึกเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงของปลายยอดจากระยะเจริญทางลำต้นและใบ ไปเป็นระยะออกดอกและผล ข้อมูลทางสภาพแวดล้อมหรือภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิต่ำสุดต่อวัน อุณหภูมิสูงสุดต่อวัน ระยะเวลาที่มีแสงต่อวัน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุด และอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 100 ซม. แล้วนำข้อมูลต่างๆ มาเฉลี่ยทุกๆ 14 วัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การพัฒนาของมังคุดในรอบปี

มังคุดมีการแตกใบอ่อน 2 ชุด ชุดแรกเริ่มปลายเดือนกรกฎาคม จนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (vegetative flush) ในกลางเดือนสิงหาคม และแตกใบอ่อน

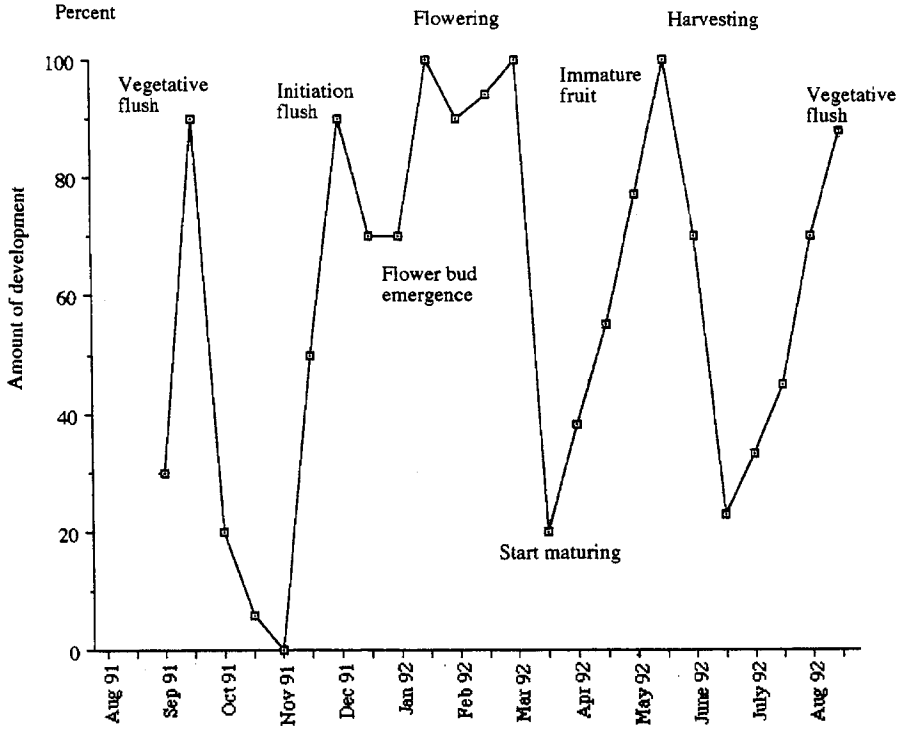

Figure 1. Mangosteen phenological cycle.

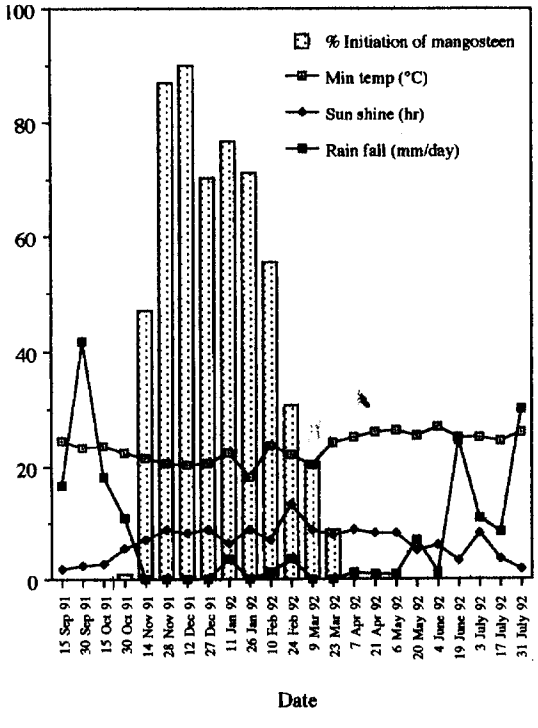

Figure 2. Microclimatic data and percent initiation of managosteen.

ชุดที่ 2 เริ่มต้นเดือนกันยายน จนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในกลางเดือนกันยายน (รูปที่ 1)

การชักนำให้เกิดตาดอก (flower bud induction) ของมังคุดเริ่มต้นเดือนพฤศจิกายน ยังผลให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และรูปร่างของปลายยอด (apices) จากระยะเจริญเติบโตของลำต้นและใบ ไปเป็นระยะดออกดอกและผล ในกลางเดือนพฤศจิกายน จากนั้นตาดอกเริ่มโผล่เห็นเป็นตาตูมสีม่วงแดงในต้นเดือนธันวาคม จนเห็นชัดทั่วๆ ไป เมื่อเกิดดอก 70 เปอร์เซ็นต์ ในกลางจนถึงปลายเดือนธันวาคม และดอกมังคุดจะเริ่มบานจนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในกลางเดือนมกราคม (รูปที่ 1 และ 2)

มังคุดเริ่มติดผลและเริ่มเจริญเติบโตจนถึงเก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม (รูปที่ 1)

2. การเปลี่ยนแปลงของปลายยอดที่ลอกดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอรีโอ

ในการเกิดใบ (รูปที่ 3) ปลายยอดของมังคุดจะแบน [รูปที่ 3 (c)] และเริ่มเจริญเติบโตนูนเป็น 4

เป็นที่ดอน โดยเฉลี่ย 4.4 ไร่/ครัวเรือน พื้นที่เพาะปลูกพืชส่วนใหญ่ อยู่ใกล้ที่อยู่อาศัย นอกจากปลูกพืชแล้ว ชาวบ้านในหมู่บ้านนี้มีการเลี้ยงปศุสัตว์เช่นเดียวกับบ้านตรม มีครัวเรือนที่เลี้ยงกระบือ ร้อยละ 79 ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมด เลี้ยงไก่ร้อยละ 73 สุกร ร้อยละ 47 เลี้ยงเป็ดและไก่ ร้อยละ 41 และ 95 ตามลำดับชาวบ้านมีโคและกระบือ โดยเฉลี่ย 2.7 ตัว และ 3 ตัว สุกร 0.8 ตัว เป็ด 2.6 ตัว และไก่ 8.6 ตัว

ชาวบ้านในหมู่บ้านนี้มีกิจกรรมเพาะปลูกทั้งปี สมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ จึงใช้แรงงานทั้งหมดในกิจการส่วนตัวในการทำฟาร์มซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ของรายได้

ตารางที่ 2. แสดงลักษณะของสองหมู่บ้านสำรวจในปี 2535.

ลักษณะ		บ้านตรม	บ้านหนองกก
จำนวนครัวเรือนทั้งหมด	(ครัวเรือน)	121	96
สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย	(คน)	4.4	4.9
ครัวเรือนที่ทำการเพาะปลูก	(ครัวเรือน)	95	76
	(ร้อยละ)	78.5	79.2
พื้นที่ถือครองทั้งหมด	(ไร่)		
บ้าน		1.2 (0.12 - 5)[1]	1.6 (0.25 - 5)
เพาะปลูก		19.0 (1 - 120)	16.5 (1 - 65)
พื้นที่นา		17.5 (0.2 - 90)	13.8 (2 - 50)
พื้นที่ไร่ + สวน		3.6 (0.25 - 30)	4.4 (1 - 15)
จำนวนปศุสัตว์ที่เลี้ยงโดยเฉลี่ย/ครัวเรือน[2]			
กระบือ		2.2 (72.7)[3]	3.0 (79.2)
โค		1.6 (48.8)	2.7 (72.9)
สุกร		0.8 (24.8)	0.8 (46.9)
เป็ด		7.1 (25.6)	2.6 (40.6)
ไก่		14.4 (90.9)	18.6 (94.8)
รายได้ของครัวเรือน		ในและนอกฟาร์ม	ส่วนใหญ่ในฟาร์ม
แหล่งพลังงานในการเพาะปลูก[4]			
ใช้กระบือ (ครัวเรือน)		34 (35.8)[5]	5 (6.6)
ใช้รถไถ (ครัวเรือน)		29 (30.5)	37 (48.7)
ใช้รถไถร่วมกับกระบือ, ครัวเรือน		30 (31.6)	33 (43.4)
พืชหลักที่ปลูก		ข้าว	ข้าว, ข้าวโพด, ถั่วลิสง, ผักกาดหัว

[1] *เฉลี่ย (พิสัย)*

[2] *เฉลี่ยจากครัวเรือนทั้งหมด*

[3] *ตัวเลขในวงเล็บเป็นร้อยละของครัวเรือนที่เลี้ยงกระบือโดยคิดจากจำนวนครัวเรือนทั้งหมด*

[4] *เฉพาะครัวเรือนที่ดำเนินกิจกรรมการเพาะปลูกเอง ไม่รวมให้ผู้อื่นเช่า*

[5] *ตัวเลขในวงเล็บคิดเป็นร้อยละของครัวเรือนที่ทำการเพาะปลูก*

ส่วน [รูปที่ 3 (d)] แล้วพัฒนาประกบกันเป็นคู่โดยมีตรงกลางแยกจนเจริญเป็นตาใบต่อไป [รูปที่ 3 (e)] ในการเกิดดอก หลังจากนูนเป็น 4 ส่วน แทนที่ปลายยอดจะเจริญประกบกันเป็นคู่ แล้วแยกออกแล้วเจริญเป็นตาใบ ปลายยอดกลับเปลี่ยนแปลงเป็นกลมนูนประกบเข้าหากันเกิดเป็นตาดอก [รูปที่ 3 (f)] และตรงกลางปลายยอดจึงพัฒนาเป็นรังไข่ (ovary) เป็นปลายเกสรตัวเมียและเป็นเกสรตัวผู้ที่เป็นหมัน (stigma and stami-nodes) ซึ่งในขณะเดียวกันนี้กลีบรองและกลีบดอก (sepal and petal) ก็พัฒนาไปพร้อมๆ กัน [รูปที่ 3 (g)] เมื่อเห็นตามังคุดจากภายนอกเป็นตาบวมสีม่วงแดงนั้นแสดงว่าทุกส่วนของดอกได้พัฒนาสมบูรณ์แล้ว [รูปที่ 3 (h)] จะไม่สามารถเห็นปรากฏการณ์ดังกล่าวระยะก่อนหน้านี้ ถ้าไม่ได้ลอกดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอรีโอ เมื่อดอกมังคุดเริ่มบานแล้วแกะกลีบดอกออกจะเห็นแกนกลางดอกดังรูปที่ 3 (i)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับการชักนำให้เกิดตาดอก

อุณหภูมิต่ำสุด ความยาวของวัน และปริมาณน้ำฝน ต่างก็มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุด โดยแสดงค่าดรรชนีสหสัมพันธ์ เท่ากับ - 0.780**, 0.458* และ - 0.472* ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งหมายความว่าถ้าอุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ชักนำให้เกิดตาดอกจะลดลง ถ้าความยาวของวันเพิ่มขึ้น การชักนำให้เกิดตาดอกจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าปริมาณฝนตกมากขึ้น การชักนำให้เกิดตกดอกลดลง เนื่องจากตาจะเจริญเป็นใบหรือเจริญทางด้านลำต้น และใบมากกว่าการให้ดอกให้ผล เช่น ในสตรอเบอร์รี (Guttridge, 1985) ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 100 ซม. ไม่แสดงค่าความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอก อิทธิพลเหล่านี้จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญทางลำต้นและใบมากกว่าการให้ดอกให้ผล เช่น ในแอปเปิล (Tromp, 1976; 1980) ดังนั้น อุณหภูมิต่ำสุดมีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุดมากกว่าสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่ศึกษาจากค่าสหสัมพันธ์ที่แสดงใน (ตารางที่ 1) และจากการวิเคราะห์ Multiple Regression ได้สมการ Multiple Linear Regression ดังนี้

$$\begin{aligned} Y &= 280.961 - 10.547^{*} \text{ min temp.} \\ &\quad + 0.893^{ns} \text{ sun shine hr.} \\ &\quad - 0.876^{ns} \text{ rainfall} \\ R^2 &= 0.61^{**} \end{aligned}$$

มีความเป็นไปได้ 61 เปอร์เซ็นต์ ($R^2 = 0.61^{**}$) และได้ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรซชันของอุณหภูมิต่ำสุด คือ b = $- 10.547^{**}$ แสดงว่า เมื่ออุณหภูมิต่ำสุดลดลงหรือเพิ่มขึ้น 1°ซ. จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกเพิ่มขึ้นหรือลดลง 10.5 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 21°ซ จะเริ่มเกิดการชักนำตาดอกในมังคุด (สมการ และรูปที่ 1 และ 2) อุณหภูมิต่ำชักนำให้เกิดตาดอกในพืชที่ผ่านระยะหนุ่มสาวหรือเจริญเต็มที่แล้ว ซึ่งพบในพืชหลายชนิดด้วยกัน เช่น เชอร์รี่ และพืชในตระกูลกุหลาบ (Rosaceae) (Abbott et al., 1975).

จากการที่รู้ว่ามังคุดเริ่มแตกใบอ่อน (ชุดที่ 2) ในต้นเดือนกันยายน ซึ่งหลังจากแตกใบชุดนี้แล้วมังคุดจะเกิดการชักนำให้เกิดตาดอก ดังนั้นการที่จะบังคับให้มังคุดออกดอกเร็วขึ้นหรือมากขึ้นควรจะทำเมื่อใบชุดที่ 2 นี้เป็นใบเพสลาด (young fully expanded leaves) ในกลางเดือนกันยายน และเพื่อให้เกิดดอกมากขึ้นในกลางถึงปลายเดือนพฤศจิกายนหรือจะยืดเวลาออกดอกด้วยการบังคับต่างๆ ควรจะทำให้ตอนกลางถึงปลายเดือนพฤศจิกายน

จากการทดลองนี้พบว่าที่อุณหภูมิต่ำสุด 21°ซ มังคุดจะเริ่มเกิดการชักนำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและรูปร่างของปลายยอดจากระยะเจริญเป็นลำต้นและใบไปเป็นระยะให้ดอกและผล ดังนั้นควรจะเลือกปลูกมังคุดในที่ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายนไม่เกิน 21°ซ และอุณหภูมิต่ำสุดที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้น 1°ซ จะทำให้เปอร์เซ็นต์การชักนำให้เกิดตาดอกเพิ่มขึ้นหรือลดลงประมาณ 10.5 เปอร์เซ็นต์

Table 1. The correlation between percentage induced to flower of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) and maximum and minimum temperature (° C), sun shine hour (hr), rainfall (mm/day), maximum and minimum relative humidity (%) and soil temperature at the depth of 100 cm.

Climatic data (everage every fortnight)	Percentage induced to flower
Maximum temperature	0.271ns
Minimum temperature	- 0.780**
Sun-shine-hr	0.458*
Rainfall	- 0.472*
Maximum relative humidity	- 0.296^{ns}
Minimum relative humidity	- 0.075^{ns}
Soil temperature	- 0.326^{ns}

*ns, *, ** = not significant, significant at 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.*

ผลการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ฮอร์โมนพืชที่ชักนำให้เกิดตาดอกของมังคุด โดยการเก็บใบอ่อนหรือยอดของมังคุดของใบชุดที่ 2 มาวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมน

เอกสารอ้างอิง

Abbott, D.L., Rubach, M., and Bishop, S.N. (1975). Factors influencing flower initiation. Report of Long Ashton Research Station for 1974, pp. 32-34.

Bannister, P. (1976). Introduction to Physiological Plant Ecology. University of Sterling. pp. 9-35.

Guttridge, C.G. (1985). *Fragaria ananassa.* In CRC Handbook of Flowering. A.H. Halevy, ed., Vol.III, pp. 16-33. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.

Pharis, P.R. and King, R.W. (1985). Gibberellins and reproductive development in seed plants. Ann Rev Plant Physiol 36 : 517-568.

Tome, M.E.P. and Bonbad, N.D. (1992). Regulation of mango flowering with Paclobutrazol and KNO3. Acta Horticulturae, In Press.

Tromp, J. (1976). Flower bud formation and shoot growth in apple as affected by temperature. Scientia Horticulturae 5:331-338.

Tromp, J. (1980). Flower bud formation in apple under various day and night temperature regimes. Scientia Horticulturae 13: 235-243.

Whiley, A.W., Saranah, J.B., Cull, B.W. and Pegg, K. G. (1988). Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Queensland Agricultural Journal. 114 (1) : 29-36