บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) มีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของจีน และอาจมีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของเวียดนาม ประเทศที่มีการผลิตลิ้นจี่มากได้แก่ ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ไต้หวัน ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย แอฟริกา บราซิล และสหรัฐอเมริกา ในมลรัฐ ฟลอริด้า และ ฮาวาย (Yaacob and Subhadrabandhu, 1995)

การผลิตลิ้นจี่ในประเทศไทย

ภาคเหนือเป็นแหล่งผลิตลิ้นจี่ที่สำคัญของประเทศไทย ทั้งนี้การขยายตัวของพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ค่อนข้างจำกัด เนื่องจากลิ้นจี่ต้องการสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตที่จำเพาะ และไม่สามารถคาดการณ์ผลผลิตของลิ้นจี่ได้เนื่องจากลิ้นจี่มีปัญหาการออกดอกไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะสภาพอากาศในฤดูหนาวมีอิทธิพลต่อการออกดอกของลิ้นจี่ (Yaacob and Subadrabandhu, 1995)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของลิ้นจี่

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของลิ้นจี่ทำได้ยากเนื่องจากไม่สามารถพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณผลผลิต และความต้องการของตลาด ราคาของผลผลิตจึงไม่แน่นอน ระยะเวลาในการคืนทุนของลิ้นจี่จะประมาณ 8 ปี (ตารางที่ 2 ,3) ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อกำไรคือ ราคาผลผลิต และต้นทุนในการปลูก และดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการตลาด สำหรับการผลผลิตลิ้นจี่ในรัฐควีนสแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ต้นทุนในการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 32 % ของต้นทุนทั้งหมด ในขณะที่การตลาดเท่ากับ 25 % และต้นทุนการปลูกใช้เพียง 6.5 % ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการที่จะลดต้นทุนการปลูก ดังนั้นวิธีการทำให้ได้กำไรมากขึ้นจึงอยู่ที่การเพิ่มผลผลิต (Subhadrabandhu , 1990)

ตารางที่ 2 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน (ต่อไร่)

พื้นที่ดอน

ปีที่	ต้นทุน (บาท)	ผลผลิต (ก.ก.)	รายได้ (บาท)	กำไร (บาท)	กำไรสะสม(บาท)
1	2,875	-	-	-2,875	-2,878
2	2,100	-	-	-2,100	-4,975
3	2,300	-	-	-2,300	-7,275
4	2,900	75	1,500	-1,400	-8,675
5	3,800	250	5,000	+1,200	-7,474
6	4,800	500	10,000	+6,100	-1,375
7	4,800	750	15,000	+10,200	+8,825
8	4,800	1,250	25,000	+20,200	+29,025
9	4,800	1,250	25,000	+20,200	+49,225
10	4,800	1,250	25,000	+20,200	+69,425

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตารางที่ 3 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน (ต่อไร่)

พื้นที่ลุ่ม

ปีที่	ต้นทุน (บาท)	ผลผลิต (ก.ก.)	รายได้ (บาท)	กำไร (บาท)	กำไรสะสม(บาท)
1	7,575	-	-	-7,575	-7,575
2	2,800	-	-	-2,800	-10,375
3	3,000	-	-	-3,000	-13,375
4	3,600	75	1,500	-2,100	-15,475
5	4,500	250	5,000	+500	-14,975
6	4,600	500	10,000	+5,400	-9,575
7	5,500	750	15,000	+9,500	-75
8	5,500	1,250	25,000	+19,500	+19,425
9	5,500	1,250	25,000	+19,500	+38,925
10	5,500	1,250	25,000	+19,500	+58,425

หมายเหตุ

1. ราคาผลผลิตเฉลี่ยกิโลกรัมละ 20 บาท
2. จุดคุ้มทุนปีที่ 7 และ 8 ตามลำดับ

ที่มา : สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ (2540)

การออกดอกของลิ้นจี่

ศรีมูล (2538) ได้กล่าวถึงลักษณะของดอกลิ้นจี่พอจะแยกออกได้ 3 ลักษณะ คือ

1.ดอกที่ทำหน้าที่ดอกตัวผู้ จะมีลักษณะดอกสีเหลืองอ่อน ชูก้านตัวผู้สูงออกมา 6-8 ก้าน ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร ยอดเกสรตัวเมียไม่เจริญ ดอกลักษณะนี้จะไม่ติดผล แต่จะมีส่วนช่วยให้ดอกลักษณะเป็นดอกสมบูรณ์เพศและดอกตัวเมียติดผล

2.ดอกที่ทำหน้าที่ดอกสมบูรณ์เพศจะมีลักษณะดอกชูก้านเกสรตัวผู้ออกมาไม่สูงนัก และชูยอดเกสรตัวเมียตรงกลางดอกใหญ่ ดอกสมบูรณ์เพศมีละอองเกสรตัวผู้แต่ไม่มีประสิทธิภาพอาศัยการผสมข้ามดอกจากดอกที่มีลักษณะตัวผู้จึงเกิดเป็นผล

3.ดอกที่ทำหน้าที่เป็นดอกตัวเมีย จะมีลักษณะดอกไม่ชูก้านเกสรตัวผู้ จะชูยอดเกสรตัวเมียสีขาวให้เห็นเด่นชัด ถ้าสังเกตให้ดีดอกตัวเมียจะไม่มีขนและดอกค่อนข้างใหญ่

เขายังได้แบ่งช่วงของการเจริญเติบโตในลิ้นจี่เป็น 5 ช่วง คือ

1.การแตกใบอ่อนครั้งที่ 1 ใช้เวลา 60 วัน คือระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง สิงหาคม

2.การแตกใบอ่อนครั้งที่ 2 ใช้เวลา 60 วัน คือระหว่างเดือน กันยายน ถึง ตุลาคม

3.การแตกใบอ่อนครั้งที่ 3 ใช้เวลา 60 วัน คือ ระหว่างเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม

4.การออกดอก ใช้เวลา 60 วัน คือระหว่างเดือน ธันวาคม ถึง กุมภาพันธ์

5.การติดผลจนถึงการเก็บเกี่ยว ใช้เวลา 90 วัน

การออกดอกของลิ้นจี่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการยับยั้งการเจริญเติบโตทางกิ่งใบและการกระตุ้นการออกดอก (Menzel, 1983) อุณหภูมิต่ำ (10-20 °ซ) สามารถชักนำให้ลิ้นจี่ออกดอก (ธนัท, 2538) ลิ้นจี่ในภาคใต้ของ รัฐควีนสแลนด์ประเทศออสเตรเลีย เส้นรุ้งที่ 27 ° ใต้ ลิ้นจี่พันธุ์เบามีการพัฒนาของช่อดอก (reproductive development) หลายระยะด้วยกัน (ตารางที่ 4) เริ่มต้นจากการเกิดช่อดอกใช้เวลา 6-8 เดือน หลังจากการเก็บเกี่ยว (ในเดือน พฤษภาคม ถึงเดือน มิถุนายน สำหรับพันธุ์เบา ระยะที่สองคือการเจริญเติบโตของช่อดอก ระยะที่สามคือการบานของดอก มีการแตกของอับเกสรและมีการถ่ายละอองเกสร และระยะที่สี่คือการติดผล มีการเจริญเติบโตของเปลือกหุ้มเมล็ด คัพภะ และเปลือกหุ้มเมล็ด มีการเจริญเติบโตของใบเลี้ยง และเริ่มมีการเจริญเติบโตของ aril และมีการเจริญเติบโตของ aril ช่วงเวลาที่ใช้แต่ละระยะแตกต่างไปและขึ้นอยู่กับ genotype และสิ่งแวดล้อม (Menzel, 1984)

ตารางที่ 4 ระยะการพัฒนาตั้งแต่ออกดอกจนถึงผลแก่ของลิ้นจี่ (Menzel, 1984)

ระยะการเจริญเติบโต	ช่วงเวลาที่ใช้(สัปดาห์)	เดือน
1. การเกิดช่อดอก (panicle differentiation)	2-4	พ.ค.-มิ.ย.
2. การเจริญเติบโตของช่อดอก (panicle growth)	5-8	ก.ค.-ส.ค.
3. การบานของดอก (antihesis and polination)	3-6	ส.ค.-ก.ย.
4. การติดผล (fruitset-fruit maturity)		
4.1 การเจริญของเปลือกหุ้มผล , embryo และ เปลือกหุ้มเมล็ด		ต.ค.-ธ.ค.
4.2 การเจริญของใบเลี้ยงและเริ่มมีการเจริญเติบโตของ aril		
4.3 การเจริญและพัฒนาของ aril		

สรีรวิทยาการออกดอก

การออกดอกของพืชเป็นกระบวนการทางสรีรวิทยาที่ซับซ้อน โดยมีปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ แสง อุณหภูมิ น้ำ และสารเคมี ตลอดจนสภาพแวดล้อมภายในพืชเองได้แก่ ปริมาณอาหารในพืช อายุ ความพร้อมของพืช พันธุกรรม และ ฮอร์โมนภายในพืช (สมบุญ, 2537) การออกดอกของพืช เป็นการเปลี่ยนแปลงจากสภาพการเจริญทางกิ่งใบมาเป็นการเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ (พีรเดช, 2537) เพราะดอกคืออวัยวะสืบพันธุ์ของพืชชั้นสูง หลังจากที่พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านสาขาจนถึงอายุที่มีความพร้อมที่จะออกดอกก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นซึ่งจะส่งผลให้เกิดการออกดอก การเปลี่ยนแปลงภายในพืชจะถูกกระตุ้นจากสภาพแวดล้อม เช่น ความยาวของวัน อุณหภูมิ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ความชื้นในดิน และสารควบคุมการเจริญเติบโต (ดนัย, 2539)

การที่จะควบคุมการออกดอกของไม้ผลจะต้องศึกษาอุปนิสัยการออกดอกของไม้ผลชนิดนั้นๆ เช่น ไม้ผลบางชนิดมีอุปนิสัยการออกดอกที่ปลายกิ่ง บางชนิดออกดอกที่กิ่งใหญ่หรือที่ลำต้น หรือ ไม้ผลบางชนิดออกดอกบนกิ่งอายุ 1 ปี บางชนิดออกดอกบนกิ่งอายุมากกว่า 1 ปี เป็นต้น การศึกษาดังกล่าวจะช่วยให้การปฏิบัติดูแลไม้ผลทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ธนัท, 2538)

เคยมีผู้เสนอว่าการออกดอกของพืชควบคุมโดยฮอร์โมนชนิดหนึ่งที่พืชสร้างขึ้น เรียกว่าฟลอริเจน (florigen) แต่จนกระทั่งปัจจุบันยังไม่มีผู้ใดสกัดฟลอริเจนจากพืชได้เลย และ

ไม่สามารถให้ความกระจ่างได้ว่าฟลอริเจนมีจริงหรือไม่ (พีรเดช, 2537) ดังนั้น ในปัจจุบันทฤษฎี florigen จึงไม่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป (Kinet *et al* ., 1985)

อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่ง N ที่พืชมีอยู่นั้นมีผลต่อเมตาบอลิซึมและการเคลื่อนย้ายสารควบคุมการเจริญเติบโตภายในพืช ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาดอกและการแสดงออกของเพศดอก จากเหตุผลนี้จึงทำให้มีผู้เข้าใจผิดว่าการออกดอกเกี่ยวข้องกับ C/N (Kinet *et al* . 1985)

Menzel *et al.* (1995) รายงานว่า ในต้นลิ้นจี่ที่ออกดอกซึ่งเห็นตาดอกแล้วจะมีปริมาณแป้งในทุกส่วนของต้นสูงกว่าต้นที่กำลังเริ่มแตกใบอ่อน เช่นเดียวกับ ธวัชชัย (2524) รายงานว่า Total Nonstructural Carbohydrate (TNC) ในใบหรือในยอด (stem apex) จะเพิ่มขึ้นช่วงก่อนการออกดอกหรือแตกใบอ่อน ส่วนปริมาณ Total nitrogen (TN) ในใบและยอดไม่เกี่ยวข้องกับการออกดอกหรือแตกใบอ่อน นอกจากนี้ Scholefield *et al* (1984) พบว่า ในอะโวกาโดจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต (แป้ง) สูงในช่วงที่มีการพัฒนาดอกแต่จะมีปริมาณต่ำในช่วงแตกใบอ่อน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกดอก

1. แสง เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกระบวนการสร้างอาหารของพืชและการสะสมสารอาหารในพืชโดยทั่วไปพืชส่วนใหญ่ต้องการความเข้มแสงสูงในการออกดอก (สมบุญ, 2538) แสงมีผลต่อการออกดอกทั้งในแง่ของช่วงเวลาที่ได้รับแสง (photoperiod) คุณภาพแสง (wave length) และ ปริมาณพลังงานแสง (radiant energy) โดยแสงทั้งสามส่วนมักจะมีผลกระทบต่อการออกดอกอย่างมีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction) (ดนัย, 2539)

2.อุณหภูมิ ในไม้ผลหลายชนิดต้องการอากาศเย็นช่วงหนึ่งก่อนการออกดอก เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย เงาะ และความต้องการอากาศเย็นของพืชแต่ละชนิดหรือแต่ละพันธุ์แตกต่างกันไปโดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายใน ทำให้พืชชะงักการเจริญทางกิ่งใบจึงมีผลกระตุ้นการออกดอกได้ (พีรเดช, 2537) Menzel (1989) รายงานว่า ในลิ้นจี่พันธุ์ Kwai May Pink เมื่ออุณหภูมิรากสูงกว่า 20 องศาเซลเซียสจะทำให้เกิดการออกดอกน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ Batten and McConchie (1995) ซึ่งรายงานว่า ลิ้นจี่ที่ปลูกในที่มีอุณหภูมิสูงจะไม่ออกดอก และเมื่อย้ายไปที่มีอุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลานาน 39 วัน จะทำให้เกิดการออกดอกได้ นอกจากนี้ สมบุญ (2538) ได้กล่าวว่าการกระตุ้นหรือชักนำการออกดอกของพืชโดยได้รับความหนาวเย็นในสภาพที่มีความชื้นสูง เรียกว่า เวอร์นาไลเซชัน (vernalization) เนื้อเยื่อที่ตอบสนองต่อความหนาวเย็นในกระบวนการเวอร์นาไลเซชัน คือ เนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอด พืชต่าง

ชนิดกันต้องการอุณหภูมิในการเวอร์นาไลเซชันต่างกัน ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำจะทำให้ระยะเวลาในการเวอร์นาไลซ์สั้นลง และถ้าระยะเวลาในการเวอร์นาไลซ์เท่ากันการใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจะมีผลทำให้พืชออกดอกเร็วกว่าการใช้อุณหภูมิสูงกว่า อย่างไรก็ตามการให้พืชได้รับอุณหภูมิต่ำนานเกินไปอาจมีผลกระทบทำให้การออกดอกของพืชลดลงหรืออาจไม่ออกดอกเลยก็ได้ ส่วนภายหลังเกิดกระบวนการเวอร์นาไลเซชันของพืชแล้ว ถ้าปล่อยให้พืชได้รับอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้พืชไม่ออกดอก ปรากฏการณ์ที่พืชผ่านการเวอร์นาไลเซชั่นแล้วสูญเสียผลของการเวอร์นาไลเซชั่น เรียกว่า ดีเวอร์นาไลเซชั่น (devernalization) และอาจทำให้กลับมาอยู่ในสภาพเวอร์นาไลเซชั่นได้อีกถ้าให้อุณหภูมิต่ำแก่พืช Chaikiattiyos (1994) และ Menzel (1983) รายงานว่าอุณหภูมิต่ำสามารถกระตุ้นการสร้างตาดอกในลิ้นจี่ได้

3. ความชื้นในดิน ในสภาพที่พืชขาดน้ำหรือเกิดความเครียดเนื่องจาก (water stress) จะเป็นตัวชักนำให้เกิดการสร้างตาดอก (สมบุญ, 2538) ในไม้ผลหลายชนิดต้องการช่วงแล้งก่อนการออกดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประกอบกับสภาพอากาศเย็นก็จะช่วยกระตุ้นให้ออกดอกได้มากขึ้น (พีรเดช, 2537) ในมลรัฐควีนส์แลนด์ประเทศออสเตรเลียเมื่อต้นลิ้นจี่ได้รับความเย็นร่วมกับความเครียดน้ำจะทำให้ลิ้นจี่เกิดตาดอกมากขึ้น (Menzel, 1983) และ Menzel (1989) ยังรายงานว่าความเครียดน้ำและอุณหภูมิต่ำทำให้เกิดการชงักการเจริญทางกิ่งใบ

4. การตัดแต่งกิ่ง สามารถใช้บังคับการออกดอกของไม้ผลบางชนิด เช่น น้อยหน่า เป็นการลดการเจริญเติบโตทางใบ และทำให้ใบใหม่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูง ทำให้มีอาหารสะสมสำหรับการออกดอกมากขึ้น (พีรเดช, 2537) การตัดแต่งกิ่งลิ้นจี่ในฤดูหนาวช่วยกระตุ้นให้เกิดการแตกใบอ่อนก่อนการออกดอกเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่ง (Menzel *et al*., 1996)

5. พันธุ์ พืชต่างพันธุ์กันมีความสามารถในการออกดอกไม่เท่ากัน เช่นลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยจะออกดอกได้ยากกว่าลิ้นจี่พันธุ์ค่อมเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมของภาคกลาง (พีรเดช, 2537) และการคัดเลือกพันธุ์จะเปิดโอกาสให้ลิ้นจี่ออกดอกดีขึ้น (Menzel, 1983) ลิ้นจี่ต้องการสภาพทางนิเวศน์วิทยาที่จำเพาะมากกว่าพืชชนิดอื่น การคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่จึงมีความสำคัญสำหรับการผลิตในเชิงการค้า ดังนั้น สภาพพื้นที่ปลูก สภาพแวดล้อม และการจัดการที่ดี จึงมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตลิ้นจี่ (Yaacob and Subhadrabandhu ,1995)

6. อายุของพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่กำหนดการออกดอกของพืช ในไม้ผลการเจริญเติบโตทางกิ่งใบสลับกับการออกดอกนั้นจะควบคุมการออกดอกได้ยากกว่า เนื่องจากช่วงอายุระหว่างการเติบโตทางกิ่งใบและการออกดอกไม่มีกำหนดตายตัวที่แน่นอน การออกดอกของพืชเหล่านี้มักขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เป็นสำคัญ (พีรเดช, 2537)

7. ฮอร์โมน อาจกล่าวได้ว่าฮอร์โมนเป็นผลสรุปของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกดอก เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเกือบทุกปัจจัย ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบถึงระดับฮอร์โมนภายในทั้งสิ้น ในช่วงที่มีการออกดอกพบว่าปริมาณจิบเบอเรลลินจะลดระดับลง มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้น ส่วนออกซินและไซโตไคนินอาจเกี่ยวข้องกับการออกดอกเช่นกัน ดังนั้นการออกดอกอาจควบคุมโดยระดับความสมดุลย์ระหว่างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโต แต่แนวความคิดนี้มีความเป็นไปได้หรือไม่นั้นยังไม่มีใครให้คำตอบได้ (พีรเดช, 2537)

ปัญหาการออกดอกของลิ้นจี่

ลิ้นจี่มีปัญหาหลักที่สำคัญมาก คือ การออกดอกไม่สม่ำเสมอ (irregular bearing) (Menzel , 1984) เช่น การออกดอกเว้นปี หรือออกดอกปีเว้น 2 ปี ถึง 3 ปี (ธวัชชัย , 2524) ทำให้ผลผลิตต่ำและไม่สามารถรักษาปริมาณผลผลิตให้คงที่ได้ในแต่ละปี (Olesen *et al*. , 1996) ดังนั้นจึงมีการใช้สารเคมีเพื่อแก้ไขปัญหาการออกดอกลองลิ้นจี่ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการออกดอกในลิ้นจี่

ผู้ทำการวิจัย , ปี ประเทศที่ทำการทดลอง	พืช , พันธุ์	สารเคมี	ปริมาณสารที่ใช้และวิธีการใช้	ผลการทดลอง
Chaitrakulsup *et al*. (1992 a) ไทย	ลิ้นจี่ พันธุ์ ฮงฮวย	paclobutrazol	2 ,4 ,8 และ 16 กรัม (ai) ราดโคนต้นเปรียบเทียบกับ 125 ,250 และ 500 สตล โดยการพ่น	พบว่า การให้สารไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอกในขณะที่การให้ทางดินทำให้ความยาวของช่อดอกสั้นกว่าการพ่นและ control
Chaitrakulsup *et al*. (1992 b) ไทย	ลิ้นจี่ พันธุ์ ฮงฮวย	Paclobutrazol ร่วมกับ Ethephon	การทดลองที่ 1 พ่นpaclobutrazol 1 ครั้ง ตามด้วย ethephon 2 ครั้ง	พบว่าทุกวิธีการไม่มีผลต่อการออกดอก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผู้ทำการวิจัย , ปี ประเทศที่ทำการทดลอง	พืช, พันธุ์	สารเคมี	ปริมาณสารที่ใช้และวิธีการใช้	ผลการทดลอง
			ในอัตรา 500:(300:300), 750:(400:400), และ1,000 (500 : 500) สตล การทดลองที่ 2 พ่นpaclobutrazol 1 ครั้ง ตามด้วย ethephon 1 ครั้ง ในอัตรา 500:300,750:400 และ 1,000:500 สตล	
Chaitrakulsup *et al.* (1992 c) ไทย	ลิ้นจี่ พันธุ์ ฮงฮวย	Paclobutrazol และ ethephon	การทดลองที่ 1 paclobutrazol พ่นทางใบอัตรา 500,1,000 และ 1,500 สตล เทียบกับให้ทางดิน อัตรา0.5,1.0 และ 1.5 กรัม (ai) การทดลองที่ 2 paclobutrazol พ่นทางใบ 1 ครั้ง หรือ 2 ครั้ง อัตรา	การทดลองที่ 1 และ 2 พบว่าทุกวิธีการไม่มีอิทธิพลต่อการออกดอก ส่วนการทดลองที่ 3 พบว่าการใช้สารเคมีทำให้มีการออกดอกเพิ่มขึ้น 3 เท่า เมื่อเทียบกับการไม่ได้พ่นสาร

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผู้ทำการวิจัย , ปี ประเทศที่ทำการทดลอง	พืช , พันธุ์	สารเคมี	ปริมาณสารที่ใช้และวิธีการใช้	ผลการทดลอง
			300:100,700:200 ,1,500:400,300: (100:100),700: (200:200)และ 1,100: (300:300) สตล การทดลองที่ 3 paclobutrazol พ่นทางใบ 1 ครั้ง ตามด้วยการพ่น ethephon 2 ครั้ง อัตรา 500:(300 :300) และ 1,500: (500:500) สตล	
อรพิน (2532) ไทย	ลิ้นจี่ พันธุ์ ค่อม	paclobutrazol	พ่นpaclobutrazol อัตรา 0 ,500 , 1,000 , 1,500 และ 2,000 สตล ให้ทางดินใน อัตรา 0 , 5 ,10 และ 20 กรัม(ai)	พบว่า การให้ทางดินได้ผลดีกว่าการพ่นทางใบโดยที่ระดับความเข้มข้น 5 กรัม (ai) ต่อต้นให้เปอร์เซ็นต์ช่อดอกต่อต้นสะสมสูงสุด (54.24 เปอร์เซ็นต์) แต่การทดลองครั้งนี้พบว่า ความแปรปรวนของการออกดอกของลิ้นจี่ในทุกกรณีมีอยู่สูง อาจมีปัจจัยจากความสมบูรณ์ของต้นและสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น อุณหภูมิต่ำ

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผู้ทำการวิจัย , ปี ประเทศที่ทำการทดลอง	พืช , พันธุ์	สารเคมี	ปริมาณสารที่ใช้และวิธีการใช้	ผลการทดลอง
Menzel and Simpson (1990)	ลิ้นจี่ 3 พันธุ์ คือ Bengel , Kwai May Ping , และ Taiso	paclobutrazol	พ่นpaclobutrazol ทางใบอัตรา 1,000, 2,000 และ 4,000 สตล โดยพ่นถึงจุด run off และรดทางดินอัตรา0.25,0.5 และ 1 กรัม/ตร.ม ใต้ทรงพุ่ม	พบว่าการให้ paclobutrazol ทุกวิธีการไม่สามารถเพิ่มการออกดอกของลิ้นจี่ได้

ไซโตไคนิน (Cytokinin)

การค้นพบฮอร์โมนพืชในกลุ่มนี้เริ่มจากการศึกษาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชโดย Haberlandt พบว่า มีสารชนิดหนึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อพืชซึ่งสามารถกระตุ้นให้เซลล์พาร์เรนไคมาในหัวมันฝรั่งกลายเป็นเนื้อเยื่อเจริญ กล่าวคือสารชนิดนี้สามารถชักนำให้เกิดการแบ่งเซลล์ (Wareing and Phillips, 1978) ไซโตไคนินที่พืชสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ คือสารซีอาติน (zeatin) ส่วนสารสังเคราะห์ในกลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ ไคเนติน (kinetin) BAP (6-benzyaminopurine) สารกลุ่มนี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์และกระตุ้นการเจริญทางด้านลำต้นของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้าง และยังใช้กันมากในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อกระตุ้นการเจริญของก้อนแคลลัส (callus) (พีรเดช, 2537)

Bernier *et al.* (1985) รายงานว่า การสร้างไซโตไคนินที่ระบบรากและส่งต่อไปยังบริเวณปลายยอด ดังนั้น รากจึงเป็นส่วนสำคัญในการส่งไซโตไคนินไปยังใบและป้องกันการเสื่อมสลายของใบและเป็นหลักฐานที่สำคัญชี้ให้เห็นว่าไซโตไคนินมีการเคลื่อนที่สู่ยอด ยิ่งไปกว่านั้นยังพบ ไซโตไคนินในท่อน้ำซึ่งมาจากระบบราก (คนัย, 2539)

ถึงแม้ปลายรากจะเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของไซโตไคนิน แต่มีการพบว่าในพืชหลายชนิด ลำต้นก็สามารถจะสร้างไซโตไคนินที่จำเป็นได้เช่นกัน การลำเลียงของไซโตไคนินโดยเฉพาะ zeatin และ zetin riboside เกิดขึ้นใน xylem อย่างแน่ชัดแต่ใน sieve tube ก็สามารถพบไซโตไคนินได้เช่นกันในรูป glucosides (นพคล, 2537)

การสังเคราะห์ไซโตไคนินในต้นพืชเกิดโดยการ substitution ของ side chain บนคาร์บอนอะตอมที่ 6 ของอะดีนีน ซึ่ง side chain ของไซโตไคนินในสภาพธรรมชาติประกอบด้วยคาร์บอน5 อะตอม จึงเป็นการชี้ให้เห็นว่าเกิดมาจากวิถีการสังเคราะห์ไอโซพรีนอยด์ (isoprenoid) (ดนัย, 2539)

การสลายตัวของไซโตไคนินสามารถถูกทำลายโดยการออกซิเดชั่นทำให้ side chain หลุดออกจากกลุ่มอะดีนีนติดตามด้วยการทำงานของเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (xanthine oxidase) ซึ่งสามารถออกซิไดซ์พิวรีนเกิดเป็นกรดยูริค (uric acid) และกลายเป็นยูเรียไปในที่สุด (ดนัย, 2539)

Robert *et al.* (1991) พบว่าระดับของ zeatin และ dihydrozeatin ที่สร้างขึ้นในพืชเพิ่มขึ้นในช่วงการสร้างตาดอกของ *Boronia megastigma* ซึ่งสอดคล้องกับ Chen(1987) พบว่า ไซโตไคนินในช่อดอกของมะม่วงมีสูงสุดในระยะ 5 ถึง 10 วัน หลังจากดอกบานและ Chen(1983) ได้ศึกษาใน xylem sap ของมะม่วง พบว่า ในระยะสร้างตาดอกและดอกบานมีปริมาณไซโตไคนินมากกว่าในระยะการแตกใบอ่อนและระยะใบแก่ หลังจากนั้น Chen (1990) ยังพบว่าไซโตไคนินภายในยอดลิ้นจี่มีระดับเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการสร้างตาดอกและดอกบาน นอกจากนี้ Chen (1991) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไซโตไคนินช่วงก่อนและระยะการเกิดตาดอกของลิ้นจี่ พบว่า ไซโตไคนินมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงการเกิดตาดอกและการพ่นไคเนตินจะช่วยให้เกิดการสร้างตาดอกมากขึ้น ดังนั้น ไซโตไคนินจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นฮอร์โมนในการชักนำการสร้างตาดอกและพัฒนาตาดอกในไม้ผล เช่น ลิ้นจี่

จากที่เคยเชื่อกันว่าไซโตไคนินไม่ใช่สารสำคัญที่มีบทบาทควบคุมการออก เนื่องจากมีการศึกษาเกี่ยวกับ exogenous ไซโตไคนินน้อย แต่จากงานทดลองที่ผ่านมาปัจจุบันเชื่อว่าไซโตไคนินมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าออกซินและจิบเบอเรลลิน (Bernier *et al*., 1985)

จากการทดลองที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามที่จะเพิ่มการออกดอกของลิ้นจี่โดยการใช้สารเคมี เช่น สารกระตุ้นการเจริญเติบโตและสารยับยั้งการเจริญเติบโต เพื่อลดการเจริญทางด้านกิ่งใบและเพิ่มการออกดอก แต่วิธีการทั้งหลายก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาการออกดอกของลิ้นจี่ให้สม่ำเสมอได้ เพราะ ผลการทดลองที่ได้ยังไม่เด่นชัดและไม่แน่นอน อย่างไรก็ตามยังมีนักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มได้ศึกษาปริมาณฮอร์โมนพืชบางชนิดที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกและการเจริญทางกิ่งใบ เช่น Chen (1987) ศึกษา endogenous substance ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของยอดและพัฒนาตาดอกของมะม่วง โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจิบเบอเรลลิน

และ ไซโตไคนิน ในช่วงการเกิดใบ ช่วงใบแก่ ช่วงเริ่มเกิดตาดอก และช่วงดอกบานของมะม่วงอายุ 3 ปี นอกจากนี้ยังได้ทดลองวัดปริมาณ diffusiable IAA และ ABA ใน diffusate ของปลายยอดในช่วงการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาต่าง ๆ พบว่า ปริมาณ จิบเบอเรลลิน และ diffusble IAA มีมากใน xylem sap ในช่วงการเกิดในส่วน diffusable IAA ใน diffusate ของปลายยอดจะลดลงในระดับต่ำ และ ABA จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงเริ่มเกิดตากดอกในขณะที่ total cytokinin - like activity จะเพิ่มขึ้นใน xylem sap และเพิ่มสูงสุดในช่วงดอกบาน และ Chen (1990) ได้ศึกษา endogenous substances ใน xylem และ shoot tip ของลิ้นจี่พันธุ์ Hey Yeh โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงไซโตไคนิน และ จิบเบอเรลลิน ใน xylem sap ในช่วงการเกิดใบและการพักตัวของตา 30 วัน ก่อนการสร้างตาดอก และดอกบาน พบว่า IAA และ ABA ในระยะ diffusate จากปลายยอดมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยพบจิบเบอเรลลินใน xylem sap ในระยะที่มีการเกิดใบ และระดับของ IAA จะคงอยู่จนกระทั่งถึงการเจริญเติบโตระยะที่ 5 และยังพบว่า 30 วันก่อนการสร้างตาดอก ABA เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วพร้อมกับปริมาณ total cytokinin ใน xylem sap เพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงระหว่างการสร้างตาดอกและดอกบานส่วนจิบเบอเรลลินใน xylem sap ที่มีระดับต่ำ 30 วัน ก่อนการสร้างตาดอกตลอดจนระยะที่มีการสร้างตาดอก หลังจากนั้น (Chen 1991) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไซโตไคนิน ในช่วงก่อนการเกิดตาดอกและในขณะที่เกิดตาดอกในยอดลิ้นจี่พันธุ์ Hen Yen พบว่า ปริมาณไซโตไคนินจะเพิ่มขึ้นเมื่อตาใบมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นตาดอก ส่วนตาใบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะมีปริมาณไซโตไคนินคงที่และมีปริมาณต่ำ ไซโตไคนินที่พบคือ Zeatin , Zeatin riboside , Zip และ Zipa

นอกจากนี้ ดรุณี (2539) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินในช่วงก่อนการออกดอกและแตกใบอ่อนของยอดลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่า ปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนออกดอกและแตกใบอ่อนโดย จะมีปริมาณต่ำในสัปดาห์ที่ 9 ก่อนการออกดอกและแตกใบอ่อน และเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 7 ในขณะที่ปริมาณจะคงที่ไปจนถึงสัปดาห์ที่ 5 และจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 3 ก่อนการออกดอก จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าไซโตไคนินที่เพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการออกดอกอาจเกี่ยวข้องกับการออกดอกของลิ้นจี่ และการใช้สารเคมีในการบังคับให้ลิ้นจี่ออกดอกยังให้ผลที่ไม่แน่นอน ดังนั้น การทดลองนี้จึงศึกษาการวิเคราะห์และเปลี่ยนแปลงปริมาณไซโตไคนินช่วงก่อนการออกดอกของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาสมดุลย์ของฮอร์โมนก่อนการออกดอก ซึ่งความรู้นี้จะถูกนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการออกดอกไม่สม่ำเสมอของลิ้นจี่ต่อไป ส่วนวิธีการหาปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินก็มีหลายวิธีการ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวิเคราะห์สารคล้ายไซโตไคนิน

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
Gazit and Blumenfeld (1970) Israel	Soybean Glycine max (L.) merr.	soybean cotyledon callus assay	ไม่ระบุ	1.นำแคลลัสถั่วเหลือง3 ชิ้น น้ำหนักประมาณชิ้นละ 8 มก ไปเพาะบนอาหารสูตร Miller ที่มีวุ้น 0.8 % (20 มล) ใน erlenmeyer flask ขนาด 100 มล นำชิ้นส่วนถั่วเหลืองมาจาก stock culture ที่เลี้ยงบนอาหารที่เติมไคเนติน 1 มก / ล 2.นำแต่ละ flask ไปเลี้ยงไว้ในที่มืดอุณหภูมิ 27°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 80% เป็นเวลานาน 25-30 วันแล้วชั่งน้ำหนักแคลลัส
Krasnuk *et al.* (1971) U.S.A	Soybean Glycine max L. Merr. var.Acme	soybean cotyledon callus bioassay	ไม่ระบุ	1.เพาะแคลลัสถั่วเหลือง 3 ชิ้น ลงบนอาหารสูตร Miller และเติมสารสกัดจากตัวอย่างพืชหรือชิ้นส่วนของกระดาษโครมาโตแกรมที่เป็นส่วน R_f ที่มี activity ของไซโตไคนินลงไปในอาหารวุ้น 50 มล ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด125 มล แล้วนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 15 นาที 2. บ่มที่อุณหภูมิ 30 °ซ ภายใต้แสงความเข้ม ประมาณ 40 ft-c (ไม่ระบุชนิดหลอดไฟ) นาน 28 วัน แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
Short and Torrey (1972) U.S.A.	Soybean Glycine Max L. Merr. var.Acme	soybean callus bioassay	ไม่ระบุ	1.ใช้ soybean callus 4 ชิ้น (8 มก สด/ชิ้น)ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล ที่บรรจุ media 20 มล 2. บ่มที่ 23° ซ ภายใต้แสงสีขาว 12 ชม/วัน นาน 4 สัปดาห์ แล้วนำชั่งน้ำหนักสด

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
Edwards And LaMotle (1975) U.S.A.	Soybean (Glycine max L.) Merr. cv. Acme	soybean callus bioassay	0-0.003 สตล. ไม่ได้ระบุว่าเป็น linear	1.ฆ่าเชื้อผิวเมล็ดถั่วเหลืองด้วยสารละลาย (sodium hypochlorite) 5.25% (V/V) นาน 10 นาที 2.แช่เมล็ดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้วนาน 15 ชม 3.ตัด cotyledon เป็นชิ้นบาง ๆ แล้วนำไปเลี้ยงในสูตรอาหาร Millerซึ่งมี IAA 5 มก /ล และ kinetin 0.5 มก/ล ประมาณ 5 สัปดาห์ จนเป็น callus 4.Subculture callus ทุกๆ 3 สัปดาห์ และนำมาทำ bioassay หลังจากที่อายุครบ 6 สัปดาห์ อาหารที่ใช้ในการทำ bioassay ไม่เติมไคเนติน 5.นำ chromatogram ที่ strip ใส่ใน flask ขนาด 500 มล และสกัดด้วย ethanol 80% (v/v) ปริมาตร 10 มล และทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 6.เตรียมอาหารปริมาตร 200 มล ใน flask เดิมที่มี residue แห้งอยู่ หลังจากที่ให้ความร้อนเพื่อละลายวุ้น แล้วดูดมา 50 มล ใส่ลงใน flask ทำ 4 flask แล้วนำไปนึ่ง ฆ่าเชื้อ 7.นำ callus ถั่วเหลือง 3 ชิ้น ย้ายลงในแต่ละ flask โดยแต่ละชิ้นมีน้ำหนักสดประมาณ 32 มก / ชิ้น 8.นำไปเลี้ยงในที่มืดอุณหภูมิ 24 ± 1 °ซ และชั่งน้ำหนักสดหลังจากเลี้ยง 6 สัปดาห์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
Fletcher *et al.* (1982) Canada	Cucumber (Cucumis sativus L.) cv. National Pickling	cucumber cotyledon greening bioassay	ความเข้มข้นต่ำสุดที่วัดได้ 0.0001 มก/ล ไม่ระบุช่วงที่ linear	1.เพาะเมล็ดแตงกวาใน vermiculite หลังจากงอกในที่มืดอุณหภูมิ 28°ซ 2.นำ cotyledon อายุตั้งแต่ 4-7 วัน มาตัดส่วนของ hypocotyl ทิ้ง โดยทำในที่มีแสงสีเขียวสลัว 3.วาง cotyledon บน petridish ขนาด 5 ซม ที่มีสารละลายทดสอบ 3 มล ซึ่งประกอบด้วยน้ำกลั่น,ไซโตไคนิน (ความเข้มต่าง ๆ) KCl 40 mM , $CaCl_2$ หรือส่วนผสมของ cytokinin กับ KCl และ $CaCl_2$ ที่ระดับต่างๆ 4.นำ petridish มาไว้ในที่มืดที่ อุณหภูมิ 28°ซ 12,16,20,24 และ 28 ชั่วโมง 5.หลังจากนั้นนำไปไว้ใต้แสง fluorescent ความเข้มแสง 12.9 วัตต์ / ตารางเมตร 6.เมื่อครบ 3.5 ชั่วโมงนำ cotyledon มาปั่นเพื่อสกัดและหาปริมาณ chlorophyll
Huff And Ross (1975) U.S.A.	Radish (Raphanus sativus L.) var. Early Scarlet Globe	radish cotyledon bioassay	ไม่ได้ระบุ	1.ทำความสะอาดเมล็ดด้วย chlorox 10 % (v/v)เพาะเมล็ดในที่มืดนาน 48 ชั่วโมงแล้วตัด smaller cotyledon ชิ้นเล็ก ๆ จากเมล็ดที่คัดเลือกแล้วมาใช้ 2.ใช้ smaller cotyledon 5 ใบ ซึ่งมีน้ำหนักสดประมาณ 20-35 มก เป็น 1 หน่วยการทดลอง 3.ชุบกระดาษกรองด้วย potassium phosphate buffer 2 mM จำนวน 1 มล (pH6.4) 4.วาง cotyledon คว่ำลง (adaxial side down)

ตารางที่ 6 ต่อ

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				กับกระดาษกรอง (Whatman No.1) ใน petri dish 5.วาง petridish ไว้บนกระดาษทิชชูที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในถาดแก้วแล้วปิดด้วยแผ่นพลาสติกใส และ บ่มที่อุณหภูมิ 25 °ซ 6.ปิดถาดด้วย aluminium foil เพื่อเลี้ยงในที่มืดหลังจากบ่มแล้วนำ cotyledon มาชั่งน้ำหนัก
Matsui And Nakamura (1979) Japan	Tobacco cv. Wisconsin No.38	Tobacco callus bioassay	ไม่ระบุ	1.นำแคลลัสจำนวน 3 ชิ้น เลี้ยงใน flask ที่บรรจุ อาหารสูตร Linsmaier and Skoog (1965) ปริมาตร 17 มล 2.ใส่กระดาษที่ strips สารและเลี้ยงเนื้อเยื่อบนกระดาษที่ใส่ทำ triplicate 3.นำไปเลี้ยงในที่มืดอุณหภูมิ 28°ซ หลังจากนั้น 28 วัน บันทึกน้ำหนักสด
Manos and Goldthwaite (1976) U.S.A.	Soybean (Glycine max L.) var.Kanrich or Kim	Soybean hypocotyl Bioassay	0.0001-0.219 สตล	1.ฆ่าเชื้อผิวของเมล็ดถั่วเหลืองในสารละลาย sodium hypochlorite 1.3% นาน 4 นาที โดยใช้แท่งแก้วคน 2.ล้างด้วยน้ำกลั่น sterile 5 ครั้ง 3.นำไปบ่มในหลอดแก้วในสภาพปลอดเชื้อ โดยเก็บไว้ในที่มืดอุณหภูมิ 30 °ซ เป็นเวลานาน 7 วัน 4.เมื่อ hypocotyl มีความยาวประมาณ 100 มม นำมาหั่นเป็นชิ้นหนา 1 มม ในสภาพปลอดเชื้อ

ตารางที่ 6 ต่อ

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				5.นำ hypocotyl ที่ตัดแล้ว 6 ชิ้น วางบน petridish ซึ่งบรรจุ Media ของ Foshest และ Torrey (1961) และฮอร์โมนที่ต้องการทดสอบแล้ววางในถาดพลาสติกที่ฆ่าเชื้อแล้วทำซ้ำ(duplicate) 6.ห่อด้วย aluminium foil 7.นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30°ซ ในที่มืดแล้วชั่งน้ำหนักของ hypocotyl ด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึง 0.1 มก
โรจน์รวี (2539) ไทย	Soybean (Glycine max L.) cv. ชม.60	soybean callus bioassay	0.001-0.1 สตล.	1.นำเนื้อเยื่อแคลลัสที่เลี้ยงไว้ออกมาจากขวด 2.ใช้ปากคีบคีบชิ้นแคลลัสออกจากขวดใส่ลงในจานแก้ว 3.ใช้มีดเบอร์ 10 ตัดแคลลัส ให้มีขนาด 2x2x2 ลบ มม น้ำหนักประมาณ 5-10 มก 4.ใส่ชิ้นแคลลัสในขวดที่มีแผ่นchromatogram ขวดละ 4 ชิ้น ลนปากขวดด้วยตะเกียง ปิดปากขวดด้วยพลาสติก PP รัดด้วยยาง 5.นำแคลลัสไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 27±1°ซ ภายใต้แสง 500 ลักซ์ เวลา 30 วัน 6.ชั่งน้ำหนักแคลลัส
ครุณี (2539) ไทย	Soybean (Glycine max L.) cv. สจ.5	soybean hypocotyl bioassay	0.00005-0.05 สตล.	1.นำเมล็ดถั่วฟอกฆ่าเชื้อด้วย chlorox 1.3% นาน 4 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 5 ครั้ง 2.นำไว้ในที่มืดเวลา 7 วัน อุณหภูมิ 28±2°ซ 3.ตัด hypocotyl ชิ้นละ 1 มิลลิเมตร ใส่ขวดละ 6 ชิ้น ห่างกัน 3- 5 มม

ตารางที่ 6 ต่อ

ผู้ทดลอง ปี ประเทศ	ชนิดพืช พันธุ์	วิธีการที่ใช้วัด	ช่วงที่วัดได้เป็นสมการเส้นตรง	วิธีการทำ bioassay
				4.ปิดปากขวดด้วยพลาสติก PP บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °ซ เป็นเวลา 13 วัน 5.ชั่งน้ำหนักสดแคลลัส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University