

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน ในยอดลั่นจีพันธุ์ฮวงฮวยและมะปรางพันธุ์ทูลเกล้า

Changes in Ethylene Content in Stem Apex prior to Leaf Flushing of Lychee cv. Hong Huay and Marian Plum cv. Toon Klaow

ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์¹ และ ธนัท ธัญญาภา¹

Ladawan Lerdlerwong¹ and Thanart Thanyapar¹

Abstract : Changes in ethylene content in stem apexes prior to leaf flushing of lychee cv. Hong Huay were studied from August 1997 to April 1998 . Using lychee trees at Songsan orchard , Doi-Pui , Muang district , Chiang Mai , Thailand . Completely randomized design with 7 replications was employed . The treatment was the number of week i.e. 0 , 1 , 2 , 3 and 4 prior to leaf flushing . It was found that ethylene concentration in the intercellular space was low and constant between the 3rd and the 4th week before leaf flushing , then increased in the 2nd and the 1st week before leaf flushing and remained constant until when leaf flushing occurred . While changes in ethylene content in stem apexes prior to leaf flushing of marian plum cv. Toon klaow , using marian plum trees at Wang Nam Kang orchard , Mae-Wang district , Chiang Mai , Thailand , from July 1997 to October 1998 . Completely randomized design with 10 replications was employed . It was found that there was low and constant of ethylene concentration in the intercellular space of marian plum shoot between the 4th to the 1st week before leaf flushing but it increased when leaf flushing occurred .

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดคลีนจีพันธุ์สงขลาใช้ต้นลิ้นจี่ที่สวนสองแสน คอยปุย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ทำการทดลองตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2541 โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 7 ซ้ำ มี 5 วิธีการ ใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์เป็นวิธีการ ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ในยอดคลีนจีจะต่ำและ คงที่ระหว่างในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และคงที่ในสัปดาห์ที่ 1 แล้วหลังจากนั้นจะคงที่ไปจนถึงในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อน การแตกใบอ่อนในยอดมะปรางพันธุ์ลูกเกล้า ใช้ต้นมะปรางที่สวนวังน้ำค้าง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ทำการทดลองตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2540 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำ 10 ซ้ำ ใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์เป็นวิธีการ พบว่า ความเข้มข้นของเอทิลีนในช่องว่างระหว่างเซลล์ใน ยอดมะปรางจะต่ำและคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 1 ก่อนการแตกใบอ่อน แล้วความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน

บทนำ

ลิ้นจี่เป็นไม้ผลเขตร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย (Subhadrabandhu, 1990) โดยมีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2540 ประเทศไทยส่งออกลิ้นจี่สดมูลค่าประมาณ 327.1 ล้านบาท นอกจากนี้ยังส่งออกลิ้นจี่กระป๋องและลิ้นจี่แปรรูปอื่นๆ มูลค่าการส่งออกสูงถึง 625.5 ล้านบาท (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ , 2541) แต่ปัญหาที่สำคัญในการปลูกลิ้นจี่อย่างเป็นทางการคือการออกดอกไม่สม่ำเสมอ (Menzel , 1984)

มะปรางจัดเป็นไม้ผลเขตร้อน ซึ่งผลจะมีลักษณะพิเศษเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวทั้งสี สัน และรูปทรง รสชาติดี มีราคาแพง มีอายุการเจริญเติบโตของผลสั้น สามารถขายได้ทั้งผลดิบและผลสุก และออกสู่ตลาดไม่ตรงกับผลไม้ชนิดอื่น แม้จะมีผลผลิตออกสู่ตลาดในแต่ละปีน้อย แต่ก็ยังมีการส่งออกมะปรางไปขายที่ประเทศฮ่องกงและสิงคโปร์ ปัจจุบันทางราชการส่งเสริม

ให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกมะปรางหวานพันธุ์ดี และกรมส่งเสริมการเกษตรมีแผนระยะยาวในการสนับสนุนให้ส่งออก (ทวีศักดิ์, 2539) อย่างไรก็ตามเกษตรกรผู้ปลูกมะปรางพบว่า ในบางปีมะปรางมีการออกดอกน้อยทำให้ได้ผลผลิตต่ำ

แต่เดิมแนวคิดในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกเคยมีความเชื่อว่าอัตราส่วนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่อไนโตรเจนคือปัจจัยควบคุมการออกดอก แต่ทฤษฎีดังกล่าวถูกคัดค้านโดยงานทดลองจำนวนมาก นอกจากนี้สมมติฐานเกี่ยวกับ “สารกระตุ้นการออกดอก” (Florigen) ซึ่งขณะนี้ไม่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบ และกลไกทำงานของสารนี้สมมติฐานใหม่ที่ดีว่าน่าจะเป็นไปได้ในปัจจุบันเชื่อว่าความสมดุลของฮอร์โมนพืชน่าจะเป็นตัวควบคุมการออกดอก แต่ยังไม่มีข้อพิสูจน์เรื่องความสมดุลนี้ (ธนัท , 2538) พีรเดช (2537) กล่าวว่า การออกดอกของไม้ผลหลายชนิดถูกควบคุมโดย ปริมาณจิบเบอเรลลินและเอทิลีนที่พืช

สร้าง ขึ้นในช่วงที่มีการออกดอก พบว่า ปริมาณ จิบเบอเรลลินจะลดระดับลงและมีการสร้างเอทิลีน มากขึ้น นอกจากปัจจัยของสมดุลย์ฮอร์โมนแล้ว ธาตุอาหารก็มีส่วนสนับสนุนการออกดอก แม้จะ ไม่ได้เป็นตัวควบคุมการออกดอก (Bernier *et al.*, 1985)

การทดลองนี้มุ่งศึกษาหาวิธีการวิเคราะห์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทิลีน ซึ่งเป็น ส่วนหนึ่งของการศึกษาสมดุลย์ของฮอร์โมณพืช หากทราบสมดุลย์ของฮอร์โมณในช่วงก่อนการ แตกใบอ่อน ซึ่งจะส่งผลต่อการออกดอกของพืช จะสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้เปรียบเทียบกับ สมดุลย์ในช่วงออกดอก หากพบสมดุลย์ของ ฮอร์โมณ เป็นปัจจัยสำคัญในการออกดอกจริง ขึ้นต่อไปจึงจำเป็นต้องศึกษาแนวทางในการใช้ ฮอร์โมณและการปฏิบัติดูแลเพื่อบังคับให้ลิ้นจี่และ มะปราง มีสมดุลย์ของฮอร์โมณที่เหมาะสมกับการ ออกดอก ซึ่งอาจจะเป็นหนทางที่แก้ปัญหการ ออกดอกในลิ้นจี่และมะปรางได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการทดลอง

1. วางแผนการทดลอง แบบกลุ่มสมบูรณ์ ทำ 7 ซ้ำ (ลิ้นจี่) และ 10 ซ้ำ (มะปราง) มี 5 วิธีการ ใช้จำนวนสัปดาห์ก่อนการแตกใบอ่อน 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์เป็นวิธีการ โดยมี 1 หน่วยการทดลอง คือ ยอดลิ้นจี่และ มะปรางความยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 10 ยอด น้ำหนักประมาณ 10 กรัม

2. การเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างยอดลิ้นจี่ และมะปรางความยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 20 ยอดเป็นหนึ่งตัวอย่าง เก็บ 15 ต้น โดยลิ้นจี่เริ่มเก็บ ตัวอย่างตั้งแต่วันที่ 17 ตุลาคม ถึง 12 ธันวาคม 2540 มะปรางเริ่มเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่วันที่ 19 กรกฎาคม ถึง 16 สิงหาคม 2540 เก็บทุก 7 วัน เมื่อเก็บตัวอย่าง มาแล้วรีบตัดให้หมด ใส่ในถุงพลาสติก แช่ใน กระจกน้ำแข็ง นำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการ ตัดยอด ให้เหลือความยาว 10 เซนติเมตร แล้วนำไปดูดก๊าซ ออกจากตัวอย่าง ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Saltveit (1982)

3. การดูดก๊าซออกจากยอด โดยอุปกรณ์ ที่ใช้ในการดูดก๊าซออกจากตัวอย่างใช้ desiccator ขนาด 10 ลิตร ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็น collection flask ที่มีท่อต่อติดกับฝาของ desiccator ท่อนี้ จะมี สายยางต่อ อยู่ ด้านบนเพื่อ ใช้ สำหรับ เป็นที่ดูดก๊าซที่สกัดได้จากยอดเพื่อจะนำไปฉีด เข้าเครื่อง GC เมื่อจะดูดก๊าซออกจากตัวอย่าง ต้อง เติมสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) ที่อิ่มตัว (ซึ่งเป็นสารละลายที่ดูดซับเอทิลีนน้อย มาก) โดยให้ห่างจากขอบลงไปประมาณ 1 นิ้ว (โดยสารละลายจะท่วม collection flask ไล่ฟอง อากาศออกให้หมด ค่อยๆ ปิดฝา desiccator แล้ว ใช้ลูกยางดูดสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตให้ไหล ขึ้นมาตามท่อสะสมก๊าซจนเต็มแล้วใช้คลิปหนีบ บริเวณสายยางที่ต่อกับท่อด้านบนให้แน่น จากนั้น ใช้กระดาษขาว (masking tape) ปิดรอบบริเวณฝา desiccator เพื่อกันไม่ให้ อากาศรั่วเข้าไปใน desiccator แล้วใช้สายยางต่อเข้ากับท่อที่ดูดอากาศ ออก จาก desiccator ไปยังเครื่อง vacuum (ภาพ ที่ 1)

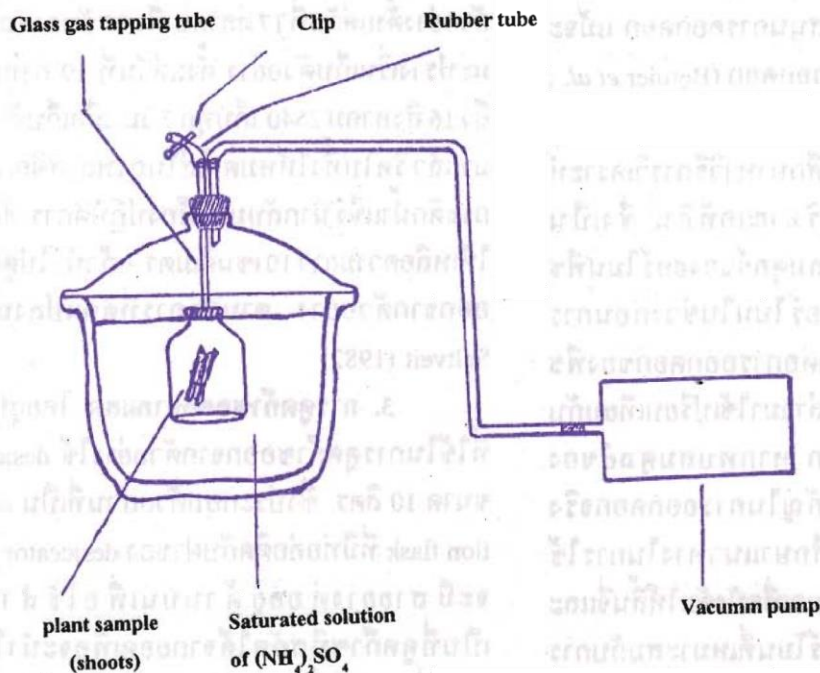


Figure 1 Equipment for gas tapping equipment from plant sample.

เริ่มดูดก๊าซออกจากยอดโดยเปิดเครื่อง vacuum โดยใช้แรงดูดประมาณ 600 มิลลิเมตรปรอท ก๊าซภายในยอดจะออกมาเป็นฟอง และลอยขึ้นไปสะสมอยู่บริเวณด้านบนของท่อสะสมก๊าซ จับเวลาประมาณ 2 นาทีก็ปิดเครื่อง vacuum

จากนั้นใช้ syringe ขนาด 1 มิลลิลิตร ปักลงตรงสายยางที่ต่อกับท่อสะสมก๊าซแล้วดูดเอาก๊าซที่ได้ทั้งหมดนำไปฉีดเก็บไว้ในขวดวักซ์ขนาด 3 มิลลิลิตร โดยใช้วิธีการแทนที่สารละลาย $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (ภาพที่ 2)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน
ในยอดดินอัมมู้งฮวยและมะปรางพันธุ์ลูกแก้ว

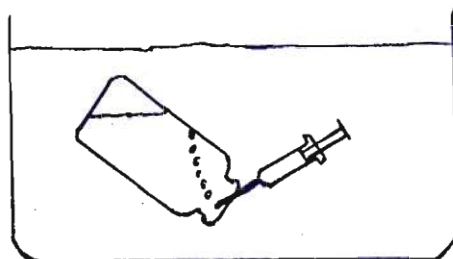


Figure 2 Gas collecting method by substitution under saturated $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ solution.

จากนั้นปิดฝาขวดด้วยจุกยาง และ
ผนึกขอบบริเวณฝาจากกับปากขวดด้วยแผ่นพารา
ฟิล์มนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($26 \pm 2^\circ\text{C}$) โดย
คว่ำขวดคว่ำลงเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณ เอ
ทิลีนต่อไป

4. การวิเคราะห์เอทิลีน

4.1 ทำกราฟมาตรฐานโดยการเตรียมก๊าซ
เอทิลีน มาตรฐานเข้มข้น 0.1 , 1 และ 10 สดล

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณเอทิลีนในตัว
อย่งนำตัวอย่างก๊าซจากข้อ 3 มาดูเอทิลีนออก
โดยใช้วิธีการแทนที่ สารละลายแอม โมเนียม
ซัลเฟตที่อิ่มตัว (ภาพที่ 3)

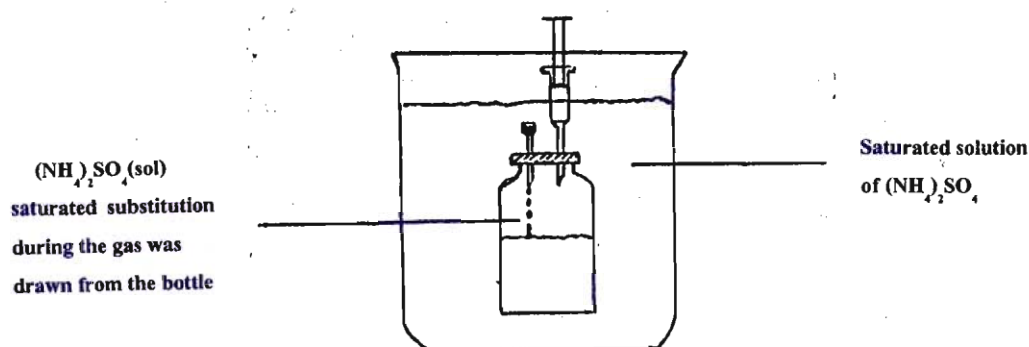


Table 3 Gas collecting method before injected into gas chromatograph.

คว่ำขวดวัดขึ้นลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตรที่มีสารละลายแอมโมเนียมซัลเฟตที่อิ่มตัว แล้วหยางด้านที่มีฝาถูกยางขึ้นโดยจะต้องระวังไม่ให้ขวดโผล่พ้นสารละลาย จากนั้นใช้ syringe ขนาด 1 ซีซี ปักลงบนจุกยางแล้วใช้เข็มฉีดยาเบอร์ 20 อีกอันหนึ่งปักลงบนจุกยางสำหรับเป็นทางให้สารละลายจากนอกขวดไหลเข้ามาแทนที่ตัวอย่างก๊าซที่ดูดออกไป จากนั้นใช้ syringe ดูดเอาก๊าซออกมาจากขวดวัดขึ้น แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatograph

วิเคราะห์ก๊าซเอทิลีนโดยฉีดตัวอย่างก๊าซ 1 มิลลิลิตร เข้าไปตรง injector port unit ของเครื่อง gas chromatograph (GC) ยี่ห้อ SHIMADZU GC-14B รุ่น ACC-1400 ซึ่งตรวจวัดปริมาณเอทิลีนโดยใช้ H_2 - flame ionization detector (FID) และใช้ column stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/8 นิ้ว ยาว 2 เมตร ซึ่งบรรจุ Porapak N 80-100 โดยใช้อุณหภูมิ injector, detector และ column 90, 90 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

5. การบันทึกผลการทดลองบันทึกพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง gas chromatograph แล้วนำมาเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วคำนวณความเข้มข้นเอทิลีนออกมาเป็นหน่วยเป็นส่วนต่อล้าน

ตัวอย่างการคำนวณ

สมมุติอ่านค่าพื้นที่ใต้กราฟได้เท่ากับ 938.5 ตารางมิลลิเมตร = X และกราฟมาตรฐานมีเส้นตรง คือ $Y = 0.00016554 + 0.00013222 (X)$ โดย Y คือความเข้มข้นของเอทิลีน (สตล) และ X มีพื้นที่ใต้กราฟที่อ่านได้จากเครื่อง gas chromatograph (ตารางมิลลิเมตร)

$$\text{แทนค่า } Y = 0.00016554 + 0.00013222 (938.5)$$

$$Y = 0.1242 \text{ สตล}$$

แสดงว่าตัวอย่างก๊าซมีความเข้มข้นเอทิลีน 0.1242 สตล

7. การวิเคราะห์ผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม Statistix 3.5 ของ NH analytical software โดยวิเคราะห์ test of AOV assumption, AOV, LSD, CV, Linear regression และ Correlation

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์สงสวย พบว่าความเข้มข้นของเอทิลีนในยอดลิ้นจี่มีค่าต่ำ และคงที่ระหว่างในสัปดาห์ที่ 3 - 4 ก่อนการแตกใบอ่อน จากนั้นจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 1 แล้วหลังจากนั้นจะคงที่ไป จนถึงสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน (ภาพที่ 4) ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนก่อนการแตกใบอ่อนในยอดมะปรางพันธุ์ทุลเกล้า พบว่าความเข้มข้นของเอทิลีนในยอดมะปราง มีความเข้มข้นคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ก่อนการแตกใบอ่อนไปจนถึงสัปดาห์ที่ 1 ก่อนการแตกใบอ่อนและจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่แตกใบอ่อน (ภาพที่ 5)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน
ในยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลวยและมะปรางพันธุ์ลูกแก้ว

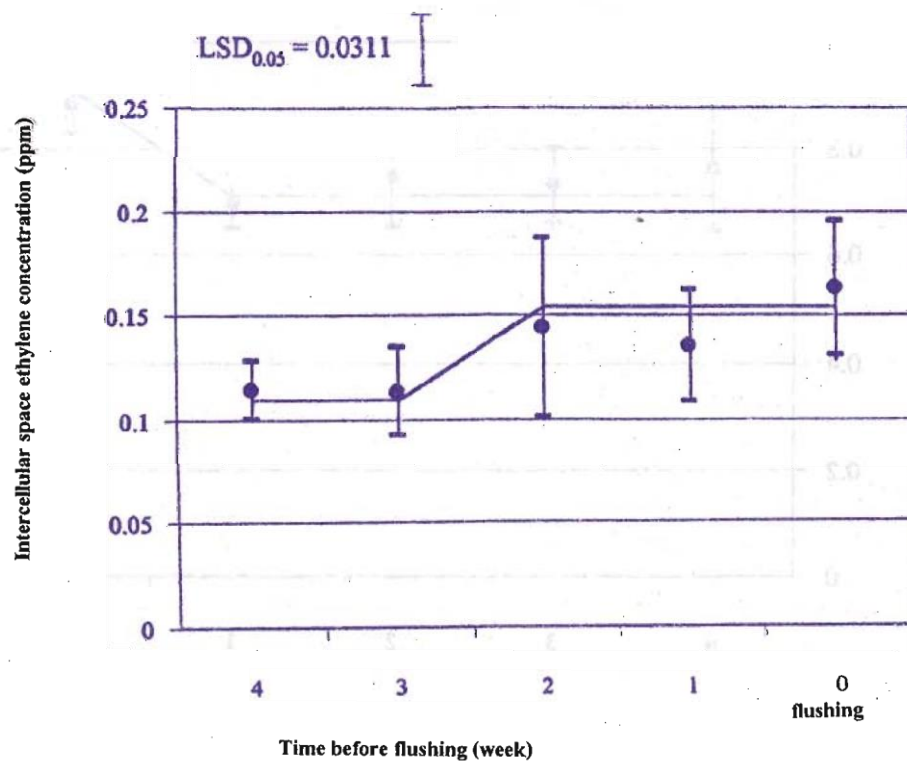


Figure 4 Ethylene concentration of lychee cv. 'Hong Huay' shoots before flushing.

Remarks : Tested by LSD at $\alpha = 0.05$

CV. = 21.04% (untransform), 7 replications

treatment mean difference = 25% of overall means

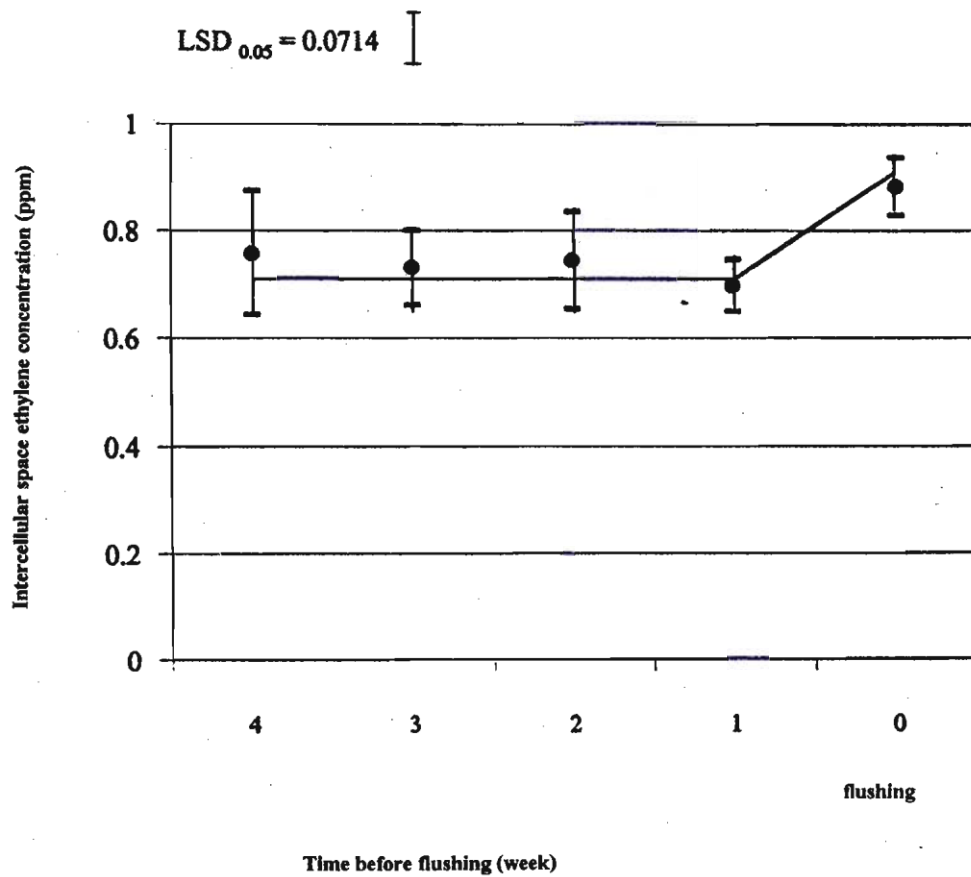


Figure 5 Ethylene concentration of marian plum cv. 'Toon Klaow' before flushing.

Remarks : Tested by LSD at $\alpha = 0.05$

CV. = 10.39 (untransform), 10 replications

treatment mean difference = 10% of overall means

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อน
ในยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลาและมะปรางพันธุ์ลูกแก้ว

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในช่วงก่อนการออกดอก สำหรับงานทดลองไซโตไคนิน พบว่า จะมีปริมาณสารคล้ายไซโตไคนินเพิ่มขึ้นก่อนการออกดอก (ครุณี , 2539) เช่นเดียวกับงานทดลองของ Chen (1991) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไซโตไคนินก่อนการออกดอก และในระหว่างการเริ่มต้นการ differentiation ของตาดอกในลิ้นจี่พันธุ์ Heh Yeh พบว่า ระดับของไซโตไคนินภายในจะเพิ่มขึ้นในระหว่างการ differentiation ของตาดอก นอกจากนี้ คุณพล (2532) ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยในช่วงก่อนการออกดอก พบว่า ในยอดมะม่วงที่ออกดอก ปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินมีมากในสัปดาห์ที่ 14 ก่อน การออกดอกและลดลงตามลำดับจนถึงสัปดาห์ ที่ 6 ก่อนการออกดอก นอกจากนี้ นพพร (2539) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ค้อในช่วงก่อนการออกดอกและพบว่าปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินจะลดลงต่ำสุดในสัปดาห์ที่มีการออกดอก พิระเดช (2537) กล่าวว่าในไม้ผล หลายชนิดปริมาณจิบเบอเรลลินลดลงและ มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้นในช่วงออกดอก ส่วน Chen (1990) รายงานการศึกษาค่าความสมดุลของฮอร์โมนใน xylem sap และในปลายยอด ของลิ้นจี่พบว่าในช่วงแตกใบอ่อน มีปริมาณไซโตไคนินน้อยกว่าในช่วงการสร้างตาดอก ในขณะที่จิบเบอเรลลิน มีปริมาณมากช่วงแตกใบอ่อนและปริมาณจะลดลงในช่วงสร้างตาดอก ส่วนในช่วงแตกใบอ่อน มีปริมาณ ABA (Abscissic Acid) ในปลายยอดน้อยกว่าในช่วงออกดอก แต่ปริมาณ IAA (Indole Acetic Acid) มีปริมาณใกล้เคียงกัน ทั้งในช่วงแตกใบอ่อนและออกดอก

จากผลการทดลองและรายงานต่างๆ เหล่านี้แสดงถึงรูปแบบของสมดุลฮอร์โมนและธาตุอาหารที่อาจจะควบคุมการออกดอกและแตกใบอ่อนในไม้ผลต่างๆ รวมทั้งลิ้นจี่ และมะปราง แต่ก็ยังไม่แน่ใจว่าสมดุลนี้ ควบคุมการออกดอกได้จริงหรือไม่ ซึ่งจะต้องทำการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2541. ตลาดส่งออกสำคัญของลิ้นจี่ไทย: ศูนย์สถิติการพาณิชย์ กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์, กรุงเทพฯ.
- คุณพล จุฑามณี. 2532. การเปลี่ยนแปลงระดับของสารคล้ายจิบเบอเรลลิน ในช่วงการเจริญทางกิ่งใบและการออกดอกของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 64 น.
- ครุณี นพพร. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณ สารคล้ายไซโตไคนินในช่วงก่อนออกดอก และแตกใบอ่อนของยอดลิ้นจี่พันธุ์สงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 91 น.
- ทวีศักดิ์ชัยเรืองยศ. 2539. มะปราง-มะขังชิด. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ. 54 น.
- ธนัท ธัญญาภา. 2538. หลักการทำสวนไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 118 น.
- นพพร บุญปลอด. 2539. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารคล้ายจิบเบอเรลลินในยอดลำไยพันธุ์ค้อ ก่อนการออกดอก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 62 น.
- พิระเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ. 196 น.

- โรจน์รวิ ภิรมย์. 2539. การศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารคลอโรฟิลล์ในยอดลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 138 น.
- Bernier, G., J.M.Kinit and R.M.Sachs. 1985. The Physiology of Flowering. volume II. Transition to Reproductive Growth. CRC Press. Florida. 231 p.
- Chen, W. S. 1990. Endogenous growth substances in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. Hort. Science 25(3) : 314-315.
- Chen, W. S. 1991. Changes in cytokinins before during early flower bud differentiation in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) Plant Physiol. 96 : 1203-1206.
- Menzel, C. M. 1984. The pattern and control of reproductive development in lychee : A review. Scientia Horticulturae 22 : 333 - 345.
- Saltveit, Jr. M. E. 1982. Procedures for extracting and analyzing internal gas samples from plant tissues by gas chromatograph. HortScience 17(6) : 878-881.
- Subhadrabandhu, S. 1990. Lychee and Longan Cultivation in Thailand. Rumthai Publication. Bangkok. 40p.
-