

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ลักษณะวิทยาของมะไฟจีน

1. นิสัยการเจริญเติบโต

มะไฟจีนเป็นไม้ยืนต้น ไม่ผลัดใบ ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ความสูงของทรงพุ่ม 10-12 เมตร ความกว้างของทรงพุ่ม 6-8 เมตร ต้นมะไฟจีนที่นำมาศึกษาทั้ง 12 ต้น มีอายุประมาณ 10 ปี ความสูงของทรงพุ่มประมาณ 8 เมตร ความกว้างของทรงพุ่มประมาณ 6 เมตร ทรงพุ่มค่อนข้างกลม ทรงพุ่มแน่นปานกลาง (ภาพที่ 1) แตกกิ่งก้านสาขารอบทิศทางอย่างเป็นระเบียบ

นิสัยการเจริญเติบโตของมะไฟจีนคล้ายกับส้มเศรษฐกิจบางชนิด คือเป็นไม้ยืนต้น ไม่ผลัดใบ แต่ขนาดของทรงพุ่มมะไฟจีน ค่อนข้างสูงใหญ่กว่าส้มเศรษฐกิจหลายชนิด เช่นส้มโอ ซึ่งเป็นไม้ผลขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ทรงพุ่มสูง 5-15 เมตร หรือส้มโอบุคเล็ก ที่มีทรงพุ่มสูง 8-15 เมตร ทรงพุ่มแน่นและกลม หรือส้มเกลี้ยง ซึ่งมีความสูงของทรงพุ่ม 6-10 เมตร ทรงพุ่มกลม และแน่นเช่นเดียวกัน (เกศณี, 2528) รูปร่างของทรงพุ่มของพืชยืนต้นอาจผันแปรได้เนื่องจากปัจจัยหลายอย่างคือ ลักษณะที่เกี่ยวกับต้นพืชเอง ได้แก่ ลักษณะประจำพันธุ์ อายุของต้น และวิธีการขยายพันธุ์ ลักษณะที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ได้แก่ สภาพดิน และฟ้าอากาศ และลักษณะที่เกี่ยวกับการจัดการกับต้นพืช ได้แก่ ระยะปลูก การตัดแต่งกิ่ง การให้น้ำ และการให้ปุ๋ย เป็นต้น (Whiteside, 1988) ต้นมะไฟจีนที่ปลูกในบริเวณหมู่บ้านสวนตาล หมู่บ้านดอนแก้ว และหมู่บ้านเมืองเลน มีทรงพุ่มค่อนข้างใหญ่และทรงพุ่มแน่นปานกลาง อาจเป็นเพราะว่าบริเวณดังกล่าวเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ เนื่องจากอยู่สองฝั่งของแม่น้ำน่านและความชื้นในอากาศค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Whiteside (1988) ที่กล่าวว่าในสภาพภูมิอากาศที่แห้งแล้ง ต้นส้มจะมีปล้องสั้น ทรงพุ่มกระต๊ากกว่าในสภาพภูมิอากาศที่ชุ่มชื้น

ตามรายงานที่กล่าวว่า ในสภาพเขตร้อน และการปลูกส้มบนพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร ส่งผลให้ต้นส้ม มีการเจริญตลอดปี (Reuther, 1977) เช่นเดียวกับการที่จังหวัดน่าน มีภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (กรมพัฒนาที่ดิน, 2522) และ

บริเวณที่มีการปลูग्มะไฟจันในจังหวัดน่าน อยู่ในระดับความสูงจากน้ำทะเล 201 เมตร (สุรศักดิ์, 2530) จึงทำให้มะไฟจัน มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นตลอดปี ไม่มีการพักตัวของ กิ่งและใบและไม่มีการผลัดใบอย่างเด่นชัด และนอกจากนี้ต้นส้มที่มีอายุน้อย มักจะแตกยอดอ่อน ต่อเนื่องกันมากกว่าต้นที่มีอายุมากแล้ว (Whiteside, 1988) จึงเป็นเหตุให้ต้นมะไฟจันที่ปลูกใหม่ อายุยังไม่มาก หรือประมาณ 3 ปี มีการแตกใบอ่อนอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ



ภาพที่ 1 ทรงพุ่มของมะไฟจัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ลำต้น

ลักษณะลำต้นของต้นมะไฟเงินมีได้ 2 แบบ ตามวิธีขยายพันธุ์ของพืชต้นนั้น นั่นคือ ต้นที่ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด มักมีลำต้นประธานอันเดียว (ภาพที่ 2) และการแตกกิ่งแขนงอยู่สูงจากลำต้นประธานมาก ทำให้กิ่งแขนงอยู่สูงจากผิวดิน 2-2.5 เมตร ส่วนต้นที่ขยายพันธุ์จากกิ่งตอน มักมีลำต้นประธานอันเดียว แต่มขนาดสั้นมาก หรือมองดูคล้ายไม่มีลำต้นประธาน ทำให้การแตกกิ่งแขนงเกิดที่ใกล้ผิวดินมากกว่าต้นที่ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด (ภาพที่ 3) การแตกกิ่งแขนงจะแตกใกล้ผิวดินมากกว่าต้นที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ด ในสภาพปลูกธรรมชาติใช้การขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดมากกว่าการขยายพันธุ์โดยกิ่งตอน ทำให้ลำต้นเป็นแบบมีลำต้นประธานอันเดียว ลำต้นของมะไฟเงินที่อายุน้อย หรือมีอายุมากแล้ว เมื่อตัดตามขวาง มีลักษณะกลม ซึ่งแตกต่างจากลำต้นของต้นส้มที่อายุน้อย เมื่อตัดตามขวางมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม และลำต้นส้มจะเปลี่ยนเป็นลักษณะกลมหลังจากการเจริญเติบโตในที่ส่อง (Whiteside, 1988) ลำต้นของมะไฟเงินอายุน้อย มีเปลือกสีน้ำตาลอ่อน เปลือกค่อนข้างบาง และผิวเรียบ เมื่อต้นมะไฟเงินมีอายุมากขึ้น เปลือกเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลอมเทา เปลือกหนา ผิวขรุขระ และแตกเป็นช่วง ๆ คล้ายเปลือกต้นจามจุรี (ภาพที่ 2) เนื้อไม้แข็ง อัดกันแน่น และเหนียว ลำต้น กิ่งก้าน และส่วนอื่น ๆ ไม่มีหนาม กิ่งอ่อน มีขนอ่อนสั้น ๆ ปักคลุม คล้ายกิ่งอ่อนของส้มโอ (เกศินี, 2528) กิ่งอ่อนสีเขียว กิ่งแก่สีน้ำตาล เปลือกมีกลิ่นฉุนเหมือนเปลือกส้มเขียวหวาน เนื่องจากทุกส่วนของต้นมีต่อมน้ำมันหอมระเหย (ณพพร, 2526) ลำต้นของต้นมะไฟเงินเมื่อโตเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 30-50 เซนติเมตร (ภาพที่ 2) ซึ่งขนาดของลำต้น อาจแตกต่างกันออกไปตามอายุ และความสมบูรณ์ของต้น

ต้นมะไฟเงินที่มีอายุมากแล้ว มักจะแตกหน่อใหม่บริเวณโคนต้น หรือบริเวณรากแขนงที่อยู่ใกล้ผิวดิน (ภาพที่ 2) หน่อใหม่จะสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นมะไฟเงินต้นใหม่ หรือใช้เป็นตัวพันธุ์ ในการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศได้ โดยปกติ ควรตัดแต่งหน่อใหม่ทิ้งเพราะหน่อใหม่เจริญเติบโตอยู่ภายในทรงพุ่มของต้นแม่ จึงอยู่ในสภาพอับจากแสงแดด การสังเคราะห์แสงเกิดได้ไม่เต็มที่ จึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่เหมือนต้นแม่ หรือต้นที่แยกออกไปจากต้นแม่แล้ว และยิ่งทำให้บริเวณโคนต้นแม่ รกรู้งริงอีกด้วย



ภาพที่ 2 ลักษณะลำต้นมะไฟจีนที่ขยายพันธุ์จากการเพาะเมล็ด



ภาพที่ 3 ลักษณะลำต้นมะไฟจีนที่ขยายพันธุ์จากกิ่งตอน

3. ใบ

ใบของมะไฟจีนเป็นใบประกอบแบบขนนก การเรียงตัวของใบประกอบบนต้นหรือกิ่งเป็นแบบเวียน ไม่มีหูใบ ใบประกอบแต่ละใบ ประกอบด้วยใบย่อย 9-13 ใบ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้น แต่ส่วนใหญ่มีใบย่อย 11 ใบ การจัดระเบียบของใบย่อยบนก้านใบประกอบมีทั้งแบบสลับและบางส่วนเป็นแบบตรงกันข้าม ลักษณะที่คงที่เสมอคือมีใบย่อยที่ยอดเป็นใบคี่ (ภาพที่ 4) ใบอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวเข้ม รูปร่างของใบย่อยมีทั้งแบบรูปหอก (lanceolate) หรือสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (rhomboid) ปะปนกันในใบประกอบเดียวกัน ฐานใบมีทั้งแบบฐานสามเหลี่ยมหรือรูปกลม (cuneate) และฐานไม่ได้สมมาตร (oblique) ปลายใบมีทั้งแบบปลายแหลม (acute) หรือปลายแหลมมาก (acuminate) ขอบใบมีลักษณะเว้าหยักตื้น ๆ ปลายมน (crenate) เป็นคลื่นเล็กน้อย (ภาพที่ 5) การเรียงตัวของเส้นใบเป็นแบบร่างแห เหมือนพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วๆ ไป เนื้อใบบางและอ่อน พับม้วนไปมาได้ง่าย ผิวใบทั้งด้านล่างและด้านบนเรียบ ไม่มีขนปกคลุม ผิวใบด้านบนเป็นมันเหมือนใบส้มทั่วไป แผ่นใบมีจุดต่อมน้ำมัน โปร่งแสงกระจายอยู่ทั่วแผ่นใบ เมื่อขยี้ใบแล้วดม จะได้กลิ่นจุน ๆ เหมือนใบส้มเขียวหวาน ทั้งนี้เนื่องจากทั่วทั้งต้นของพืชตระกูลส้ม มีต่อมน้ำมันหอมระเหยกระจายอยู่ทั่วไป (ฉพร., 2526) ใบประกอบมีขนาดกว้าง 96-264 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 253.33 มิลลิเมตร) และยาว 250-350 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 272.08 มิลลิเมตร) ก้านใบประกอบยาว 100-300 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 251.25 มิลลิเมตร) ใบย่อยคู่ล่างหรือคู่แรกที่อยู่ที่โคนใบประกอบมีขนาดเล็กที่สุด และใบย่อยคู่ถัดขึ้นไป มีขนาดใหญ่มากขึ้น และใบย่อยคู่บนหรือคู่สุดท้ายมีขนาดเล็กกลางและใบย่อยที่ยอดมีขนาดเล็กและใกล้เคียงกับใบย่อยคู่สุดท้าย ใบย่อยมีขนาดกว้าง 47-56 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 50.08 มิลลิเมตร) และยาว 113-132 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 124.08 มิลลิเมตร) ใบย่อยที่ยอดมีขนาดกว้าง 49-62 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 55.16 มิลลิเมตร) และยาว 114-134 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 123.41 มิลลิเมตร) ก้านใบย่อยยาว 2-5 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 3.93 มิลลิเมตร)

ใบของมะไฟจีน มีลักษณะแตกต่างไปจากใบของพืชตระกูลส้มชนิดที่เป็นส้มเศรษฐกิจ เช่น มะนาว มะนาวเทศ ส้มโอ ส้มโอผลเล็ก ส้มเขียวหวาน ส้มเกลี้ยง เพราะลักษณะใบของมะไฟจีนเป็นใบประกอบแบบขนนก ส่วนส้มเศรษฐกิจเป็นใบประกอบที่ลดรูปเหลือเพียงใบเดี่ยว (unifoliate) ซึ่งเป็นใบยอดใบเดี่ยวของใบประกอบ ลักษณะก้านใบของมะไฟจีนไม่มีปีก ส่วนส้มเศรษฐกิจมีปีกขนาดกว้าง เช่น ส้มโอ ส้มโอผลเล็ก ส้มเปรี้ยว อาจมีปีกขนาดแคบ เช่น ส้มเขียวหวาน ส้มเกลี้ยง อาจมีปีกเป็นขอบ เช่น มะนาวเทศ มะนาว หรืออาจไม่มีปีก เช่น ส้มมะละกอ (เกศินี, 2528) เมื่อเปรียบเทียบใบของมะไฟจีนกับใบส้มเศรษฐกิจบางชนิด ตาม

รายงานของ เกศินี (2528) จะพบว่าใบมะไฟเงิน อาจมีลักษณะบางอย่างเหมือนหรือแตกต่างจาก ใบส้มเศรษฐกิจบางชนิด คือ

มะไฟเงิน	ใบมีขนาดกว้าง 4.5 - 5.5 เซนติเมตร ยาว 11.5-13.0 เซนติเมตร รูปร่างของใบเป็นรูปหอกหรือรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ฐานใบเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปรี และฐานไม่ได้สมมาตร ปลายใบแหลมหรือแหลมมาก ขอบใบเว้าหยักตื้น ๆ ปลายมน เป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบไม่มีปีก
มะนาว	ใบมีขนาดกว้าง 2-5 เซนติเมตร ยาว 4-8 เซนติเมตร รูปร่างของใบเป็นรูปไข่ค่อนข้างกลม หรือรูปโล่ค่อนข้างกลม ฐานใบกลม ปลายใบเว้าเล็กน้อย และขอบใบหยักเล็กน้อย ก้านใบมีปีกแคบ รูปร่างคล้ายช้อน
ส้มเกลี้ยง	ใบมีขนาดกว้าง 1.5-8 เซนติเมตร ยาว 2-15 เซนติเมตร รูปร่างของใบเป็นรูปไข่ค่อนข้างยาว หรือรูปโล่ค่อนข้างยาว ขอบใบหยักเล็กน้อย ก้านใบมีปีกรูปไข่หัวกลับ ค่อนข้างยาว และแคบ
ส้มโอ	ใบมีขนาดกว้าง 2-12 เซนติเมตร ยาว 5-20 เซนติเมตร รูปร่างของใบเป็นรูปไข่หรือรูปไข่ยาว หรือรูปโล่ ฐานใบมน ปลายใบแหลม บ้าง หรือกลม มีรอยเว้าเล็กน้อย ก้านใบมีปีกขนาดใหญ่ รูปร่างรูปไข่หัวกลับค่อนข้างยาว หรือรูปหัวใจกลับ ฐานปีกแคบปลายปีกรูปหัวใจ
มะนาวเทศ	ใบมีขนาดกว้าง 3-6 เซนติเมตร ยาว 6-12.5 เซนติเมตร รูปร่างของใบค่อนข้างยาวหรือรูปไข่ ปลายใบแหลม ขอบใบหยัก ใบอ่อนสีเขียวอมแดง ใบแก่สีเขียวอ่อน ก้านใบมีปีกแคบ หรือไม่มีปีก
ส้มมะละกอ	ใบมีขนาดกว้าง 3-9 เซนติเมตร ยาว 5-20 เซนติเมตร รูปร่างของใบเป็นรูปไข่หัวกลับค่อนข้างยาว ฐานใบกลมหรือมนหรือรูปหัวใจ ปลายใบกลม หรือมน ขอบใบเป็นลอนเล็กน้อย ก้านใบไม่มีปีก

ส้มเขียวหวาน

ใบมีขนาดกว้าง 1.4-4 เซนติเมตร ยาว 3.5-8 เซนติเมตร
รูปร่างของใบเป็นรูปไข่ค่อนข้างยาว รูปโล่ หรือรูปหอก ฐานใบ
มน ปลายใบมน มีรอยเว้าที่ปลายใบ ปีกแคบ หรือไม่มีปีก

ส้มโอผลเล็ก

ใบคล้ายใบส้มโอ แต่ขนาดเล็กกว่าใบส้มโอ ก้านใบมีปีกรูปไข่
หัวกลับ หรือรูปโล่หัวกลับ

ในส่วนของรูปแบบของใบนั้น มะไฟจีนมีรูปแบบของใบเป็นใบประกอบเช่นเดียวกับ
แก้ว (*Murraya paniculata* Jack) กำจัดต้นหรือมะเข่น (*Zanthoxylum limonella*
Alston) และกระแจะ (*Hesperethusa crenulata* Roem) (เต็ม, 2523)



ภาพที่ 4 ลักษณะของ ใบประกอบของมะไฟจีน

ลิขสิทธิ์ © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 5 ขนาดและรูปร่างของใบย่อยของมะไฟจีน

4. ดอก

มะไฟจีนเกิดดอกเป็นช่อที่ปลายกิ่งหรือช่อกิ่ง ส่วนมากมักเกิดที่ปลายกิ่งมากกว่าที่ช่อกิ่ง ช่อดอกเป็นแบบ cymose panicle (ภาพที่ 6) ช่อดอกแต่ละช่อ มีแขนงของกลุ่มช่อดอกย่อยหลายแขนงมาเรียงติดอยู่และหากตัดแขนงของกลุ่มช่อดอกย่อยทั้งหมดในช่อดอกมาวางเรียงกัน จะได้แขนงจำนวนมากมาย (ภาพที่ 7) บนแขนงของกลุ่มช่อดอกย่อย มีช่อดอกย่อยแบบ cyme (ภาพที่ 8) มารวมกันอยู่ ช่อดอกย่อย ประกอบด้วยดอกย่อยจำนวนไม่ก่อดอก ในช่อดอกย่อยมีดอกย่อยซึ่งเกิดก่อน และบานก่อนที่สุด อยู่ปลายช่อดอก หรือกลางกลุ่มช่อดอก และดอกย่อยที่เกิดทีหลัง อยู่ต่ำถัดลงมา หรืออยู่ถัดจากกลางกลุ่มช่อดอกและบานหลังที่สุด ใน 1 ช่อดอก ประกอบด้วยดอกย่อย 23-258 ดอก ขึ้นอยู่กับขนาดของช่อดอก

ตาดอกขนาดเล็กที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีขนาดกว้างและยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร เมื่อดอกบานเต็มที่ ดอกย่อยมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 มิลลิเมตร (ภาพที่ 9) ดอกบานมักมีกลิ่นหอมค่อนข้างแรง เหมือนดอกพีชตระกูลส้มชนิดอื่น ๆ ดอกได้สมมาตร และเป็นดอก

สมบุรณ์เพศ ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง จำนวน 5 อัน แยกกัน สีเขียว ขนาดเล็ก กว้างและยาว ประมาณ 1 มิลลิเมตร กลีบดอก จำนวน 5 อัน ลักษณะคล้ายช้อน สีขาว ขนาดกว้างและยาวประมาณ 1 และ 5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะดอกตูม กลีบดอกเรียงตัวแบบกลีบชนกัน (valvate) เป็นรูปดาว 5 แฉก ปลายกลีบดอกงุ้มเข้าข้างใน (induplicate) เกสรตัวผู้ จำนวน 10 อัน ประกอบด้วยก้านเกสรสีขาว ยาว 4-5 มิลลิเมตรติดอยู่บนฐานรองดอก โดยเรียงสั้นและยาวสลับกันไป อับเกสรสีเหลือง มีก้านเกสรเชื่อมที่ส่วนกลางของอับเกสรหันหน้าเข้าหาศูนย์กลางของดอก อับเกสรยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร มี 2 ช่อง ทั้งกลีบเลี้ยง กลีบดอก และเกสรตัวผู้ แยกกันอยู่อย่างอิสระบนฐานรองดอก เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่ 1 อัน แบบ superior ขนาดเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงประมาณ 2 มิลลิเมตร รังไข่มีลักษณะเป็นเหลี่ยม 5 เหลี่ยม มีขนอ่อนละเอียด สีเหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล ปักคลุมโดยรอบ ภายในรังไข่มี 5 ช่อง แต่ละช่องมีไข่อ่อน 1 อัน ไข่อ่อนสัมพันธ์กับรังไข่ที่ใกล้ศูนย์กลางของรังไข่ ตรงจุดที่ช่องในรังไข่มาพบกัน โดยมีการเกาะตัวของไข่อ่อนกับรกเป็นแบบ axile placentation ก้านเกสรตัวเมียมีขนาดเล็กและสั้น คือยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร ฝังติดอยู่กับส่วนบนของรังไข่ ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะเป็นแฉก 5 แฉก มีขนาดใหญ่กว่าก้านเกสรตัวเมียเล็กน้อย (ภาพที่ 10) และเพื่อทำให้การศึกษาทางสัตววิทยาของดอกชัดเจนยิ่งขึ้น โครงสร้างของดอกมะไฟจีน ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบของดอกทั้ง 5 วงพร้อมสูตรดอก และแผนผังดอกได้แสดงไว้แล้ว ในภาพที่ 11

จากการเปรียบเทียบพืชตระกูลส้ม ในส้มเศรษฐกิจ โครงสร้างของดอก มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกแยกกันชัดเจน กลีบเลี้ยงมีจำนวน 3-5 กลีบ กลีบดอกมีจำนวนเท่ากับกลีบเลี้ยง และแยกกัน เกสรตัวผู้มีจำนวนเท่ากันหรือเป็นสองเท่าของจำนวนกลีบดอก (เกตุณี, 2528) ในมะไฟจีนจำนวนกลีบเลี้ยง กลีบดอก ใกล้เคียงกับพืชตระกูลส้มอื่น ๆ ส่วนเกสรตัวผู้จะมีจำนวนเป็น 2 เท่าของกลีบดอก ซึ่งสามารถเขียนสูตรดอกมะไฟจีนเทียบกับสูตรดอกของส้มเศรษฐกิจบางชนิดได้ดังนี้

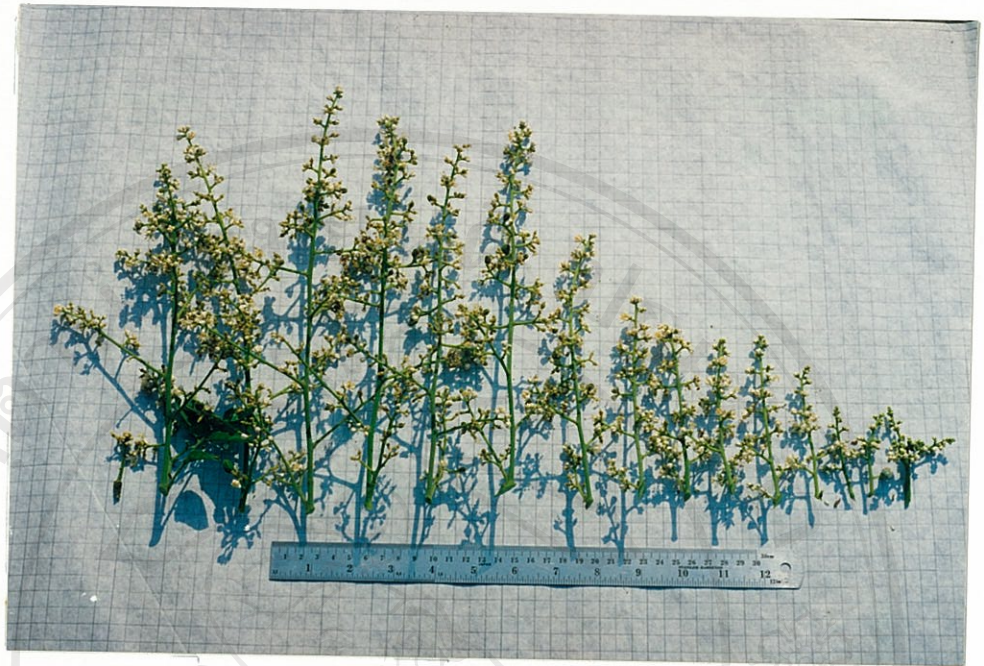
มะไฟจีน	K_5	C_5	A_{10}	$\underline{G}_{(5)}$
มะนาว	K_{4-5}	C_{4-5}	A_{20}	$\underline{G}_{(9-12)}$
ส้มโอ	K_{3-5}	C_{4-5}	A_{20-25}	$\underline{G}_{(11-16)}$
<u>Citrus</u> spp.	K_{4-5}	C_{4-5}	$A_{4-\infty}$	$\underline{G}_{(4-\infty)}$

จะเห็นว่า ดอกมะไฟจีนเป็นดอกที่ได้สมมาตร และเป็นดอกสมบูรณ์เพศเช่นเดียวกับมะนาว ล้มโอและล้มไทรชนิดอื่นๆ โดยกลีบเลี้ยง กลีบดอก มีจำนวนใกล้เคียงกัน ส่วนจำนวนเกสรตัวผู้ นั้น มีน้อยกว่ามะนาวและล้มโอ และจำนวนช่องของรังไข่ มีน้อยกว่าและจำนวนช่องก่อนข้างแน่นอน คือ 5 ช่อง นอกจากนั้นการเกาะตัวของไข่อ่อนกับรกเป็นแบบ axile placentation เหมือนกัน

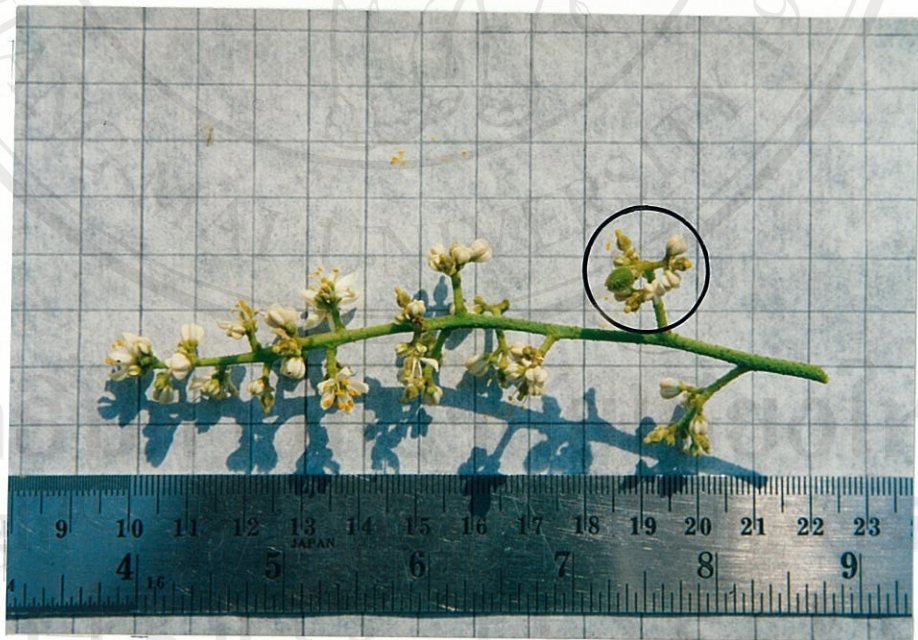


ภาพที่ 6

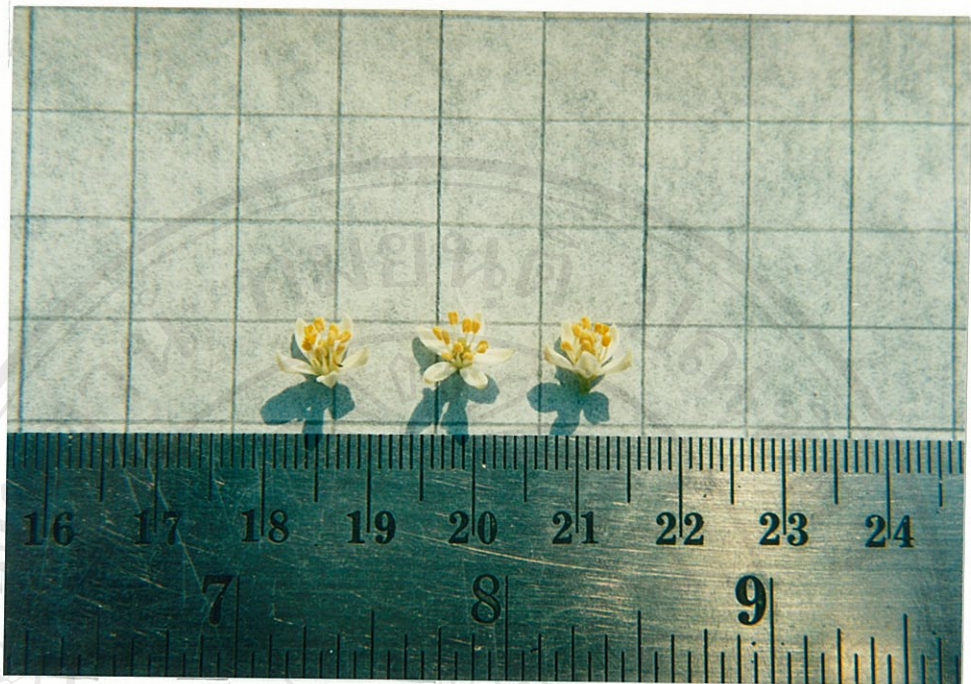
ขนาดและรูปร่างของช่อดอกมะไฟจีน



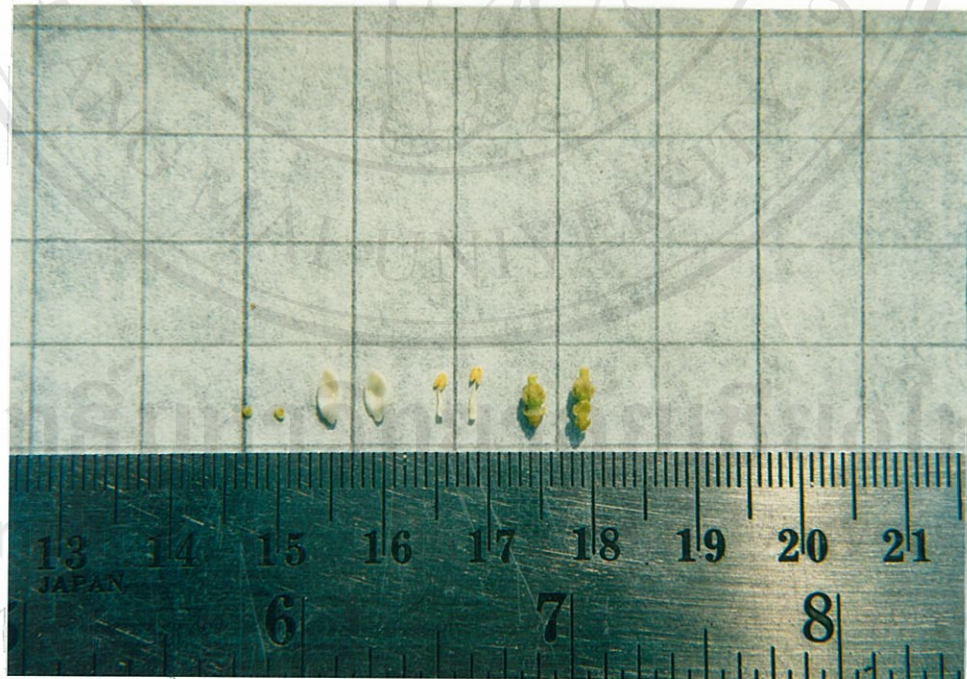
ภาพที่ 7 แขนงของกลุ่มช่อดอกย่อยในช่อดอก



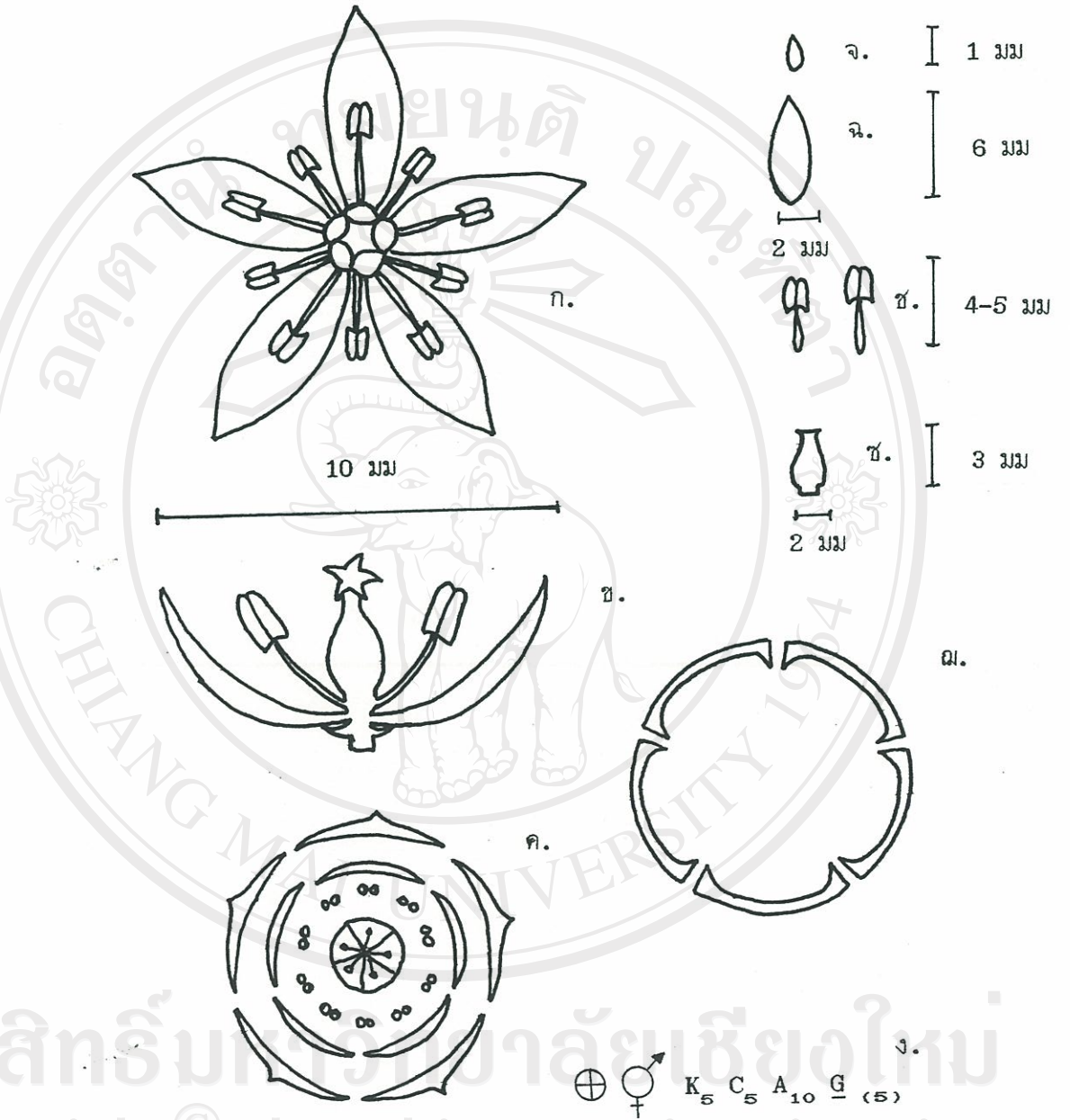
ภาพที่ 8 ช่อดอกย่อยแบบ cyme (ในวงกลม)



ภาพที่ 9 ขนาด รูปร่าง และส่วนประกอบของดอกมะไฟจีนที่บ้านเต็มที



ภาพที่ 10 ขนาดและรูปร่างของกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมีย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาพที่ 11 แสดง โครงสร้างของดอกมะไฟจีน

ก. โครงสร้างดอกด้านบน	ฉ. กลีบดอก
ข. โครงสร้างดอกด้านข้าง	ช. เกสรตัวผู้
ค. แผ่นรังดอก	ซ. เกสรตัวเมีย
ง. สัณฐานดอก	ฉ. การเรียงตัวของกลีบดอก
จ. กลีบเลี้ยง	

5. ผล

ผลมะไฟจีนเป็นแบบ berry ลักษณะและรูปร่างของผล เปลี่ยนแปลงไปตามอายุของผลดังนี้ ผลอายุ 1 เดือน ผิวผลมีสีเขียวอ่อน มีขนอ่อนสั้นสีน้ำตาลขึ้นปกคลุม โดยรอบ ผลทุกผลมีรูปร่างเป็นรูปไข่ ฐานผลกลมและปลายผลเรียวสอบ ลักษณะภายนอกผลเป็นเหลี่ยมตามความยาวของผล (ภาพที่ 12) เหลี่ยมของผลมีทั้งหมด 5 เหลี่ยม เท่ากับจำนวนช่องของรังไข่ การเชื่อมตัวของแต่ละช่องของรังไข่ ทำให้เกิดเป็นรอยตะเข็บ ซึ่งรอยตะเข็บนี้ ก็คือ เหลี่ยมของผลเหมือนที่พบในกล้วย มะเฟือง และ มะละกอ นั้นเอง (ณพพร, 2526) ส่วนปลายผลเรียวสอบ เป็นจีบ มี 5 จีบ มีก้านเกสรตัวเมียติดอยู่ ลักษณะภายในผลประกอบด้วยช่องรังไข่ 5 ช่อง ติดกัน ในแต่ละช่องมีเนื้อเยื่อสีขาวคั่นอยู่ มีเนื้อลักษณะเป็นวุ้นใส ๆ บาง ๆ มีปริมาณเพียงเล็กน้อย และติดอยู่กับเนื้อเยื่อที่เป็นผนังกัน ช่องว่างภายในผลกว้าง เมล็ดสัมผัสกับรังไข่ที่ศูนย์กลางของรังไข่ ตรงจุดที่ช่องรังไข่มาพบกัน เมล็ดสัมผัสกับรกโดยตรง เมล็ดไม่มีก้าน (ภาพที่ 13 และ 14) ผลมีกลิ่นฉุนเหมือนเปลือกส้ม และมีต่อมน้ำมันจำนวนมาก (Whiteside, 1988) ผลอายุ 2 เดือน ผิวผลมีสีเขียวเข้มขึ้น ยังคงมีขนอ่อนสั้น ๆ สีน้ำตาล ปกคลุมอยู่อย่างบาง ๆ ลักษณะของผลเป็นเหลี่ยมชัดเจนน้อยลง เมื่อเทียบกับผลอายุ 1 เดือน รูปร่างของผล เปลี่ยนแปลงจากรูปไข่ ไปเป็นรูปไข่ค่อนข้างยาวรี บางผลมีก้านเกสรตัวเมียติดอยู่ที่ปลายผล ภายในผลมีเมล็ดที่ขนาดใหญ่ขึ้น และมีเนื้อลักษณะเป็นเมือกใส ๆ และมีปริมาณมากขึ้น ช่องว่างภายในผลลดลง (ภาพที่ 15) ผลอายุ 3 เดือน ผิวผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง มีขนอ่อนสั้น ๆ สีน้ำตาลประปราย ก้านเกสรตัวเมียหลุดออกไป รูปร่างของผล เปลี่ยนแปลงจากรูปไข่ค่อนข้างยาวรี โดยแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก จากต้นมะไฟจีน สัญลักษณ์ $T_1 R_1$ $T_1 R_2$ $T_1 R_3$ $T_2 R_1$ $T_2 R_2$ $T_2 R_3$ $T_3 R_2$ $T_4 R_2$ และ $T_4 R_3$ มีรูปร่างค่อนข้างกลม และอีกกลุ่มหนึ่ง จากต้นมะไฟจีนสัญลักษณ์ $T_3 R_1$ $T_3 R_3$ และ $T_4 R_1$ รูปร่างค่อนข้างยาวรี ผลเริ่มเปลี่ยนเป็นไม่มีเหลี่ยมลักษณะภายในผล เกือบไม่มีช่องว่างภายในผล ค่อนข้างเต็มทุกช่อง แต่เนื้อสีขาว ยังมีลักษณะใส ๆ อยู่ (ภาพที่ 16) เมื่อนำมาคั้นน้ำ จะได้น้ำส้มเล็กน้อย รสเปรี้ยว ผลอายุ 4 เดือน ผลแก่ผิวผลมีสีเหลือง ถึงเหลืองอมน้ำตาล มีขนอ่อนสั้น ๆ สีน้ำตาลประปราย เห็นต่อมน้ำมันเป็นจุดกลมใสกระจายอยู่ทั่วผิวผล เนื้อมีลักษณะเป็นวุ้น สีขาวขุ่น เนื้อเต็มทุกช่องของผล ช่องว่างภายในผล จึงไม่มี (ภาพที่ 17) เนื้อฉ่ำน้ำ ติดเปลือกแต่ไม่ติดเมล็ด เมื่อนำไปคั้นน้ำ ได้น้ำส้มสีขาวขุ่น รสหวานอมเปรี้ยว ผลที่แก่แล้ว เปลือกผลด้านใน มีกลุ่มต่อมน้ำและท่ออาหาร กระจายอยู่ทั่วไป โดยเริ่มจากช่วงผลลงมา ฐานผลมีกลีบเลี้ยงติดอยู่ตลอดเวลา ตั้งแต่ผลขนาดเล็ก จนกระทั่งผลสุก สีของกลีบเลี้ยง เปลี่ยนไปตามสีของผล และเปลือกยังคงมีกลิ่นฉุนของน้ำมัน ซึ่งอยู่ในต่อมน้ำมันบนผิวผล

ผลอายุ 4 เดือน เป็นผลที่แก่และสุกในเวลาต่อมา ผลมะไฟจีนที่แก่และสุก เมื่ออยู่บนต้นมีลักษณะ ห้อยหัวลงมา (ภาพที่ 18)

ชนิดของผลมะไฟจีน เป็นแบบ berry แท้ ซึ่งต่างไปจากผลของส้มเศรษฐกิจ ที่เป็นแบบ berry แปรรูป ที่เรียกว่า hesperidium หมายความว่า ผลของมะไฟจีน มีเปลือกเป็นผิวบาง ๆ และรับประทานได้ทั้งชั้นของเปลือกหุ้มผล ส่วนผลของส้มเศรษฐกิจ มีเปลือกชั้นนอกเหนียวและหนาเหมือนหนัง สามารถลอกหรือปอกออกมาได้ ผิวนอกมักมีต่อมน้ำมัน เปลือกชั้นกลางนุ่มและหนา และเปลือกชั้นในมีเยื่อผนังกันออกมาเป็นหลายช่อง และเซลล์ชั้นใน แปรรูปไปเป็นตุ่มกักเก็บของเหลว หรือน้ำส้ม ซึ่งเป็นส่วนที่รับประทานได้ของส้ม (ณพร, 2526)

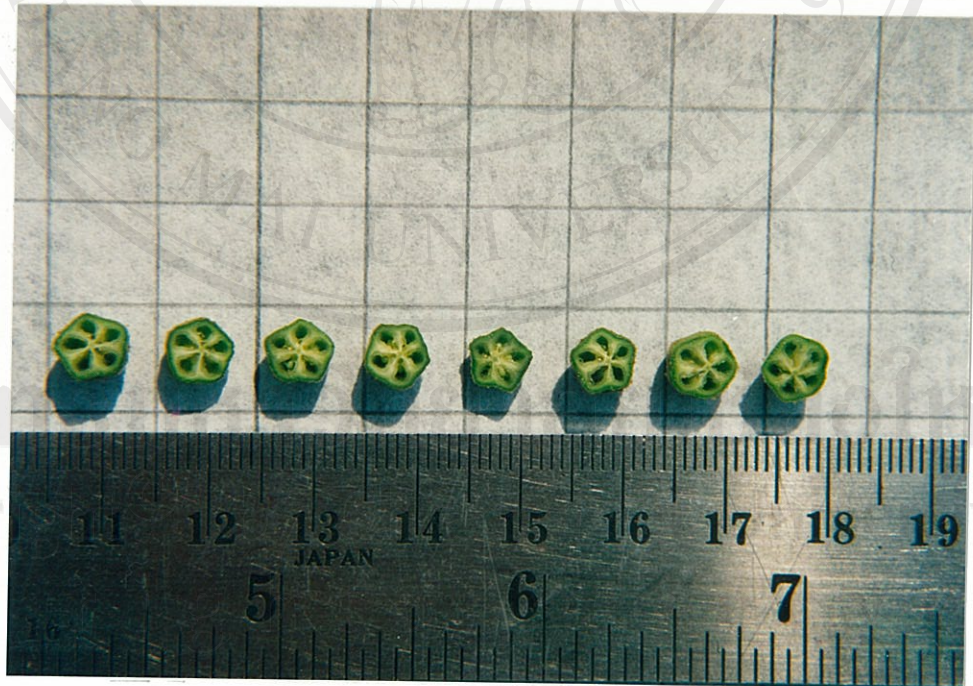
เนื่องจากมะไฟจีน ยังไม่มีการจำแนกพันธุ์มาก่อน และไม่มีชื่อของพันธุ์ปรากฏมาจนกระทั่งบัดนี้ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ที่น่าจะใช้เป็นตัวจำแนกพันธุ์มะไฟจีน และอาจนำไปสู่การเรียกชื่อพันธุ์ คือ รูปร่างของผล ซึ่งหมายรวมถึง รูปทรงของทั้งผล ปลายผล ความกว้างผล ความยาวผล ดังนั้นรูปร่างของผล จึงใช้เป็นเครื่องมือ ในการใช้แยกกลุ่มมะไฟจีน ได้ชัดเจน เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลกลม และ กลุ่มผลรี ดังนั้นรูปวิธาน จึงเป็นดังนี้

รูปวิธานที่ใช้จำแนกพันธุ์หรือกลุ่มของมะไฟจีน

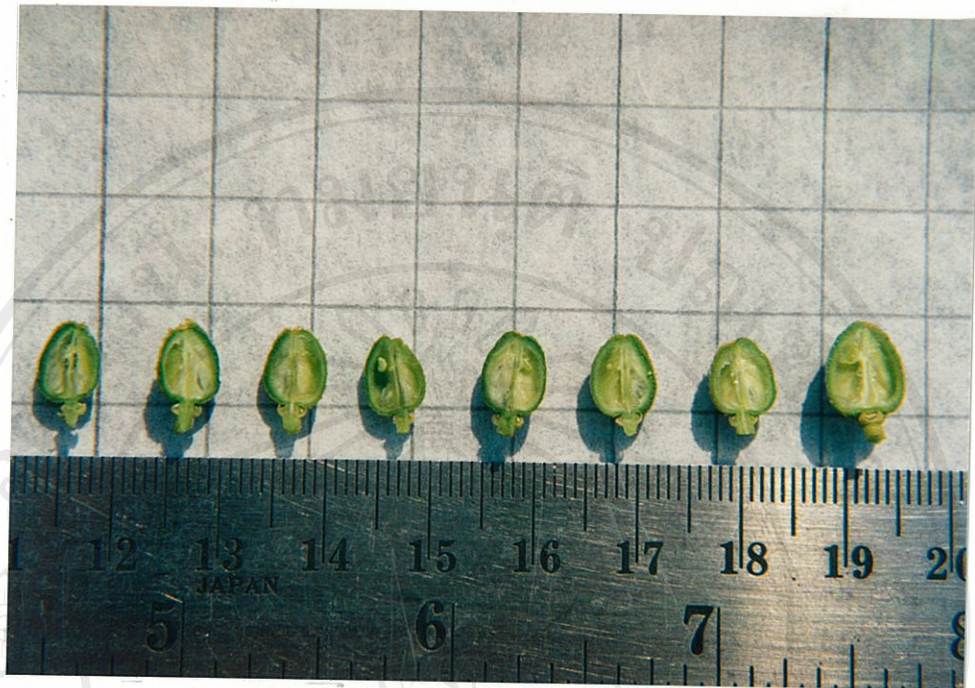
1. ผลรูปร่างกลม ปลายผลมน ดัชนีรูปร่างของผลเท่ากับ 1.....กลุ่มผลกลม
1. ผลรูปร่างรี ปลายผลแหลม ดัชนีรูปร่างของผลน้อยกว่า 1.....กลุ่มผลรี



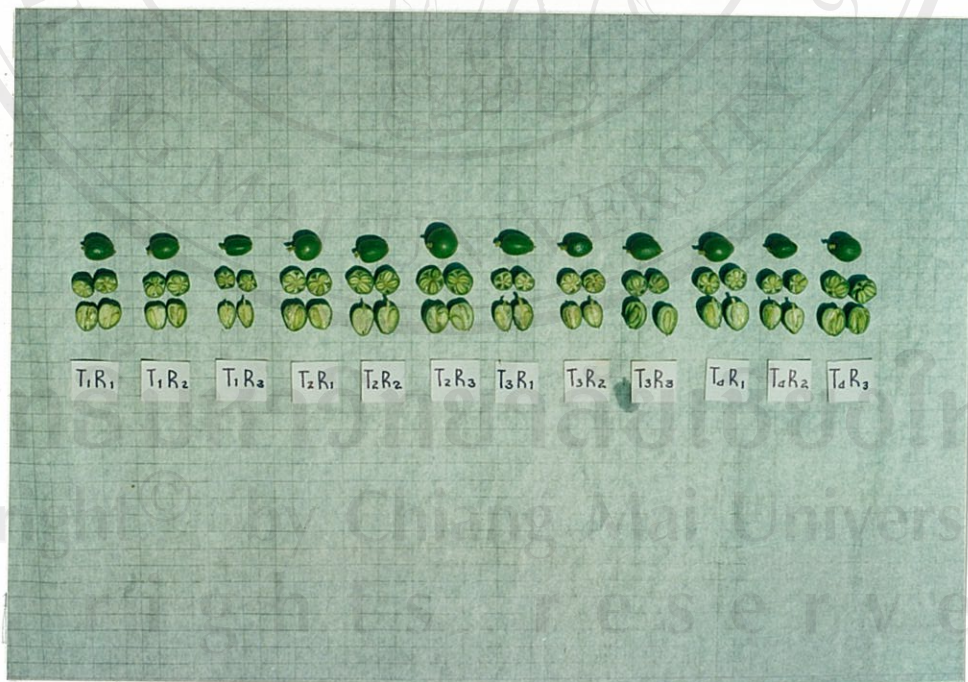
ภาพที่ 12 ลักษณะภายนอกของผลมะไฟจีน อายุ 1 เดือน



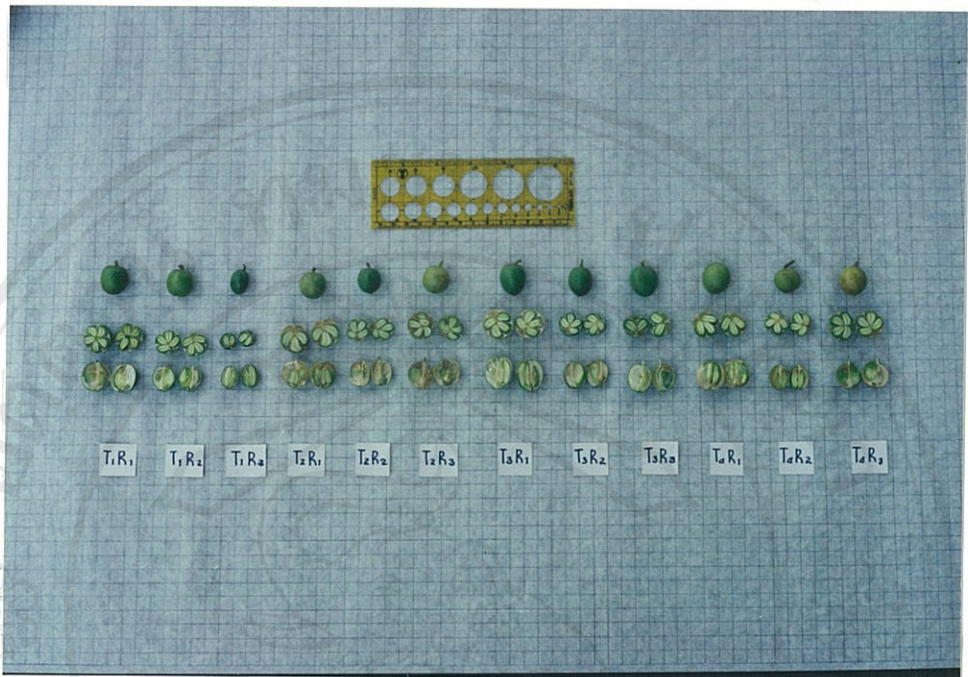
ภาพที่ 13 ลักษณะภายใน (ตามขวาง) ของผลมะไฟจีนอายุ 1 เดือน



ภาพที่ 14 ลักษณะภายใน (ตามยาว) ของผลมะไฟจีนอายุ 1 เดือน



ภาพที่ 15 ลักษณะของผลมะไฟจีนอายุ 2 เดือน



ภาพที่ 16 ลักษณะของผลมะไฟจีนอายุ 3 เดือน



ภาพที่ 17 ลักษณะของผลมะไฟจีนอายุ 4 เดือน



ภาพที่ 18 มะไฟจนขณะผลสุก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

6. เมล็ด

ผลมะไฟเงินที่สุกแล้ว ใน 1 ผล อาจมีเมล็ดตั้งแต่ 1-5 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะแบน รูปไข่หัวกลับ เมล็ดมีขนาดเท่ากับหรือใหญ่กว่าเมล็ดส้มโอ คือมีความกว้าง 8.8-11.0 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 9.96 มิลลิเมตร) ความยาว 13.9 - 17.4 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 15.53 มิลลิเมตร) และความหนา 4.3-6.2 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 5.26 มิลลิเมตร) เมล็ดมีเปลือกเป็นเยื่อบาง ๆ สีเขียวอมน้ำตาลอ่อนหุ้ม ยกเว้นด้านข้างหรือด้านตรงข้ามกับคัพภะ เยื่อบาง ๆ ที่หุ้มเมล็ดอยู่ประมาณ 1/4 ของความยาวของเมล็ด มีสีน้ำตาลแกมดำ (ภาพที่ 19) ภายในเมล็ดมีใบเลี้ยงสีเขียวอ่อน 2 อัน ไม่มีชั้นอาหารสะสม คัพภะส่วนบน มีลักษณะเป็นจุดเล็กๆ ส่วนรากและจุดกำเนิดราก มีลักษณะเป็นท่อนกลมๆ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร (ภาพที่ 20) คัพภะมีขนอ่อนสั้น ๆ สีน้ำตาลปกคลุมอยู่มองเห็นได้ชัดเจน

การปรากฏของเมล็ดในผลมะไฟเงิน แสดงความสัมพันธ์กับลักษณะของผลอย่างเด่นชัด จากการศึกษาผลมะไฟเงินที่สุกแล้ว พบว่า แต่ละผลอาจมีเมล็ดเต็ม ซึ่งเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ และเมล็ดลีบ ซึ่งเป็นเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ รวมกันแล้วไม่เกิน 5 เมล็ด จำนวนและขนาดของเมล็ดในผลเป็นตัวกำหนดขนาดของผล สมมาตรของผล และปริมาณเนื้อของผล หมายความว่า ผลที่มีเมล็ดขนาดเล็ก และจำนวนน้อยกว่า มักมีขนาดผลเล็ก ผลไม่ได้สมมาตร และปริมาณเนื้อของผลมากกว่าผลที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ และจำนวนมากกว่า (ภาพที่ 21 และ 22)

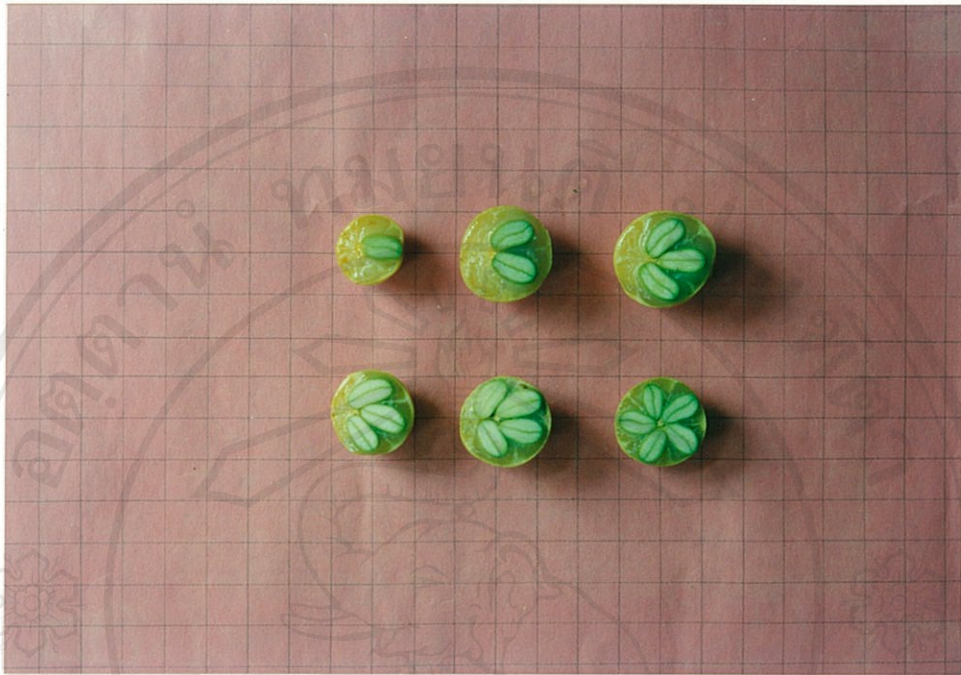
เมล็ดมะไฟเงิน แตกต่างจากเมล็ดของพืชตระกูลส้มอื่น ๆ ในส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดมะไฟเงิน มีเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นเดียว มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ส่วนเมล็ดของพืชตระกูลส้มชนิดอื่น ๆ มีเปลือกหุ้มเมล็ด 2 ชั้น คือเปลือกชั้นนอกหนาและแข็ง สีขาวหรือสีครีม เปลือกชั้นในเป็นเยื่อบางๆ สีของเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นในด้านตรงกันข้ามกับคัพภะ จะเป็นสีม่วง สีน้ำตาล สีม่วง สีเหลือง หรือสีครีม ส่วนที่เหลืองจะเป็นสีที่จางลงของสีเหล่านี้ หรือสีเขียวอมเทา (Frost and Soost, 1968) นอกจากนี้ เมล็ดมะไฟเงิน ไม่มีชั้นอาหารสะสม แตกต่างจากส้มเกลี้ยงที่มีชั้นอาหารสะสมสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน หรือเจือด้วยสีเขียว ส้มเขียวหวาน มีชั้นอาหารสะสมสีเขียวอมเหลือง หรือสีเขียวอ่อน มะนาวเทศ มะนาว มีชั้นอาหารสะสมสีขาว (เกคตัน, 2528) เมื่อบางใบเลี้ยงทั้งสองใบออกจากกัน จะมองเห็นส่วนของคัพภะ ซึ่งมีเพียง 1 อันได้ชัดเจน (ภาพที่ 20) ในขณะที่พืชตระกูลส้มบางชนิด มีคัพภะที่สามารถแยกออกเป็นชั้นได้หลายชั้น (Frost and Soost, 1968) ขนาดรูปร่างของเมล็ด จะผันแปรไปตาม จำนวนของเมล็ดต่อผล และจำนวนของคัพภะต่อเมล็ด (Soost and Cameron, 1975)



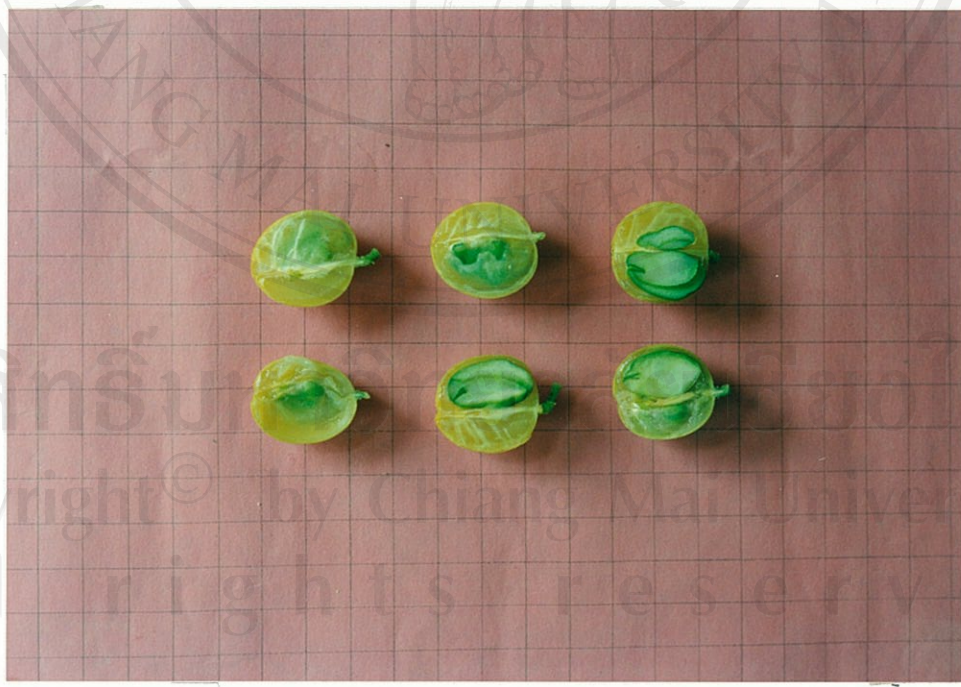
ภาพที่ 19 ลักษณะภายนอกของเมล็ด



ภาพที่ 20 ลักษณะภายในของเมล็ด



ภาพที่ 21 เมล็ดภายในผลสุก (ตามขวาง)



ภาพที่ 22 เมล็ดภายในผลสุก (ตามยาว)

ลิขสิทธิ์ในเอกสารฉบับนี้
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 การเจริญเติบโตของมะไฟเงิน

การเจริญเติบโตของดอก

เริ่มศึกษาตั้งแต่เป็นดอกขนาดเล็กที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนกระทั่งติดเป็นผล ดังนี้

1. ช่วงเวลาของการออกดอก

มะไฟเงินเริ่มออกดอกประมาณต้นเดือนธันวาคม โดยจะทยอยแทงช่อดอกเฉลี่ยประมาณ 15 ช่อในแต่ละสัปดาห์ ช่วงแรกแทงช่อดอกจำนวนไม่มาก และหลังจากนั้นอีก 2-3 สัปดาห์จึงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งใช้เวลา 2-2.5 เดือน จึงแทงช่อดอกหมดทั้งต้น

ในสภาพของจังหวัดน่าน ในฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำ นั่นคือในเดือนมกราคม พ.ศ. 2535 และ 2536 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 20.9°C และ 19.9°C ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 1) ฉะนั้นอุณหภูมิที่ลดต่ำลงนี้ จึงไปกระตุ้นให้มะไฟเงินมีการออกดอกในช่วงฤดูหนาวเช่นเดียวกับลำไยและสับปะรดที่ถูกระตุ้นให้ออกดอกในช่วงที่อุณหภูมิลดต่ำลง อย่างไรก็ตามจากการสังเกตพบว่าต้นมะไฟเงินที่ได้รับน้ำสม่ำเสมอจะออกดอกก่อนต้นอื่นๆ แสดงว่าต้นมะไฟเงินไม่มีการพักตัว ซึ่งไฟโรจน์ (2507) พบว่า ส้มเขียวหวานในประเทศไทยสามารถออกดอกได้ตลอดปีถ้าหากมีการชลประทานดี ส่วนต้นที่ขาดน้ำหรือเจ้าของสวนไม่ได้ให้น้ำ การออกดอกจะล่าช้าออกไป ตรงกับรายงานของ Whiteside (1988) ที่กล่าวว่า ในพื้นที่ที่มีช่วงแห้งแล้งยาวนาน ทำให้ช่วงเวลาการออกดอกเลื่อนออกไปจนกระทั่งฝนตก หรือต้นส้มได้รับน้ำ ถึงแม้มะไฟเงินจะออกดอกในช่วงฤดูหนาวซึ่งเป็นช่วงวันสั้นแต่สภาพวันสั้นไม่น่าจะมีผลต่อการออกดอกของมะไฟเงิน ซึ่งตามรายงานของ รวี (2514) และ Moss (1969) พบว่า ในส้มเกลี้ยงช่วงเวลาของแสงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกจะตอบสนองต่อความยาวนานของการได้รับอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นการที่มะไฟเงินออกดอกในช่วงฤดูหนาว น่าจะเป็นผลมาจากการได้รับอุณหภูมิต่ำในระดับหนึ่ง แต่ไม่ต่ำมากจนต้นมะไฟเงินเกิดการพักตัวและหากต้นมะไฟเงินได้รับน้ำในช่วงที่อากาศเย็นนี้ ต้นมะไฟเงินจะออกดอกเร็วขึ้น

2. ช่วงเวลาดังแต่อกดอกถึงดอกบานเต็มที่

เริ่มนับตั้งแต่ดอกย่อยมีขนาดเล็กที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จนกระทั่งดอกย่อยดอกนั้นบานเต็มที่ ใช้เวลา 35-40 วัน นับว่าใช้เวลายาวนานกว่าส้มเขียวหวานที่ใช้เวลาเพียง 21 วัน (รวี, 2514) ดอกย่อยที่อยู่ตรงกลางช่อเริ่มบานก่อน ดอกย่อยที่อยู่ด้านข้างบานทีหลังเพราะช่อดอกมะไฟจีนเป็นช่อแบบ *cymose panicle* (พิมพ์ใจ, 2531) ระยะเวลาการบานของดอกย่อยในแต่ละช่อจึงแตกต่างกันไปตามตำแหน่งของดอก ในช่อดอกหนึ่งดอกย่อยดอกแรกบานจนถึงดอกย่อยบาน 50 เปอร์เซ็นต์ของทั้งช่อ ใช้เวลา 30-35 วัน และดอกย่อยดอกแรกบาน จนถึงดอกย่อยดอกสุดท้ายของช่อบาน ใช้เวลา 60-65 วัน ทั้งนี้แล้วแต่ขนาดของช่อดอกและจำนวนดอกย่อยในช่อดอกด้วย

3. ช่วงเวลารวมผลของเกสรตัวเมียและเกสรตัวผู้

ช่วงเวลารวมผลของเกสรตัวเมีย ศึกษาได้โดยใช้แว่นขยายส่องดูที่ยอดเกสรตัวเมียจะพบมีน้ำเมือกใสสะอาดแวววาวคล้ายน้ำผึ้ง ซึ่งสังเกตเห็นได้ในช่วงระยะเวลา 08.30 ถึง 10.00 น. แต่ช่วงเวลาที่เกสรตัวเมียส่วนใหญ่พร้อมผสม คือ เวลา 10.00 น. ส่วนช่วงเวลารวมผลของเกสรตัวผู้ ศึกษาได้โดยอับเกสรแตกตามยาวให้ละอองเกสรที่มีลักษณะเหนียวสีเหลืองซึ่งเริ่มเวลาประมาณ 09.30 น. จะเห็นว่า ดอกมะไฟจีนมีช่วงเวลารวมผลของเกสรตัวเมียเกิดก่อนช่วงเวลารวมผลของเกสรตัวผู้เล็กน้อย ซึ่งต่างกับที่พบในส้ม ซึ่งมีช่วงเวลารวมผลของเกสรตัวเมียก่อนช่วงเวลารวมผลของเกสรตัวผู้หลายวัน (Soost and Cameron, 1975) และจากงานทดลองของ Frost and Soost (1968) พบว่า เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียของส้มแก่ในเวลาเดียวกัน

ช่วงเวลากการพร้อมผลของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย อาจเปลี่ยนแปลงไปได้โดยอาจจะเร็วหรือช้ากว่า ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้น นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิสูง และความชื้นต่ำจะทำให้เกิดการแตกของอับเกสรเร็วขึ้น ซึ่ง Stanley and Linskens (1974) พบว่า สาเหตุการแตกของอับเกสรนั้นเกิดจากสูญเสียน้ำ ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสูญเสียน้ำได้เร็วยิ่งขึ้น ช่วงที่ทำการศึกษาคือในช่วงฤดูหนาว ตอนเช้ามีหมอกลงจัด และอากาศเย็น การแตกของอับเกสรจึงเกิดช้า และอับเกสรจะแตกมากขึ้นเมื่อมีแสงแดด ความชื้นต่ำลง และอุณหภูมิสูงขึ้นในตอนบ่าย แต่ในการศึกษานี้ พบว่ามีอับเกสรแตกบ้างแต่น้อย เพราะส่วนใหญ่ได้แตกในช่วงครึ่งวันเช้า

4. ช่วงเวลาดังแต่ดอกบานถึงติดผล

ตั้งแต่ดอกบานจนถึงติดผลใช้เวลาประมาณ 3 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่เกิดขึ้นในส้มโอบลัดเลย์พันธุ์ฟอสเตอร์ ที่ใช้เวลา 4 วันและส้มแซทซума ที่ใช้เวลา 2-8 วัน (Frost and Soost, 1968) หลังจากดอกได้รับการผสมแล้ว กลีบดอกและเกสรตัวผู้ร่วงหลุดไป ส่วนกลีบเลี้ยงและเกสรตัวเมียยังคงติดอยู่บนก้านดอก เช่นเดียวกับที่พบในส้มเกลี้ยง (เกศินี, 2528) หลังจากติดผลแล้วจะเห็นผลอ่อนขนาดเล็กๆ สีเขียวอ่อน มีขนอ่อนสั้น ๆ สีน้ำตาลปกคลุมโดยรอบ

5. ช่วงเวลาดังแต่ดอกบานเต็มถึงผลแก่

ตั้งแต่ดอกบานเต็มถึงผลแก่ ใช้เวลา 120-135 วัน ผลแก่มีผิวเปลือกสีเหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล ผลมะไฟจีนในข้อเดียวกัน แก่ไม่พร้อมกัน (ภาพที่ 18) เนื่องจากช่อดอกเป็นแบบ cymose panicle ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับที่พบในมะม่วงหิมพานต์ และสตรอเบอร์ (เกศินี, 2528) เนื่องจากดอกย่อยที่อยู่ตรงกลางช่อบานก่อนดอกย่อยที่อยู่ด้านข้าง ดังนั้นผลที่เกิดจากดอกย่อยที่อยู่ตรงกลางช่อ จึงมีขนาดใหญ่กว่าและสุกก่อนผลที่เกิดจากดอกย่อยที่อยู่ด้านข้าง การที่ผลมะไฟจีนในข้อเดียวกันแก่ไม่พร้อมกัน ทำให้มีปัญหาในการเก็บเกี่ยว นั่นคือ หลังจากเก็บเกี่ยวผลมาแล้ว ต้องมีการคัดผลที่ยังไม่แก่ซึ่งมีผิวเปลือกสีเขียวหรือเขียวอมเหลืองทิ้งไป ถ้าหากจะรอให้ผลสุกพร้อมๆ กัน แล้วจึงเก็บเกี่ยว ผลสุกก่อนซึ่งมีจำนวนมากกว่าจะแตกและร่วงหล่นไป

การเจริญเติบโตของผล

มะไฟจีนมีช่วงเวลาของการเจริญเติบโตของผลสั้นเมื่อเทียบกับส้มเศรษฐกิจอื่น ๆ คือ ตั้งแต่ดอกบานจนถึงผลแก่ ใช้เวลา 4 เดือน ในขณะที่ส้มโอที่ปลูกในเขตกิ่งร้อน ใช้เวลาในการพัฒนาผลจนสุกแก่ตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป (Reuther, 1977) และส้มเขียวหวาน ใช้เวลาตั้งแต่ ออกดอกถึงผลแก่ 8-9 เดือน (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดสมุทรปราการ, 2536)

เนื่องจากมะไฟจีนที่เป็นตัวอย่างในการศึกษาทั้ง 12 ต้น มีการเจริญเติบโตของผลเป็นแบบเดียวกัน แต่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนในด้านรูปร่างของผล ขณะที่ผลอายุตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป ดังนั้นการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของผลมะไฟจีน จึงแยกออกเป็น 2 กลุ่มตามรูปร่างของผล คือ กลุ่มผลกลม ซึ่งมีผลรูปร่างกลม ปลายผลมน และดัชนีรูปร่างของผลเท่ากับ 1 ได้แก่ ต้นมะไฟจีน 9 ต้น คือ $T_1 R_1$ $T_1 R_2$ $T_1 R_3$ $T_2 R_1$ $T_2 R_2$ $T_2 R_3$ $T_3 R_2$ $T_4 R_2$ และ $T_4 R_3$ และกลุ่มผลรี ซึ่งมีผลรูปร่างรี ปลายผลแหลม

และดัชนีรูปร่างของผลน้อยกว่า 1 ได้แก่ ต้นมะไฟจีน 3 ต้น คือ $T_3 R_1$ $T_3 R_3$ และ $T_4 R_1$ (ภาพที่ 15, 16 และ 17) ในระหว่างการเจริญเติบโต มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของผล ซึ่งประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนักสด ปริมาตร ความหนาแน่น ขนาด รูปร่าง และส่วนประกอบทางชีวเคมีของผลสุก ได้แก่ ปริมาณกรดรวม ปริมาตรรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณวิตามินซี รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกและจำนวนผลแก่ในข้อ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของจำนวน น้ำหนัก ปริมาตรของเมล็ดต่อผล และการงอกของเมล็ด

1. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ปริมาตร และความหนาแน่นของผล

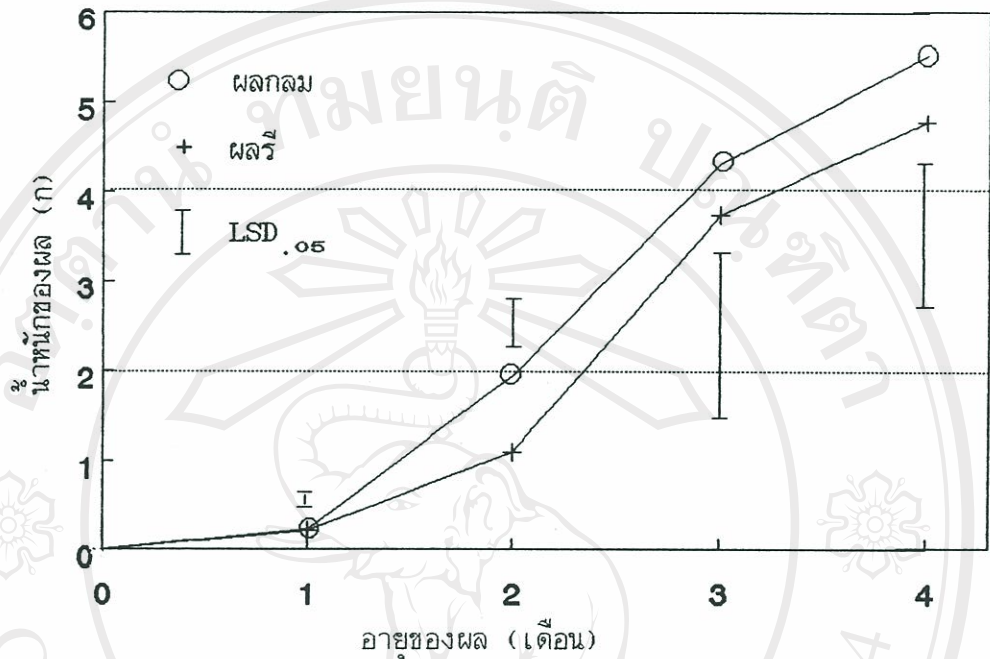
น้ำหนักสด ปริมาตร และความหนาแน่นของผลมีการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบของ simple sigmoid curve (ภาพที่ 23, 24, 25 และตารางที่ 1) เมื่อผลอายุได้ 1 เดือน มะไฟจีนกลุ่มผลกลม มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.225 กรัม ปริมาตร 0.249 มิลลิลิตร ความหนาแน่น 0.906 กรัม/มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มผลรี มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.217 กรัม ปริมาตร 0.253 มิลลิลิตร และความหนาแน่น 0.855 กรัม/มิลลิลิตร จะเห็นว่า มะไฟจีนกลุ่มผลกลม มีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มผลรี ขณะที่กลุ่มผลกลมมีปริมาตรน้อยกว่ากลุ่มผลรี ส่วนความหนาแน่นในกลุ่มผลกลมมีมากกว่ากลุ่มผลรี ความแตกต่างด้านน้ำหนักสด ปริมาตร และความหนาแน่นของผลทั้งสองกลุ่มนี้ มีค่าเพียงเล็กน้อยและไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของผลมะไฟจีนทั้งสองกลุ่ม จะน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำ ซึ่งทำให้ผลมะไฟจีนลอยน้ำในขณะนำไปวัดปริมาตร โดยการแทนที่น้ำ ทั้งนี้เมื่อดูภายในผลพบว่า มีช่องว่างมาก (ภาพที่ 13, 14) ภายในผลมีเนื้อเป็นเมือกใส ๆ บาง ๆ เพียงเล็กน้อย

เมื่อผลมะไฟจีนอายุได้ 2 เดือน น้ำหนักและปริมาตรของผลมะไฟจีนทั้ง 2 กลุ่มยังคงเพิ่มขึ้น โดยมะไฟจีนกลุ่มผลกลมมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.951 กรัม ปริมาตร 1.878 มิลลิลิตร ความหนาแน่น 1.041 กรัม/มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มผลรีมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.092 กรัม ปริมาตร 1.033 มิลลิลิตร และความหนาแน่น 1.303 กรัม/มิลลิลิตร จะเห็นว่า มะไฟจีนกลุ่มผลกลมมีน้ำหนักและปริมาตรเพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่ากลุ่มผลรี และแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความหนาแน่นน้อยกว่า และไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด น้ำหนักและปริมาตรของผลมะไฟจีนทั้ง 2 กลุ่มมีค่าความหนาแน่นมากกว่าความหนาแน่นของน้ำ ซึ่งเมื่อนำผลไปวัดปริมาตร โดยการแทนที่น้ำผลจึงจมน้ำ น้ำหนักและความหนาแน่นของผลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากภายในผลมีเมล็ดขนาดเล็กและมีเนื้อเกือบเต็มทุกช่อง (ภาพที่ 15)

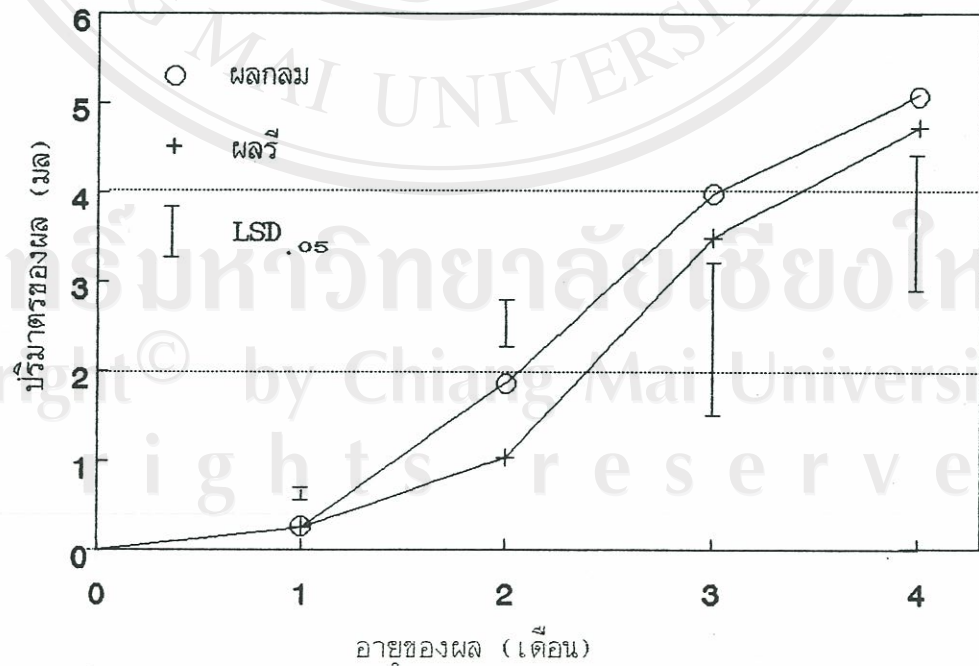
เมื่อผลมะไฟเงินอายุได้ 3 เดือน เป็นช่วงที่ผลมะไฟเงินทั้ง 2 กลุ่ม มีน้ำหนักและปริมาตรเพิ่มขึ้นสูงสุด โดยกลุ่มผลกลมมีน้ำหนักเฉลี่ย 4.305 กรัม ปริมาตร 3.989 มิลลิลิตร ความหนาแน่น 1.080 กรัม/มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มผลรีมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.736 กรัม ปริมาตร 3.500 มิลลิลิตร และความหนาแน่น 1.074 กรัม/มิลลิลิตร น้ำหนัก ปริมาตร และความหนาแน่นของผลมะไฟเงินทั้ง 2 กลุ่ม ยังคงเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ 2 โดยกลุ่มผลกลมมีค่ามากกว่ากลุ่มผลรีแต่ความแตกต่างของน้ำหนัก ปริมาตร และความหนาแน่น ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความหนาแน่นของผลที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก และปริมาตร โดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของเนื้อผล และการสะสมอาหารภายในเนื้อผล ซึ่งสังเกตจากเนื้อของผลมีสีขาวขุ่น รวมทั้งการเพิ่มขนาดของเมล็ด ส่วนปริมาตรที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากการขยายขนาดของผลและการเพิ่มขนาดของเมล็ด (ภาพที่ 16)

เมื่อผลมะไฟเงินอายุได้ 4 เดือน น้ำหนักและปริมาตรของผลมะไฟเงินทั้ง 2 กลุ่ม ยังคงเพิ่มขึ้นแต่ในอัตราที่ลดลง โดยกลุ่มผลกลม มีน้ำหนักเฉลี่ย 5.526 กรัม ปริมาตร 5.089 มิลลิลิตร ความหนาแน่น 1.085 กรัม/มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มผลรีมีน้ำหนักเฉลี่ย 4.777 กรัม ปริมาตร 4.733 มิลลิลิตร และความหนาแน่น 1.022 กรัม/มิลลิลิตร น้ำหนัก ปริมาตร และความหนาแน่นของผลมะไฟเงินกลุ่มผลกลมมีค่ามากกว่ากลุ่มผลรี แต่ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความหนาแน่นของผลมะไฟเงินกลุ่มผลกลมในเดือนนี้ เพิ่มขึ้นจากเดือนที่แล้วเล็กน้อย แต่ผลมะไฟเงินกลุ่มผลรีความหนาแน่นกลับลดลง อาจเนื่องจากปริมาตรของผลเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำหนักเมื่อเทียบกับเดือนที่แล้ว (ภาพที่ 17)

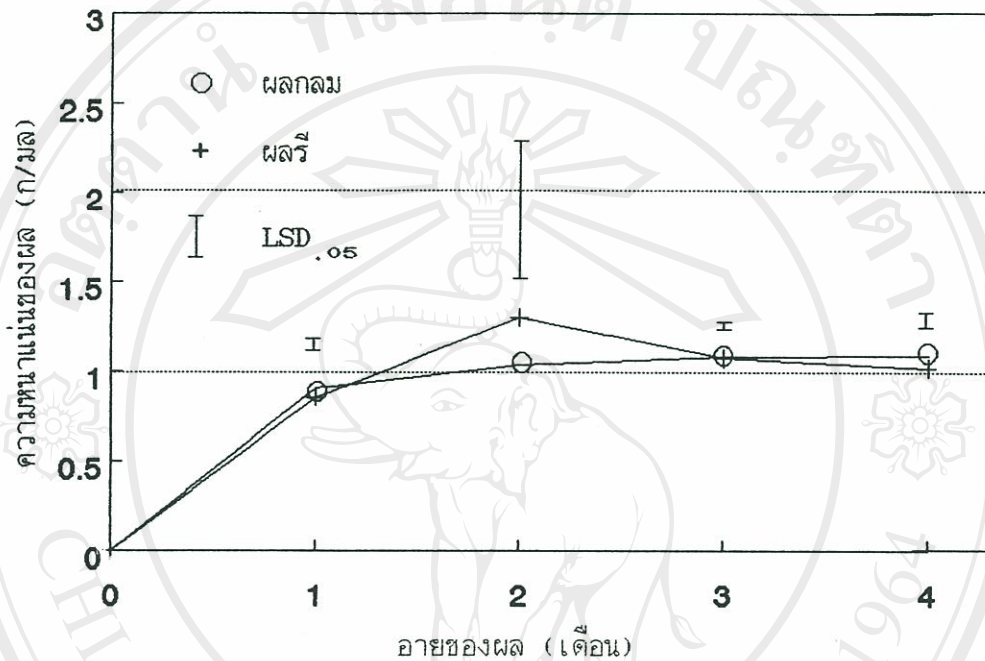
จะเห็นว่าการเจริญเติบโตของผลมะไฟเงินด้านน้ำหนักและปริมาตรเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโต โดยน้ำหนักและปริมาตร เพิ่มขึ้นหลังจากติดผลจนผลอายุ 1 เดือน หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้นและเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนที่ 3 ส่วนในเดือนที่ 4 ซึ่งเป็นเดือนที่ผลมะไฟเงินสุก น้ำหนักและปริมาตรของผลยังคงเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงเมื่อเทียบกับเดือนที่ 2 และเดือนที่ 3 แสดงว่าในช่วงอายุ 2-3 เดือน ผลมะไฟเงิน มีการเพิ่มน้ำหนักและปริมาตรสูงมาก ส่วนการเพิ่มความหนาแน่นเริ่มมีขึ้นหลังจากติดผล และหลังจากผลอายุ 1 เดือนความหนาแน่นจะมีอัตราเพิ่มขึ้นแต่ไม่มากเท่ากับในเดือนแรก เมื่อผลอายุ 2 เดือนมีความหนาแน่นประมาณ 1.00 กรัม/ มิลลิลิตร หรือสูงกว่าเล็กน้อย



ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลมะไฟจีน



ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของผลมะไฟจีน



ภาพที่ 25. การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของผลมะไฟจีน

2. การเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของผล

หลังจากติดผล มะไฟจีนทั้งกลุ่มผลกลมและกลุ่มผลรี มีการเปลี่ยนแปลงของขนาดความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นรูปแบบ simple sigmoid curve (ภาพที่ 26, 27 และตารางที่ 1) เช่นเดียวกับน้ำหนักสด ปริมาตร และความหนาแน่น เมื่อผลอายุ 1 เดือน ผลของมะไฟจีนทั้ง 2 กลุ่ม มีรูปร่างไม่แตกต่างกัน คือ ผลมีลักษณะยาวรี มี 5 เหลี่ยม ปลายผลสอบ มีขนอ่อนสั้นๆ สีเหลืองหรือเหลืองอมน้ำตาล กระจายอยู่ทั่วผิวผล (ภาพที่ 12) มะไฟจีนกลุ่มผลกลม มีความยาวของผลเฉลี่ย 0.951 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.702 เซนติเมตร กลุ่มผลรี มีความยาวของผลเฉลี่ย 0.940 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.679 เซนติเมตร จะเห็นว่าขนาดของผลมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อผลมีอายุได้ 2 เดือน ขนาดของผลเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ยูปร่างของผลยังคงค่อนข้างยาวรี เห็นเหลี่ยมทั้ง 5 เหลี่ยมชัดเจน ความหนาแน่นของขนอ่อนสั้นน้ำตาลเริ่มลดลง (ภาพที่ 15) มะไฟจีนกลุ่มผลกลมมีความยาวของผลโดยเฉลี่ย 1.588 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.462 เซนติเมตร กลุ่มผลรี มีความยาวของผลโดยเฉลี่ย 1.708 เซนติเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.237 เซนติเมตร ขณะที่ความยาวของผลทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อผลอายุได้ 3 เดือน ขนาดของผลยังคงเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในขณะที่รูปร่างของผลเริ่มเปลี่ยนแปลง ผลกลุ่มหนึ่งจากต้นมะไฟจีนสัญลักษณ์ $T_1 R_1$, $T_1 R_2$, $T_1 R_3$, $T_2 R_1$, $T_2 R_2$, $T_2 R_3$, $T_3 R_2$, $T_4 R_2$ และ $T_4 R_3$ มีรูปร่างค่อนข้างกลม ปลายผลป้าน (ภาพที่ 16) มีความยาวของผลเฉลี่ย 1.894 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.881 เซนติเมตร อีกกลุ่มหนึ่งจากต้นมะไฟจีนสัญลักษณ์ $T_3 R_1$, $T_3 R_3$ และ $T_4 R_1$ ผลมีรูปร่างยาวรี ปลายผลแหลม มีความยาวผลเฉลี่ย 2.076 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.752 เซนติเมตร เป็นที่น่าสนใจที่ว่า ผลมะไฟจีนที่มีเมล็ด 5 เมล็ด ขนาดของเมล็ด จะดันให้ขนาดของผล ขยายตัวออกด้านข้างทำให้ผลมีรูปร่างค่อนข้างกลม ในขณะที่ผลที่มีจำนวนเมล็ดน้อยกว่า 5 เมล็ด รูปร่างของผิวด้านที่มีเมล็ดจะขยายออกมากกว่าด้านที่ไม่มีเมล็ด (ภาพที่ 21 และ 22) และเมื่อผลมะไฟจีนอายุได้ 4 เดือน ขนาดของผลด้านความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้นไม่มากนัก รูปร่างของผลสามารถแยกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (ภาพที่ 17) กลุ่มผลกลม มีความยาวผลเฉลี่ย 2.097 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.076 เซนติเมตร กลุ่มผลรี มีความยาวของผลเฉลี่ย 2.180 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.970 เซนติเมตร

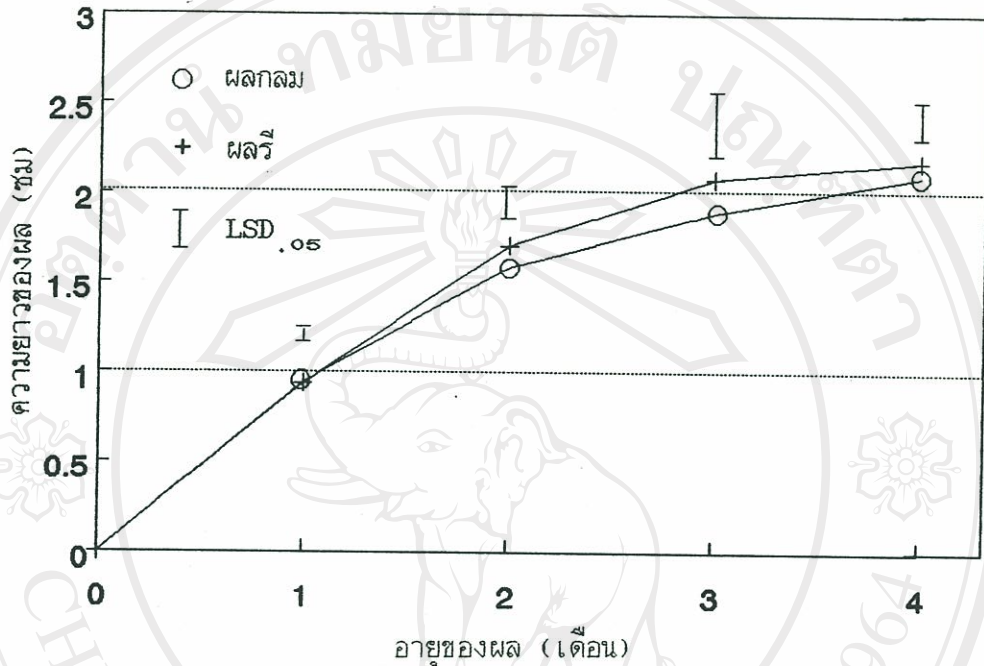
จะเห็นว่าความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมะไฟจีนทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นตลอดอายุของผล เมื่ออายุ 1 เดือน กลุ่มผลกลม และกลุ่มผลรี มีขนาดของผลใกล้เคียงกัน ทั้งด้านความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลาง เมื่อผลอายุ 2 เดือน อัตราการเพิ่มสูงสุด กลุ่มผลกลม มีความยาวน้อยกว่ากลุ่มผลรี แต่ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางของกลุ่มผลกลมมากกว่ากลุ่มผลรีและแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อผลอายุ 3-4 เดือนความยาวของกลุ่มผลกลมน้อยกว่ากลุ่มผลรี แต่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดัชนีรูปร่างของผลมะไฟจีนอายุ 1 เดือน ดัชนีรูปร่างของผลทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยกว่า 1 นั่นคือ ผลมีความยาวมากกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง รูปร่างของผลจึงมีลักษณะยาวรี เมื่อผลมะไฟจีนอายุได้ 2 เดือน มะไฟจีนกลุ่มผลกลม มีค่าดัชนีรูปร่างของผลเพิ่มขึ้นเป็น 0.922 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 นั่นคือ ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีรูปร่างค่อนข้างกลม เมื่อเทียบกับผลรี ซึ่งมีค่าดัชนีรูปร่างของผลเพิ่มขึ้นเป็น 0.724 เพิ่มขึ้นจากเดือนที่แล้วเล็กน้อย นั่นคือ เส้นผ่าศูนย์กลางของผลเพิ่มขึ้นเพียง เล็กน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มผลกลม และรูปร่างของผลยังคงเป็นรูปไข่เหมือนเดือนแรก เมื่อผลมะไฟจีนอายุ 3 เดือน มะไฟจีนกลุ่มผลกลมยังคงมีค่าดัชนีเพิ่มสูงขึ้นเป็น 0.995 และมีค่าใกล้เคียงกับ 1 มากกว่า

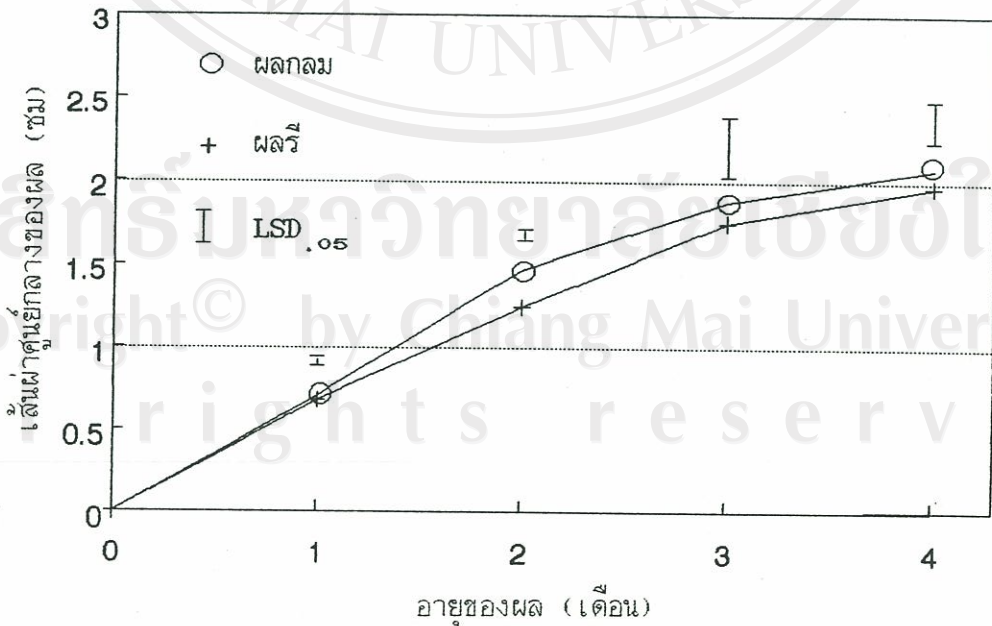
ค่าดัชนีรูปร่างของผลในเดือนที่ 2 นั้นคือ ผลมีขนาดใหญ่ขึ้น และการเพิ่มขนาดของผลยังคงมีอยู่ ทั้งทางด้านความยาวและความกว้าง โดยการเพิ่มขนาดของผลทั้งสองด้าน ทำให้ค่าดัชนีรูปร่างของผลมีค่าใกล้เคียงกับ 1 มากขึ้นกว่าเดิม ส่วนมะไฟจีนในกลุ่มผลรีมีค่าดัชนีรูปร่างของผลเพิ่มสูงขึ้นเป็น 0.842 มีค่าใกล้เคียงกับ 1 แต่ใกล้เคียงน้อยกว่ากลุ่มผลกลม ทั้งนี้เพราะมะไฟจีนในกลุ่มผลรี มีการเพิ่มขนาดของผลทางด้านความยาวมากกว่าทางด้านความกว้าง และเมื่อผลมะไฟจีนอายุได้ 4 เดือน ผลมะไฟจีนกลุ่มผลกลมมีค่าดัชนีรูปร่างของผลลดลงเล็กน้อย คือ มีค่าดัชนีรูปร่างของผลเป็น 0.989 และเพิ่มเล็กน้อยในกลุ่มผลรี ซึ่งกลุ่มผลรีดัชนีรูปร่างของผลมีค่าเป็น 0.903 (ภาพที่ 28 และตารางที่ 1) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อผลมะไฟจีนมีอายุได้ 4 เดือน ผลอยู่ในระยะของการสีกแก่ อัตราการเจริญเติบโตของส่วนต่างๆ ลดลง มีการเพิ่มขนาด น้ำหนัก ความชื้นในอัตราที่ช้าและส่วนใหญ่จะเป็นการเพิ่มเนื้อของผล เมื่อเปรียบเทียบดัชนีรูปร่างของผลมะไฟจีนทั้งสองกลุ่มจะเห็นว่าค่าดัชนีของผลกลมมีค่าสูงกว่ากลุ่มผลรีเสมอ สามารถมองเห็นได้ตั้งแต่เมื่ออายุ 1 เดือน แต่ค่าดัชนีรูปร่างของผลจะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่ออายุ 2 เดือนขึ้นไปจนผลสุก ค่าดัชนีรูปร่างของผลมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงสุดเมื่อผลอายุ 3 เดือน

รูปร่างของผลส้ม อาจเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศ โดยทั่วไปส้มที่ปลูกในเขตที่มีความชื้นในอากาศต่ำ มีแกนกลางของผลส้มใหญ่กว่าของผลส้มที่ปลูกในเขตที่มีความชื้นในอากาศสูง ด้วยเหตุนี้ส้มพันธุ์ที่มีผลรูปไข่ เช่น ส้มพันธุ์ขามติ รูปร่างของผลจะมีขอบเขตตั้งแต่รูปไข่ค่อนข้างป้อม (เกือบกลม) ไปจนถึงรูปไข่ค่อนข้างยาว ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และเช่นเดียวกัน ส้มพันธุ์ที่มีรูปร่างของผลกลม โดยเฉลี่ย รูปร่างของผลจะมีขอบเขตตั้งแต่เกือบกลม ไปจนถึงผลรูปไข่ ดังนั้น ส้มพันธุ์เดียวกันอาจมีรูปร่างของผลไม่เหมือนกันถ้าปลูกในเขตภูมิอากาศต่างกัน (Hodgson ,1967)

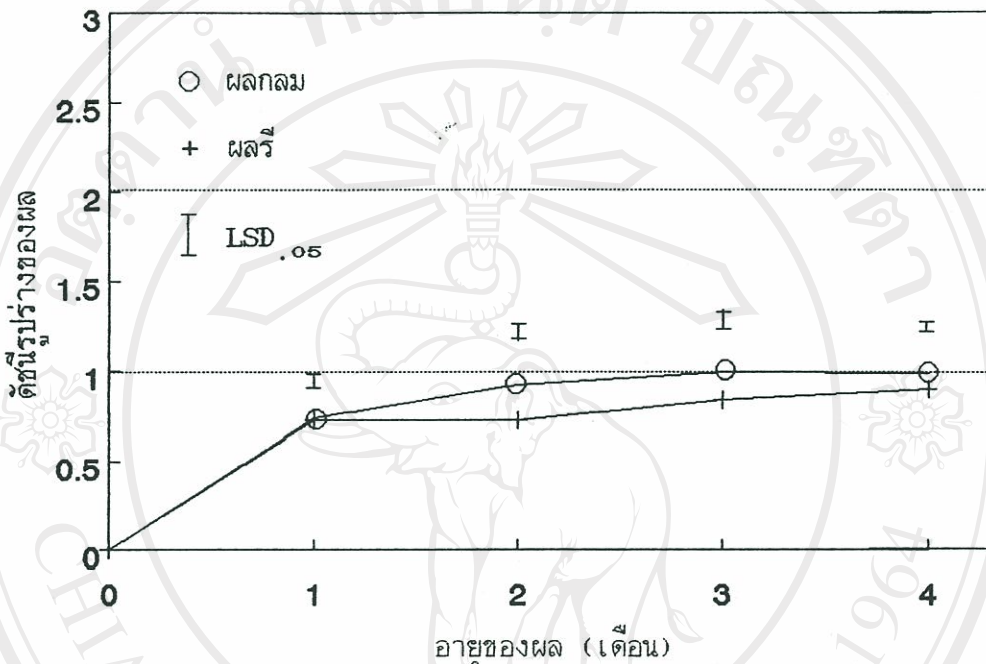
แต่กรณีของมะไฟจีน การที่รูปร่างของผลแตกต่างกันไม่น่าจะเกิดจากสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน หากแต่เกิดจากพันธุ์ที่ปลูกแตกต่างกัน ซึ่ง Swingle and Reece (1967) รายงานว่ามะไฟจีนที่ปลูกในภาคใต้ของประเทศจีนรูปร่างของผลแตกต่างกัน โดยผลมีรูปร่างเป็นรูปไข่หรือรูปค่อนข้างกลม ส่วน Tsen (1936) อ้างโดย Swingle and Reece (1967) กล่าวว่ามะไฟจีน 6 พันธุ์ ของเมือง Foochow มีรูปร่างของผลแตกต่างกันออกไปคือมีทั้งรูปกรวยรูปกรวยยาว รูปค่อนข้างกลม รูปไข่ หรือผลรูปไข่ปลายแหลม



ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงความยาวของผลมะไฟจีน



ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมะไฟจีน



ภาพที่ 28 การเปลี่ยนแปลงดัชนีรูปร่างของผลมะไฟจีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

3. ปริมาณกรดรวม ปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ และวิตามินซี

ผลมะไฟจีน เมื่ออายุได้ 1-2 เดือน เนื้อของผลมีลักษณะเป็นเมือกใส ๆ และมีปริมาณเนื้ออยู่เล็กน้อย ไม่สามารถนำมาคั้นน้ำเพื่อหาปริมาณกรด ปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้และวิตามินซี ถึงแม้อายุได้ 3 เดือน ปริมาณเนื้อจะเพิ่มขึ้น แต่ไม่สามารถคั้นน้ำได้เพราะเมื่อนำมาคั้นน้ำจะได้ออกของเหลวซึ่งเป็นส่วนของเนื้อที่ละเอียด เมื่อชิมจะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ในเดือนที่ 4 ซึ่งเป็นเดือนที่มะไฟจีนสุก เมื่อผ่าผลมะไฟจีนออกจะมีเนื้อสีขาวอมเหลือง ฉ่ำน้ำ นำมาคั้นจะได้น้ำส้มเล็กน้อย ปริมาณน้ำคั้นของกลุ่มผลกลมเฉลี่ย 1.85 มิลลิลิตร/ผล และกลุ่มผลรีเฉลี่ย 1.73 มิลลิลิตร/ผล ส่วนปริมาณกรดรวม ปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ และ วิตามินซีของกลุ่มผลกลมเฉลี่ย 0.87 เปอร์เซ็นต์ 16.98 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และ 8.97 มิลลิกรัม/น้ำส้ม 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ของกลุ่มผลรี เฉลี่ย 0.85 เปอร์เซ็นต์ 15.73 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ และ 9.12 มิลลิกรัม/น้ำส้ม 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เมื่อเทียบกับส้มเขียวหวานและส้มตรา ซึ่งมีปริมาณกรดรวม ปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ และวิตามินซี เป็น 0.29-0.36 เปอร์เซ็นต์ 8.0-8.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ 17.46-21.80 มิลลิกรัม/น้ำส้ม 100 มิลลิลิตร และ 0.22-0.28 เปอร์เซ็นต์ 9.5-10 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ 24.78-28.65 มิลลิกรัม/น้ำส้ม 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ (มนตรี, 2527) จะเห็นว่า มะไฟจีนในกลุ่มผลกลมและกลุ่มผลรีมี ปริมาณกรดรวม และปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ สูงกว่าส้มเขียวหวานและส้มตรา แต่มีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่า

จากการชิมรสชาติ ส่วนของเนื้อเมื่อผลอายุ 3 เดือน เปรียบเทียบกับผลอายุ 4 เดือน พบว่า ผลอายุ 4 เดือนมีรสชาติของเนื้อหวานกว่าผลอายุ 3 เดือน การที่ไม่สามารถหาปริมาณน้ำส้ม ปริมาณกรดรวม ปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้และวิตามินซีในช่วงอายุต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของผลได้ จึงทำให้ไม่สามารถรายงานการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางชีวเคมีของผลมะไฟจีนในระหว่างที่ผลกำลังเจริญเติบโต แต่ได้เปรียบเทียบปริมาณกรดรวม ปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ และวิตามินซี ของมะไฟจีนกลุ่มผลกลมและกลุ่มผลรี เมื่ออายุ 4 เดือนไว้แล้ว อย่างไรก็ตาม Monselise and Galily (1979) กล่าวว่า ปริมาณกรดต่าง ๆ ของส้มโอผลเล็กลดลงเมื่อผลแก่ และ Bain(1958) ได้ศึกษาผลส้มเกลี้ยงพันธุ์ว่าเลนเซีย พบว่า ระยะของการสุกแก่ มีปริมาณรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดลดลง

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของผลมะไฟจีนในช่วงอายุต่าง ๆ

รายละเอียดของผล	อายุของผล (เดือน)							
	1		2		3		4	
	ผลกลม	ผลรี	ผลกลม	ผลรี	ผลกลม	ผลรี	ผลกลม	ผลรี
น้ำหนัก (ก)	0.225	0.217	1.951	1.092	4.305	3.736	5.526	4.777
ปริมาตร (มล)	0.249	0.253	1.878	1.033	3.989	3.500	5.089	4.733
ความหนาแน่น (ก/มล)	0.906	0.855	1.041	1.303	1.080	1.074	1.085	1.022
ความยาว (ซม)	0.951	0.940	1.588	1.708	1.894	2.076	2.097	2.180
เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม)	0.702	0.679	1.462	1.237	1.881	1.752	2.076	1.970
ดัชนีรูปร่างของผล	0.740	0.723	0.922	0.724	0.995	0.842	0.989	0.903

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำส้ม กรดรวม ปริมาตรรวมของของแข็งที่ละลายน้ำได้ และวิตามินซีในผลมะไฟจีน

กลุ่มของผล	ปริมาณน้ำส้ม (มล/ผล)	ปริมาณกรดรวม (%)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (% ปริกซ์)	ปริมาณวิตามินซี (มก/น้ำส้ม 100 มล)
ผลกลม	1.85	0.87	16.98	8.97
ผลรี	1.73	0.85	15.73	9.12

4. การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก

หลังจากที่มีการติดผลแล้ว ผลมะไฟจีนที่กำลังเจริญเติบโตมีผิวเปลือกสีเขียว และเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกเป็นสีเหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาลในที่สุด (ตารางที่ 3) การเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือก มีดังนี้ เมื่อผลมะไฟจีนอายุได้ 1 เดือน สีผิวมีสีเขียวอ่อน (รหัส 20-9 ถึง 21-8) เมื่ออายุได้ 2 เดือน สีผิวเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีเขียวแก่ (รหัส 20-13 ถึง 21-11) แสดงว่าเมื่อผลอายุ 2 เดือนมีการพัฒนาหรือสะสมคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น และผลมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้การปรากฏสีของคลอโรฟิลล์ชัดเจนขึ้น เมื่อผลอายุได้ 3 เดือน ผลสีเขียวแก่เริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง (รหัส 22-9 ถึง 24-8) การที่ผิวเปลือกเปลี่ยนจากสีเขียวแก่เป็นสีเขียวอมเหลืองอาจเนื่องมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ไปเป็นสารประกอบที่ให้สีอื่น (chromoplast) (Thomson, 1966) เช่น ในส้มเกลี้ยงพันธุ์วาเลนเซีย มีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ไปเป็นแคโรทีนอยด์ พบว่า แคโรทีนอยด์ทั้งหมด มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์พบในเปลือก (Ting and Attaway, 1971) ในส้มโอผลเล็ก แคโรทีนอยด์ ที่พบคือ ไลโคปีน และแคโรทีน (Khan and MacKinney, 1953) และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลส้มโอพันธุ์ โกไลแอธ พบว่าในเปลือกนอกมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง เมื่อผลแก่ขึ้น และมีน้อยเมื่อแก่จัด แต่จะมีแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น (Gross et al., 1983) เมื่อผลอายุได้ 4 เดือน ซึ่งเป็นระยะแก่ของผลมะไฟจีน สีผิวเปลือกจะเปลี่ยนจากสีเขียวอมเหลือง ไปเป็นสีเหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล (รหัส 28-11 ถึง 28-14) ซึ่งจากการศึกษาผลส้มเกลี้ยงพันธุ์วาเลนเซียของ Bain (1958) พบว่า ในระยะของการสุกแก่มีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดคือการเปลี่ยนแปลงสีเป็นสีเหลืองหรือสีส้มมากขึ้น ซึ่ง Erickson (1968) กล่าวว่า เป็นการลดปริมาณคลอโรฟิลล์ลงและแสดงสีของรงควัตถุอื่นออกมาแทนที่

5. จำนวนผลต่อข้อ

เมื่อผลมะไฟจีนอายุได้ประมาณ 4 เดือน ผลมะไฟจีนจะแก่โดยสังเกตสีของผลเป็นสีเหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล เมื่อนับจำนวนผลแก่ต่อข้อแล้ว พบว่ามีจำนวนผลแก่เฉลี่ย 24-140 ผลต่อข้อ (ภาพที่ 29) จำนวนผลแก่ต่อข้อมีความผันแปรมากเนื่องจากสาเหตุหลายประการ คือ

1. ขนาดของช่อดอก ช่อดอกมะไฟจีนมีขนาดตั้งแต่เล็กมาก (ภาพที่ 30) จนถึงใหญ่มาก (ภาพที่ 31) ช่อดอกตำแหน่งต่างกันบนต้นเดียวกันมีขนาดไม่เท่ากัน นั่นคือ ช่อดอกที่เกิดปลายกิ่งมีขนาดช่อใหญ่กว่าและมีจำนวนดอกต่อช่อมากกว่า จึงทำให้มีจำนวนผลต่อช่อมากกว่า เมื่อเทียบกับช่อดอกที่เกิดตรงช่อกิ่งซึ่งมีขนาดช่อเล็กกว่าและมีจำนวนดอกต่อช่อน้อยกว่า จึงทำให้มีจำนวนผลต่อช่อน้อยกว่าด้วย (ภาพที่ 32)

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนสีของผิวเปลือกของผลมะไฟจีนในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต
(โดยการใช้ตารางเทียบสี Methuen Handbook of Colour)

อายุ (เดือน)	สีของเปลือก	
	รหัส	ชื่อ
1	20-9	เขียวอ่อน
	20-10	เขียวอ่อน
	20-10	เขียวอ่อน
2	21-8	เขียวอ่อน
	20-13	เขียวแก่
	20-13	เขียวแก่
	21-11	เขียวแก่
	21-11	เขียวแก่
3	22-9	เขียวอมเหลือง
	22-10	เขียวอมเหลือง
	24-6	เขียวอมเหลือง
	24-8	เขียวอมเหลือง
4	28-11	เหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล
	28-12	เหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล
	28-13	เหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล
	28-14	เหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล

ขนาดของช่อดอกของมะไฟจีนแตกต่างกันไปจากขนาดของช่อดอกส้มเศรษฐกิจชนิดต่างๆ คือ ช่อดอกส้มเศรษฐกิจส่วนใหญ่มีจำนวนดอกต่อช่อเพียงจำนวนน้อย เช่น มะนาว มีจำนวนดอกต่อช่อ 1-7 ดอก ส้มโอมีจำนวนดอกต่อช่อ 2-10 ดอก (เกศินี, 2528) ส่วนช่อดอกมะไฟจีนมีจำนวนดอกถึง 43-258 ดอก ดังนั้นเมื่อติดเป็นผลแก่แล้ว ช่อมะไฟจีนจึงมีจำนวนผลมากมายเมื่อเทียบกับส้มเศรษฐกิจดังกล่าว

2. วิธีการผสมเกสร เนื่องจากพืชตระกูลส้มมีวิธีการผสมเกสรทั้งแบบผสมตัวเอง และผสมข้าม ทั้งนี้เนื่องจากพฤติกรรมของต้นพืชเองมีความแตกต่างกันมาก ตัวอย่างเช่น ส้มโอผลเล็กมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียเจริญเติบโตและพร้อมผสมในเวลาเดียวกัน ทำให้ส้มโอผลเล็กมีการผสมตัวเองเป็นหลัก ส้มบางชนิดมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียเจริญเติบโตพร้อมกัน และยอดเกสรตัวเมียมีเวลาพร้อมผสมยาวนานถึง 6-8 วัน ดังนั้น ส้มเหล่านี้จะมีโอกาสในการผสมตัวเองมากขึ้น

ในกรณีของมะไฟจีน การผสมเกสรน่าจะเป็นแบบผสมตัวเองมากกว่าผสมข้าม คือมีเปอร์เซ็นต์การผสมตัวเองสูงกว่าการผสมข้าม เพราะจากการศึกษาพบว่าระยะเวลาพร้อมผสมของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียเกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน คือ เกสรตัวผู้พร้อมผสมในเวลาประมาณ 09.30 น. ส่วนเกสรตัวเมียพร้อมผสมในเวลาประมาณ 08.30-10.00 น. และการที่ดอกมะไฟจีนเป็นดอกสมบูรณ์เพศจึงน่าจะเกิดการผสมตัวเองมากกว่าการผสมข้าม

3. เปอร์เซ็นต์การติดผล จากตัวเลขของจำนวนดอกต่อช่อและจำนวนผลต่อช่อของมะไฟจีน ซึ่งมีค่าระหว่าง 43-258 ดอกต่อช่อ และ 24-140 ผลต่อช่อ ตามลำดับ จะเห็นว่าการติดผลของมะไฟจีนมีค่าระหว่าง 54.26-55.81 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การติดผลของมะไฟจีนมีค่าค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์การติดผลของส้มเศรษฐกิจบางชนิด ซึ่งต่างมีดอกสมบูรณ์เพศเช่นเดียวกัน เช่น ส้ม มะนาวฝรั่ง มีการติดผล 45-50 เปอร์เซ็นต์ และส้มเขียวหวาน มีการติดผลอยู่ในช่วง 0.2-5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นอยู่กับพันธุ์ (Erickson, 1968)

4. การร่วงของดอกและผล Monselise (1986) กล่าวว่า การร่วงของดอกส้มจะเริ่มจาก 2-3 สัปดาห์ ก่อนการพร้อมผสมของเกสรตัวผู้ ถึง 14 สัปดาห์หลังการพร้อมผสมของเกสรตัวผู้ หลังระยะนี้ไปแล้ว จะไม่มีการร่วงอีกจนกว่าจะเก็บเกี่ยว สาเหตุของการร่วงของผลน่าจะมาจากสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง โดยเฉพาะดินที่ขาดความชื้นมากกว่าที่จะมาจากอุณหภูมิสูงโดยตรง ผลที่ร่วงจะมีขนาดเล็กกว่าและสีค่อนข้างเหลือง เมื่อเทียบกับผลสมบูรณ์ที่สีเขียว ที่ติดอยู่บนต้น จากการสังเกต ในมะไฟจีน พบว่าผลที่ร่วงส่วนใหญ่เป็นผลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งแสดงว่าผลนั้นเพิ่งผ่านการติดผลมาใหม่ ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Soost and Cameron (1975) ที่พบว่าการ

ร่วงของผลส้มจะเกิดในช่วงสั้น ๆ หลังจากเริ่มติดผล สาเหตุของการร่วงนั้น น่าจะเป็นเพราะต้นมะไฟจีนขาดน้ำมากกว่าสาเหตุอื่น จากสถิติปริมาณน้ำฝนของจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2535 ในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นเดือนที่มะไฟจีนเริ่มติดผล มีปริมาณน้ำฝนเพียง 29.1 มิลลิเมตร และปี พ.ศ. 2536 เดือนเดียวกัน ปริมาณน้ำฝนไม่มีเลย นอกจากนั้น หลังจากที่ได้ติดผลแล้ว 2-3 เดือน อาจมีการร่วงของผลอีก เพราะช่วงเวลาดังกล่าวยังคงมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนต่ำหรือไม่มีเลย (ตารางภาคผนวกที่ 2) ดังนั้นการเกิดความเครียดจากการขาดน้ำในระหว่างติดผลจึงทำให้ผลร่วงได้ (Monselise, 1986)

ส่วนอุณหภูมินั้น ไม่น่าจะเป็นสาเหตุของการร่วงของผลเพราะอุณหภูมิเฉลี่ยของจังหวัดน่าน ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2535 เท่ากับ 20.9°C และปี พ.ศ. 2536 เท่ากับ 19.9°C (ตารางภาคผนวกที่ 1) อุณหภูมิช่วงดังกล่าวมีความหนาวเย็นปานกลาง อุณหภูมิที่วิกฤติควรเป็นอุณหภูมิที่ร้อน ดังเช่นการทดลองของ Monselise (1986) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิที่สูงเกิน 38°C ทำให้การเจริญเติบโตของผลส้มลดลง

5. ความสม่ำเสมอของผล ในช่อมะไฟจีน ผลในช่อมักมีความสม่ำเสมอกันค่อนข้างสูงในด้านรูปร่าง และมีความสม่ำเสมอกันพอสมควรในด้านขนาด (ภาพที่ 33) การที่ผลบางส่วนมีขนาดเล็กกว่าค่าเฉลี่ยของผล และมีสีเขียวอมเหลืองถึงเหลือง ในขณะที่ผลส่วนใหญ่มีสีเขียวถึงเหลืองอมน้ำตาล เพราะดอกมะไฟจีนในช่อมีการบานไม่พร้อมกัน จึงทำให้การพัฒนาของดอกและผลไม่พร้อมกันทั้งช่อ



ภาพที่ 29 จำนวนผลแก่ต่อช่อ



ภาพที่ 30 ช่อดอกขนาดเล็ก



ภาพที่ 31 ช่อดอกขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 32 ขนาดช่อผลมะไฟจีน

- ก. ช่อผลปลายกิ่งมีขนาดใหญ่
- ข. ช่อผลชอกกิ่งมีขนาดเล็ก

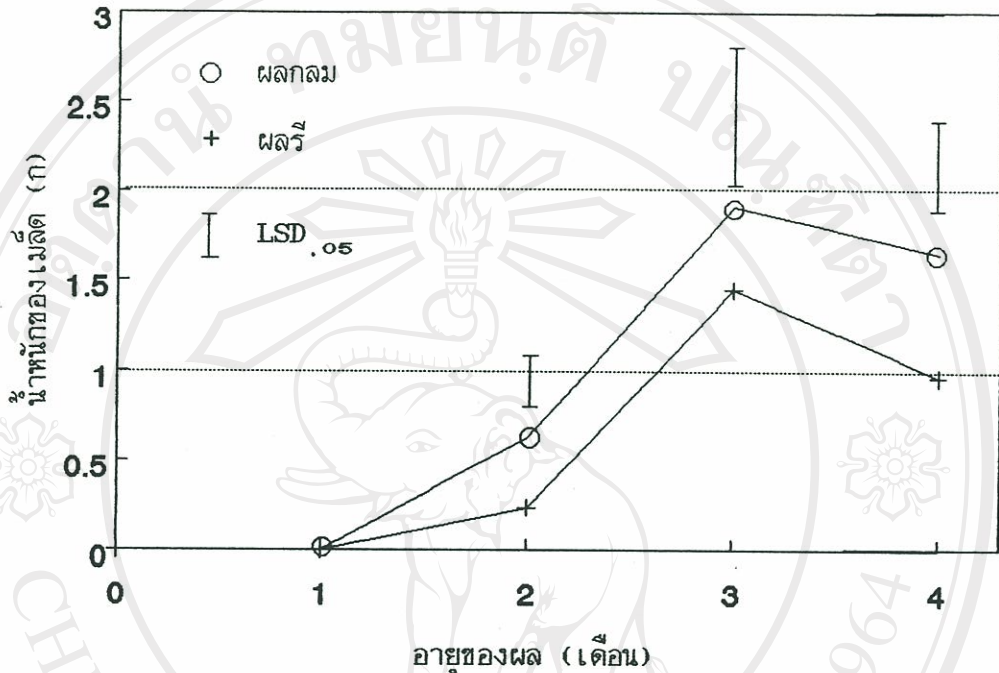


ภาพที่ 33 ความสม่ำเสมอของผลในช่อ

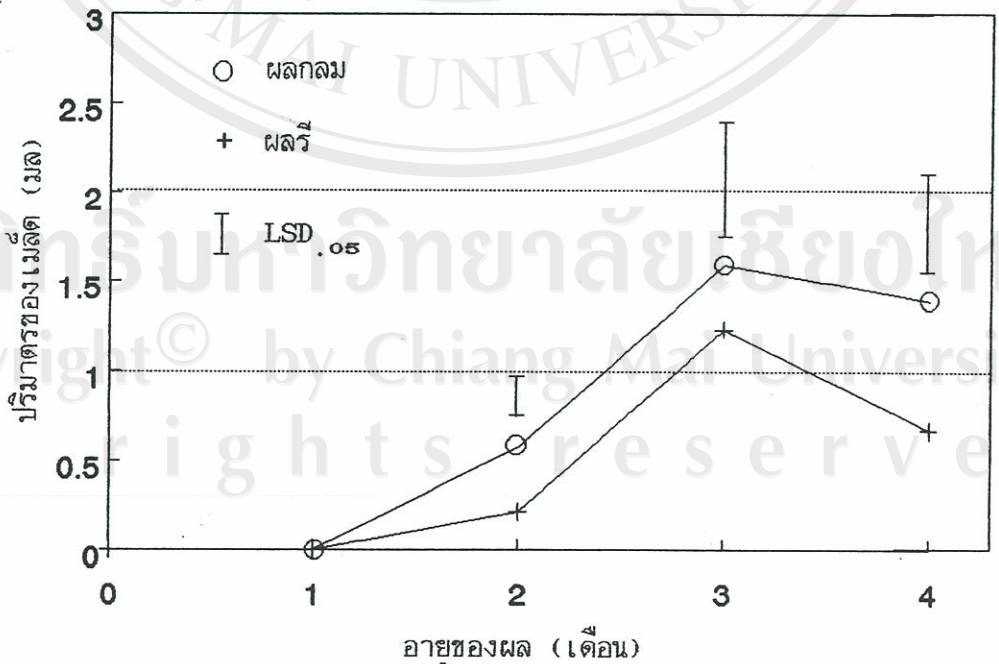
6. จำนวน น้ำหนัก และปริมาตรของเมล็ดต่อผล

เมื่อผลมะไฟจันทรมีอายุ 1 เดือน เมล็ดมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถนำมาหาน้ำหนักและปริมาตรได้ เมื่อผลมีอายุ 2 เดือน มะไฟจันทรมีผลกลมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดต่อผล 0.622 กรัม และมีปริมาตร 0.572 มิลลิเมตร กลุ่มผลรีมีน้ำหนัก 0.235 กรัม และมีปริมาตร 0.217 มิลลิเมตร เมื่อผลมีอายุ 3 เดือน มะไฟจันทรมีผลกลม มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดต่อผล 1.911 กรัม และมีปริมาตร 1.589 มิลลิเมตร กลุ่มผลรีมีน้ำหนักเมล็ด 1.445 กรัม และมีปริมาตร 1.233 มิลลิเมตร และเมื่อผลมะไฟจันทรมีอายุได้ 4 เดือน กลุ่มผลกลม มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดต่อผล 1.651 กรัม และมีปริมาตร 1.389 มิลลิเมตร กลุ่มผลรีมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดต่อผล 0.965 กรัม และมีปริมาตร 0.663 มิลลิเมตร (ภาพที่ 34, 35 และตารางที่ 4) จะเห็นว่าน้ำหนักและปริมาตรของเมล็ด มีการเปลี่ยนแปลงเห็นได้ชัดเจนเมื่ออายุ 2 เดือน และมีอัตราสูงสุดเมื่ออายุ 3 เดือน ส่วนเมื่ออายุ 4 เดือน น้ำหนักและปริมาตรลดลง มะไฟจันทรมีผลกลมมีน้ำหนักและปริมาตรของเมล็ดสูงกว่ากลุ่มผลรีตลอดเวลา และแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่ออายุ 2 และ 4 เดือน

กลุ่มผลกลม มีน้ำหนักและปริมาตรเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มผลรีตลอดเวลา อาจเนื่องจากการศึกษาน้ำหนักและปริมาตรของเมล็ดต่อผลในครั้งนี้ เป็นค่ารวมของเมล็ดทั้งหมดในผล ไม่ได้เป็นค่าเฉลี่ยต่อเมล็ด ดังนั้น จำนวนเมล็ดต่อผล จะเป็นตัวแปรที่สำคัญอันหนึ่ง และจากการนับจำนวนเมล็ดของผลมะไฟจันทรมีผลกลม พบว่า มีจำนวนเมล็ดมากกว่ากลุ่มผลรี นั่นคือ มะไฟจันทรมีผลกลม มีจำนวนเมล็ดต่อผล เฉลี่ย 2-5 เมล็ด ส่วนกลุ่มผลรี มีจำนวนเมล็ดต่อผลเฉลี่ย 1-3 เมล็ด (ภาพที่ 21 และ 22) นอกจากวิธีการผสมเกสรของพืช มีผลต่อจำนวนเมล็ดด้วย เช่น ส้มสะต้อวอชิงตันและ ส้มแซทซума ที่ผสมตัวเอง ได้ผลส้มของบางพันธุ์ เกือบไม่มีเมล็ด แต่เมื่อผสมข้าม จะมีเมล็ดมาก จำนวนเมล็ดมีตั้งแต่ 1-4 เมล็ดหรือมากกว่าต่อ 1 กลีบของผล (Hodgson, 1967) ในกรณีของส้มสะต้อวอชิงตัน และส้มแซทซума มีเกสรตัวผู้เป็นหมัน จึงเกิดการผสมข้าม และผลไม่มีเมล็ด ดังนั้นในทางปฏิบัติ ซึ่งมีผู้สนใจผลิตส้มการค้าหลายพันธุ์ ให้เป็นส้มไม่มีเมล็ด หรือมีเมล็ดจำนวนน้อย (2-4 เมล็ด ต่อผล) โดยลดความมีชีวิตของเกสรตัวผู้ และ/หรือ เพิ่มความเป็นหมันในไข่อ่อนให้สูงขึ้น ในส้มเขียวหวานและส้มโอบางพันธุ์ ผลไม่มีเมล็ดเนื่องจากการผสมตัวเองไม่ติด (Monselise, 1986) ในกรณีของมะไฟจันทรมีผลกลมที่มีจำนวนเมล็ดต่อผลน้อยกว่ากลุ่มผลกลม อาจมีสาเหตุจากกรณีใดกรณีหนึ่งดังกล่าวมาแล้ว



ภาพที่ 34 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของเมล็ตต่อผล



ภาพที่ 35 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของเมล็ตต่อผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ตารางที่ 4 น้ำหนักและปริมาตรของเมล็ดต่อผลในช่วงอายุต่าง ๆ

รายละเอียดของ เมล็ด	อายุของเมล็ด							
	1		2		3		4	
	ผลกลม	ผลรี	ผลกลม	ผลรี	ผลกลม	ผลรี	ผลรี	ผลรี
น้ำหนักเมล็ด (ก)	0	0	0.622	0.235	1.911	1.445	1.651	0.965
ปริมาตรเมล็ด (ก)	0	0	0.572	0.217	1.589	1.233	1.389	0.663

7. การงอกของเมล็ด

เมล็ดที่แกะจากผลมะไฟจันทน์แก่แล้ว จำนวน 40 เมล็ด นำมาเพาะทันทีในซีดีเก่า แกลบผสมทรายละเอียด อัตราส่วน 1:1 พบว่ามะไฟจันทน์ออกทั้ง 40 เมล็ด หรือเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดส้มส่วนมากจะมีการงอกสูงสุด ถ้านำไปเพาะทันทีหรือในเวลาอันรวดเร็วหลังจากแกะออกจากผล (Soost and Cameron, 1975) เมล็ดส้มที่เพาะซ้ำหรือทิ้งไว้หลายวัน จะทำให้เมล็ดไม่งอกหรืองอกน้อย หรืองอกแล้วต้นกล้าอ่อนแอ (ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, 2528) ในเมล็ดมะไฟจันทน์ระยะเวลาตั้งแต่เพาะจนถึงงอกต้นกล้าต้นแรก ใช้เวลา 10 วัน โดยเมล็ดมีการงอกแบบซูบเลี้ยงขึ้นเห็นอ้วนสุดเพาะ ต้นกล้าแต่ละต้นมีใบเลี้ยงสีเขียว จำนวน 2 ใบ และใน 1 เมล็ดงอกต้นกล้า 1 ต้น (ภาพที่ 36) เช่นเดียวกับส้มโอบและส้มมะละกอ ในขณะที่ ส้มโอบผลเล็ก Indian acid lime และส้มในกลุ่ม mandarin อีกหลายชนิด งอกต้นกล้ามากกว่า 1 ต้น ใน 1 เมล็ด (Hodgson, 1967)

ข้อแนะนำในการเพาะเมล็ดมะไฟจันทน์ เหมือนกับการเพาะเมล็ดส้มชนิดอื่น คือ เมล็ดส้มที่แกะออกมาจากผลแล้ว ควรนำมาล้างเนื้อของผลออกให้หมด และเพื่อเป็นการกำจัดเชื้อราพวก brown rot ควรนำเมล็ดไปแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 51.5 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เมล็ดที่จะนำไปเพาะ ควรทำให้เมล็ดแห้งเฉพาะผิวของเมล็ดเท่านั้น เพราะเมล็ดส้มมีความไวต่อการสูญเสียความชื้นมาก และเมล็ดของส้มบางชนิด จะสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็ว หากทิ้งไว้ในสภาพอากาศแห้งภายในเวลาเพียง 2-3 ชั่วโมง (Soost and Cameron, 1975) จากการทดลองเพาะเมล็ดส้ม โดยเพาะทันทีหลังจากแกะเมล็ดออกจากผล เมล็ดงอกต้นกล้าต้นแรกหลังจากเพาะ

15 วัน และต้นกล้าต้นสุดท้ายสิ้นสุตการงอกหลังจากเพาะ 31 วัน (Kaufmann, 1969) ส่วนเมล็ดที่สูญเสียความชื้นงอกได้ช้าลง และใช้เวลาในการงอกมากกว่า คือเมล็ดงอกต้นกล้าต้นแรกหลังจากเพาะ 28 วัน และต้นกล้าต้นสุดท้ายสิ้นสุตการงอกหลังจากเพาะ 42 วัน (King and Roberts, 1980)

ในการเก็บรักษาเมล็ดส้มเพื่อให้มีชีวิตยาวนาน ควรจัดสภาพเก็บรักษาให้เหมาะสม การเก็บรักษาระยะสั้นคือ ไม่เกิน 2 สัปดาห์ ไม่ควรเก็บในน้ำของผลส้มหรือน้ำแต่ควรจุ่มเมล็ดในสารละลาย 8 - hydroxyquinoline sulfate เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งให้ผิวเมล็ดแห้ง นำเมล็ดบรรจุในถุงโพลีเอทิลีน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 1.5-7.5 °ซ (Soost and Cameron, 1975) ส่วนการเก็บรักษาระยะยาว ควรตัดความชื้นออกจากเมล็ดเสียบ้าง และเก็บไว้ในสภาพเย็น เมล็ดส้มสูญเสียความมีชีวิตเมื่อเก็บไว้ขณะความชื้นภายในเมล็ดต่ำเกินไป โดยมีความชื้นวิกฤตที่ 12-31 เปอร์เซ็นต์ และความเย็นที่จุดเยือกแข็ง สภาพที่ทำให้เกิดการสูญเสียความมีชีวิตของเมล็ดส้มคล้ายกับที่เกิดในเมล็ดของผลไม้เมืองร้อนหลายชนิด เช่น มังคุด ทุเรียน ลางสาด เงาะ มะปราง ขนุน ซึ่งเมล็ดผลไม้เมืองร้อนเหล่านี้เรียกว่าเป็นเมล็ดแบบ recalcitrant จึงทำให้มี ผู้เข้าใจผิดคิดว่าเมล็ดส้มเป็นเมล็ดแบบ recalcitrant เช่นเดียวกัน ทั้งที่เมล็ดส้มเป็นเมล็ดแบบ orthodox (Chin, 1988)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของผลมะไฟจีน จะเห็นว่าตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโตมีการเปลี่ยนแปลงตามรูปแบบ simple sigmoid curve ในด้านน้ำหนักสด ปริมาตร ความหนาแน่น ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลาง และดัชนีรูปร่างผล หากแบ่งการเจริญเติบโตออกเป็นระยะต่างๆ จะได้ระยะของการเจริญเติบโตดังนี้

ระยะที่ 1 ผลมะไฟจีนมีการเจริญเติบโตด้านต่างๆ ค่อนข้างช้า ระยะนี้อยู่ในช่วงหลังการติดผลจนถึงเมื่อผลอายุ 1 เดือน

ระยะที่ 2 ผลมะไฟจีนมีการเพิ่มการเจริญเติบโตด้านต่างๆ สูงที่สุด เปลือกของผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวอมเหลือง ระยะนี้อยู่ในช่วงผลอายุ 1-3 เดือน

ระยะที่ 3 เป็นระยะของการแก่ของผล ผลมะไฟจีนมีการเพิ่มการเจริญเติบโตด้านต่างๆ เพียงเล็กน้อย เปลือกของผลเปลี่ยนสีจากสีเขียวอมเหลืองเป็นสีเหลืองถึงเหลืองอมน้ำตาล ระยะนี้อยู่ในช่วงผลอายุ 3-4 เดือน



ภาพที่ 36 การงอกของต้นถั่วเขียว

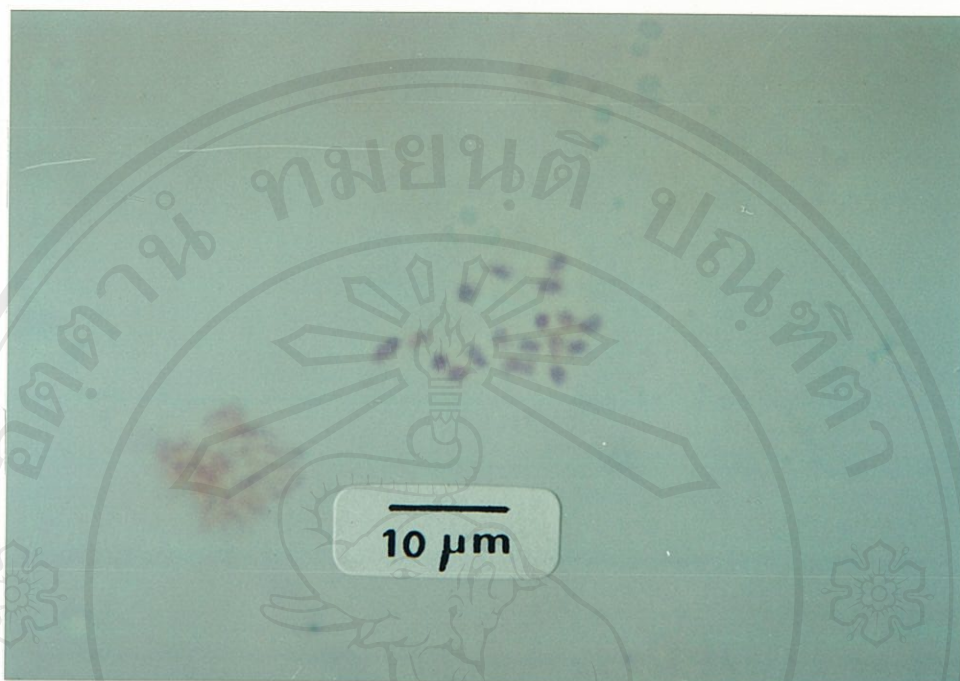
ก. อายุ 10 วัน	ง. อายุ 20 วัน
ข. อายุ 13 วัน	จ. อายุ 25 วัน
ค. อายุ 17 วัน	ฉ. อายุ 35 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

การทดลองที่ 3 การศึกษาเซลล์พันธุกรรม

จากการศึกษาเซลล์พันธุกรรมของมะไฟจีน พบว่า เซลล์บริเวณปลายรากของมะไฟจีนทั้งสองกลุ่ม คือ กลุ่มผลกลม และกลุ่มผลรี มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 2n เท่ากับ 18 (ภาพที่ 37) การศึกษาหาจำนวนโครโมโซมในครั้งนี้ ใช้เนื้อเยื่อจากปลายรากของต้นกล้ามะไฟจีน โดยวิธีกดขี้เซลล์ให้แบนและตรวจสอบโครโมโซมที่อยู่ในระยะเมตาเฟส ซึ่งเป็นระยะที่โครโมโซม หดตัวสั้นที่สุด และมีการกระจายตัวเห็นชัดเจนที่สุด (Mc Leish and Snoad, 1972) ทำให้สะดวกแก่การศึกษา และนับจำนวนโครโมโซม (ชัยฤกษ์, 2523)

จำนวนโครโมโซมของมะไฟจีนมีค่าเท่ากับ 18 เช่นเดียวกับส้มเศรษฐกิจอีกหลายชนิด คือ มะนาว ส้มเปรี้ยว ส้มโอ มะนาวเทศ มะนาวควาย หรือ มะนาวรีโปน ส้มโอเล็ก ส้มเขียวหวาน และส้มเกลี้ยง (เกศินี, 2528) ระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างราก ควรอยู่ในช่วงเวลา 08.30-10.00 น. เพราะเป็นระยะที่เซลล์กำลังแบ่งตัวมาก ทำให้ตรวจหาและนับจำนวนโครโมโซมได้ง่าย นอกจากนี้ รากที่จะนำมาศึกษาจำนวนโครโมโซมควรตัดเฉพาะปลายรากบริเวณที่มีสีขาวขุ่น ยาว 1-1.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ ประกอบด้วยเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวแบบไมโทซิส อยู่ตลอดเวลาเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ (ภูวดล, 2528) ทำให้เซลล์ที่พบโครโมโซมมีจำนวนมาก การเก็บรากมะไฟจีนก่อนเวลา 08.30 น. หรือหลังเวลา 10.00 น. โอกาสที่จะพบเซลล์ที่พบโครโมโซมมีจำนวนน้อยลง ในขณะที่ทำ pretreat และตรึงเซลล์แล้ว ควรนำรากไปย่อยผนังเซลล์ด้วย 1N HCL ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จะทำให้การบดขี้เซลล์ให้แตกกระจายทำได้ง่ายขึ้น แต่ไม่ควรนานกว่านี้ เพราะผนังเซลล์บางเซลล์จะแตก โครโมโซมจะกระจายออกไปปะปนกับเซลล์อื่น ๆ ทำให้การนับจำนวนโครโมโซมผิดพลาดได้ การตรวจนับจำนวนโครโมโซม ควรทำใต้กล้องจุลทรรศน์ และนับโครโมโซมจากรูปถ่ายจากใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย



ภาพที่ 37 จำนวนโครโมโซมของมะไฟจีน $2n = 18$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved