บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารคล้ายบราสซินต่อการเจริญเติบโตทางกายภาพและชีวเคมีของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก เริ่มตั้งแต่ได้รับสารจนกระทั้งเก็บเกี่ยวผลผลิต สามารถวิเคราะห์ และอภิปรายผลได้ดังนี้

5.1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ได้รับสารคล้ายบราสซินในทุกกรรมวิธีมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีการเจริญเติบโตมากกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของ BRs ที่มีผลต่อการส่งเสริมการยืดตัวของเซลล์ (cell elongation) (สมบุญ , 2544) กระตุ้นการแบ่งเซลล์ (cell division) และช่วยในการขยายขนาดของเซลล์ (cell expansion and cell elongation) (Salisbury and Ross, 1992)

5.1.1 การเจริญเติบโตของผลมะม่วง

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก พบว่าผลมีการเจริญเป็นแบบ single sigmoid curve ซึ่งต่างจากผลแบบ drupe (ผลที่มีผนังชั้นในแข็ง)โดยทั่วไปที่มีการเจริญเติบโตแบบ double sigmoid curve เช่น บ๊วย (Japanese apricot) ท้อ (peach) มะกอกฝรั่ง (olive) (Lavee, 1977) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ในช่วง 7-30 วันหลังดอกบานเต็มที่ เป็นช่วงที่ผลมีการขยายขนาดไม่มากนัก และมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ แต่จะมีการเจริญอย่างรวดเร็ว ระยะที่ 2 ในช่วง 42-91 วันหลังดอกบานเต็มที่ เป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยน่าจะมาจากการเพิ่มจำนวนและขยายขนาดของเซลล์อย่างรวดเร็ว และการเจริญของผลลดลง ส่วนระยะที่ 3 ในช่วง 114-135 วันหลังดอกบานเต็มที่ เป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย โดยผลมีขนาดค่อนข้างคงที่ น่าจะเป็นระยะที่ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว และถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยาในวันที่ 114 วันหลังดอกบานเต็มที่ โดยแบบแผนการเจริญเติบโตของผลมะม่วงพันธุ์นี้คล้ายกับในผลมะม่วงพันธุ์ไทยหลายพันธุ์ เช่น มะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน (วุฒิคุณ , 2530 และอารี, 2536), พันธุ์ทองดำ (สายชล และคณะ , 2534), พันธุ์โชคอนันต์ (นิพนธ์, 2534),

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์เขียวเสวย (เสาวลักษณ์, 2530), พันธุ์น้ำดอกไม้ (ดวงตรา, 2526) นอกจากนี้ยังมีแบบแผนคล้ายกับมะม่วงพันธุ์ต่างประเทศบางพันธุ์ เช่น พันธุ์ Alphonso (Lakshminarayana *et al*. 1970) และพันธุ์ Carabao (Mendoza, 1981)

ส่วนของเมล็ดมีแบบแผนการเจริญเติบโตคล้ายผล คือ เป็นแบบ single sigmoid curve แต่แตกต่างในเรื่องช่วงเวลาของการเจริญเติบโต คือ ระยะที่ 1 ใช้เวลา 7-42 วันหลังดอกบานเต็มที่ ช่วงที่เมล็ดยังมีการเจริญเติบโตน้อยมาก ระยะที่ 2 ใช้เวลาตั้งแต่ 49-70 วันหลังดอกบานเต็มที่ ซึ่งเมล็ดมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ระยะที่ 3 คือ ช่วง 77-133 วันหลังดอกบานเต็มที่ ซึ่งเป็นช่วงที่เมล็ดมีการเจริญเติบโตค่อนข้างคงที่ และส่วนของเอ็นโดคาร์บเริ่มแข็งเมื่อผลอายุ 77 วันหลังดอกบานเต็มที่ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะคล้ายกับมะม่วงหลายพันธุ์ ได้แก่ มะม่วงพันธุ์ Dashehari (Prakash and Ram,1984)

5.1.2 น้ำหนักผลสด

การเพิ่มขนาดของผลและน้ำหนักของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของเมล็ดตลอดอายุการเจริญของผล อย่างไรก็ตามการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตทุกกรรมวิธีสามารถเพิ่มกระตุ้นให้ผลมีน้ำหนักสดมากกว่าการใช้เพียงน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) เป็นผลมาจากสารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถกระตุ้นการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ได้ (นพดล, 2542) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชรัสนันท์ (2548) พบว่าการฉีดพ่นบราสซิโนสเตียรอยด์ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ผลลำไยมีความกว้าง ความยาว ความหนาของผล น้ำหนักสด น้ำหนักผลแห้ง น้ำแห้งเนื้อแห้ง และความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้น

5.1.3 ขนาดของผล เมล็ด และเอนโดคาร์บ

การใช้สาร คล้ายบราสซิน สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตด้านความกว้าง ความยาว และความหนาของผลได้ จากการทดลองเมื่อผล สุก พบว่าผลที่ได้รับสารคล้ายบราสซิน ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 ppm ทำให้ได้ความกว้าง และความหนาของผลสูงสุด เมื่อเทียบกับกรรมวิธีทดลองอื่นๆ คือ 7.34 และ 6.86 เซนติเมตรต่อผล ตามลำดับ เมื่อผลสุก ซึ่งสอดคล้องกับที่มีการนำสาร BRs มากระตุ้นกิจกรรมในการเจริญเติบโตของ rice lamina พบว่ามีผลต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตอย่างมาก (Brosa *et al*., 1998) และ Yokota and Mori (1992) พบว่าเซลล์ที่ได้รับ BRs เกิด bending ได้โดยส่วน adaxial ของ lamina ที่ติดกันระหว่าง leaf sheath ของ lamina มีการพองตัว (swollen) มากขึ้น ซึ่งสำหรับ BRs นั้นมีผลส่งเสริมการยืดเกาะและการขยายขนาดของเซลล์ (cell expansion and cell elongation) (Azpiruz *et al*., 1998), การแบ่งเซลล์ (cell division) (Sala and Sala, 1985 ;

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Nakajima *et al*., 1996) การพัฒนาของท่อน้ำท่ออาหาร (vascular differentiation and development) (Clouse and Zurek, 1991), การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ (changes in enzymatic activities), คุณสมบัติเยื่อหุ้มเซลล์ (membrance potential), การสังเคราะห์ DNA, RNA และโปรตีน, การสังเคราะห์แสง (photosynthesis) และมีผลต่อ source/sink relationships (Mandava, 1988)

ส่วนการเจริญเติบโตด้านความยาวของผล ผลที่ได้รับสารคล้ายบราสซิน ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 ppm ทำให้ได้ความ ยาวของผลสูงสุด เมื่อเทียบกับกรรมวิธีทดลองอื่นๆ คือ 20.27 เซนติเมตรต่อผล ซึ่งสำหรับ BRs ที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆมีผลในการเพิ่มความยาวของเซลล์ (cell elongation) แต่ที่ระดับความเข้มข้นสูงๆ สามารถยับยั้งการยืดยาวของเซลล์ (Xue *et al*., 2003) สอดคล้องกับรายงานของ นพดล (2542) ที่รายงานว่าการตอบสนองของพืชต่อสารในกลุ่มของ PGRs ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับ (dose-response) ซึ่งสารกลุ่ม PGRs หากใช้ในปริมาณที่น้อยเกินไป หรือมากเกินระดับความต้องการจะให้ผลเสียต่อพืชนั้นได้ ดังนั้นจึงควรต้องใช้สารในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และจากการทดลองของ Clouse *et al*. (1992) พบว่า BRs กระตุ้นการยืดยาวในถั่วเหลือง รูปแบบการแสดงออกของยีนจะถูกเปลี่ยนแปลง โดย BRs ไม่ว่าจะมี IAA ร่วมด้วยหรือไม่ก็ตาม แสดงให้เห็นว่า BRs สามารถออกฤทธิ์ได้โดยตัวของมันเอง แต่อาจเป็นไปได้ว่า BRs อาจจะออกฤทธิ์ร่วมไปกับออกซินที่มีอยู่ภายในพืช สำหรับงานวิจัยเพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของ BRs ที่มีต่อยีนซึ่งควบคุมโดยออกซิน พบว่ากลไกในระดับโมเลกุลของการยืดยาว ซึ่งกระตุ้นโดย BRs นั้นแตกต่างจากการยืดยาวที่ถูกกระตุ้นโดยออกซิน นอกจากนั้นการใช้ BRs ที่ความเข้มข้น 0.1 M ทำให้ค่า plastic extensibility เพิ่มขึ้น, ทำให้เกิด wall loosening และช่วยให้ยีน BRU1 แสดงออกนำไปสู่การยืดยาวได้ แสดงให้เห็นว่า BRs กระตุ้นให้เกิดการคลายตัวของผนังเซลล์ ในถั่วเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางกลไกของผนังเซลล์ สังเกตได้จากการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการขยายตัวแบบ plastic extensibility (Zurek and Clouse, 1994)

จากการศึกษาครั้งนี้ เมื่อสังเกตขนาดของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกในระยะเก็บเกี่ยว เมื่อผลอายุได้ 156 วันหลังดอกบานเต็มที่ พบว่าขนาดของผลที่ได้รับสารคล้ายบราสซินทุกระดับความเข้มข้นจะมีขนาดใหญ่กว่าผลควบคุม โดยการให้สารเมื่อผลมีอายุ 51-114 วันหลังดอกบานเต็มที่ จะมีผลต่อการเจริญเติบโต (ความกว้าง ความยาว และความหนา) ของผลมะม่วงมาก กว่าการให้สารที่อายุ 135 วันหลังดอกบาน แต่เป็นเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะทางด้านยาวของผลจะเห็นเด่นชัดกว่าด้านกว้าง และความหนาของของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก แสดงให้เห็นว่าสารคล้ายบราสซินมีบทบาทต่อการเพิ่มความยาวผล มากกว่าการขยายขนาดทางด้านกว้างของผล อาจเนื่องมาจากการให้สารคล้ายบราสซินจากภายนอก มีผลทำให้จำนวนเซลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภายในผลเพิ่มขึ้น หรือทำให้ขนาดของเซลล์ขยายขนาดมากขึ้น ซึ่ง BRs มีผลต่อการส่งเสริมการขยายขนาดและการยืดยาวของเซลล์ (Cosgrove, 1996 ; Clouse, 1997) สอดคล้องกับการทดลองของชรัสนันท์ (2548) พบว่าการฉีด BRs 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ผลลำไยมีความกว้าง ความยาว ความหนาของผล น้ำหนักสด น้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเนื้อแห้ง และความหนาของเนื้อเพิ่มขึ้น

ปกติผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ จะพบว่าบริเวณส่วนเนื้อผลด้านหนามีการเพิ่มจำนวนเซลล์มากที่สุด รองลงมาคือตำแหน่งปลายผล ส่วนการขยายขนาดของเซลล์มีการขยายทางด้านยาวมากกว่าทางด้านกว้างของเซลล์ ซึ่งบริเวณปลายผลจะมีการขยายขนาดของเซลล์น้อยที่สุด (อุษา , 2542) ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่การให้สารคล้ายบราสซินจากภายนอก มีผลในการเพิ่มจำนวนเซลล์และขยายขนาดของเซลล์โดยเฉพาะบริเวณปลายผล ทำให้ผลมีการเติบโตทางด้านความยาวมากกว่าทางด้านกว้าง อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงอิทธิพลของ BRs ต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ภายในผล เพื่อบ่งชี้ให้แน่ชัดว่า BRs ที่ให้จากภายนอกมีอิทธิพลต่อการเติบโตที่ตำแหน่งใดของผล

ขณะที่ปัจจัยทางระดับความเข้มข้นของสารคล้ายบราสซิน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก โดยเฉพาะทางด้านความยาว มากกว่าด้านความกว้างและความหนาในเฉพาะช่วงท้ายของการเจริญเติบโตของผลจนถึงเก็บเกี่ยว ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการใช้สารในปริมาณที่มากจนเกินไป อาจไม่ส่งผลหรือไปยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ นพดล (2542) ที่รายงานว่าการตอบสนองของพืชต่อสารในกลุ่มของ PGRs ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับ (dose-response) ซึ่งสารกลุ่ม PGRs หากใช้ในปริมาณที่น้อยเกินไปหรือมากเกินระดับความต้องการจะให้ผลเสียต่อพืชนั้นได้ ดังนั้นจึงควรต้องใช้สารในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

ทุกกรรมวิธีที่ใช้ BRs ทำให้มีการเจริญเติบโตของเมล็ดดีกว่าชุดควบคุม PGRs มีคุณสมบัติช่วยในการแบ่งเซลล์และขยายตัวของเซลล์ (ดนัย , 2540) จึงทำให้ขนาดเมล็ดลำไยมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย แสดงว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตไม่มีผลทำให้เกิดเมล็ดลีบ (seedless) แต่ในพืชอื่นๆ เช่น ในองุ่นการใช้ PGRs ดังกล่าว ซึ่งในบางความเข้มข้นสามารถทำให้เมล็ดลีบได้ (ธีรนุช และ ธวัชชัย, 2546) เป็นที่ทราบกันดีอยู่ว่าเมล็ดเป็นแหล่งฮอร์โมนพืชที่สำคัญ (Letham, 1967 ; Crane, 1969 ; Lang, 1970 ; Nitsch, 1970) มีความเป็น sink ที่แข็งแรงทำให้มีการเคลื่อนย้ายของอาหารจากแหล่งอื่นมาสู่ผล ดังนั้นผลที่มีปริมาณฮอร์โมนน้อยกว่าจะดึงดูดอาหารจากแหล่งอื่นมาได้น้อยกว่า จึงทำให้ผลร่วงไปในที่สุด ขณะที่ผลขนาดใหญ่ที่มีเมล็ด และมีปริมาณฮอร์โมนภายในมากกว่าสามารถเจริญเติบโตต่อไปจนเก็บเกี่ยวได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตามความชัดเจนของข้อมูลความเข้มข้นที่เหมาะสมของ BRs ต่อการเพิ่มขนาดของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกพบน้อยมาก ข้อมูลจากการทดลองในครั้งนี้ จึงน่าจะเป็นประโยชน์ในการนำ BRs มาใช้กับพืชของไทย ชนิดของพืชเกี่ยวข้องกับการความเข้มข้นในการใช้ BRs นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยมาก ซึ่งผลการทดลองภายใต้สภาพแปลงปลูกที่ผ่านเคย พบว่ามีผลที่ไม่น่าพอใจ เนื่องจากบางครั้งได้ผลผลิตสูงมาก แต่บางครั้งผลผลิตก็เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นควรมีการพัฒนาชนิดของสาร ความเข้มข้นที่เหมาะสม วิธีการใช้สาร ระยะเวลา และปัจจัยอื่นๆประกอบเพื่อใช้อธิบายความแปรปรวนของผลการทดลองต่างๆ และหาสาเหตุของความแปรปรวนที่เกิดขึ้น

5.1.4 สีเปลือกของผลมะม่วง

จากผลการทดลองพบว่าสีเปลือกทั้งด้านที่โดนแสงและด้านที่ไม่โดนแสง ค่า L* สีเปลือกของผลมะม่วงมีสีเขียวค่อนข้างคงที่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของด้านที่โดนแสงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาสีเขียวมากกว่าด้านที่ไม่โดนแสง และค่า a* สีเปลือกผลมะม่วงด้านที่โดนแสงมีสีแดงเข้มกว่าด้านที่ไม่โดนแสง ซึ่งสีเปลือกมะม่วงมีสีแดงเพิ่มขึ้นเมื่อผลอายุแก่เพิ่มขึ้น และมีสีแดงเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อผลสุก ส่วนค่า b* ทั้งด้านที่โดนแสงและด้านที่ไม่โดนแสงมีการเปลี่ยนแปลงไม่ต่างกัน ซึ่งในช่วง 30-93 วันหลังดอกบานเต็มที่ สีของเปลือกมะม่วงมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงหลังจากนั้นจนถึง 135 วันหลังดอกบานเต็มที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อผลอายุหลัง 72 วันหลังดอกบานเต็มที่เป็นต้นมา สีเปลือกมีสีเหลืองลดลงเล็กน้อย โดยสังเกตได้จากค่า b* ที่ลดลง

การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกมะม่วง เกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ซึ่งมีสีเขียวไปเป็นสารที่ไม่มีสีและมีการสังเคราะห์แคโรทีนเพิ่มขึ้น (Modi และ Reddy., 1967) ทำให้ผลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการสุกของมะม่วง ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสุกของผลมะม่วงจึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวด้วย และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในมะม่วงพันธุ์มหาชนกจะมีลักษณะเช่นเดียวกับมะม่วงพันธุ์เคนท์ ซึ่งพบว่าตลอดการพัฒนาของผล ค่า L* จะมีค่าคงที่ ค่า a* และ b* มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าตลอดการพัฒนาของผล สีเปลือกจะเป็นสีแดงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น (ดิศร , 2541 และวารุณี, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.1.5 สีเนื้อของผลมะม่วง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลมะม่วงพันธุ์เคนท์ โดย ดิศร (2541) พบว่าค่า L*มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อผลมีอายุเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งผลสุกค่า L* ของสีเนื้อมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากว่าในช่วงผลอายุ 30-156 วันหลังดอกบานเต็มที่สีเนื้อเป็นสีขาวมีค่าความสว่างมากกว่าจึงส่งผลทำให้ค่า L* มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเข้าสู่ระยะผลสุก พบว่าเนื้อของผลมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการสร้างแคโรทีนของมะม่วงขึ้นในขณะที่ผลสุก (Modi และ Reddy, 1967) เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงสีผิว สำหรับค่า a* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการพัฒนาของผลมะม่วง โดยมีค่าจากลบเป็นบวกเพิ่มขึ้น แสดงว่าเมื่อผลแก่เพิ่มขึ้นสีเนื้อจะเป็นสีส้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่า b* สีเนื้อจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น เมื่อผลอายุเพิ่มขึ้นซึ่งให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น โดยสีเนื้อจะเริ่มเป็นสีเหลืองจากส่วนติดเมล็ดแล้วค่อยๆ ออกมาสู่ด้านนอกของผล

5.1.6 ความแน่นเนื้อ

สำหรับความแน่นเนื้อของผล พบว่าความแน่นเนื้อมีค่ามาก และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ในช่วงผลอ่อนแต่มีค่าลดลงเมื่อผลแก่เพิ่มขึ้น การลดลงของความแน่นเนื้อมักเกิดขึ้นพร้อมๆกับการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลต่างๆที่เป็นองค์ประกอบภายในเซลล์ ส่วนใหญ่พบว่าเพคตินที่เป็นองค์ประกอบหลักมีการเปลี่ยนรูปจากไม่ละลายน้ำเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ ทำให้เซลล์เสียโครงรูปและการยึดกันระหว่างเซลล์หลวมขึ้น (Steven, 1980) สำหรับมะม่วงพันธุ์มหาชนกจะเห็นว่าความแน่นเนื้อของผลลดลงมากเมื่อผลมีอายุ 93 วันหลังดอกบาน และยังคงลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึง 135 วันหลังดอกบาน แสดงว่าผลมะม่วงเข้าสู่ระยะการแก่แล้ว

5.1.7 ปริมาณน้ำ และน้ำหนักแห้งของเนื้อผล

พบว่าปริมาณน้ำของเนื้อผลมีค่าลดลงตามระยะความแก่ที่เพิ่มขึ้น โดยลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงผลอายุ 114 วันหลังดอกบาน และอาจเกี่ยวข้องกับน้ำหนักแห้งในเนื้อผลที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ตามอายุของผลเมื่อมะม่วงเข้าสู่ระยะการสุก โดยปริมาณน้ำของเนื้อผลมีค่าเท่ากับ 75.59 เปอร์เซ็นต์ และหนักแห้งของเนื้อผลมีค่าเท่ากับ 24.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลักษณะการลดลงของปริมาณน้ำและเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งของเนื้อผล แสดงว่าตลอดระยะการพัฒนาของผลมีการสะสมอาหารเพิ่มขึ้นจึงทำให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น และอาหารสะสมที่สำคัญของผลมะม่วง คือแป้ง (Mendoza, 1984) โดยมีการสะสมแป้งอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่มีการเพิ่มขึ้นของขนาดผลรวม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งปรากฏว่า มีการสูญเสียความชื้นจากเนื้อเพิ่มมากขึ้นทำให้มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นด้วย (Litz, 1997) เสาวภา (2547) รายงานว่าจากการศึกษาทางด้านการเจริญเติบโตและการพัฒนาทางด้านปริมาณและคุณภาพของผลลำไยพันธุ์ดอ พบว่าการใช้ BRs 1 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ CPPU 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นและครอบคลุมการจัดการปัญหาในเรื่องต้นลำไยโทรมปริมาณและคุณภาพของผลผลิตต่ำ รวมไปถึงการเกิดสารพิษตกค้างได้ผลดี ซึ่งในลำไยการใช้ brassinolide 0.00002 มิลลิกรัมต่อลิตร, NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร, GA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร, 6-BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และปุ๋ยทางใบ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการฉีดพ่น PGRs สามารถเพิ่มขนาดผลและขนาดเมล็ดลำไยพันธุ์ดอได้ดีกว่าการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบ และ PGRs ร่วมกับปุ๋ยทางใบและน้ำ นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มจำนวนผลที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 27-31.9 มิลลิเมตร และ 22-26.9 มิลลิเมตรได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้น้ำเปล่า (ชุดควบคุม) เช่นเดียวกับคุณภาพผลด้านสีเปลือก แต่การพ่น PGRs และปุ๋ยทางใบ ไม่มีผลต่อน้ำหนักผล น้ำหนักเมล็ด เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของผล และเปอร์เซ็นต์ส่วนที่บริโภคได้ของผลลำไยพันธุ์ดอ สำหรับ NAA 50 มิลลิกรัมต่อลิตร+ GA_3 50 มิลลิกรัมต่อลิตร+ BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร+ bassinolide 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ผลลำไยมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าชุดควบคุม Pipattanawong *et al.* (1996) ศึกษา bassinolide ต่อการเจริญเติบโตของสตรอเบอรี่พันธุ์ Miyoshi และ Enrai ที่ปลูกในสภาพปิด พบว่าน้ำหนักรวมของทุกส่วนที่ได้รับสารหนักกว่าชุดควบคุม

5.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

5.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และอัตราส่วนระหว่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TSS:TA)

ปริมาณ TSS ในมะม่วงพันธุ์มหาชนก ช่วงอายุ 35-119 วันหลังดอกบานเต็มที่มีค่าคงที่และไม่แตกต่างกันกันทางสถิติ เนื่องจากมะม่วงอาจจะเก็บสะสมอาหารในรูปแป้งมากกว่าน้ำตาล (Fuchs *et al*., 1980) ทำให้ปริมาณ TSS เปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 126-133 วันหลังดอกบานเต็มที่ เนื่องมาจากการสลายตัวของแป้ง และจะสลายแป้งเมื่อเข้าสู่ระยะการสุก (Subramanyam *et al*., 1976) ขณะที่ปริมาณ TA ในผลมะม่วงมีการเพิ่มขึ้นในช่วง 35-91 วันหลังดอกบานเต็มที่ ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณ TA สูง และหลังจากนั้น 98 วันหลังดอกบานเต็มที่ปริมาณ TA ลดลงอย่างรวดเร็ว และลดลงเรื่อยๆตามระดับความแก่ที่เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TA ในลักษณะนี้ก็พบในมะม่วงพันธุ์ทองดำ (สายชล และคณะ, 2534) , พันธุ์หนังกลางวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(วุฒิคุณ, 2530) และพันธุ์น้ำดอกไม้ (ดวงตรา, 2526) รวมทั้งในมะม่วงพันธุ์ Alphonso และพันธุ์ต่างประเทศอื่นๆ (Pantastico, 1975) ปริมาณของ TA ที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกเป็นผลจากการสะสมของปริมาณกรดต่างๆ และเมื่อผลแก่เพิ่มขึ้นปริมาณกรดลดลง เนื่องจากกรดจะถูกใช้ในการหายใจผ่านวัฏจักรเครปส์ (Mattoo *et al*., 1975) ดังรายงานในมะม่วงพันธุ์ Alphonso ในช่วงที่แก่เหมาะต่อการเก็บเกี่ยวมีปริมาณกรด 3 เปอร์เซ็นต์ แต่ในพันธุ์ฟลอริด้า มีปริมาณกรด ขณะเก็บเกี่ยวต่ำคือ 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ (Steven, 1980) การเปลี่ยนปริมาณ TA ของมะม่วงพันธุ์มหาชนกทำให้อัตราส่วนระหว่าง TSS:TA มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ในช่วง 98 วันหลังดอกบาน และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และในช่วง 126-133 วันหลังดอกบาน มีอัตราส่วนสูงอย่างรวดเร็ว น่าเข้าสู่ระยะการชราภาพ (senescence) ที่ในช่วงดังกล่าวมีสัดส่วนสูงขึ้น เนื่องจากว่าเมื่ออายุมากขึ้น ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนปริมาณ TA จะลดลง จึงทำให้อัตราส่วนระหว่าง TSS:TA เพิ่มขึ้น (สายชล และคณะ, 2534)

5.2.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในเปลือก

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในช่วง 30-114 วันหลังดอกบาน มีค่าค่อนข้างไม่แน่นอนเนื่องจากช่วงนี้ผลมะม่วงยังอ่อนอยู่ แต่เมื่อผลอายุ 135 วันหลังดอกบานจนกระทั่งผลสุก ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลง แสดงว่าผลมะม่วงเข้าสู่ระยะการแก่แล้ว ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าลดลง ขณะที่แคโรทีนอยด์รวมมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้ผิวเปลือกเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าสีเปลือกจะมีสีชัดจาง เนื่องจากว่ามีการสลายของคลอโรฟิลล์เอจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ส่วนการลดลงของคลอโรฟิลล์ภายหลังนั้นเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยเอนไซม์คลอโรฟิลล์เลส (chlorophyllase) ซึ่งพบในพืชส่วนใหญ่โดยจะไฮโดรไลซ์คลอโรฟิลล์ไปเป็นคลอโรฟิลล์ไลด์ (chlorophyllide) และไฟทอล (phytol) (Purvis and Barmire, 1981) จากการศึกษาอาการของใบข้าวหรือธัญพืชอื่นๆที่กำลังเหลืองนั้น BRs ทำให้รากสามารถกระตุ้นการพัฒนาการเกิดรากใหม่ให้เพิ่มขึ้นได้ ภายหลังจากการใช้ 7 วัน ขณะเดียวกันก็เพิ่มจำนวน chlorophyll ทำให้ photosynthesis เพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มอาหารให้พืช ส่งผลให้ระดับของคาร์โบไฮเดรตสูงขึ้น (Sairam, 1994) สอดคล้องกับการทดลองของ Swamy and Rao (2008) พบว่าจากการศึกษาผลของ 28-homobrassinolide ต่อการเจริญเติบโต กระบวนการ metabolism และการผลิต essential oil ของดอก geranium ซึ่งจากการศึกษา 28-homobrassinolide พบว่าทำให้การเจริญเติบโตของพืช มีช่วงการสังเคราะห์แสงขยายกว้างขึ้น และมีกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการสร้างเม็ดสีของคลอโรฟิลล์ , กรดนิวคลีอิค , soluble protein,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

reducing sugar, non- reducing sugar และแป้ง ซึ่งเมื่อใช้ 28-homobrassinolide ที่ระดับความเข้มข้น 3 μM พบว่าทำให้เกิด essential oil เพิ่มมากขึ้น

5.2.3 ปริมาณแอนโทไซยานินในเปลือก

ปริมาณ แอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นโดยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อผลอายุ 93 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นมีค่าลดลงเล็กน้อย การสังเคราะห์แอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับกิจกรรมของเอนไซม์ที่สำคัญชนิดหนึ่งคือ L-phenylalanine ammonialyase (PAL) ที่ตอบสนองต่อแสงที่ได้รับ (Curry, 1997) แสงเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของ phytochrom โดยเมื่อเนื้อเยื่อยังอ่อนอยู่จะไม่สามารถ catabolize phytochrom ส่งผลให้การสะสมของแอนโทไซยานินมีน้อย แต่เมื่อถึงช่วงที่เนื้อเยื่อมีอายุเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นระยะที่ผลแก่ phytochrom metabolism จะมีสูงทำให้การสะสมของปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้น โดยในผิวแอปเปิ้ลการเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ PAL ในที่มืดจะไม่มีผลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (Curry, 1997)

การศึกษา gene analysis ที่มีความเกี่ยวข้องกับ photoreceptor signaling pathways (Fankhauser and Chory, 1997) พบว่าในยีนและแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองของพืชต่อระดับของ BRs โดยยีนเป็นปัจจัยภายในต้นพืชเอง และแสงเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญของกระบวนการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโต โดยคุณภาพคุณสมบัติ photoreceptor มีผลโดยตรงต่อความแปรผันของปริมาณแสง (Neff *et al.*, 1999) Cytochrom P450 เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ BRs ในพืช ซึ่งมีการศึกษาว่าในมะเขือเทศและถั่วมีผลต่อการกระตุ้นหรือยับยั้งการปฏิกิริยาของเอนไซม์ภายใน (Kim *et al.*, 2004) นอกจากนั้นอาจเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนภายในต้นพืชเช่น จิบเบอเรลลิน มีผลต่อกระบวนการ signal transduction systems (Chory, 1997)

5.2.4 ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในเปลือก

ในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือกสูงในช่วงหลังจาก 93 วันหลังดอกบานเต็มที่ และสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง 135 วันหลังดอกบานเต็มที่ แสดงให้เห็นว่ามะม่วงพันธุ์มหาชนกเริ่มเข้าสู่ระยะความบริบูรณ์เพิ่มขึ้น โดยมีการพัฒนาของสีเหลืองเพิ่มขึ้น จากการศึกษาผลของ 2,4-epibrassinolide ต่อปริมาณเม็ดสีของถั่วเหลืองในการเจริญเติบโตในที่มีแสงและไม่มีแสง โดยใช้ระดับความเข้มข้น 10^{-5}, 10^{-7} และ 10^{-9} M โดยฉีดพ่นบนส่วนของ seedling ซึ่งเก็บไว้ในgrowth chamber ในที่มีแสงและไม่มีแสง เป็นเวลา 12 วัน ซึ่งพบว่าการฉีดพ่น 2,4-epibrassinolide จากภายนอก ส่งผลทำให้เกิดการผลิตคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แอนโทไซยานิน ซึ่งระดับความเข้มข้นของ epibrassinolide จะทำให้พืชเกิดการตอบสนองที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่พืชได้รับแสงและไม่ได้รับแสง (Cevahir *et al*., 2007)

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อผลมะม่วงเข้าสู่ระยะการสุก พบว่ามีแนวโน้มปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในเปลือกลดลง ทั้งนี้เนื่องจากว่าแคโรทีนอยด์เป็นสารสีที่ให้สีเหลือง ส้ม และแดง ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) ประกอบด้วย 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ แคโรทีน ซึ่งเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีออกซิเจน (oxygen free hydrocarbon) และแซนโทฟิลล์ ซึ่งมีออกซิเจนรวมอยู่ในโมเลกุลด้วย (ดนัย , 2540 ; Gross, 1987) ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าปริมาณ แคโรทีนอยด์รวมในเปลือกที่ลดลงนั้น ปรากฏในส่วนของแซนโทฟิลล์ซึ่งออกมาเด่นชัดกว่าในส่วนของแคโรทีน จึงส่งผลทำให้ปริมาณ แคโรทีนอยด์รวมในเปลือกมะม่วงลดลง

จากการศึกษาเกี่ยวกับ pleiotropic effects โดยใช้ BRs ในการสุกของมะเขือเทศ พบว่าระดับ lycopene สูงขึ้นและปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง ส่วนปริมาณ ascorbic acid ลดลงและเพิ่ม carbohydrate contents ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของเอทธิลีนจึงเกิด senescence ขึ้น (Vidya and Seeta, 2001) แต่ผลจากการศึกษาครั้งนี้ มะม่วงพันธุ์มหาชนกไม่ได้มีการผลิตแคโรทีนอยด์ในเปลือกเพิ่มขึ้น ดังนั้น BRs จึงไม่น่าจะมีผลต่อการผลิตแคโรทีนอยด์ในเปลือกของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก

5.2.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่ไม่ใช่โครงสร้าง (TNC) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (TS) และปริมาณน้ำตาลรีดิวซิง (RS) ในเนื้อผล

หลังจากผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกได้รับสารคล้ายบราสซินแล้ว ปริมาณ TNC TS และ RS ในเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดการเจริญเติบโตจนถึงเก็บเกี่ยว ปริมาณ TNC ในเนื้อมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเล็กน้อยซึ่งไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ยกเว้นในผลอายุ 105 วันหลังดอกบานเต็มที่ อาจเป็นเพราะระยะนี้เป็นช่วงที่ผลกำลังมีการเจริญเติบโต ผลจึงจำเป็นต้องใช้อาหารในกระบวนการต่างๆเพื่อการเจริญเติบโต ในขั้นตอนการพัฒนาของผล มีทั้งการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์โดยการแบ่งเซลล์ถูกจำกัด โดยสารอาหารที่สร้างและเคลื่อนย้ายมาจากใบ (Patrick, 1987)

ปริมาณ TNC ในมะม่วงหนังกลางวันผลดิบช่วงอายุ 70-98 วันหลังจากติดผล พบว่าปริมาณ TNC ในเนื้อผลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ หลังจาก 70-98 วันหลังจากติดผล พบว่ามีการสะสมปริมาณ TNC ในปริมาณที่สูงคือ 174.35 มิลลิกรัมกลูโคสต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อวันที่ 91 หลังจากการติดผล ซึ่งการเพิ่มของปริมาณ TNC จะมากขึ้นเมื่อเซลล์หยุดการแบ่งตัวขณะอายุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของผลมากขึ้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงนี้คล้ายกับในมะม่วงพันธุ์อื่นๆ (ดวงตรา , 2526 ; วุฒิคุณ, 2530 และ Hulme, 1971)

ปริมาณ TS ในเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนกจากการใช้ BRs ทุกกรรมวิธีมีปริมาณ TS ในเนื้อมะม่วงพันธุ์มหาชนกมากกว่าชุดควบคุม ซึ่งหลังจากผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกได้รับ PGRs มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการเจริญเติบโตจนถึงเก็บเกี่ยว ปริมาณ TS ในผลเป็นปัจจัยหนึ่งที่บอกถึงรสชาติ ดังนั้นปริมาณ TS ที่สูงจะทำให้รสชาติหวานขึ้น (ทองใหม่, 2541)

ปริมาณ RS ในมะม่วงพันธุ์มหาชนก พบว่าปริมาณ RS ลดลงตลอดการเติบโตของผล เช่นเดียวกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (ดวงตรา , 2526) มะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (เสาวลักษณ์ , 2530) มะม่วงพันธุ์หนังกลางวัน (วุฒิคุณ , 2530) และมะม่วงพันธุ์ทองดำที่มีปริมาณ RS ลดลงตามการพัฒนาของผล (สายชล และคณะ , 2534) ในขณะที่มะม่วงพันธุ์เคนท์จะมีปริมาณ RS ในเนื้อผลไม่คงที่ตลอดการพัฒนาของผล (วารุณี , 2543) และมะม่วงพันธุ์ Alphonso ซึ่งจะมีปริมาณ RS ในเนื้อผลเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในช่วงผลอ่อน และเมื่อเข้าใกล้ระยะการแก่ ปริมาณ RS ในเนื้อผลจะลดลงอย่างต่อเนื่อง และเมื่อผลแก่เต็มที่ปริมาณ RS เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในขณะที่มีการเพิ่มของปริมาณแป้งตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต (Salunkhe and Desai, 1984) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณ RS ถูกใช้ไปในกระบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) ในผล เช่น นำไปเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์แป้ง ขณะที่แป้งมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อผลแก่เพิ่มขึ้น (Lakshminnarayana *et al*., 1970)

จากการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ สภาพแวดล้อมขณะให้ BRs มีผลเป็นอย่างมากต่อการตอบสนองต่อพืช โดยในช่วงแรกของการติดผลเมื่อผลอายุ 20 วันหลังดอกบานเต็มที่ เกิดปัญหาผลร่วงซึ่งเป็นลักษณะทางสรีระวิทยาของผลมะม่วงสายพันธุ์นี้ รวมไปถึงสภาพอากาศในขณะที่ฉีดพ่นสารมีความสำคัญมากเช่นกัน เพราะเกี่ยวข้องกับการดูดซึมของ BRs เช่น อุณหภูมิเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้การดูดซึม BRs เข้าไปในพืชได้มากขึ้น และยังมีผลต่อกระบวนการหายใจ ซึ่งการเคลื่อนย้ายหลายชนิดต้องอาศัยพลังงานจากการหายใจ ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ BRs จึงเข้าไปได้ง่าย และเคลื่อนที่ได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ถ้าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดซึมเพิ่มมากขึ้นด้วยซึ่งสารเคมีที่ใช้ฉีดพ่นส่วนใหญ่อยู่ในรูปละลายน้ำ เมื่อถูกฉีดพ่นไปที่ใบพืชจะมีการระเหยของน้ำขึ้นสู่บรรยากาศ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำจะทำให้การระเหยเกิดขึ้นได้เร็ว โดยเหลือเนื้อสารแห้งติดอยู่บนใบและการดูดซึมจะเกิดขึ้นได้ยากมาก (พีรเดช, 2532)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ PGRs ภายในกับการเติบโตของผลของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีลักษณะการเติบโตเป็นแบบ single sigmoid curve เหมือนกัน เช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลโลควัท (loquat) ที่มีการเติบโตเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณ GA-like substance มีระดับลดลง (วิมล , 2545) และในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการฉีดพ่น BRs ให้ทั่วทั้งทรงพุ่ม ซึ่งส่วนที่ได้รับสารมากที่สุด คือ ส่วนของใบ ซึ่งสารที่เข้าสู่พืชทางใบจะเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในระบบท่อน้ำ (xylem) และจะมีการเคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแสการไหลของน้ำในต้น (transpiration stream) ไปยังแหล่งสะสมในขณะนั้นซึ่งก็ คือ ผล อย่างไรก็ตาม BRs ที่ฉีดพ่นอยู่ในรูปละลายน้ำ ซึ่งสารเหล่านี้จะผ่านชั้นคิวติเคิลได้ยาก โดยจะผ่านชั้นนี้เข้าไปทางสารเพคติน แต่ถ้าผ่านเข้าไปได้แล้วก็จะสามารถผ่านผนังเซลล์ที่เป็นเซลลูโลสได้ง่าย (พีรเดช , 2532) ดังนั้นสารส่วนใหญ่เข้าสู่พืชทางใบต้องผ่านชั้นคิวติเคิลและต้องมีการเคลื่อนที่ของสารไปยังผลอีกที ซึ่งไม่ทราบได้ว่า BRs ที่ให้จากภายนอกจะมีการเคลื่อนที่ไปยังผลจริงหรือไม่ หรือปริมาณสารที่ให้จากภายนอกที่ผลได้รับจะมีเท่าไร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการเคลื่อนที่ของ BRs ที่ให้จากภายนอกทางใบ

ช่วงอายุของพืชหรือช่วงเวลาของการใช้สารมีความสำคัญมาก และเป็นเรื่องยากที่จะกำหนดช่วงเวลาที่แน่นอนว่าเมื่อใดควรให้สาร งานทดลองหลายเรื่องต้องประสบความล้มเหลวเนื่องจากให้สารในช่วงอายุที่ไม่เหมาะสม มีผลทำให้พืชตอบสนองไปในทางที่ไม่ต้องการ(พีรเดช , 2537) ซึ่งจากงานวิจัยครั้งนี้ทางผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่องนี้เป็นเวลา 2 ปี ซึ่งในปีแรกต้องประสบความล้มเหลวเนื่องจากการพ่นสารในระยะที่ไม่เหมาะสม โดยพ่นเมื่อผลมะม่วงมีขนาดใหญ่ซึ่งเป็นระยะที่เอนโดคาร์บแข็งตัวแล้ว ทำให้ไม่สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและชีวเคมีของผลมะม่วงได้อย่างชัดเจน ซึ่งการใช้ PGRs นั้นจะให้ได้ผลดีก็ต่อเมื่ออยู่ในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโต ซึ่งในช่วงนั้นจะเป็นช่วงที่เซลล์กำลังขยายขนาด ถ้าหากรอจนกระทั่งผ่านพ้นระยะนี้ไป โอกาสที่ผลจะขยายขนาดเพิ่มขึ้นจากปกติจึงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นจึงนำไปสู่การทำวิจัยซ้ำอีกครั้งในปีที่สอง

นอกจากนั้นจำนวนครั้งของการฉีดพ่น PGRs มีส่วนช่วยในเรื่องของการเจริญเติบโตของผล จากการศึกษาของธีรวุฒิ (2540) พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ได้รับ PGRs ในช่วงช่อดอกระยะหัวเข็มหมุน (15 วันหลังดอกแรกบานหรือระยะดอกบานเต็มที่) จำนวน 2 ครั้ง มีการตอบสนองทั้งด้านการติดผล และการเติบโตของผลดีกว่าผลที่ได้รับ PGRs เพียงครั้งเดียว และระยะห่างของเวลาให้ PGRs ซ้ำก็มีผลเช่นกัน หากฉีดพ่นครั้งที่ 2 ในช่วงเวลาที่ผลมะม่วงมีพัฒนาการผ่านเลยระยะที่จะตอบสนองต่อ PGRs ไปแล้ว การเพิ่ม PGRs จากภายนอกเข้าไปจึงไม่มีผลเท่าที่ควรซึ่งการตอบสนองต่อ PGRs จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผลกำลังพัฒนา (Guardiola และคณะ, 1994)

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ควรควบคุมปัจจัยอื่นๆที่นอกเหนือจากปัจจัยที่ทำการศึกษาให้ได้มากที่สุด การทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชในสวนมันจะประสบปัญหาสภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อากาศที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งการทำงานวิจัยกับพืชในโรงเรือนอาจเป็นทางออกหนึ่งของการแก้ปัญหานี้ นอกจากควบคุมปัจจัยอื่นๆแล้ว ในการทำวิจัยเกี่ยวกับ PGRs นั้น ระยะเวลาในการให้สารเป็นสิ่งสำคัญ จึงควรทำการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อยืนยันผลของสารต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของพืช และที่สำคัญงานวิจัยจะมีคุณค่าก็ต่อเมื่อมีการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งการที่จะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้นั้นจำเป็นต้องประยุกต์ใช้ร่วมกับปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดเป็นสูตรสำเร็จไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved