บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลสตรอเบอรี่ก่อนการเก็บเกี่ยว

ในการทดลองนี้พบว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 มีรูปร่างแบบทรงกรวยยาวมีคอมากที่สุด ส่วนรูปร่างแบบอื่นๆ พบในปริมาณที่น้อยใกล้เคียงกัน และในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 พบรูปร่างแบบทรงกรวยมากที่สุด เปอร์เซ็นต์ที่พบมีมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีรูปร่างค่อนข้างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5) ซึ่งสอดคล้องกับสมคิด (2544) ที่รายงานว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 ช่วงต้นฤดูมีรูปร่างแบบลิ่มยาว แต่ช่วงปลายฤดูมีรูปร่างแบบกรวยยาวมีคอ และผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 70 มีรูปร่างแบบทรงกรวยสม่ำเสมอตลอดฤดู รูปร่างของผลสตรอเบอรี่โดยทั่วไปดูได้จากรูปร่างของฐานรองดอกภายในช่อผล โดยปกติผลแรกมักมีรูปร่างไม่แน่นอน ผลต่อๆ มามีรูปร่างปกติและคงที่ และสภาพภูมิอากาศในช่วงการเจริญของผลมีผลกระทบต่อรูปร่างของผลได้ เช่น ผลทรงแบน (fasciation) เป็นสาเหตุมาจากการเจริญเติบโตที่ไม่เหมาะสม เมื่อช่วงแสงของวันสั้นลง (ณรงค์ชัย, 2543) และ Shaul (1986) รายงานว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกทางเหนือและทางชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก มีรูปร่างสม่ำเสมอมากกว่าผลสตรอเบอรี่ที่ปลูกทางใต้

ผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์มีขนาดความกว้าง ความยาว ความหนา เพิ่มขึ้นในแต่ละวันของการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 6 และตารางที่ 7) ซึ่งสอดคล้องกับระยะการเจริญเติบโตของผล คือ เป็นระยะที่มีการแบ่งเซลล์ เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ เพื่อเพิ่มขนาดให้ผลโตขึ้นเรื่อยๆ จนโตเต็มที่ ซึ่งการเจริญเติบโตของผลสตรอเบอรี่มีการเพิ่มจำนวนเซลล์และการขยายตัวของเซลล์ร่วมกัน (ดนัย, 2540) และขนาดของผลยังขึ้นกับตำแหน่งของผล โดยผลแรกมีขนาดใหญ่ ผลต่อๆ มามีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ (ณรงค์ชัย, 2543)

ในส่วนของสีผิว สีเนื้อ และสีเมล็ด ในการทดลองพบว่าผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลงของสีผิว โดยเริ่มจากสีขาวอมเขียว เปลี่ยนเป็นสีแดง ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ เริ่มจากสีขาว เปลี่ยนเป็นสีแดง และการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดเริ่มจากสีเหลืองอมเขียวไปเป็นสีแดง (ตารางที่ 8 และตารางที่ 9) เห็นได้ว่าการเปลี่ยนของสีผิว สีเนื้อ และสีเมล็ด เปลี่ยนจากสีขาว สีขาวอมเขียว หรือสีเหลืองอมเขียวไปเป็นสีแดง ซึ่งการเปลี่ยนสีนี้สอด

คล้องกับการปริมาณแอนโธไซยานินที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ปริมาณแอนโธไซยานินมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ ซึ่งในวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ สีผิว สีเนื้อ และสีเมล็ด เริ่มปรากฏสีชมพูขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Montero *et al.* (1996) ที่รายงานว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler มีปริมาณแอนโธไซยานินเพิ่มขึ้นในระยะพัฒนาและการสุก และมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 35 นับจากติดผล เพราะฉะนั้นการเก็บเกี่ยวควรทำหลังวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ แต่ไม่เกินวันที่ 31 หลังดอกบานเต็มที่

ลักษณะเนื้อกลางผลของสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ มีลักษณะแน่นตั้งแต่วันที่ 10 จนถึงวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ หลังจากนั้นในวันที่ 31 และ 34 หลังดอกบานเต็มที่ เนื้อกลางผลมีลักษณะแน่นปานกลางจนถึงลักษณะหลวม ซึ่งสอดคล้องกับความแน่นเนื้อของผล ซึ่งความแน่นเนื้อของผลลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 31 และในวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ โดยในผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 ลดลงจาก 0.88 กิโลกรัม ในวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ เป็น 0.23 และ 0.03 กิโลกรัม ในวันที่ 31 และวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์พระราชทาน 70 ความแน่นเนื้อลดลงจาก 0.63 ในวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ เป็น 0.09 กิโลกรัม ในวันที่ 31 หลังดอกบานเต็มที่ และ 0 กิโลกรัม ในวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ (ตารางที่ 10 และ ตารางที่ 11) การลดลงของความแน่นเนื้อเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคติน เพคตินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์โดยอยู่ในส่วนที่เรียกว่ามิดเดิ้ลลาเมลล่า ทำหน้าที่เชื่อมเซลล์ให้ติดกัน สารประกอบเพคตินที่อยู่ในผนังเซลล์ของผลไม้ดิบอยู่ในรูปของโปรโตเพคตินซึ่งละลายน้ำไม่ได้ แต่เมื่อผลไม้สุกโปรโตเพคตินสลายตัวกลายเป็นเพคตินและกรดเพคติคซึ่งละลายน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงของเพคตินทำให้มิดเดิ้ลลาเมลล่าสลายตัว ส่งผลให้เซลล์สูญเสียความสามารถในการเกาะติดกัน ทำให้ผลนิ่มลง (ดนัย, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับ Montero *et al.* (1996) ที่รายงานว่าในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler มีปริมาณโปรโตเพคตินลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงแรกหลังจากติดผล ขณะเดียวกันพบปริมาณกรดเพคติคและกรดเพคตินิคเพียงเล็กน้อย การลดลงของปริมาณโปรโตเพคตินเกิดจากโปรโตเพคตินในผนังเซลล์กลายเป็นเพคตินที่ละลายน้ำได้ ส่งผลให้ผลนิ่ม

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 มีปริมาณคงที่ในวันที่ 10 จนถึงวันที่ 16 หลังดอกบานเต็มที่ และหลังจากวันที่ 25 หลังดอกบานเต็มที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 10 และ ตารางที่ 11) ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก (ดนัยและนิธิยา, 2535) ดังนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จึงสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาล สอดคล้องกับ Spayd and Morris (1981) ที่รายงานว่า ในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ Cardinal และ พันธุ์ A-5344 ยิ่งมีความแก่มากขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลรวมเพิ่มขึ้น ในสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จน

กระทั่งมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 35 นับจากเริ่มติดผล หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง การที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มสูงขึ้นนี้ส่งผลให้ผลสตรอเบอรี่มีรสชาติหวานขึ้น (Montero *et al.*, 1996) Forney and Breen (1986) รายงานว่าในผลสตรอเบอรี่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสในระดับต่ำในช่วงระหว่าง 18 ถึง 25 วันหลังการผสมของดอก และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะเปลี่ยนสี และปริมาณลดลงในช่วงผลสุกเต็มที่ และยังพบว่าน้ำตาลซูโครสไม่ถูกดูดซึมเข้าชั้นอะโพพลาสต์ แต่ถูกไฮโดรไลซิสในช่องว่างก่อนการดูดซึม ดังนั้นผลสุกจึงมีการสะสมของน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสมากกว่าน้ำตาลซูโครส

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างวันที่ 10 หลังดอกบานเต็มที่ จนถึงวันที่ 19 หลังดอกบานเต็มที่ แต่หลังจากนั้นปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีปริมาณคงที่ และลดลงในวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ Spayd and Morris (1981) รายงานว่าปริมาณกรดมีปริมาณเพิ่มขึ้นและมีปริมาณมากที่สุดในช่วง mature green และลดลงในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการสุกโดยทั่วไปขณะที่ผลไม้ยังอ่อนมีปริมาณกรดสูงไม่เหมาะสมกับการบริโภค เมื่อผลไม้สุกรวมถึงภายหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณกรดภายในผลไม้จะลดลง (จริงแท้, 2541) การลดลงของปริมาณกรดในระหว่างการสุกนั้น อาจเนื่องจากปริมาณกรดถูกนำไปใช้ในการหายใจ (ดนัย, 2540)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 50 และ 70 นั้น พบว่าปริมาณวิตามินซีคงที่ ในระหว่างวันที่ 10 จนถึงวันที่ 28 หลังดอกบานเต็มที่ หลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณวิตามินซีขึ้นอยู่กับระยะการสุกของผล (ณรงค์ชัย, 2543) และในระยะการพัฒนาของผลสตรอเบอรี่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มมากขึ้น และปริมาณจะลดลงเมื่อผลสุกงอม (Montero *et al.*, 1996) Beatriz *et al.* (2002) รายงานว่าในผลสตรอเบอรี่มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกรวมเพิ่มขึ้นจากระยะเริ่มแรกของการพัฒนาจนถึงระยะแก่เต็มที่ ซึ่งมีปริมาณแตกต่างไปในแต่ละพันธุ์

การทดลองที่ 2 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์โพลีกาแลคตูโรเนส

จากการทดลองพบว่าเอนไซม์เอกซ์โซ-โพลีกาแลคตูโรเนสในผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์มีกิจกรรมลดลง ตั้งแต่วันที่ 10 จนกระทั่งวันที่ 34 หลังดอกบานเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับ Nogata *et al.* (1993) ที่รายงานว่าเอนไซม์เอกซ์โซ-โพลีกาแลคตูโรเนส มีกิจกรรมลดลงในระหว่างระยะการพัฒนา โดยผลที่อยู่ในระยะ small green ซึ่งมีขนาดเล็กและสีเขียว มีกิจกรรมเอนไซม์เอกซ์โซ-โพลีกาแลคตูโรเนสสูงกว่าระยะอื่นๆ และในช่วงที่ผลสตรอเบอรี่สุกงอม เอนไซม์เอกซ์โซ-โพลีกาแลคตูโรเนส มีกิจกรรมที่น้อยมากคิดเป็นอัตราส่วน 1 ใน 5 ของกิจกรรมในระยะเริ่มแรก ซึ่งการทำงาน

ของเอนไซม์เอกซ์โซ-โพลีกาแลคตูโรเนส มีลักษณะการทำงานที่เป็นระเบียบ โดยย่อยจากปลายสายโพลิเมอร์ (ปราณี, 2535) ดังนั้นจึงต้องทำงานร่วมกับเอนไซม์เอนโด-โพลีกาแลคตูโรเนส ซึ่งทำงานย่อยสลายในสายโพลิเมอร์ จึงทำให้เกิดการสลายตัวของเพคติน กลายเป็นเพคตินที่ละลายน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการศึกษาในผลไม้หลายชนิดพบว่าการทำงานของเอนไซม์โพลีกาแลคตูโรเนสปรากฏขึ้นเมื่อผลไม้สุกเท่านั้น แต่ในผลไม้บางชนิดก็ไม่พบเอนไซม์โพลีกาแลคตูโรเนสหรือพบในปริมาณต่ำ เช่น ในส้มและแอปเปิ้ล นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลเพคตินต้องอาศัยการทำงานของเอนไซม์ตัวอื่นด้วย เช่น เอนไซม์ pectinesterase (PE) (จริงแท้, 2541) เอนไซม์ pectin methylesterase (PME) ที่ทำหน้าที่ทำลายกรดเพคติคโดยดึงหมู่เมทธิลออกจากโมเลกุล ซึ่งทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเข้าสลายตัวของเอนไซม์โพลีกาแลคตูโรเนสต่อไป (ดนัย, 2540)

ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นเนื้อกับกิจกรรมของเอนไซม์เอกโซ-โพลีกาแลคตูโรเนสในผลสตรอเบอรี่ทั้งสองพันธุ์ พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์เอกโซ-โพลีกาแลคตูโรเนสไม่มีความสัมพันธ์กับความแน่นเนื้อ ซึ่งการลดลงของความแน่นเนื้ออาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ตัวอื่น เช่น เอนไซม์เอนโด-โพลีกาแลคตูโรเนส เพคตินเอสเทอเรส หรือเพคตินเมทธิลเอสเทอเรส (จริงแท้, 2541 ; ดนัย, 2540) ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้กับกิจกรรมของเอนไซม์เอกโซ-โพลีกาแลคตูโรเนส พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์เอกโซ-โพลีกาแลคตูโรเนสไม่ทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในกระบวนการสุก เพราะฉะนั้นกิจกรรมของเอนไซม์เอกโซ-โพลีกาแลคตูโรเนสไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุก ซึ่งสอดคล้องกับ Nogata *et al.* (1993) ที่รายงานว่ากิจกรรมของเอนไซม์เอกโซ-โพลีกาแลคตูโรเนสในผลสตรอเบอรี่มีกิจกรรมลดลงตลอดระยะการพัฒนา และมีกิจกรรมน้อยที่สุดในช่วงผลสุก ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีปริมาณเพิ่มขึ้น และลดลงในช่วงท้ายตามลำดับ