บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

1. การศึกษาผลของฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อน PA271 และ SG20 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

จากการทดลองศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงสามารถคงลักษณะภายนอกของข้าวโพดฝักอ่อน สีของฝัก และความแน่นเนื้อได้ดีกว่า บรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) โดยการบรรจุผลิตผลในบรรจุภัณฑ์ PP + 1% clay และ PP + 1% clay + 5% mag นั้นเป็นการสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เหมาะสมต่อการรักษาคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อน ทั้งนี้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมต่อผลิตผล จะสามารถรักษาลักษณะโดยรวมที่ดีของผลิตผล และคงความแน่นเนื้อของผลิตผลไว้ได้ตลอดอายุการ เก็บรักษา การสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงนี้ควรทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณของแก๊สออกซิเจนจำกัด เมื่อผลิตผลใช้ออกซิเจนส่วนหนึ่งในการหายใจ ระดับของออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์จะ ค่อย ๆ ลดลงและส่งผลให้ระดับของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์สูงขึ้น ซึ่งมีผลต่อการลดอัตราการหายใจของผลิตผล และสามารถชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การสลายของน้ำตาลในฝักข้าวโพดอ่อน การสลายของผนังเซลล์ ส่งผลให้ผลิตผลที่บรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ดังกล่าว สามารถคงความแน่นเนื้อได้ดี สอดคล้องกับการทดลองของ Gwanpua et al. (2012) ที่พบว่าระดับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นและระดับออกซิเจนที่ต่ำลง สามารถชะลอการทำงานของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสุกนิ่มของผลิตผล เช่น เอนไซม์เซลลูเลส และเฮมิเซลลูเลส เป็นต้น จึงทำให้ผลิตผลคงความแน่นเนื้อไว้ได้ดี

ในส่วนของลักษณะอันพึงประสงค์ภายนอกต่อผู้บริโภค พบว่าบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนดัดแปลงดัดแปรทั้งสองชนิด สามารถรักษาคุณลักษณะภายนอกอันเป็นสิ่งสำคัญต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคได้ดีกว่าอย่างชัดเจน โดยทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนคงความสว่างของสีฝัก ทำให้ดูสดใหม่กว่าฝักข้าวโพดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) ภายหลังการเก็บรักษาไปช่วงระยะหนึ่ง คือประมาณ 21 วัน ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 ในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนจะแสดงอาการเกิดสี

3195994350

น้ำตาลประมาณร้อยละ 50 ของฝัก และสีของฝักยังคล้ำลงอย่างชัดเจนอีกด้วย ในขณะที่ในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนดัดแปลงทั้งสองชนิด ข้าวโพดฝักอ่อนยังคงสีของฝักที่สดและคงเดิม เพียงแต่เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อยบริเวณปลายฝักเท่านั้น ในส่วนของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ SG20 ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน พบการเกิดการฉ่ำน้ำชัดเจนทั่วทั้งฝักและยังเกิดกลิ่นหมักที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตผลที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน โดยน่าจะเกิดจากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากมีระดับแก๊สออกซิเจนต่ำเกินไป เช่นเดียวกับการทดลองของ Porat et al. (2004) ซึ่งทำการทดลองเก็บรักษาผลส้มในสภาพบรรยากาศดัดแปลง พบว่าในชุดการทดลองที่ไม่เหมาะสมจะเหนี่ยวนำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดการสะสมของเอทธานอลจนนำไปสู่รสชาติที่ผิดปกติ และเกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อ (Lee et al., 1995) และการที่มีความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์ที่สูงเกินไปอาจจะเพิ่มอัตราการเน่าเสียของผลส้มได้อีกด้วย กระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้น่าจะเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของข้าวโพดฝักอ่อนให้คล้ำลงสอดคล้องกับการทดลองของ Hertog et al. (2004) ที่พบว่าการเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของผลกีวีที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

อย่างไรก็ดีไม่พบอาการฉ่ำน้ำซึ่งเกิดจากภาวะสะท้านหนาว (chilling injury) หรือเกิดกลิ่นหมักในข้าวโพดฝักอ่อนที่บรรจุในฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงทั้งสองชนิด สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เหมาะสมสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ เช่นในการทดลองที่บรรจุมะม่วง (Pesis et al., 2000) มะนาว เกรปฟรุ๊ท (Wardowski et al., 1973) อโวคาโด (Scott and Chaplin, 1978; Meir et al., 1997) และแตงกวา (Wang and Qi, 1997) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง พบว่า สภาพบรรยากาศที่มีระดับของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง แก๊สออกซิเจนต่ำและมีความชื้นสูง (Wang, 1993) ในระดับที่เหมาะสมนั้นสามารถลดระดับความรุนแรงของการเกิดอาการบาดเจ็บของพืชเนื่องจากภาวะสะท้านหนาวได้ในพืชทั้งที่เป็น climacteric fruit และ non-climacteric fruit แต่ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน ผลิตผลที่เก็บในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนดัดแปลง PP + 1% clay นั้นเริ่มปรากฏให้เห็นการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างชัดเจนมากขึ้น จนถึงวันที่ 35 การเกิดสีน้ำตาลนั้นมีมากกว่าผลิตผลในฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลง PP + 1% clay + 5% mag อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงเห็นได้ชัดว่าบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนดัดแปลงสามารถคงลักษณะภายนอกของข้าวโพดฝักอ่อนได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) ได้ไม่ต่ำกว่า 14 วัน โดยบรรจุภัณฑ์ชนิด PP + 1% clay + 5% mag เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุดในการคงลักษณะภายนอกที่ดีของข้าวโพดฝักอ่อนในทั้ง 2 พันธุ์

3195994350

อย่างไรก็ตาม บรรจุภัณฑ์ฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสดสูงกว่า ชุดการทดลองควบคุม ซึ่งจากการทดลองนี้ พบว่าข้าวโพดฝักอ่อนในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) มีอัตราการหายใจสูงที่สุดตลอดการทดลอง แต่กลับมีค่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำที่สุด อาจมีสาเหตุจากบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนไม่สามารถสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เหมาะสมต่อการลดอัตราการหายใจของผลิตผลได้ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ชุดควบคุมมีค่าการซึมผ่านของแก๊สออกซิเจนต่ำเกินไป อาจส่งผลให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น ผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับการทดลองของ Escalona et al. (2006) ซึ่งพบว่าการควบคุมสภาพบรรยากาศให้มีระดับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ และแก๊สออกซิเจนในระดับต่าง ๆ ในบรรจุภัณฑ์ พบว่าระดับแก๊สออกซิเจนที่ต่ำเกินไปส่งผลให้การหายใจของใบผักกาดหอมเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจที่สูงนี้ทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนเกิดการคายน้ำจนสามารถพบหยดน้ำเกาะอยู่ภายในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ชุดควบคุมมีค่าการซึมผ่านของน้ำ เท่ากับ 5.61 $g/m^2.d$ ซึ่งน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงอีก 2 ชนิดที่เหลือ ทำให้มีหยดน้ำในบรรจุภัณฑ์มาก และมีหยดน้ำบางส่วนมาเกาะที่ผิวของผลิตผล จึงอาจเป็นสาเหตุให้ข้าวโพดฝักอ่อนมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่าถึงแม้จะมีอัตราการหายใจที่สูงกว่าก็ตาม

2. การศึกษาผลของฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงต่อแอกติวิตีของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส ปริมาณสารประกอบฟีนอล และอัตราการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อน PA271 และ SG20 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 ที่รักษาในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนธรรมดา (PP) (ชุดควบคุม) และฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงทั้งสองชนิด ได้แก่ PP + 1% clay และ PP + 1% clay + 5% mag พบแนวโน้มของแอกติวิตีของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 13) คือมีแอกติวิตีของเอนไซม์เพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 28 หลังการเก็บรักษาและลดลงหลังจากนั้น อย่างไรก็ดี พบว่าแอกติวิตีของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสของข้าวโพดฝักอ่อนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ PP ในวันที่ 28 หลังการเก็บรักษาสูงขึ้นมากแตกต่างจากอีก 2 ชุดการทดลองอย่างชัดเจน ซึ่งมีผลสอดคล้องกับลักษณะภายนอกของข้าวโพดในชุดการทดลองนี้ที่พบการเกิดสีน้ำตาลที่ฝักข้าวโพด ใน

3195994350

ส่วนของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ SG20 จากการทดลองพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ PP นั้นมีแอกติวิตีลดลงตั้งแต่วันที่ 21 หลังการเก็บรักษา แตกต่างจากอีก 2 ชุดการทดลองที่มีแอกติวิตีเพิ่มขึ้นในวันที่ 21 แล้วจึงค่อย ๆ มีแนวโน้มลดลงหลังจากนั้น ในส่วนของปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด จากผลการทดลองพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 ในช่วง 21 วันแรกของการเก็บรักษานั้นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงแล้วจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากนั้น เช่นเดียวกับข้าวโพดพันธุ์ SG20 ซึ่งพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลงใน 21 วันแรกของการทดลองแล้วมีแน้วโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่แตกต่างคือในวันที่ 35 สารประกอบฟีนอลกลับลดลงอย่างรวดเร็ว โดยที่บรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนดัดแปลง PP + 1% clay และ PP + 1% clay + 5% mag ไม่ได้มีความสามารถในการคงปริมาณสารประกอบฟีนอลได้ดีแตกต่างจากบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) ในข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 เนื่องจากไม่ได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับข้าวโพดพันธุ์ SG20 นั้นเห็นได้ชัดว่าบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนดัดแปลงชนิด PP + 1% clay และ PP + 1% clay + 5% mag สามารถคงปริมาณสารประกอบฟีนอลได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) อย่างชัดเจน โดยพบปริมาณสารประกอบได้สูงที่สุดสำหรับข้าวโพดที่ถูกรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิด PP + 1% clay + 5% mag เช่นเดียวกับการทดลองของ Nguyen et al. (2004) ที่พบว่าการเก็บรักษากล้วยหอมในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถคงปริมาณสารประกอบฟีนอลได้ดีกว่าการเก็บในสภาพบรรยากาศปกติ จากผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบการลดลงของสารประกอบฟีนอลใน 21 วันแรกหลังการเก็บรักษา อาจเกิดขึ้นเนื่องจากหลังการเก็บรักษาผลิตผลในสภาพบรรยากาศดัดแปลงแล้วระยะหนึ่ง ภายในบรรจุภัณฑ์จะพบระดับของแก๊สออกซิเจนต่ำลง เพราะถูกผลิตผลภายในใช้ไปในกระบวนการหายใจ โดย Babic et al. (1993) และ Alasavar et al. (2005) พบว่าระดับแก๊สออกซิเจนที่ลดต่ำลงในบรรจุภัณฑ์ชนิดบรรยากาศดัดแปลงนี้ ได้ส่งผลต่อการลดการสังเคราะห์สารประกอบบางชนิดลง เช่น สารประกอบฟีนอล เป็นต้น หรืออาจกล่าวได้ในทางกลับกันคือ การมีระดับของแก๊สออกซิเจนอยู่มากในระยะแรกของการเก็บรักษาของโพดฝักอ่อนทำให้เกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็วของสารประกอบจำพวกฟีนอล (Cocci et al., 2006) ส่วนการเพิ่มขึ้นของสารประกอบฟีนอลภายหลังจากการเก็บรักษา 28 วันนั้นอาจเกิดจากการที่ผลิตผลได้รับ abiotic stress บางอย่าง เช่น อุณหภูมิต่ำและปัจจัยของสภาพบรรยากาศดัดแปลงซึ่งสามารถเป็นปัจจัยกระตุ้นการสร้างสารประกอบฟีนอลได้ (Cisneros-Zevallos, 2003) หรืออาจเกิดความเครียดจากกระบวนการทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวก็เป็นได้ (Yang et al., 2011) ส่วน

3195994350

แอกติวิตีของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสที่เพิ่มขึ้นนั้น อาจเกิดมาจากบาดแผลที่เกิดจากการตัดแต่งทำให้โครงสร้างของเซลล์เกิดความเสียหาย จากความเสียหายนี้เองทำให้เกิดการปลดปล่อยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส และสารประกอบฟีนอลซึ่งโดยปกติจะอยู่แยกจากกันคือ เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสถูกเก็บไว้ที่คลอโรพลาสต์ ไมโทคอนเดรีย และเพอรอกซิโซม (Barbagallo et al., 2009) ส่วนสารประกอบฟีนอลอยู่ที่แวคิวโอล (Thipyapong et al., 1995) ออกมารวมกัน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเพิ่มพื้นที่สัมผัสกับแก๊สออกซิเจนที่บริเวณบาดแผลของผลิตผล จนทำให้เกิดกระบวนการออกซิเดชันผ่านการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสดังกล่าว โดยผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับผลการทดลองในกล้วยหอม (Nguyen et al., 2004) มะเฟืองตัดแต่งสด (Weller et al., 1997) และในพริกหวานตัดแต่งสด (Barbagallo et al., 2012) ที่พบว่าแอกติวิตีของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษาผลิตผลไม่ว่าจะเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศธรรมดาหรือในสภาพบรรยากาศดัดแปลง แต่จะพบแอกติวิตีของเอนไซม์จะต่ำกว่าใน สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เหมาะสม

ในด้านอัตราการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 นั้นพบว่าตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 28 หลังการเก็บรักษามีอัตราการหายใจลดต่ำลงเรื่อย ๆ แต่พบว่าการหายใจสูงขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 35 โดยบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) เป็นชุดที่มีอัตราการหายใจสูงสุด ส่วนพันธุ์ SG20 นั้นก็เช่นเดียวกัน คือจะมีอัตราการหายใจลดลงเรื่อย ๆ ตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 28 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 35 โดยวันที่ 21 หลังการเก็บรักษาข้าวโพดพันธุ์ SG20 ในบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) มีอัตราการหายใจสูงสุดก่อนข้าวโพดของชุดการทดลองนี้จะถูกคัดออกหลังจากการเก็บรักษา 21 วัน เนื่องจากเกิดการฉ่ำน้ำ และกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับทางการตลาดแล้ว โดยปกติอัตราการหายใจจะแปรผกผันกับคุณภาพและระยะเวลาการเก็บรักษา กล่าวคือ หากมีอัตราการหายใจต่ำจะสามารถเก็บรักษาผลิตผลได้ยาวนานยิ่งขึ้น (Garcia and Barrett, 2002; Finnegana et al., 2013) อย่างไรก็ดีอัตราการหายใจที่สูงมากในวันที่ 0 ของการเก็บรักษานั้นอาจมีสาเหตุมาจากความเครียดที่พืชได้รับในกระบวนการเก็บเกี่ยว อาทิ การลอกเปลือกและไหมซึ่งอาจก่อให้เกิดบาดแผลต่อฝัก (Antoniolli et al., 2006) เมื่อพืชเนื้อเยื่อเสียหายจึงทำให้เกิดการผสมกันของเอนไซม์พอลิฟี-นอลออกซิเดสและสารประกอบฟีนอลซึ่งเป็นตั้งต้นที่อยู่ในเซลล์ของผลิตผล (Sandhya., 2010) และยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวต่อการสัมผัสกับออกซิเจน ทำให้แก๊สแพร่ผ่านเข้าไปในเซลล์และเพิ่มกระบวนการเมแทบอลิซึมระดับเซลล์ได้ (Zagory, 1999) ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชมีอัตรา

3195994350

การหายใจเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น แต่หลังจากบรรจุผลิตผลในสภาพบรรยากาศดัดแปลงแล้ว ปริมาณแก๊สออกซิเจนที่ต่ำลงและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนั้น ก็น่าจะเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้พบอัตราการหายใจที่ต่ำลงในระยะเวลาต่อ ๆ มาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด แต่ในวันที่ 35 หลังการเก็บเกี่ยวของข้าวโพดฝักอ่อนทั้ง 2 พันธุ์นั้น อาจเกิดการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ซึ่งทำให้ผลิตผลเริ่มเกิดการเน่าเสีย (Luna-Guzma´n et al., 1999)

3. การศึกษาผลของศึกษาผลของฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร ปริมาณวิตามินซี ปริมาณเส้นใยอาหาร และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของข้าวโพดฝักอ่อน PA271 และ SG20 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

3195994350

การทดลองนี้ได้ศึกษาผลของฟิล์มพอลิพรอพิลีนและฟิล์มพอลิพรอพิลีนดัดแปลงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid, AA) ปริมาณเส้นใยอาหาร และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่า ปริมาณวิตามินซีที่ตรวจสอบในข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 ในทุก ๆ ชุดการทดลองนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างจาก วันที่ 0 ของการเก็บรักษามากนัก แต่อย่างไรก็ดี ยังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำหรับข้าวโพดพันธุ์ SG20 ที่พบวันที่ 35 หลังการเก็บรักษาโดยบรรจุภัณฑ์ PP + 1% clay นั้นพบปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นจากวันที่ 28 หลังการเก็บรักษาจนมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ PP + 1% clay + 5% mag อย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับข้าวโพดฝักอ่อนทั้ง 2 พันธุ์ ที่พบการลดลงของปริมาณวิตามินซีในทุกชุดการทดลองภายหลังการเก็บรักษานั้น มีผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ Barth and Zhuang (1996) Serrano et al. (2006) และ (Vallejo et al., 2003) ได้ทำการทดลองกับช่อดอกบร็อคโคลี่ โดยเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า การลดลงของระดับแก๊สออกซิเจน และการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับเหมาะสมต่อพืชจะช่วยลด oxidative stress ที่เกิดจากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว โดยผ่านการรักษาระดับวิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ ไว้ (Zhuang et al., 1997) Yang (1997) Fonseca et al. (2005) และ Pariasca et al. (2000) ยังได้เสนอผลการทดลองอีกว่าแก๊สออกซิเจนในปริมาณต่ำในระดับที่ผลิตผลยังสามารถทนได้นั้น สามารถ

ลดการสูญเสียวิตามินซีได้ ด้วยการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นจากผลการทดลองในข้าวโพดฝักอ่อนและผลการทดลองอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาผลิตผลในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยเก็บในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดนั้นสามารถช่วยลดการสูญเสียวิตามินซี (Barth and Zhuang, 1996) ของข้าวโพดฝักอ่อนได้ โดยพบว่ามีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดในชุดการทดลองควบคุมสำหรับข้าวโพดพันธุ์ PA271 ตลอดการเก็บรักษา และในพันธุ์ SG20 ในระยะ 21 วันแรกของการเก็บรักษา ซึ่งอาจเป็นผลมาจากคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีน (ชุดควบคุม) นั้นมีค่าการซึมผ่านของออกซิเจนต่ำที่สุด ทำให้มีการผ่านเข้ามาของออกซิเจนน้อย ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่ำที่สุด จึงช่วยคงปริมาณวิตามินซีได้ดีที่สุดนั่นเอง แต่หลังจากการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อน 28 วันนั้น พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซีในวันที่ 35 หลังการเก็บรักษาของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 ทุกชุดการทดลอง และในพันธุ์ SG20 เฉพาะชุดการทดลองบรรจุภัณฑ์ PP + 1% clay นั้น ได้มีผลการทดลองจากงานวิจัยหนึ่งโดย Tudela et al. (2002) พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซีเช่นกัน โดยทำการทดลองในหัวมันฝรั่งตัดแต่ง โดยได้อธิบายไว้ว่า การเพิ่มปริมาณวิตามินซีขณะการเก็บรักษานั้น เกิดเนื่องจากมีการเพิ่มเมแทบอลิซึมภายในเซลล์อันนำไปสู่การสลายตัวของแป้งเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์วิตามินซีจำเป็นต้องใช้กลูโคสเป็นองค์ประกอบในการผลิตด้วย (Noctor and Foyer, 1998) นอกจากนั้นกลูโคสยังอาจได้มาจากการการรวมตัวกันขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และ/หรือ เมื่อผลิตผลเกิดบาดแผลได้ด้วย (Tudela et al., 2002)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเส้นใยอาหาร พบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ PA271 มีปริมาณ เส้นใยอาหารลดลงเล็กน้อยเท่านั้นหลัง 35 วันของการเก็บรักษาเมื่อเทียบกับวันที่ 0 ในส่วนของพันธุ์ SG20 นั้นพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเส้นใยอาหารตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 35 วัน โดยไม่พบความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงเวลาของการทดลองในข้าวโพดฝักอ่อนทั้ง 2 พันธุ์ ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์ในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถคงปริมาณแส้นใยให้มีปริมาณไม่เปลี่ยนแปลง ได้ในทั้ง 2 พันธุ์ ซึ่งการเก็บรักษาผลิตผลไว้ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง หากบรรจุภัณฑ์มีความสามารถในการสร้างสมดุลของแก๊สภายในบรรจุภัณฑ์ไม่ให้มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่สูงจนเกินไป จะช่วยลดการสูญเสียปริมาณเส้นใย อาหารของผลิตผลภายในได้ (Guevara et al., 2003) อีกทั้งยังสามารถชะลอกระบวนการสร้างและพัฒนาผนังเซลล์ (An et al., 2007; Huyskens-Keil and Herppich, 2013) ซึ่งมีผลต่อการชะลอการผลิตเส้นใย

3195994350

อาหารของผลิตผลด้วย โดยการชะลอกระบวนการทั้งการสลายและการสร้างเส้นใยอาหารนี้ อาจเกิดจากการที่มีระดับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์สูง ส่งผลให้เกิดการยับยั้งกระบวนการต่าง ๆ ทั่วไปภายในเซลล์ (Lill and Corrigan, 1996; Hurst et al., 1997; Renquist et al., 2005) รวมไปถึงกระบวนการสร้างและสลายผนังเซลล์ด้วย โดยกระบวนการสร้างและสลายผนังเซลล์นี้ เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้มีปริมาณเส้นใยอาหารในผลิตผลเพิ่มมากขึ้นและลดลงตามลำดับ จากการชะลอทั้งกระบวนการสร้างและสลายผนังเซลล์นี้ส่งผลดีต่อการเก็บรักษาผลิตผลข้าวโพดอ่อน เนื่องจากหากเกิดกระบวนการสร้างและพัฒนาผนังเซลล์สูงเกินไปจะส่งผลให้ผลิตผลมีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มมากขึ้น ข้าวโพดจะเหนียวเป็นกากใยไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด แต่หากเกิดกระบวนการสลายผนังเซลล์ที่มากเกินไปก็จะทำให้ผลิตผลมีความแน่นเนื้อน้อยลง คุณภาพผลิตผลต่ำลงและไม่เป็นที่ยอมรับเช่นกัน

ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่าบรรจุภัณฑ์พอลิพรอพิลีนดัดแปลงทั้ง PP + 1% clay และ PP + 1% clay + 5% mag สามารถรักษาปริมาณน้ำตาลให้มีปริมาณสูงกว่าบรรจุ-ภัณฑ์พอลิพรอพิลีนธรรมดาได้ในข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์ โดยทั้งสองพันธุ์จะมีแนวโน้มปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นในการเก็บรักษา 21 วันแรกก่อน ซึ่งอาจเกิดจากในช่วงแรกของการเก็บรักษานั้น ภายในบรรจุภัณฑ์ยังคงมีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูงอยู่ ดังนั้น ผลิตผลจึงยังคงมีกระบวนการหายใจอยู่ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ต้องใช้น้ำตาลเป็นพลังงาน จึงอาจเกิดการสลายของแป้งซึ่งเป็นอาหารสะสมให้กลายเป็นน้ำตาล ส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลในข้าวโพดฝักอ่อนเพิ่มขึ้นในช่วงแรก ซึ่งพบการทดลองที่มีผลสอดคล้องกันของ Jafri et al. (2013) ที่ทำการทดลองกับเห็ดนางฟ้าว่าพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลในขณะที่ผลิตผลนั้นมีอัตราการหายใจสูง หลังจากนั้นเมื่อปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์เริ่มมีน้อย ข้าวโพดฝักอ่อนจึงมีการหายใจน้อยลงจึงชะลอการใช้น้ำตาล ปริมาณน้ำตาลจึงค่อย ๆ ลดลง อย่างช้า ๆ สอดคล้องกับการทดลองของ Hodges et al. (2006) ซึ่งทำการทดลองกับดอกกะหล่ำ พบว่าปริมาณน้ำตาลในผลิตผลที่ถูกเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงนั้นมีการหายใจลดลง ทำให้เกิดการลดลงของปริมาณน้ำตาลน้อย

3195994350