บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

1. การหาวิธีการให้ไคโตซานและความเข้มข้นที่เหมาะสมของไคโตซานต่อการรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของหน่อไม้ฝรั่ง

จากคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกจะเห็นได้ว่าหน่อไม้ฝรั่งชุดการทดลองควบคุมนั้นมีคะแนนน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงของสีที่บริเวณยอดและตายอดอย่างชัดเจนและรวดเร็ว นอกจากนี้หน่อไม้ฝรั่งชุดการทดลองควบคุมยังแสดงอาการโค้งงอ ฉ่ำน้ำ ไม่สามารถตั้งตรงอยู่ได้ รวมทั้งที่บริเวณผิวมีอาการเหี่ยวอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหน่อไม้ฝรั่งนั้นมีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรทั้งหมดสูง ทำให้มีอัตราการสูญเสียน้ำที่สูงตามไปด้วย (จริงแท้ ศิริพาณิช, 2546) การสูญเสียน้ำของหน่อไม้ฝรั่งชุดการทดลองควบคุมจะทำให้เซลล์มีแรงดันเต่งน้อยลง ส่งผลให้เซลล์เกิดอาการเหี่ยว (Taiz และ Zeiger, 2002) จุดที่เซลล์มีการสูญเสียน้ำมากจะเกิดการโค้งงออย่างชัดเจน รวมถึงการเกิดสีน้ำตาลที่บริเวณยอดหรือตายอด อาจมีสาเหตุมาจากที่บริเวณดังกล่าวนี้เป็นส่วนที่เซลล์มีอายุน้อยที่สุดและมีกิจกรรมภายในเซลล์สูงที่สุด (Renquist และคณะ, 2005) เนื่องจากยังเป็นส่วนของ meristematic tissue ซึ่งยังเกิด cell division และมีการทำงานของเอนไซม์ต่างๆเป็นจำนวนมาก เช่นมีการเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ polyphenoloxidase หรือ phenylalanine ammonia lyase ซึ่งเอนไซม์นี้มีหน้าที่ในการกระตุ้นให้เกิดสีน้ำตาลมากขึ้นรวมทั้งชักนำให้มีการสะสมของเส้นใยจำพวกลิกนินเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย (Chang, 1987) ซึ่งสอดคล้องกับอาการโค้งงอที่เกิดขึ้น ส่วนในชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซานทุกชุดการทดลองมีรูปแบบของการลดลงของคะแนนใกล้เคียงกัน ชุดการทดลองที่สามารถรักษาคุณภาพได้ดีที่สุดคือชุดการทดลองที่จุ่มในน้ำเปล่าและสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm แต่การแช่หน่อไม้ฝรั่งในน้ำเปล่าหรือสารละลายไคโตซานนั้นอาจส่งผลให้ยอดหน่อไม้ฝรั่งเกิดอาการเน่าได้ จึงพบว่าหน่อไม้ฝรั่งที่แช่ในน้ำเปล่าหรือไคโตซานให้ผลแตกต่างกับชุดการทดลองควบคุมเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีเพียงชุดการทดลองที่แช่ในน้ำเปล่าและสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 10 ppm เท่านั้นที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ในท้องตลาด ส่วนชุดการทดลองที่จุ่มในสารละลายไคโตซานทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มที่ดีกว่าชุดการทดลองควบคุมในช่วงแรกคือตั้งแต่วันที่ 3 ถึงวันที่ 9 หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองยกเว้นชุดการทดลองที่จุ่มในน้ำเปล่าและสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm ที่สามารถรักษาคะแนนไว้ได้เท่าเดิมตั้งแต่วันที่ 9 ถึงวันที่ 15 การที่ไคโตซานสามารถช่วยรักษาคุณภาพของหน่อไม้ฝรั่งหลังการเก็บรักษาได้อาจเป็นเพราะ ไคโตซานสามารถลดการสูญเสียน้ำสอดคล้องกับผลการทดลองการสูญเสียน้ำหนักสด (ตารางที่ 6,7 และ รูป

ที่ 5,6) ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าการสูญเสียน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดผลเสียตามมา เช่น การโค้งงอของยอดหน่อไม้ฝรั่ง นอกจากนี้ไคโตซานสามารถลดการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ เช่นใน ข้าวโพดฝักอ่อน (ฉัตรวรุณ พจนการุณ, 2548) เปลือกของลิ้นจี่ (Dong และคณะ, 2004) นอกจากนี้ยังพบว่าไคโตซานสามารถลดปริมาณของสารประกอบฟีนอลและ flavanoid ซึ่งล้วนเป็นสารตั้งต้นของกระบวนการเกิดสีน้ำตาล (Zhang และ Quantick, 1997) ส่งผลให้ลดการเกิดสีน้ำตาลที่บริเวณยอดและตายอดได้ อย่างไรก็ตามเมื่อดูจากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสีที่วัดได้จากเครื่องวัดสี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในทุกชุดการทดลอง อาจเป็นเพราะว่าตำแหน่งที่สามารถวัดสีได้นั้นคือบริเวณที่ไม่มียอดหรือตายอด จึงทำให้ข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงของสีนั้นไม่แตกต่างกันเนื่องจากหน่อไม้ฝรั่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีเขียวที่บริเวณผิวได้อย่างเห็นชัด และเซลล์บริเวณนั้นยังเป็นเซลล์ที่มีความแข็งแรงมีการทำงานภายในเซลล์ต่ำจึงยากที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเกิดขึ้น

เมื่อวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ฝรั่ง เห็นได้ว่าชุดการทดลองควบคุมนั้นมีแนวโน้มการลดลงของน้ำหนักมากที่สุดเช่นกันสอดคล้องกับคะแนนของลักษณะที่ปรากฏภายนอกที่ต่ำที่สุด โดยไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองที่จุ่มและแช่หน่อไม้ฝรั่งในไคโตซาน การลดลงของน้ำหนักสดนี้มีผลมาจากการสูญเสียน้ำจึงเป็นการสนับสนุนว่าการสูญเสียคุณภาพของหน่อไม้ฝรั่งนั้นมีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำจากเซลล์ด้วย Siomos (2003) รายงานว่ามาตรฐานการสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ฝรั่งที่สามารถยอมรับได้คือไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเพียงชุดการทดลองควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักเกิน 8 เปอร์เซ็นต์คือ 10.39% ในวันที่ 15 ซึ่งสะท้อนว่าชุดการทดลองควบคุมนั้นมีอายุการเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งสั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซานก่อนการเก็บรักษา การจุ่มและแช่ในไคโตซานสามารถลดการระเหยของน้ำออกจากเซลล์ และยังสามารถลดการสูญเสียแร่ธาตุและสารอาหารไปจากเซลล์ได้อีกด้วย (El Ghouth และคณะ, 1992) นอกจากนี้ไคโตซานยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ polygalacturonase และ lipid peroxidation ในผลพุทราซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรงน้อยลง ส่งผลให้เป็นการเสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่เซลล์ (Qiuping และ Wenshui, 2007) ผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับการใช้ไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลต่ำในการยืดอายุผลส้มโดยการรักษาน้ำหนักสดของผลส้มไว้ได้มากที่สุด (Chien, Sheu และ Lin, 2007)

ไคโตซานได้รับการรายงานว่าสามารถใช้กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดในระหว่างการเพาะปลูกได้ เช่น กระเจี๊ยบเขียว (ชัชวาล วงศ์ชัย, 2548) ในการทดลองนี้เมื่อเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งโดยที่ไม่ผ่านกระบวนการใดก่อนการเก็บรักษาเลยพบว่าความยาวของหน่อแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษาแต่เมื่อจุ่มหรือแช่ในน้ำเปล่านั้นมีผลกระตุ้นการยืดยาวของยอดหน่อไม้ฝรั่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Renquist และคณะ (2005) ซึ่งพบว่าตามปกติแล้ว

หน่อไม้ฝรั่งจะมีการยืดยาวที่บริเวณปลายยอดน้อยมากคือประมาณ 5% แต่เมื่อได้รับน้ำแล้วทำให้การยืดยาวของยอดหน่อไม้ฝรั่งเพิ่มสูงขึ้นเป็น 22-23% ซึ่งในการทดลองนี้เมื่อจุ่มหน่อไม้ฝรั่งในไคโตซานทุกความเข้มข้นแล้วทำให้มีการยืดของยอดหน่อไม้ฝรั่งลดลงกว่าชุดการทดลองที่จุ่มน้ำเปล่า แต่ก็ยังคงมีการยาวขึ้นมากกว่าชุดการทดลองควบคุม อาจกล่าวได้ว่าไคโตซานสามารถยับยั้งการยืดของยอดหน่อไม้ฝรั่งที่จำเป็นต้องจุ่มหรือแช่น้ำก่อนหรือระหว่างการขนส่งได้ อย่างไรก็ตามผลการทดลองนี้แตกต่างจากชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซานโดยชุดการทดลองที่แช่ในน้ำเปล่าไม่มีความแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุม แต่ชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซานทุกความเข้มข้นกระตุ้นให้มีการยืดยาวของยอดหน่อไม้ฝรั่งดังนั้นการแช่หน่อไม้ฝรั่งในไคโตซานจึงเป็นผลให้กระตุ้นการเจริญเติบโตของยอดหน่อไม้ฝรั่งและอาจส่งผลถึงการบานของยอดหน่อไม้ฝรั่งอีกด้วย การแช่หน่อไม้ฝรั่งในสารละลายไคโตซานสามารถกระตุ้นการเจริญของปลายยอดได้นั้นคล้ายคลึงกับการให้สารละลายไคโตซานทางใบกับกล้วยไม้สกุลหวายซึ่งมีผลให้มีการเจริญเติบโตมากขึ้น (Limpanavech และคณะ, 2004) โดยยอดหน่อไม้ฝรั่งนั้นคือส่วนที่กำลังจะเจริญต่อไปเป็นใบและเมื่อส่วนที่กำลังเจริญนี้สัมผัสกับไคโตซานโดยตรงอาจให้ผลเช่นเดียวกับงานวิจัยในกล้วยไม้สกุลหวายได้ ส่วนการจุ่มหน่อไม้ฝรั่งนั้นบริเวณยอดไม่ได้สัมผัสกับไคโตซานโดยตรงจึงทำให้ไม่กระตุ้นการเจริญของปลายยอด แต่บริเวณโคนซึ่งเป็นเซลล์ที่แก่แล้วนั้นเมื่อจุ่มในไคโตซานอาจส่งผลให้เซลล์มีการปิดปากใบทำให้ไม่มีการแพร่ของน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ และเป็นการลดการทำงานภายในเซลล์อีกด้วย การเจริญเติบโตของหน่อไม้ฝรั่งจึงลดลงเมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่จุ่มในน้ำเปล่า

Munoz และคณะ (2006) รายงานว่าการสูญเสียคุณภาพของผลและผักมีสาเหตุหลักอีกประการหนึ่งมาจากการสูญเสียน้ำจากกระบวนการหายใจ หน่อไม้ฝรั่งในชุดการทดลองควบคุมมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 ของการทดลองจากนั้นจะลดลงเรื่อยๆด้วยคุณสมบัติการหายใจของหน่อไม้ฝรั่งเป็นแบบ non-climacteric (จริงแท้ ศิริพาณิช, 2546) ชุดการทดลองที่จุ่มและแช่หน่อไม้ฝรั่งในไคโตซานยกเว้นชุดการทดลองที่จุ่มและแช่ในไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm และชุดการทดลองที่จุ่มในไคโตซานความเข้มข้น 100 ppm มีรูปแบบของการหายใจเหมือนกันกับในชุดการทดลองควบคุมและไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm อาจกระตุ้นสัญญาณภายในบางประการให้ลดอัตราการหายใจของหน่อไม้ฝรั่งได้ เห็นได้จากปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงซึ่งแตกต่างจากการทดลองอื่นที่ใช้ไคโตซานในความเข้มข้นที่สูงกว่านี้และใช้ไคโตซานในรูปแบบของการเคลือบพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศของผลผลิต ทำให้นอกจากไคโตซานจะสามารถยับยั้งการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้แล้วการเคลือบพื้นผิวยังเป็นการยับยั้งการผลิตก๊าซเอทิลีนซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ ดังเช่นในงานวิจัยที่ศึกษาในลูกพีช (Li และ Yu, 2000) และมะเขือเทศ (El Ghouth และคณะ, 1992) จากที่ได้ศึกษาข้างต้นว่าการที่ไคโตซานสามารถลดการสูญเสียน้ำได้นั้นยังส่งผลให้ลด

อัตราการหายใจของหน่อไม้ฝรั่งได้อีกด้วย (Bai, Huang และ Jiang, 1988) ซึ่งสอดคล้องกับชุดการทดลองที่จุ่มและแช่ในไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm ซึ่งมีน้ำหนักสดที่ยังคงเหลืออยู่มากที่สุด

ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งและไคโตซานนั้นยังไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ในชุดการทดลองที่จุ่มและแช่ในน้ำเปล่ามีปริมาณเส้นใยสูงตลอดการทดลองเมื่อเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ ส่วนชุดการทดลองควบคุมก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นด้วย ชุดการทดลองลองที่จุ่มและแช่ในไคโตซาน 5 ppm และชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซาน 10 ppm นั้นไม่มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเส้นใย ส่วนชุดการทดลองอื่นแม้ว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเส้นใยแต่ก็น้อยกว่าในชุดการทดลองควบคุมและชุดการทดลองที่จุ่มในน้ำเปล่า ผลการทดลองนี้ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ฉัตรวรุณ พจนการุณ (2548) ซึ่งแช่ข้าวโพดฝักอ่อนในสารละลายไคโตซาน พบว่าการแช่ข้าวโพดฝักอ่อนในสารละลายไคโตซานที่ความเข้ม 5 ppm เป็นเวลาทั้ง 2 นาที และ 4 นาที สามารถลดปริมาณเส้นใยทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุดเช่นเดียวกันกับในการทดลองนี้ จากผลการทดลองของอัตราการหายใจและปริมาณเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งที่คล้ายคลึงกันนี้รวมถึงในงานวิจัยของ ฉัตรวรุณ พจนการุณ (2548) ด้วยแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจและปริมาณเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งไม่ขึ้นอยู่กับวิธีการให้ไคโตซาน แต่ขึ้นอยู่ กับความเข้มข้นที่เหมาะสมของไคโตซานมากกว่า

2. ผลของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมของหน่อไม้ฝรั่งหลังการเก็บเกี่ยว

ชุดการทดลองที่เลือกเพื่อนำมาศึกษาต่อถึงกลไกการยืดอายุหลังการเก็บรักษาของหน่อไม้ฝรั่งนั้น ได้แก่ ชุดการทดลองที่จุ่มในไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm เนื่องจากสามารถรักษาคุณภาพของหน่อไม้ฝรั่งได้ ลดการสูญเสียน้ำหนักสด ชะลอการยืดยาว รักษาระดับอัตราการหายใจและลดปริมาณเส้นใยของยอดหน่อไม้ฝรั่งได้ และชุดการทดลองที่จุ่มในไคโตซานความเข้มข้น 100 ppm เนื่องจากสามารถรักษาน้ำหนักสด รักษาระดับอัตราการหายใจและปริมาณเส้นใยได้ ชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm เนื่องจากสามารถรักษาคุณภาพของหน่อไม้ฝรั่ง ลดการสูญเสียน้ำ รักษาระดับของอัตราการหายใจและลดปริมาณเส้นใยได้ และชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซานความเข้มข้น 100 ppm เนื่องจากสามารถรักษาคุณภาพหลังของหน่อไม้ฝรั่ง ลดการสูญเสียน้ำและสามารถชะลอการยืดยาวของหน่อไม้ฝรั่งได้

การศึกษาการสูญเสียน้ำหนักสดและการเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยที่ศึกษาในการทดลองนี้นั้นเป็นการยืนยันผลการทดลองในตอนที่ 1 โดยการสูญเสียน้ำหนักสดของหน่อไม้ฝรั่งทุกชุดการทดลองทั้งที่จุ่มและแช่ในไคโตซานนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองควบคุม แต่อย่างไรก็ตามทุกชุดการทดลองยังคงมีการสูญเสียน้ำหนักสดที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์ โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาทุกชุดการทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักสด

เพียง 4 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าหน่อไม้ฝรั่งนั้นมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมไวมาก ซึ่งลักษณะต่างของหน่อไม้ฝรั่งนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะปลูกของหน่อไม้ฝรั่งเป็นปัจจัยหลัก ดังนั้นอาจทำให้มีผลการทดลองที่แตกต่างจากเดิมได้ (Bhowmik และคณะ, 2002) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งนั้นยังคงไม่สามารถหาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนได้ โดยชุดการทดลองควบคุมและชุดการทดลองที่จุ่มในไคโตซาน 5 และ 100 ppm มีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันคือลดลงในช่วงแรกและจะมีการเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 9 ส่วนชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซานความเข้มข้นทั้ง 5 ppm นั้นสามารถลดการเพิ่มปริมาณเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งได้เช่นเดิม โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยในวันที่ 15 เท่ากับผลการทดลองในตอนที่ 1 จึงเป็นการยืนยันว่าชุดการทดลองนี้สามารถลดปริมาณการสะสมเส้นใยในหน่อไม้ฝรั่งได้ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยไม่ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการให้ไคโตซาน

การเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุคลอโรฟิลล์ เอ, บี และแคโรทีนอยด์ในแต่ละชุดการทดลองนั้นมีความคล้ายคลึงกัน โดยในวันที่ 3 ของการทดลองรงควัตถุทุกชนิดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้งอย่างช้าๆ ในขณะที่มีการสูญเสียน้ำหนักสดเพียง 4% เท่านั้นซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณรงควัตถุของหน่อไม้ฝรั่งที่พบว่าปริมาณรงควัตถุมีการลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Albanese และคณะ,2007; Zhang และคณะ, 2008) ในช่วงการลดลงของปริมาณรงควัตถุนี้จะเกิดจากการลดลงของปฏิกิริยาออกซิเดชั่นส่งผลให้รงควัตถุเกิดการสลาย (Yamanuchi และ Watada, 1991) ซึ่งส่งผลให้สีผิวของหน่อไม้ฝรั่งมีการเปลี่ยนแปลงโดยจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง และการที่ปริมาณรงควัตถุยังคงเพิ่มอยู่นั้นเนื่องมาจากบริเวณที่ทำการศึกษาคือบริเวณยอดซึ่งยังเป็นบริเวณที่มีการเจริญอยู่ตลอดเวลาเห็นได้จากความยาวที่เพิ่มขึ้น หน่อไม้ฝรั่งชุดการทดลองควบคุมนั้นการเพิ่มขึ้นของปริมาณรงควัตถุทั้งหมดน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามปริมาณของรงควัตถุทุกชุดการทดลองที่แช่ในไคโตซานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในชุดการทดลองที่จุ่มในไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm นั้นมีการเพิ่มขึ้นของรงควัตถุทุกชนิดมากที่สุดตลอดระยะเวลาการทดลอง ผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับการศึกษาในลูกพุทราซึ่งรายงานว่าการจุ่มไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.5% สามารถลดอัตราการสลายของรงควัตถุทั้งหมดได้ (Qiuping และ Wenshui, 2007)

อัตราการสูญเสียน้ำยังเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสีน้ำตาลอีกด้วย (Scott และคณะ, 1982; Underhill และ Simsons, 1993) เนื่องจากเมื่อผลผลิตมีการสูญเสียน้ำเซลล์แสดงอาการเหี่ยวและถูกทำลาย ส่งผลให้เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและ peroxidase ซึ่งอยู่ในคลอโรพลาสต์และลิวโคพลาสต์มีโอกาสที่จะสัมผัสกับสารประกอบฟีนอลซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการเกิดสีน้ำตาลที่อยู่ในแวคคิวโอล และทำให้เกิดสีน้ำตาลในที่สุด (Underhill และ Critchley, 1994) สอดคล้องกับ

การทดลองนี้คือการสูญเสียน้ำหนักสดในตอนที่ 2 นี้ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองและการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสก็ไม่มีความแตกต่างกันด้วย อย่างไรก็ตามชุดการทดลองที่จุ่มในไคโตซานความเข้มข้น 5 ppm นั้นมีแนวโน้มของการลดปริมาณการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสมากที่สุดสอดคล้องกับที่ชุดการทดลองนี้มีอัตราการสูญเสียน้ำน้อยที่สุดรวมถึงมีคะแนนของลักษณะที่ปรากฏภายนอกโดยดูจากสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นบริเวณปลายยอดและตายอดด้วยถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างจากชุดการทดลองควบคุม การที่ไคโตซานสามารถลดการทำงานของเอนไซม์นี้ได้จึงเป็นการลดการเกิดสีน้ำตาลที่บริเวณยอดและตายอดซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการในท้องตลาดได้ การทำงานของเอนไซม์นี้ยังคงขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกหลายประการอีกด้วย เช่น การเกิดบาดแผลจากการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิของการเก็บรักษา (Underhill และคณะ, 1992) บทบาทของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสถูกรายงานไว้มากมาย และสนับสนุนว่ามีเพียงไคโตซานความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้ เช่นในเปลือกลิ้นจี่ (Dong และคณะ, 2004) ผลแห้ว (Pen และ Jiang, 2003) และลำไย (Jiang และ Li, 2001)

การสลายของ DNA เป็นอีกดัชนีหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงการเข้าสู่ภาวะเสื่อมของพืชได้ การเกิดการสลายของ DNA เกิดในกระบวนการตายของเซลล์ (apoptosis) (Vanyushin, 2001) โดยการสลายของ DNA อาจทำให้เกิดความผิดปกติขึ้นในเซลล์เช่น การเกิดการยับยั้งการแสดงออกของยีน (gene silencing) หรือการกระโดดของยีน (tranposon) (Bird, 2002) การสลายของ DNA ส่วนหนึ่งแล้วเกิดจากการควบคุมของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมในพืช (Vanyushin, 2005) การตรวจสอบคุณภาพของ DNA ยังสามารถทำได้ง่ายโดยการทำ gel electrophoresis โดยจะสามารถเห็นการสลายของ DNA จากรอย smear ได้อย่างชัดเจน (Shkute และ Stivrina, 2005; Threadgold และ Brown, 2003; Ateeq, Farah และ Ahmad, 2006) ในการทดลองนี้เมื่อตรวจสอบคุณภาพของ DNA ด้วยวิธีดังกล่าวแล้วไม่พบการสลายของ DNA จนกระทั่งวันสุดท้ายของการศึกษาคือวันที่ 15 ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่รายงานว่า DNA ในหน่อไม้ฝรั่งเริ่มมีการสลายหลังจากการเก็บเกี่ยวเพียง 6 ชั่วโมง (Eason, Pinkney และ Johnston, 2002) ซึ่งในการทดลองดังกล่าวนี้ต่างกันตรงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสและทำการตรวจสอบคุณภาพของ DNA ด้วยวิธี Southern blot analysis ดังนั้นการตรวจสอบการสลายของ DNA ด้วยวิธี gel electrophoresis อาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สามารถติดตามการเกิดการสลายหรือการแตกหักของ DNA ในภาวะ senescence ของหน่อไม้ฝรั่งได้