บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

มะม่วงพันธุ์มหาชนก (*Mangifera indica* Linn. cv. Maha-Chanok) ได้รับการยอมรับจากตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ เป็นพันธุ์มะม่วงที่บริโภคผลสดหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ (เปรมปรี, 2550) โดยมีข้อมูลการส่งออกพบว่าปัจจุบันมะม่วงพันธุ์มหาชนกสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศญี่ปุ่นในรูปเนื้อมะม่วงแช่เยือกแข็ง และส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศแถบยุโรปในรูปผลสดได้แล้ว และมะม่วงยังเป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคในประเทศต่างๆ เช่น ฮ่องกง เกาหลี และออสเตรเลีย เนื่องจากมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีสมบัติที่เด่นกว่าพันธุ์อื่นๆ คือ ติดผลดี ขนาดของผลมีความสม่ำเสมอ สีผิวสวยงาม กลิ่นและรสชาติหวานอมเปรี้ยว เปลือกหนาทนทานต่อการขนส่งและทนโรค (กาญจนา, 2550)

สำหรับปัญหาการส่งออกผลมะม่วง มีสาเหตุสำคัญคือ การส่งออกผลมะม่วงในรูปของผลสดจะมีปัญหาเรื่องโรคแอนแทรกโนสและแมลงวันทอง ดังนั้นจะต้องนำผลมะม่วงไปผ่านกรรมวิธีจุ่มในน้ำร้อน (hot water treatment) เพื่อให้ผ่านข้อกำหนดด้านการตรวจสอบและด่านกักกันพืช ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าว ค่อนข้างยุ่งยากในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ผลมะม่วงยังมีอายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้ไม่สามารถส่งออกทางเรือได้ และการส่งออกทางเครื่องบินมีต้นทุนสูง จึงทำให้มะม่วงไทยมีความสามารถในการแข่งขันในตลาดต่างประเทศต่ำ นอกจากนี้ผลิตผลมะม่วงที่มีคุณภาพสูงมีปริมาณน้อย และมีคุณภาพไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ (อภิชัย, 2545)

มะม่วงเป็นผลไม้ในเขตร้อนที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยประกอบไปด้วยแคโรทีนอยด์ ซึ่งร่างกายสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ มีแร่ธาตุโพแทสเซียม และคาร์โบไฮเดรตในรูปของน้ำตาล สตาร์ช เส้นใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระ (Pott *et al*., 2003) การรักษาคุณภาพของเนื้อมะม่วงด้วยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบหน่วยย่อย (Individual Quick Freezing, IQF) หรือที่เรียกว่า ไอคิวเอฟ จะช่วยรักษาคุณภาพทางด้านต่างๆ โดยมีข้อได้เปรียบ คือ

1. สามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่น และรสชาติไว้ได้เหมือนผลสด
2. ชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี
3. สะดวกในการนำมาบริโภคและสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้
4. ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกได้นานหลายเดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในขั้นตอนการผลิต ผลมะม่วงจะถูกนำไปผ่านกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำและสารฆ่าจุลินทรีย์เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและลดปริมาณจุลินทรีย์ที่เปลือก หลังจากนั้นจึงปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นแล้วจุ่มในสารละลายเพื่อลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล แล้วจึงนำไปแช่เยือกแข็ง บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส (Yahia, 1998)

สำหรับผลลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นผลไม้อีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ เช่น ฮงฮวย โอเฮียะ กิมเจง จักรพรรดิ และค่อม เป็นต้น ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผลลิ้นจี่ คือ ผลมีรูปร่างกลม รูปไข่ หรือรูปหัวใจ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.5-4.0 เซนติเมตร เปลือกหุ้มผลบาง แข็งและเปราะ สีแดงเข้ม แดงสดใส แดงอ่อนหรือมีสีเหลืองบางส่วน ส่วนเนื้อที่บริโภคได้ เรียกว่า เอริล (aril) พัฒนามาจากเนื้อเยื่อส่วนก้านของรังไข่ มีสีขาว โปร่งแสง ฉ่ำน้ำ รสหวาน มีกลิ่นหอม และมีเมล็ดรูปไข่ (ovoid) ถึงรูปยาว (oblong) ความยาว 1.0-2.0 เซนติเมตร กว้าง 0.6-1.0 เซนติเมตร (Manochai, 2006)

ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยเนื้อลิ้นจี่ประมาณ 57-76% ของน้ำหนักสด มีความชื้น 77-83% โปรตีน 0.8-0.9% ไขมัน 1% ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ 14-20% น้ำตาล 16% ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครสประมาณ 51% น้ำตาลกลูโคส 30% และน้ำตาลฟรักโทส 19% กรดอินทรีย์ที่สำคัญประกอบด้วย กรดมาลิกประมาณ 80% ของกรดทั้งหมด มีกรดซิตริกประมาณ 10% และกรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซีประมาณ 10% กรดอินทรีย์ที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย ได้แก่ กรดซักซินิก กรดมาโลนิก และกรดฟอสฟอริก เป็นต้น ลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่เป็นแหล่งของวิตามินซี ซึ่งมีประมาณ 40-90 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนั้นยังมีวิตามินบีหนึ่ง บีสอง แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก (Wu *et al*., 2005)

สำหรับพันธุ์ลิ้นจี่ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดทางภาคเหนือ คือ พันธุ์ฮงฮวย โดยมีปริมาณผลผลิตมากถึง 84% ของผลผลิตทั้งประเทศ ออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ติดผลดีสม่ำเสมอ ให้ผลผลิตสูง ลักษณะผลเป็นรูปทรงหัวใจออกยาว หนามห่าง เปลือกบาง สีแดงอมชมพู เนื้อสีขาวขุ่น รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดในโต ขนาดผลกว้าง 3.44 เซนติเมตร ยาว 3.88 เซนติเมตร น้ำหนักผล 24-35 กรัม ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ฮงฮวยไหล่กว้างและฮงฮวยธรรมดา ซึ่งฮงฮวยไหล่กว้างจะสุกช้ากว่าฮงฮวยธรรมดา (รัตนาและนิธิยา, 2546) นอกจากนี้ผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยยังเป็นพันธุ์ที่นิยมส่งออกทั้งในรูปผลลิ้นจี่สดและเนื้อลิ้นจี่บรรจุกระป๋อง เนื่องจากมีเปลือกผลที่ค่อนข้างเรียบ รสชาติหวานหรือหวานอมเปรี้ยว เนื้อแห้ง มีกลิ่นหอม โดยประเทศที่นำเข้าผลลิ้นจี่สดจากประเทศไทยมากที่สุดคือ ประเทศจีนและฮ่องกง (Manochai, 2006)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิ้นจี่จัดเป็นผลไม้ประเภท non climacteric คือ มีอัตราการหายใจคงที่เมื่อเข้าสู่ระยะการสุก ผลลิ้นจี่จึงควรเก็บเกี่ยวในระยะที่ผลแก่และสุกพร้อมบริโภค เพื่อให้ได้ผลลิ้นจี่ที่มีคุณภาพดี ซึ่งผลการศึกษาพบว่าผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยที่มีอายุประมาณ 11 สัปดาห์ นับจากติดผลจะมีคุณภาพของผลดีที่สุดคือ มีปริมาณน้ำตาลและวิตามินซีสูง มีปริมาณกรดต่ำ และผลที่สุกเหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวจะมีอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 30-40 ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้บ่งระยะการสุกได้

อย่างไรก็ตาม ผลลิ้นจี่สดมีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก เช่น อายุการวางขายของผลลิ้นจี่ประมาณ 1-3 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และเปลือกของผลลิ้นจี่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลภายใน 2-3 วันที่อุณหภูมิห้อง สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผลลิ้นจี่สดจะอยู่ในช่วง 0-7 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของลิ้นจี่ด้วย (Paull and Chen, 1987) สาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลลิ้นจี่มีอายุการเก็บรักษาสั้นคือ เปลือกแห้งเนื่องจากสูญเสียน้ำ จะกระตุ้นให้เอนไซม์บางชนิดเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลเกิดเป็นสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว (รัตนาและนิธิยา, 2546)

การกำหนดคุณลักษณะทั่วไปของผลลิ้นจี่ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมในบรรจุภัณฑ์ คือ ให้มีสี กลิ่นและรสชาติตามธรรมชาติของผลลิ้นจี่พันธุ์นั้นๆ ลักษณะเนื้อของลิ้นจี่ต้องไม่นิ่มจนเกินไป ผลลิ้นจี่เป็นชนิดคัดขนาด คือ ต้องมีขนาดสม่ำเสมอ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (ฐานข้อมูลสถาบันอาหาร, 2551) ดังนั้นการรักษาคุณภาพของผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งสำคัญ และได้มีการศึกษาวิธีการจัดการเพื่อรักษาคุณภาพของผลลิ้นจี่ภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ลดการสูญเสียน้ำจากผิวเปลือกด้วยการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่ช่วยรักษาความชื้น หรือการใช้สารเคลือบผิว เป็นต้น สำหรับวิธีชะลอการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ ได้แก่ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคมี เช่น การรมด้วยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Thongdee *et al*., 1984) และการแช่ในสารละลายกรด เป็นต้น การเก็บรักษาผลลิ้นจี่ที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพและป้องกันการเกิดเชื้อราได้ดี ทำให้ผลลิ้นจี่มีคุณภาพดีตลอดการเก็บรักษา แต่ยังมีการศึกษาน้อยในเรื่องการรักษาคุณภาพของเนื้อลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาด้วยการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิก (cryogenic freezing)

การแช่เยือกแข็งเนื้อมะม่วงสุกและเนื้อลิ้นจี่จึงเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และยืดอายุการเก็บรักษา โดยกระบวนการแช่เยือกแข็งจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา รักษาคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งยังช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร (Fikiin, 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การแช่เยือกแข็งอาหารโดยวิธีไครโอจีนิกด้วยไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) เป็นวิธีการแช่เยือกแข็งอาหารที่อุณหภูมิต่ำมากและมีอัตราเร็วในการแช่เยือกแข็งสูงสุด (Tressler, 1968; William, 2008) ส่งผลให้การก่อผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็ก โครงสร้างเซลล์ภายในเนื้อเยื่อจึงไม่ถูกทำลาย สามารถรักษาคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส ลดการสูญเสียของเหลว (drip loss) ภายหลังการหลอมละลาย (Estrada-Flores, 2002) ซึ่งต่อมาได้มีการนำเทคโนโลยีการแช่เยือกแข็งวิธีนี้มาใช้ในการเก็บรักษาผลไม้หลายชนิด เช่น กล้วย มะม่วง มะละกอ และสตรอเบอรี เป็นต้น เนื่องจากวิธีการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิกเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทผลไม้ ซึ่งมีโครงสร้างที่บอบบาง ไวต่อการเปลี่ยนแปลงและสูญเสียคุณภาพในระหว่างการแช่เยือกแข็งได้ง่าย (Inagaki, 1993) การเก็บรักษาผลไม้โดยวิธีการแช่เยือกแข็งจึงเป็นวิธีที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้สดได้นานที่สุด มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมีประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาผลผลิตล้นตลาดได้เป็นอย่างดี

กระบวนการแช่เยือกแข็งโดยวิธีไครโอจีนิกด้วยไนโตรเจนเหลวที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมอาหาร มี 3 รูปแบบ ได้แก่

1. ระบบแบบจุ่ม (immersion system) เป็นวิธีการแช่เยือกแข็งที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการระยะเวลาในการทำเยือกแข็งสั้น เช่น ผลสตรอเบอรี เนื้ออะโวคาโดภายหลังการแยกเมล็ดและหั่นชิ้น (Kurlaender, 2005) ข้อได้เปรียบที่สำคัญของวิธีนี้คือ มีอัตราการดึงความร้อนได้อย่างรวดเร็วและเกิดผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดเล็ก แต่ยังมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถควบคุมปริมาณการใช้สารทำความเย็นได้ และวิธีการนี้ไม่เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่อ่อนแอ ง่ายต่อการแตกหักภายหลังการแช่เยือกแข็ง (Tressler, 1968; William, 2008)

2. ระบบสเปรย์ไนโตรเจนเหลว (spray of liquid nitrogen) เป็นการแช่เยือกแข็งด้วยการพ่นไนโตรเจนเหลวลงบนอาหาร ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหาร (Hui *et al*., 2004) อัตราเร็วในการแช่เยือกแข็งขึ้นกับการกระจายตัวของไนโตรเจนเหลวที่ออกมาจากหัวพ่น ปริมาณการสัมผัสของไนโตรเจนเหลวกับผิวหน้าอาหาร และขนาดของหยดไนโตรเจนเหลว ข้อได้เปรียบของวิธีนี้คือ ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน หลีกเลี่ยงการได้รับอันตรายจากไนโตรเจนเหลว ผลิตภัณฑ์ที่แช่เยือกแข็งด้วยวิธีนี้ เช่น การแช่เยือกแข็งผลสตรอเบอรีและราสเบอรีทั้งผล เนื้อมะม่วง และกีวีหั่นชิ้น เป็นต้น (Estrada-Flores, 2002; Sethi, 2007)

3. ระบบการหมุนเวียนด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่เย็นจัด (circulation of very cold nitrogen vapour) เป็นระบบการแช่เยือกแข็งอาหารโดยใช้ระบบหมุนเวียนสารทำความเย็นภายในห้องที่บรรจุอาหาร วิธีนี้มีข้อได้เปรียบคือ อาหารไม่ได้สัมผัสกับสารทำความเย็นโดยตรง (indirect

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

contact cryofreezer) ดังนั้นจึงไม่เกิดอาการแห้งไหม้เนื่องจากความเย็น (cold burn) และการสูญเสียน้ำ (Khadatkar *et al.*, 2004)

ข้อได้เปรียบของการใช้ไนโตรเจนเหลวเป็นสารทำความเย็น

- ไนโตรเจนเหลวเป็นสารทำความเย็นที่ทำให้อาหารมีอุณหภูมิต่ำที่สุด ทำให้การแช่เยือกแข็งมีความสมบูรณ์ในระยะเวลารวดเร็ว จึงสามารถคงคุณภาพความสดและเนื้อสัมผัสไว้ได้
- แก๊สไนโตรเจนจัดเป็นแก๊สเฉื่อย (inert gas) จึงไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร
- การสูญเสียน้ำของอาหารน้อยกว่า 1% และมีอัตราการหดตัวต่ำ ภายหลังการแช่เยือกแข็ง (Kondratowicz and Matusevicius, 2002)

การแช่เยือกแข็งผลไม้โดยใช้ไนโตรเจนเหลว จึงเป็นการปรับปรุงเทคโนโลยีในการเก็บรักษาผลไม้แช่เยือกแข็งได้อย่างมีประสิทธิภาพและผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงวิธีการเตรียมและการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์มหาชนกและเนื้อลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีความนิยมของตลาดสูงและมีประโยชน์มากมาย ทั้งในด้านคุณค่าทางโภชนาการและสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ นอกจากนั้นยังเป็นการนำเทคโนโลยีการแช่เยือกแข็งมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งในและต่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยในการเตรียมเนื้อมะม่วงและเนื้อลิ้นจี่ ร่วมกับการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิกโดยใช้ไนโตรเจนเหลว

1.2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงสุกและเนื้อลิ้นจี่แช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิกโดยใช้ไนโตรเจนเหลว

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ

สามารถนำผลงานวิจัยที่ได้ไปใช้ในการพัฒนากระบวนการแปรรูปเนื้อมะม่วงและเนื้อลิ้นจี่แช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิกด้วยไนโตรเจนเหลว และทราบถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อมะม่วงสุกและเนื้อลิ้นจี่แช่เยือกแข็งระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจะช่วยเพิ่มโอกาสการแข่งขันและขยายตลาดการส่งออกเนื้อมะม่วงสุกและเนื้อลิ้นจี่แช่เยือกแข็งไปยังต่างประเทศ โดยมีบริษัทจำหน่ายอาหารแช่เยือกแข็งเป็นผู้ต้องการเทคโนโลยีกระบวนการผลิตนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาวิธีการเตรียมเนื้อมะม่วงสุกเพื่อลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออก-ซิเดสและเพอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงด้วยสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้น 3 ระดับ

1.4.2 ศึกษาวิธีการเตรียมเนื้อมะม่วงสุกเพื่อลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออก-ซิเดสและเพอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ

1.4.3 ศึกษาวิธีการเตรียมเนื้อมะม่วงสุกเพื่อลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออก-ซิเดสและเพอร์ออกซิเดสในเนื้อมะม่วงด้วยสารละลายผสมของกรดซิตริกและแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองในตอนต้น โดยเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายกรดซิตริกหรือแคลเซียมคลอไรด์เพียงชนิดเดียว

1.4.4 ศึกษาวิธีการเตรียมเนื้อลิ้นจี่เพื่อลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสและเพอร์ออกซิเดสและรักษาคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสในเนื้อลิ้นจี่ด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ

1.4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อมะม่วงสุกและเนื้อลิ้นจี่ภายหลังการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ด้วยสารละลาย แล้วนำไปแช่เยือกแข็งด้วยวิธีไครโอจีนิกโดยใช้ไนโตรเจนเหลวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างออกมาทุกเดือนเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี ทางชีวเคมี และจุลินทรีย์ จนกระทั่งครบ 6 เดือน

1.4.6 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในเดือนที่ 6 ของเนื้อมะม่วงสุกและเนื้อลิ้นจี่แช่เยือกแข็งภายหลังการหลอมละลาย

1.4.7 การวิเคราะห์ผล

ก. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

- การวัดสี ตามระบบ CIE L* a* และ b* ด้วยเครื่องวัดสี (ColorQuestXE, HunterLab, Hunter Associates Laboratory, Inc., Virginia, USA) และแสดงผลเป็นค่า Lightness (L*) Chroma (C*) และ Hue angle (H^o)
- การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA-XT2i/50, Stable Micro Systems, Ltd., Godalming, UK.) รายงานผลเป็นค่าแรงกดในหน่วย นิวตัน (Narciso and Plotto, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข. การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

- ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (total titrable acidity) ด้วยเครื่องไทเทรตอัตโนมัติ (Model 230, SCHOTT, TitroLine easy, Belgium) และรายงานผลในรูปกรดซิตริกสำหรับเนื้อมะม่วง และในรูปกรดมาลิกสำหรับเนื้อลิ้นจี่ (Ranganna, 1986)
- วัดค่าพีเอชโดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ (Model C831, Consort, Turnhout, Belgium)
- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ใช้เครื่อง Digital refractometer ที่อ่านค่าได้ 0-45% (Model PR-101, Atago, Atago Co. Ltd, Tokyo, Japan) รายงานผลเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์
- ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงโดยใช้วิธี colorimetry และวัดสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (SPECORD 40, Analytik Jena, Germany) (Miller, 1959)
- ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วง วิธีการที่ใช้ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC method 941.15 (2000) โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (SPECORD 40, Analytik Jena, Germany)
- สารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเนื้อมะม่วง ดัดแปลงจากวิธีวิเคราะห์ของ Ketsa and Atantee (1998) และ Singleton and Rossi (1965)

ค. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

- วัดปริมาณโปรตีน โดยใช้วิธีของ Bradford (1976)
- วัดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสในตัวอย่างเนื้อมะม่วงและเนื้อลิ้นจี่ในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง ใช้วิธีการดัดแปลงจากวิธีของ Lee and Smith (1979) และ Flurkey and Jen (1978)

ง. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) โดยวิธี spread plate (AOAC method 966.23, 2000)

จ. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใช้แบบการทดสอบเป็น Hedonic nine point scale ใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 50 คน แล้วนำผลการทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Varela *et al*., 2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฉ. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองแบบ T-test (Two-sample T-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS V.16

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ทดลองกับเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์มหาชนกและเนื้อลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย

1.6 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง ระยะเวลา 15 เดือน

1.7 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

ห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved