

# ผลของการแช่เยือกแข็งลำไยสดต่อคุณภาพของลำไยอบแห้ง

## Effect of Fresh Longan Freezing on Quality of Dried Longan

ศิริวัธน์ ศรีมหาบวรณ<sup>1</sup> ชนาภานต์ ศรีวิทิตกุล<sup>1</sup> และ สงวนศรี เจริญเหรียญ<sup>1</sup>

Siwart Srimahaban<sup>1</sup> Chanakarn Srivitidkul<sup>1</sup> and Sanguansri Charoenrein<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำลำไยสดมาแช่เยือกแข็งในช่วงที่ผลผลิตลำไยออกมามาก และนำมาอบแห้งในภายหลัง เพื่อช่วยกระจายวัตถุดิบในการอบแห้งให้มีได้ตลอดทั้งปี โดยเปรียบเทียบผลของการอบแห้งและคุณภาพของลำไยอบแห้งจากทั้งลำไยสดและลำไยแช่เยือกแข็ง เริ่มการทดลองจากนำผลลำไยมาปอกเปลือก คว้านเมล็ดแล้วแบ่งลำไยทั้งหมดออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °ซ จนกระทั่งความชื้นเหลือต่ำกว่าร้อยละ 15 กลุ่มที่สองนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -40 °ซ จนกระทั่งใจกลางตัวอย่างมีอุณหภูมิ -20 °ซ นำเก็บรักษาที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 1 เดือน หลังจากนั้นนำมาทำละลายและอบแห้งเช่นเดียวกับกลุ่มแรก ผลการตรวจสอบคุณภาพของลำไยอบแห้งจากลำไยสดและจากลำไยแช่เยือกแข็ง พบว่า ทั้งสองตัวอย่างมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และทั้งสองตัวอย่างยังมีค่าสี และคะแนนความชอบในด้าน สี ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) นอกจากนี้ลำไยที่ผ่านการแช่เยือกแข็งและทำละลายใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าลำไยสด ซึ่งคาดว่า เป็นเพราะตัวอย่างมีความชื้นน้อยกว่า เนื่องจากได้สูญเสียน้ำไประหว่างการละลาย

### ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the feasibility of utilization freezing process to extend the shelf-life of fresh longan for drying process in order to distribute the raw material throughout the year. Comparison of drying process and quality of dried longan from fresh and freeze-thawed longan were investigated. Peeled and pitted longans were divided into two groups. The first group was dried at 70°C until its moisture content was less than 15%. The second group was frozen at -40°C until center temperature of the sample reached -20°C. After one month storage at -20°C, the frozen longan was thawed and then dried using the same process conditions as the first group. The results showed that dried longans from fresh and freeze-thawed longans had moisture content within the community product standard for dried fruits. Moreover, color values and liking scores in terms of color, appearance, flavor, texture and overall acceptability of both samples were not significantly different ( $P > 0.05$ ). In addition, drying time of freeze-thawed longan was less than that of fresh longan which might be because freeze-thawed longan lost some moisture during thawing as drip loss.

Key words: longan, drying, freezing, moisture

e-mail address : [fagisscr@ku.ac.th](mailto:fagisscr@ku.ac.th)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro – Industry, Kasetsart University, Bangkok Campus

## คำนำ

ลำไยจัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย นอกจากมีรสหวานอร่อยแล้ว ลำไยยังมีสารอาหารที่สำคัญ เช่น วิตามินซี โพแทสเซียม แมกนีเซียม ทองแดง โพลีฟีนอล (ริญและรัชนี, 2551) และมีสรรพคุณเป็นยา ช่วยบำรุงเลือด หัวใจและ้าม ช่วยชะลอความชรา และต้านมะเร็ง (สุวรรณ, 2551) ผลผลิตลำไยในฤดูกาล (ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน) มีเป็นจำนวนมาก ทำให้มีผลผลิตเกินความต้องการของตลาด จึงทำให้ประเทศไทยมักประสบปัญหาลำไยล้นตลาดและมีราคาถูกเกือบทุกปี นอกจากนี้ลำไยยังเป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่ายและเร็ว จึงได้มีการนำลำไยมาแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเป็นลำไยอบแห้ง ลำไยกระป๋องและลำไยแช่เยือกแข็ง สำหรับลำไยอบแห้งนั้น ในแต่ละปีสามารถนำรายได้เข้าประเทศไม่น้อย เช่น ในปี 2552 ประเทศไทยส่งออกลำไยอบแห้งเป็นปริมาณ 144,154 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,589 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) อย่างไรก็ตามการที่มีผลผลิตลำไยออกมาเป็นจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น และการที่โรงงานอบแห้งมีกำลังการผลิตอันจำกัดมักทำให้เกิดปัญหาในการบริหารการผลิตและการใช้เครื่องจักรไม่ได้ประสิทธิภาพอย่างเต็มที่และต่อเนื่องตลอดทั้งปี

การแช่เยือกแข็งเป็นทางเลือกหนึ่งในการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารซึ่งสามารถช่วยถนอมอาหารให้มีคุณลักษณะใกล้เคียงของเดิม แม้ว่าในต่างประเทศจะมีการนำผลไม้มาแช่เยือกแข็งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแยม น้ำผลไม้และน้ำเชื่อมผลไม้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี (Skrede, 1996) แต่สำหรับประเทศไทยนั้น ข้อมูลการศึกษาการประยุกต์ใช้การแช่เยือกแข็ง เพื่อยืดอายุผลไม้สำหรับเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตอื่นยังมีอยู่น้อยมาก งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการนำลำไยสดมาแช่เยือกแข็งในช่วงที่ผลผลิตลำไยออกมามาก และนำมาอบแห้งในภายหลัง เพื่อช่วยกระจายวัตถุดิบในการอบแห้งให้ได้ตลอดทั้งปี จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อเปรียบเทียบการอบแห้งและคุณภาพของลำไยอบแห้งจากทั้งลำไยสดและลำไยแช่เยือกแข็ง คุณภาพที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณความชื้น สี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส หากคุณภาพของตัวอย่างทั้งสองใกล้เคียงกัน แสดงว่าการแช่เยือกแข็งมิได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายอย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยคาดว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่อุตสาหกรรมลำไยอบแห้งและผลไม้แช่เยือกแข็ง

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การเตรียมและทำความสะอาดลำไย

ลำไยที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นลำไยสายพันธุ์อีดอที่ซื้อจากตลาดสี่มุมเมืองในช่วงเดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ. 2555 คัดเลือกผลลำไยที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ขนาดผลเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-2.8 เซนติเมตร ตัดผลออกจากก้าน นำไปล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกและควั่นเมล็ดออก แบ่งลำไยออกเป็นสองส่วน

### 2. การอบแห้งลำไย

นำลำไยส่วนแรกวางเรียงบนถาดอบลมเย็นสำหรับอบแห้ง หลังจากนั้นนำเข้าอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer: Drying Oven, Kan Seng Lee Machinery (1960) Ltd., Bangkok) โดยใช้อุณหภูมิ 70 °C ความเร็วลมด้านเข้า 1.4 เมตร/วินาที ความเร็วลมด้านออก 0.4 เมตร/วินาที สุ่มตัวอย่างลำไยทุก ๆ หนึ่งชั่วโมงเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความชื้นตามข้อ 6.1 ในการทดลองนี้ได้กำหนดให้การอบแห้งสิ้นสุดเมื่อลำไยมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 15 โดยถือเกณฑ์ของมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทผลไม้แห้งที่กำหนดปริมาณความชื้นไม่

เกินร้อยละ 18 โดยน้ำหนัก นำลำไยที่ผ่านการอบแห้งบรรจุในถุงฟลอยด์ที่ลามิเนตด้วยโพลีเอทิลีนจำนวนถุงละ 30 ชิ้น และปิดผนึกด้วยเครื่องบรรจุภายใต้สุญญากาศ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °ซ จนกว่าจะนำมาตรวจสอบคุณภาพต่อไป

### 3. การแช่เยือกแข็งลำไย

นำลำไยส่วนที่สองบรรจุชนิด NY/LLDPE โดยบรรจุถุงละ 20 ชิ้นและปิดผนึกโดยให้มีอากาศอยู่น้อยที่สุด นำลำไยไปแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องแช่เยือกแข็งระบบไครโอจินิก (Minibatch 1000 L; Bangkok Industrial Gas Co) ตั้งอุณหภูมิภายในเครื่องเท่ากับ -40 °ซ จนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางของลำไยเท่ากับ -20 °ซ วัดโดยใช้เทอร์โมคอปเปิ้ล บันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิใจกลางของลำไยด้วยเครื่อง Data logger นำลำไยที่ผ่านการแช่เยือกแข็งเก็บรักษาในตู้แช่เยือกแข็ง (Sanyo refrigerator, model SF-C1497) ที่อุณหภูมิ -20 °ซ เป็นระยะเวลา 1 เดือน

### 4. การละลายลำไยแช่เยือกแข็ง

นำลำไยแช่เยือกแข็งออกมาทำละลายที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง วัดปริมาณน้ำที่สูญเสียหลังการละลาย (drip loss) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids) ด้วยเครื่อง digital refractometer

### 5. การอบแห้งลำไยแช่เยือกแข็ง

นำลำไยแช่เยือกแข็งที่ผ่านการทำละลายวางเรียงบนถาดอลูมิเนียมสำหรับอบแห้ง นำเข้าอบแห้งตามวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 2

### 6. การตรวจสอบคุณภาพของลำไยสดอบแห้งและลำไยแช่เยือกแข็งอบแห้ง

6.1 วิเคราะห์ค่าความชื้นขณะอบแห้ง โดยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 105 °ซ (AOAC, 2000) ทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

6.2 วิเคราะห์ค่าสี โดยการนำตัวอย่างลำไยอบแห้ง บรรจุในเพลทขนาดเล็กให้เต็มพื้นที่ จำนวน 2 เพลท วัดค่าสีของตัวอย่างเพลทละ 3 จุด ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter lab รุ่น MiniScan XE) โดยมี D65 light source เป็นแหล่งให้แสง รายงานเป็นค่า L\* a\* และ b\*

6.3 ประเมินลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส นำตัวอย่างลำไยสดอบแห้งและลำไยแช่เยือกแข็งอบแห้งมาทดสอบการยอมรับโดยให้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทดสอบชิมตัวอย่างทั้งสองแล้วให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale ระดับ 9 คะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) ในด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

### 7. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการทดลองทั้งหมด 2 ครั้ง (trials) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลการทดลองโดยใช้วิธี Independent two-sample *t*-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### การแช่เยือกแข็งและละลายลำไย

เมื่อนำลำไยมาแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ  $-40^{\circ}\text{C}$  จะได้ลักษณะเส้นกราฟการแช่เยือกแข็ง (freezing curve) ของตัวอย่างดัง Figure 1 ซึ่งสามารถหาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งลำไยได้เท่ากับ 56 นาทีโดยคิดจากอุณหภูมิ 20 ถึง  $-20^{\circ}\text{C}$  และจากการคำนวณหาอัตราการแช่เยือกแข็งพบว่า มีค่าเป็น  $0.7^{\circ}\text{C/นาที}$

จากการนำลำไยแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลาหนึ่งเดือนมาทำละลายพบว่า มีน้ำที่สูญเสียหลังการละลายไหลออกมาคิดเป็นปริมาณร้อยละ  $11.52 \pm 0.01$  และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด  $21.08 \pm 0.66$  องศาบริกซ์ น้ำส่วนที่ไหลออกมานี้ผู้วิจัยได้รินออกจากตัวอย่างก่อนนำไปอบแห้ง ดังนั้นความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่างที่ผ่านการแช่เยือกแข็งและทำละลายจึงน้อยกว่าตัวอย่างลำไยสด

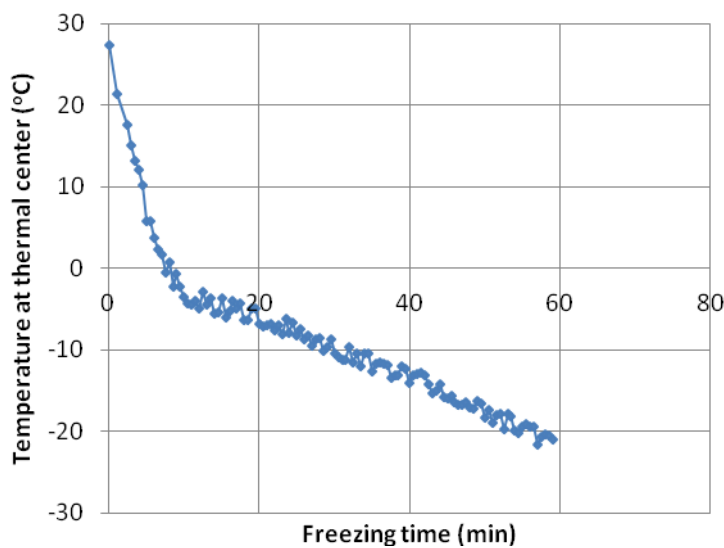


Figure 1 Freezing profile of longan during freezing at  $-40^{\circ}\text{C}$

### การอบแห้งลำไยสดและลำไยแช่เยือกแข็งลำไย

เมื่อนำลำไยสดและลำไยที่ผ่านการแช่เยือกแข็งและทำละลายไปอบแห้ง และวิเคราะห์ค่าความชื้นของตัวอย่างในระหว่างการอบแห้ง นำผลมาทำเป็นเส้นกราฟ moisture profile ซึ่งแสดงถึงปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (ฐานแห้ง) และเวลาในการอบแห้ง (Figure 2) จากภาพจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างลำไยแช่เยือกแข็งมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นต่ำกว่าลำไยสดเล็กน้อย ทั้งนี้เป็นเพราะน้ำส่วนที่กลายเป็นผลึกน้ำแข็งบางส่วนได้แยกตัวออกมาในระหว่างการทำละลายและได้ถูกรินออกไปก่อนการอบแห้ง ซึ่งในภาพรวมของเส้นกราฟจะเห็นได้ว่า ในแต่ละช่วงที่ทำการอบแห้ง ลำไยที่ผ่านการแช่เยือกแข็งมาก่อนจะมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าลำไยสด และเวลาที่ใช้ในการอบแห้งลำไยแช่เยือกแข็งก็สั้นกว่า คือใช้เวลา 13 ชั่วโมง ในขณะที่ลำไยสดใช้เวลา 17 ชั่วโมง สันนิษฐานว่า นอกจากลำไยที่ผ่านการแช่เยือกแข็งและทำละลายมีความชื้นต่ำกว่าแล้ว เนื้อลำไยที่ได้ผ่านการแช่เยือกแข็งและทำละลายอาจทำให้ความชื้นผ่านออกไปได้ง่ายขึ้นในขณะอบแห้ง เวลาในการอบแห้งลำไยสดในการทดลองนี้ใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Achariyaviriya et al. (2001) ที่พบว่า การอบแห้งลำไยพันธุ์อีดอด้วยลมร้อนอุณหภูมิ  $65^{\circ}\text{C}$  ใช้เวลา 18.5 ชั่วโมง

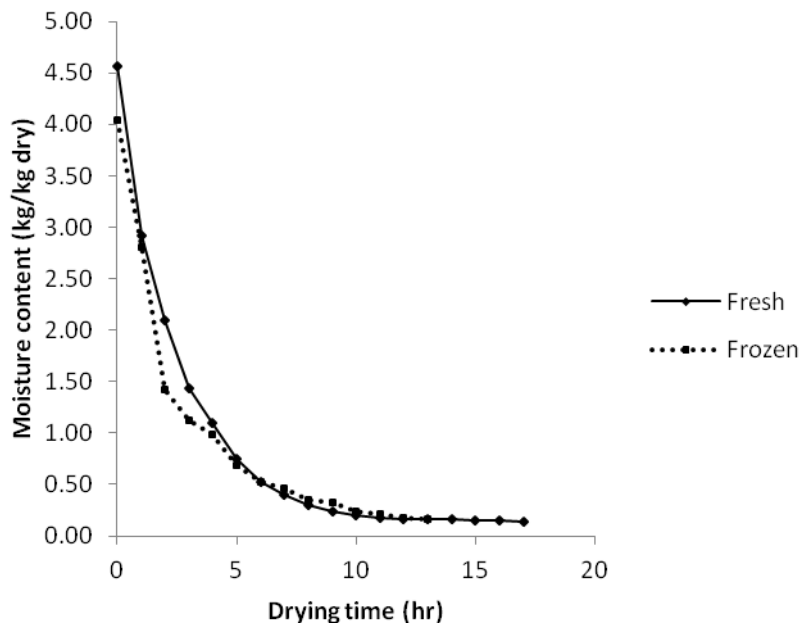


Figure 2 Moisture profile of fresh and frozen longans during drying at 70° C

### คุณภาพของลำไยอบแห้งจากลำไยสดและลำไยแช่เยือกแข็ง

#### ความชื้นและลักษณะปรากฏ

ลำไยอบแห้งจากลำไยสดและลำไยแช่เยือกแข็งมีความชื้นเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 0.14 และ 0.16 กิโลกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักฐานแห้ง) หรือร้อยละ 12.30 และ 13.94 โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทผลไม้แห้งที่กำหนดปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 18 โดยน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546) และลำไยอบแห้งทั้งสองตัวอย่างมีลักษณะปรากฏคล้ายคลึงกันดังแสดงใน

Figure 3



Figure 3 Appearance of dried longans from fresh (left) and frozen longan (right)

### สีของลำไยอบแห้ง

ในระหว่างการอบแห้งลำไยทั้งสองทรีตเมนต์ พบว่า สีของเนื้อลำไยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนในระยะแรก และสีน้ำตาลค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลแดงในระยะสุดท้ายของการอบแห้ง (Figure 3) การเกิดสีน้ำตาลในผลไม้อบแห้งนี้ได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างแพร่หลาย โดยพบว่า เกิดจากได้ทั้งจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Ding et al., 1998; Nguyen et al., 2003; Brandelli and Lopes, 2005) ปฏิกิริยาการสลายตัวของกรดแอสคอร์บิก (Shinoda et al., 2005) และ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Bolin and Steele, 1987; Sanz et al., 2001; Caglarirmak, 2006)

จากการวิเคราะห์ค่าสีของลำไยอบแห้งจากลำไยสดและลำไยแช่เยือกแข็ง (Table 1) พบว่า ค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ของทั้งลำไยทั้งสองตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แสดงว่า ลำไยอบแห้งทั้งสองตัวอย่างมีสีที่ใกล้เคียงกันมาก

Table 1 Color of dried longans from fresh and frozen longan

Dried longan from	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Fresh	$37.04 \pm 0.91^a$	$15.35 \pm 0.55^a$	$25.47 \pm 1.69^a$
Frozen	$36.64 \pm 1.26^a$	$15.29 \pm 0.51^a$	$26.19 \pm 0.94^a$

Mean values in the same column followed by the same letters are not significantly different ( $P > 0.05$ ).

### ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างลำไยอบแห้งจากลำไยสดและลำไยแช่เยือกแข็งโดยให้ผู้ทดสอบชิมและให้คะแนนการยอมรับ (Table 2) ผลปรากฏว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนตัวอย่างทั้งสองในด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความชอบรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง คือให้คะแนน 6-7 ส่วนคะแนนเนื้อสัมผัสให้คะแนนต่ำกว่าเล็กน้อยคือ 5-6 ซึ่งผู้ทดสอบบางคนให้ความเห็นว่า ตัวอย่างลำไยแห้งมีลักษณะติดฟันเล็กน้อย ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ชอบ อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่า คะแนนการยอมรับของตัวอย่างทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แสดงว่า ลำไยอบแห้งทั้งสองตัวอย่างได้รับการยอมรับที่ใกล้เคียงกัน

Table 2 Mean liking scores of dried longans from fresh and frozen longan

Dried Longan from	Liking scores				
	Color	Appearance	Flavor	Texture	Overall acceptability
Fresh	$6.83 \pm 1.21^a$	$6.33 \pm 1.29^a$	$6.47 \pm 1.24^a$	$5.42 \pm 1.76^a$	$6.31 \pm 1.21^a$
Frozen	$6.77 \pm 1.33^a$	$6.39 \pm 1.22^a$	$6.48 \pm 1.17^a$	$5.98 \pm 1.80^a$	$6.48 \pm 1.20^a$

Mean values in the same column followed by the same letters are not significantly different ( $P > 0.05$ ).

อนึ่งแม้ว่าในการทดลองนี้จะใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาลำไยแช่เยือกแข็งที่ค่อนข้างสั้น คือ เพียง 1 เดือน แต่ก็พอจะเป็นแนวทางเบื้องต้นของการศึกษาได้

## สรุป

จากผลการทดลองทั้งหมดอาจสรุปได้ว่า การแช่เยือกแข็งและทำละลายมิได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยอบแห้งที่ผลิตได้ เนื่องจากคุณภาพลำไยอบแห้งที่ได้ไม่แตกต่างจากลำไยอบแห้งจากลำไยสด นอกจากนี้ยังช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งได้อีกด้วย การจัดการวัตถุดิบในลักษณะนี้เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้ผลิตลำไยอบแห้งมีวัตถุดิบกระจายได้นอกฤดูกาล

## เอกสารอ้างอิง

- วิญญู เจริญศิริ และรัชนี้ คงคาอุยชัย. 2551. **โภชนาการกับผลไม้**. สำนักพิมพ์สารคดี. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลไม้แห้ง**. มผช.136/2546.
- สุวรรณ หาญวิริยะพันธุ์. 2551. **การผลิตลำไยนอกฤดูเพื่อการส่งออก**. แหล่งที่มา: <http://www.oard1.org/techniquetory/lumyai>, 26 มิถุนายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน**. แหล่งที่มา: [http://www.oae.go.th/fruit\\_report/export\\_import/export\\_result.php](http://www.oae.go.th/fruit_report/export_import/export_result.php), 1 ตุลาคม 2555.
- A.O.A.C. 2000. **Official Method of Analysis**. 17<sup>th</sup> ed., The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- Acharyaviriya, A., S. Soponronnarit and J. Tiansuwan. 2001. Study of longan flesh drying. **Drying Technology** 19:2315-2329.
- Bolin, H.R. and R.J. Steele. 1987. Nonenzymatic browning in dried apples during storage. **Journal of Food Science** 52: 1654-1657.
- Brandelli, A. and C.H. G.L. Lopes. 2005. Polyphenoloxidase activity, browning potential and phenolic content of peaches during postharvest ripening. **Journal of Food Biochemistry** 29:624-637.
- Caglarirmak, N. 2006. Ochratoxin A, hydroxymethylfurfural and vitamin C levels of sun-dried grapes and sultanas. **Journal of Food Processing and Preservation** 30: 549-562.
- Ding, C.K., K. Chachin, Y. Ueda and R. Mochioka. 1998. Changes in polyphenol concentrations and polyphenol oxidase activity of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits in relation to browning. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science** 67:360-366.
- Nguyen, T.B.T., S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2003. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. **Postharvest Biology and Technology** 30: 187-193.
- Sanz, M.L., M.D. del Castillo, N. Corzo and A. Olana. 2001. Formation of amadori compounds in dehydrated fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 49: 5228-5231.
- Shinoda, Y., H. Komura, S. Homma and M. Murata. 2005. Browning of model orange juice solution: Factor affecting the formation of decomposition products. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry** 69: 2129-2137.

Skrede, G. 1996. Fruits, pp. 183-245. *In* L.E. Jeremiah, ed. **Freezing Effects on Food Quality**. CRC Press, Boca Raton, Florida.