

การศึกษาผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิต่อการทำ ลื่นจีอบแห้ง

สิงหนาท พวงจันทร์แดง¹

A STUDY ON THE EFFECTS OF PRETREATMENT AND TEMPERATURE ON LYCHEE BY DRYING

Singhanat Phoungchandang¹

ABSTRACT : A Study on processing method to solve the problems of keeping an excessive amount of fruits such as lychee in the growing districts in the north of Thailand. The method included processing technique and storage. We proposed to study drying method to store the excessive production of the lychee.

The lychee were pretreated by different blanching methods prior to drying under the three temperature levels of 60°C, 70°C and 80°C. Pretreatments did not effect on the quality of dried lychee. Quality evaluation by sensory tests and storage life showed best quality for lychee pretreated by blanching in boiling sodium hydroxide solution. Sulphuring and drying at 60°C and the Munsell system of color notation of dried lychee and storage for 6 months changed from yellow-orange of 7.5 YR 6/10 and 10 YR 7/10 to orange-yellow of 7.5 YR 4/6 and 7.5 YR 6/8.

บทคัดย่อ : การศึกษากระบวนการแปรรูปผลไม้สดทางการเกษตร เช่น ลิ้นจี่ ซึ่งปลูกมากทางภาคเหนือของประเทศไทย ได้คำนึงถึงวิธีการถนอมแปรรูปและการเก็บรักษาผลผลิตที่มากขึ้นความต้องการไว้ได้นานที่สุด โดยการอบแห้งอันประกอบด้วยการศึกษาผลของกระบวนการก่อนการแปรรูปและอุณหภูมิต่อคุณภาพของลิ้นจี่อบแห้งและการเก็บรักษาลิ้นจี่อบแห้ง.

นำลิ้นจี่มาผ่านกระบวนการอบแห้งโดยการลวกด้วยวิธีการต่างๆ การทดสอบการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบ พบว่า กระบวนการก่อนการอบแห้งไม่ทำให้คุณภาพของลิ้นจี่อบแห้งเปลี่ยนแปลงไป โดยผู้ชิมยอมรับลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผ่านการรมควันกำมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มากที่สุด การศึกษาอายุการเก็บรักษาลิ้นจี่อบแห้งที่อุณหภูมิห้อง ลิ้นจี่อบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงสีในระหว่างการเก็บรักษา ลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการรมควันกำมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และเมื่อเทียบสีกับระบบสีแมงกานีสมีการเปลี่ยนสีจากเหลืองส้ม 7.5 YR 6/10 ถึง 10 YR 7/10 เป็นสีส้มเหลือง 7.5 YR 4/6 ถึง 7.5 YR 6/8 เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน 6 เดือน.

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 40002.

² Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002.

คำนำ

การศึกษาการถนอมและการแปรรูปสินค้าโดยการอบแห้ง จะช่วยแก้ปัญหาสินค้าที่มีปริมาณมากจนล้นตลาดและยังสามารถเก็บรักษาไว้บริโภคคนนอกฤดูกาล เป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย.

อาหารที่คนเรารับประทานจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งจุลินทรีย์ในอาหารจะเจริญเติบโตได้และเอนไซม์ในอาหารจะทำงานได้ดีเมื่อมีน้ำเพียงพอ ดังนั้นวิธีหนึ่งที่จะป้องกันกระบวนการดังกล่าวคือ การทำให้อาหารแห้งหรือการดึงน้ำออกจากอาหาร จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณความชื้นที่ป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์โดยทั่วไปจะดึงน้ำออกจนเหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ถ้าจะป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีควรจะลดให้ต่ำลงอีกประมาณร้อยละ 5 (บุญหลง, 2521) ผักมีส่วนประกอบของน้ำตาลอยู่ต่ำมากจึงสามารถทำให้แห้งสนิท ความชื้นจึงต้องต่ำกว่า 5% ซึ่งแตกต่างจากผลไม้ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลสูง จึงไม่สามารถทำให้แห้งสนิทได้ ความชื้นจึงอยู่ระหว่าง 10-15% (หุทัยธนาสันต์, 2518).

การทำแห้งไม่ว่าจะโดยวิธีการทำแห้งด้วยแสงแดดหรือการทำแห้งด้วยเครื่องจะมีหลักการอยู่ 2 ประการคือ จะต้องให้ความร้อนแก่อาหารและจะต้องระเหยความชื้นออกจากอาหาร ซึ่งข้อสำคัญคือ (1) ให้อากาศอุ่นล้อมรอบอาหารเนื่องจากอากาศอุ่นจุความชื้นได้มากกว่าอากาศเย็น (2) ให้มีการหมุนเวียนอากาศ (3) ให้ความชื้นในสูญญากาศซึ่งจะเป็นการเพิ่มการระเหยน้ำได้ทีละอุนหุมิต่ำ (4) ตัดอาหารเป็นชิ้นเล็กเพื่อเพิ่มผิวหน้าสัมผัสกับอากาศร้อน (5) จุ่มอาหารลงในน้ำต่าง เพื่อให้ น้ำระเหยผ่านเปลือกได้ง่ายขึ้น (6) รมควันกำมะถัน เพื่อชะลอการทำงานของเอนไซม์ที่จะทำให้เกิดสีคล้ำในอาหาร ทั้งยังมีผลต่อเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ น้ำที่อยู่ภายในเคลื่อนที่สู่ผิวอาหารได้เร็วขึ้น (สินธวาลัย, 2525).

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิต่อคุณภาพของสินค้าอบแห้ง ตลอดจนอายุการเก็บรักษาของสินค้าอบแห้ง.

อุปกรณ์และวิธีการ

ตู้อบแห้ง โดยใช้ตู้อบไฟฟ้าแบบถาด (Cabinet tray dryer) Type HA 40 มีขนาดกว้าง 1.22 เมตร สูง 1.68 เมตร และลึก 0.79 เมตร มีปริมาตร 1.62 ลูกบาศก์เมตร ช่วงอุณหภูมิสูงสุด 200 องศาเซลเซียส ประกอบด้วยตัวควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) สามารถตั้งเวลาทำงานของขดลวดความร้อนได้ ด้านในมีตะแกรงโปร่ง 6 ชั้น เพื่อวางผลไม้ที่จะอบแห้ง มีพัดลมกระจายความร้อนและระเหยความชื้นด้วยอัตรา 3.82 ลบ.เมตร/นาที่ หรือมีความเร็วลม 311.5 เมตร/นาที่ ด้านบนมีช่องระบายความชื้นออกจากตู้อบ เส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม. อากาศอุณหภูมิจากหน้าปัดด้านหน้าของตู้อบ.

วัตถุประสงค์ ลีนจือบแห้งสายพันธุ์ซึ่งช่วยให้จากภาควิทยาศาสตร์เทคโนโลยีทางพืช สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ โดยนำลีนจือมาทำความสะอาดก่อนนำไปทำการทดลอง.

การศึกษาผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งดังนี้คือ :

1. ลวกในน้ำเดือด นาน 2 นาที
2. ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5% นาน 2 นาที
3. ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5% นาน 2 นาที และนำไปรมควันกัมมะถัน 0.5% (น้ำหนัก/น้ำหนัก) นาน 1 ชั่วโมง

โดยกระบวนการก่อนการอบแห้งทั้ง 3 วิธี เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการอบแห้งและกระบวนการในข้อ 3. มีการรมควันกัมมะถันเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านสีของลีนจือบแห้ง (พวงจันทร์แดง, 2533).

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการอบแห้ง

1. โดยวางลีนจือที่ผ่านกระบวนการก่อนการอบแห้งตามข้อ 3. บนตะแกรงภายในตู้อบขนาด 2 กิโลกรัม และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่อากาศภายนอกตู้อบมีอุณหภูมิประมาณ 25-32 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-70 แล้วนำลีนจือออกมาปอกเปลือกและควั่นเมล็ดลีนจือออก เมื่ออบไปได้ 8, 8 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ.

2. อบแห้งลีนจือในตู้อบไฟฟ้าแบบถาด โดยใช้เวลาในการอบแห้ง 14, 13 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ (พวงจันทร์แดง, 2533).

การวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือ โดยการนำลีนจือบแห้งที่ผ่านกระบวนการก่อนการอบแห้งในข้อที่ 3. มาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือ โดยวิธีการกลั่น.

การทดสอบคุณภาพด้านสี โดยเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน Munsell Book of Color.

การทดสอบคุณภาพ ประเมินผลคุณภาพของลีนจือบแห้งด้วยการทดสอบชิม ซึ่งมีวิธีการให้คะแนนแบบ Hedonic Scale 5 ระดับ วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลโดยสุ่มตลอดในบล็อก (Factorial in Randomized Block Design) ใช้ผู้ทดสอบที่ชำนาญ (Trained taste panel) จำนวน 10 คน ทดสอบรวม 3 ซ้ำ โดยแบ่งคะแนนใน Hedonic Scale เป็นดังนี้คือ :

ระดับคะแนน 1, 2, 3, 4 และ 5 หมายถึง ไม่ชอบมาก, ไม่ชอบ, รู้สึกเฉยๆ, ชอบ และชอบมากตามลำดับ.

ศึกษาอายุการเก็บของลันจ๊อบแห้ง โดยนำลันจ๊อบแห้งบรรจุในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรฟิลีน แล้วศึกษาการเปลี่ยนสี โดยเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน Munsell Book of Color ที่อายุการเก็บ 0, 3 และ 6 เดือน.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของกระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิต่อการทดสอบคุณภาพ

จากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 1. พบว่ากระบวนการก่อนการอบแห้ง ได้แก่ การลวกลันจ๊อบในน้ำเดือดและลวกลันจ๊อบในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของลันจ๊อบแห้ง ส่วนการลวกลันจ๊อบในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วผ่านการรมควันกัมมะถัน จะช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งมีผลกระทบต่อคุณภาพของลันจ๊อบแห้งในด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้ทดสอบโดยตรง.

ในด้านสีของลันจ๊อบแห้งพบว่า กระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิไม่มีผลต่อการยอมรับ ลันจ๊อบแห้งจะมีสีออกเหลืองปนน้ำตาล ผู้ทดสอบยอมรับลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

ในด้านกลิ่นของลันจ๊อบแห้งพบว่า กระบวนการก่อนการอบแห้งและอุณหภูมิไม่มีผลต่อการยอมรับ ลันจ๊อบแห้งจะมีกลิ่นเฉพาะที่แตกต่างออกไปจากกลิ่นลันจ๊อบสด โดยผู้ทดสอบยอมรับลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

ในด้านรสชาติของลันจ๊อบแห้งพบว่า ลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ จะมีคะแนนการยอมรับสูงกว่าลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ผู้ทดสอบยอมรับลันจ๊อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มากกว่าและแตกต่างจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การที่ลันจ๊อบแห้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มีรสชาติดีกว่าลันจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อาจเป็นผลจากปฏิกิริยาการเมลเลชัน (Caramellization) ซึ่งกล่าวได้ว่า น้ำตาลเมื่อถูกความร้อนสูงจะทำให้เกิดการไหม้ จึงพบว่าน้ำตาลไหม้จะให้รสขมเล็กน้อย ซึ่งเป็นสารที่เรียกว่า ไอโซมชกโตรซาน นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสเนื่องจากการทำแห้ง มักจะทำให้กลิ่นรสเดิมของผักผลไม้เปลี่ยนแปลงไป สารที่ให้กลิ่นรสส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดและปฏิกิริยาอื่นๆ (ทัตตะพานิชกุล, 2532) อย่างไรก็ตามลันจ๊อบที่ผ่านการลวกในน้ำเดือดและผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนสูงสุดโดยได้รับคะแนนเฉลี่ย 3.60 คะแนน เพราะว่ามีน้ำในเซลล์จะค่อยๆ ระเหยออกมาอย่างช้าๆ ที่อุณหภูมิต่ำและมีปริมาณน้ำตาลไหม้ต่ำ.

Table 1. Sensory scores of color, flavor, taste, texture and general acceptability of dried Lychee.

Quality* treatment	Color	Flavor	Taste	Texture	General acceptability
1	3.40 ^{a**}	3.23 ^a	3.60 ^a	3.70 ^a	3.43 ^{ab}
2	3.33 ^a	2.83 ^a	3.10 ^{abc}	3.13 ^{abc}	3.30 ^{ab}
3	3.43 ^a	3.33 ^a	3.37 ^{ab}	3.63 ^a	3.67 ^a
4	3.77 ^a	3.40 ^a	3.17 ^{abc}	3.43 ^{ab}	3.37 ^{ab}
5	3.40 ^a	3.47 ^a	3.47 ^a	2.83 ^{bc}	3.40 ^{ab}
6	3.27 ^a	3.36 ^a	3.13 ^{abc}	3.27 ^{abc}	3.20 ^{ab}
7	3.01 ^a	3.66 ^a	2.73 ^{bc}	2.87 ^{bc}	2.93 ^{ab}
8	3.33 ^a	2.90 ^a	2.53 ^c	2.70 ^{bc}	2.50 ^b
9	2.93 ^a	2.97 ^a	2.90 ^{abc}	2.63 ^c	2.63 ^b

- * 1 = Blanching in boiling water and drying at 60 °C
 2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and drying at 60 °C
 3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 60 °C
 4 = Blanching in boiling water and drying at 70 °C
 5 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and drying at 70 °C
 6 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 70 °C
 7 = Blanching in boiling water and drying at 80 °C
 8 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and drying at 80 °C
 9 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 80 °C

** Values within a column with no common superscripts are significantly different (P < .05)

ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นจ๊อบแห้งพบว่า เส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีคะแนนการยอมรับสูงกว่าเส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่มีอุณหภูมิสูง ผู้ทดสอบยอมรับเส้นจ๊อบแห้งที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มากกว่าที่อุณหภูมิอื่นโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การที่เส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีเนื้อสัมผัสดีกว่าเพราะว่าปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเซลล์จะระเหยออกมาอย่างช้าๆ และมีความสม่ำเสมอทำให้เส้นจ๊อบแห้งมีเนื้อสัมผัสดี นอกจากนี้พบว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างและเกิดการเหี่ยวยุบมาก โดยปกติเซลล์โครงสร้างของผนังเซลล์มีลักษณะแข็งและยืดหยุ่นได้ เมื่อเนื้อเยื่อผ่านกระบวนการบางอย่างเช่น การลวก พบว่า จะทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัวลง (Meyer, 1973) ซึ่งจะเป็นผลทำให้การระเหยของน้ำเร็วขึ้น ถ้าอุณหภูมิในระยะเริ่มต้นสูงขึ้นจะทำให้ผิวหน้าของอาหารแห้งเร็วจนเกินไป ทำให้ความชื้นภายในอาหารระเหยออกมาได้ยากขึ้น นอกจากนี้อาหารจะแห้งช้าลง (โทรกิ และบุญญศิริกุล, 2532) ซึ่งเป็นผลให้ผิวหน้าของอาหารแห้ง

และแข็ง การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้อัตราการระเหยน้ำช้าและใช้เวลานานกว่า แต่จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีและไม่แข็งกระด้างจนเกินไป การลวกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อให้อัตราการระเหยน้ำเร็วขึ้น แต่ไม่ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นจ๊อบแห้งเปลี่ยนแปลง.

ในด้านการยอมรับของเส้นจ๊อบพบว่า เส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำได้รับการยอมรับสูงกว่าเส้นจ๊อบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ผู้ทดสอบยอมรับเส้นจ๊อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส มากกว่าและแตกต่างจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบยอมรับเส้นจ๊อบแห้งที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีรสชาติและลักษณะสัมผัสดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ.

การทดสอบคุณภาพด้านสีของเส้นจ๊อบแห้งที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 เดือน โดยเทียบสีกับสีมาตรฐาน Munsell Book of Color พบว่า เส้นจ๊อบแห้งมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทุกกรรมวิธี แต่กรรมวิธีที่ผ่านการรมควันและอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ.

เส้นจ๊อบที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยที่สุด หลังการอบแห้งจะมีสีเหลืองส้มคือ 7.5 YR 6/10 ถึง 10 YR 7/10 เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นสีจะค่อยๆ เปลี่ยนไปโดยเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน จะเปลี่ยนเป็นสีส้มเหลืองคือ 7.5 YR 4/6 ถึง 7.5 YR 6/8 ซึ่งเป็นผลดีในด้านการยอมรับเรื่องสีเพราะว่า หลังการอบแห้งเส้นจ๊อบจะมีสีจืดและเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน จะทำให้สีเข้มขึ้นเป็นสีส้มเหลืองซึ่งจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนเส้นจ๊อบที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถันจะมีการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่า เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน เส้นจ๊อบแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล 7.5 YR 4/2 ถึง 7.5 YR 4/4 ดังแสดงในตารางที่ 2. ทั้งนี้เนื่องจากว่าการใช้ซิลเวอร์ไดออกไซด์จะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับกรดอะมิโน เมื่อปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นในอาหารจะทำให้อาหารมีสีดำและสร้างกลิ่นรสต่างๆ ขึ้น.

เส้นจ๊อบที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถัน และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังการอบแห้งจะมีสีคล้ำกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ก็ตาม แต่จะมีสีดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่อบแห้งที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำขึ้น โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถัน โดยจะเปลี่ยนจากสีส้มคือ 5 YR 6/10 ถึง 5 YR 7/10 เป็นสีน้ำตาลคล้ำคือ 5 YR 4/2 ถึง 5 YR 4/6 ส่วนเส้นจ๊อบที่ไม่ผ่านการรมควันกัมมะถันจะมีการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน เส้นจ๊อบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำคือ 5 YR 3/2 ถึง 5 YR 4/4 ดังแสดงในตารางที่ 3. ทั้งนี้เกิดเนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดนั่นเอง การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเร็วขึ้น.

Table 2. The Munsell system of color notation of dried Lychee at 60 °C and storage for 6 months.

Storage time (months)	Treatment replication	1*	2*	3*
0	a	7.5 YR 7/10	7.5 YR 6/8	7.5 YR 6/10
	b	10 YR 7/8	7.5 YR 7/10	10 YR 7/10
	c	7.5 YR 6/10	7.5 YR 7/8	10 YR 7/8
3	a	7.5 YR 4/6	7.5 YR 4/6	7.5 YR 6/6
	b	7.5 YR 5/8	7.5 YR 5/6	7.5 YR 6/8
	c	7.5 YR 6/6	7.5 YR 5/8	7.5 YR 6/8
6	a	7.5 YR 4/2	7.5 YR 4/2	7.5 YR 6/8
	b	7.5 YR 4/4	7.5 YR 4/4	7.5 YR 5/6
	c	7.5 YR 4/4	7.5 YR 4/4	7.5 YR 4/6

* 1 = Blanching in boiling water

2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution

3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and sulphuring

Table 3. The Munsell system of color notation of dried Lychee at 70 °C and storage for 6 months.

Storage time (months)	Treatment replication	1*	2*	3*
0	a	5 YR 6/6	5 YR 6/10	5 YR 7/10
	b	5 YR 6/8	5 YR 6/10	5 YR 6/10
	c	5 YR 6/8	5 YR 6/10	5 YR 6/12
3	a	5 YR 4/6	5 YR 5/4	5 YR 5/6
	b	5 YR 4/6	5 YR 4/6	5 YR 5/4
	c	5 YR 4/6	5 YR 5/4	5 YR 5/6
6	a	5 YR 3/2	5 YR 3/2	5 YR 4/2
	b	5 YR 3/2	5 YR 3/2	5 YR 4/4
	c	5 YR 4/4	5 YR 3/2	5 YR 4/6

* 1 = Blanching in boiling water

2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution

3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and sulphuring

สำหรับลิ้นจี่ที่ผ่านการลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส หลังการอบแห้งจะมีสีเหลืองแดงคือ 2.5 YR 5/8 ถึง 2.5 YR 6/4 เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นสีจะเปลี่ยนแปลงไป โดยลิ้นจี่อบแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเกือบดำเมื่อเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าลิ้นจี่ทุกกรรมวิธีที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะมีการเปลี่ยนแปลงสีเร็วมาก ลิ้นจี่ที่ผ่านกระบวนการก่อนการอบแห้งจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเท่ากันทุกกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ 4.

Table 4. The Munsell system of color notation of dried Lychee at 80 °C and storage for 6 months.

Storage time (months)	Treatment replication	1*	2*	3*
0	a	2.5 YR 6/14	2.5 YR 6/12	2.5 YR 5/10
	b	2.5 YR 6/10	2.5 YR 5/10	2.5 YR 5/8
	c	2.5 YR 6/10	2.5 YR 5/10	2.5 YR 6/4
3	a	2.5 YR 4/8	2.5 YR 5/6	2.5 YR 4/8
	b	2.5 YR 4/6	2.5 YR 4/6	2.5 YR 5/6
	c	2.5 YR 4/4	2.5 YR 5/6	2.5 YR 5/6
6	a	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2
	b	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2
	c	7.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2	2.5 YR 4/2

* 1 = Blanching in boiling water

2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution

3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution and sulphuring

แสดงให้เห็นว่า การใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้ง แม้จะมีการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก็ไม่สามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือมีปริมาณค่อนข้างต่ำ กล่าวคือพบว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือหลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 เดือน ในลิ้นจี่อบแห้งที่ผ่านการรมควันกัมมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 5. เนื่องจากการรมควันทั้งเปลือกซึ่งจะเห็นได้ว่าลิ้นจี่ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์น้อยกว่าที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารที่ระเหยง่ายและไปรวมตัวกับสารอื่นกลายเป็นสารที่อยู่ตัวหรือสลายไปโดยการออกซิเดชัน.

Table 5. Residual sulphurdioxide after storage at room temperature for 1 month.

Treatment*	Residual sulphurdioxide (mg/kg)
1	170.6
2	136.5
3	128.0

- * 1 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 60 °C
 2 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 70 °C
 3 = Blanching in boiling sodium hydroxide solution, sulphuring and drying at 80 °C

สรุป

1. กระบวนการก่อนการอบแห้งไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ.
2. อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของล้นจืดอบแห้งในด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้ทดสอบ.
3. ผู้ทดสอบยอมรับล้นจืดที่ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกำมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มากที่สุด.
4. ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ล้นจืดอบแห้งมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล โดยล้นจืดอบแห้งที่ลวกในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ผ่านการรมควันกำมะถันและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ.
5. ถ้าไม่ต้องการซัลเฟอร์ไดออกไซด์ส่วนที่เหลือ ควรแปรรูปล้นจืดอบแห้งโดยผ่านการลวกในน้ำเดือดและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส.

เอกสารอ้างอิง

- บุญทอง, นฤศม. (2521). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณนพนาถกุล, วิชัย. (2532). เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรไทย.
- หุทัยธนาเสน, วิชัย. (2518). หลักการถนอมและแปรรูปผักผลไม้เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สินธุวณิช, ศิริลักษณ์. (2525). เทคโนโลยีอาหาร. เล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัท วรวิสาหกิจ.
- สินธุวณิช, ศิริลักษณ์. (2522). เทคโนโลยีอาหาร. เล่ม 2 หลักการถนอมและการควบคุมคุณภาพอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บำรุงนุกกิจ.

- พวงจันทร์แดง, สิงหนาท. (2533). รายงานการวิจัย เรื่อง การแปรรูปเส้นเจ๊อบแห้งระดับหมู่บ้านเกษตรกร, เชียงใหม่ : สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.
- โทวกี, อรวินท์., แอชัญญศิริกุล, ปรัชญา. (2532). อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท บี.อี.ไอ.
- Desrosier, N.W. and Desrosier, J.N. (1977). The Technology of Food Preservation 4th ed. Westport, Connecticut : The AVI Publ. Co. Inc.
- Meyer, L.H. (1973). Food Chemistry. New Delhi : Affiliated East - West Press PVT. Ltd.
- Ranganna, S. (1978). Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. New Delhi : Tata McGraw-Hill. Co. Ltd.
- Woodroof, J.G. and Luh, B.S. (1975). Commercial Fruit Processing. Westport, Connecticut : The AVI Publ. Co. Inc.
-