

ลำไยประดับอาหาร

Food Decorating Longan

เรณู ปิ่นทอง และ จันทร์หอม สมสงวน¹

Renu Pinthong and Chanhom Somsa-gnuan

ABSTRACT

Food Decorating Longan was prepared by increase in firmness of longan, cv. Edoor both thick and thin peel was conducted by vacuum infiltration with calcium chloride solution and heated at 80° C for different periods of time. Experiments showed that soaking both varieties in 0.7 % calcium chloride solution for 2 hours followed by heating them at 80° C for 15 minutes was the most effective method, although thier firmness was still less than green and red cherries and egg-plants sold in market. Sensory evaluation of dyed and undyed longan (Beawkheaw) and undyed longan (Edoor) indicated that most dyed and undyed longans were judged to be in the level of " slightly like ", except green longan cv. Beawkheaw was judged to be in the level of indifferent.

Key words: decorating, longan, Edoor, firmness, calcium chloride

บทคัดย่อ

ได้ทดลองทำลำไยประดับอาหารโดยการเพิ่มความแน่นเนื้อของลำไยสายพันธุ์อีดอร์ชนิดเปลือกหนาและเปลือกบาง โดยวิธีแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์แล้วนำไปผุดอากาศออกและต้มที่ 80° ซ ในระยะเวลาต่างๆ ปรากฏว่าการแช่ลำไยสายพันธุ์อีดอร์ทั้ง 2 ชนิด ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปต้มที่ 80° ซ 15 นาที ทำให้เย็นทันที จะทำให้ลำไยสายพันธุ์อีดอร์ทั้ง 2 ชนิดมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นได้มากกว่าการทดลองวิธีอื่น แต่ก็

ยังน้อยกว่าผลเชอรี่และมะเขือข้อมสีเขียวและสีแดงที่ขายตามท้องตลาด เมื่อได้ทดลองย้อมสีลำไยสายพันธุ์เขียว และทดสอบความพอใจของสีทางประสาทสัมผัสปรากฏว่าผู้ตัดสินให้ความพอใจสีของลำไยส่วนใหญ่ในระดับ "ค่อนข้างชอบ" ยกเว้นลำไยพันธุ์เขียวเขียวที่ย้อมสีเขียวซึ่งอยู่ในเกณฑ์ไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่

คำนำ

ลำไยเป็นไม้ผลปลูกกันมากในภาคเหนือ ผลิตกันทั้งลำไยที่มีจำหน่ายในปัจจุบันได้แก่ ลำไยสด ลำไย

แห้งชนิดทั้งเปลือก เนื้อลำไยแห้ง ลำไยกระป๋องในน้ำเชื่อม และน้ำลำไย นับว่ายังมีผลิตภัณฑ์ลำไยจำนวนมาก ทำให้มีตลาดจำกัด บางปีลำไยมีผลผลิตสูงมากทำให้ราคาตกต่ำ โครงการนี้จึงได้ศึกษาการแปรรูปลำไยเป็นผลิตภัณฑ์ลำไยระดับอาหาร เพื่อจะได้นำไปใช้ประกอบอาหารอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งต่างจากผลิตภัณฑ์ลำไยที่มีอยู่ดั้งเดิม ทั้งนี้เพื่อช่วยส่งเสริมให้มีการใช้ลำไยมากขึ้น จะทำให้มีตลาดลำไยกว้างขวางยิ่งขึ้นกว่าเดิม ลำไยระดับอาหารนี้สามารถนำไปใช้ประกอบอาหารได้ในรูปแบบเดียวกับผลไม้เชอร์รี่และเชอร์รี่แดง ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ หรือใช้ใส่อาหารได้เช่นเดียวกับผลไม้เชอร์รี่และเชอร์รี่แดง ซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปอยู่แล้ว

จุดประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อมากขึ้น
2. แปรรูปลำไย เพื่อใช้เป็นผลไม้ระดับอาหาร เช่นเดียวกับผลไม้เชอร์รี่และเชอร์รี่แดงที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

1 ลำไยสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกหนาและสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกบาง สำหรับทดลองความแน่นเนื้อใช้ลำไยสายพันธุ์เปี้ยวเขียวชนิดเปลือกหนา สำหรับทดลองการย้อมสี

2 การเตรียมลำไยสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกหนา เพื่อใช้ทดลองความแน่นเนื้อ

2.1 คัดแยกลำไยเป็น 2 กลุ่มตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง กลุ่มที่ 1 มีขนาดผลๆ ละประมาณ 10–13 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.8 ซม. กลุ่มที่ 2 ขนาดผลๆ ละประมาณ 7–10 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.3 ซม.

2.2 ล้างลำไยทั้งเปลือก ปอกเปลือก ควั่นเมล็ด

2.3 ชั่งลำไยที่ควั่นแล้วใส่บีกเกอร์ขนาด 200 มล. บีกเกอร์ละ 50 กรัม (ประมาณ 5–8 ผล) เติม

สารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 0.7% จำนวน 150 มล. ลงในแต่ละบีกเกอร์ แช่ไว้นาน 10 นาที

2.4 เมื่อต้องการแช่เคลือบเคลือบคลอไรด์ ให้เทสารละลายกรดซิตริกออกจากบีกเกอร์ แล้วเทสารละลายเคลือบเคลือบคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7% จำนวน 150 มล. ลงไปแทนที่

3 วิธีการทดลองเพื่อปรับปรุงให้ลำไยมีความแน่นเนื้อมากขึ้น

นำลำไยในบีกเกอร์ไปทำการทดลองดังนี้คือ

3.1 ดูดอากาศออก (evacuation) นำตัวอย่างลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายกรดซิตริกและตัวอย่างที่แช่อยู่ในสารละลายเคลือบเคลือบคลอไรด์ในบีกเกอร์อย่างละ 12 บีกเกอร์ ไปวางไว้ในโอดูดอากาศ (desiccator) ที่ปิดฝาได้มิดชิด ต่อกับปั๊มสุญญากาศ ดูดอากาศออกจนภายในโอดูดอากาศ มีความดันภายในเพียง 20–25 มม. (ปรอท) ดูดอากาศออกเป็นเวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที ใช้ตัวอย่างลำไยที่แช่สารละลายกรดซิตริก (ไม่มีสารละลายเคลือบเคลือบคลอไรด์) และตัวอย่างลำไยที่แช่ในสารละลายเคลือบเคลือบคลอไรด์อย่างละ 2 บีกเกอร์ บีกเกอร์หนึ่งมีลำไยเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2.8 ซม. และอีกบีกเกอร์หนึ่งมีลำไยเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2.3 ซม. ในแต่ละช่วงเวลาดังกล่าว

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomised Design (Snedecor and Cochran, 1974)

3.2 ต้มที่ 80°ซ นำลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายกรดซิตริกและที่แช่อยู่ในสารละลายเคลือบเคลือบคลอไรด์ในบีกเกอร์ไปต้มในอ่างน้ำร้อนที่ 80° ซ เป็นเวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที ใช้ตัวอย่างลำไยที่แช่ในสารละลายกรดซิตริกและที่แช่อยู่ในสารละลายเคลือบเคลือบคลอไรด์อย่างละ 2 บีกเกอร์ ในแต่ละช่วงเวลา เช่นเดียวกับข้อ 3.1 หลังจากต้มแล้วนำไปแช่น้ำอุ่นและน้ำเย็น เพื่อให้อุณหภูมิลดลง ถึง 37–40° ซ ทันที แล้วจึงนำไปวัดความแน่นเนื้อ

วางแผนการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.1

4 วัดความแน่นเนื้อ

นำตัวอย่างที่ผ่านการทดลองโดยวิธีคู่อากาศออกและโดยวิธีดัมป์วัดความแน่นเนื้อ (firmness) โดยใช้เครื่องมือ Hunter Spring ของ Metek (U.S.A) อ่านค่าความแน่นเนื้อเป็นกิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร อ่านค่าความแน่นเนื้อจากตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลาของการทดลอง ทั้ง 2 บีกเกอร์ฯ ละ 5 ผล แต่ละผลอ่าน 2 ค่า นำค่าเฉลี่ยของแต่ละผลไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

5 ทดลองปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไยเพิ่มเติม

ตัวอย่างลำไยที่แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ถูกนำไปทดลองเพิ่มเติมโดยแช่ไว้ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ชั่วโมงก่อน แล้วจึงนำไปทดลองต่อไปคือ

5.1 คู่อากาศออกเป็นเวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที

5.2 ดัมป์ 80°ซ เป็นเวลา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 นาที นำไปอ่านค่าความแน่นเนื้อ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomised Design ในข้อ 5.1 และ 5.2 เช่นเดียวกับข้อ 3.1 และ 3.2 ข้างบนนี้

6 เปรียบเทียบค่าร้อยละของความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองข้อ 5.1 และ 5.2 กับเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากตัวอย่างการทดลองตามข้อ 3.1 และ 3.2 เฉพาะตัวอย่างที่แช่แคลเซียมคลอไรด์

7 การทดลองความแน่นเนื้อของลำไยสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกบาง มีขั้นตอนเหมือนกับลำไยสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกหนา ตามข้อ 2, 3, 4, 5 และ 6 ทุกประการ

8 วิธีย้อมสีลำไย ตามวิธีของ เรณู และคณะ, 2532

8.1 การเตรียมสารละลายสีผสมอาหาร

สีเขียว คือ บริลเลียนบลู เอ็ฟซีเอ็ฟ (Heinrich, 1987) ผสมกับ ตาร์ตราซีน ตรากุมารทอง (ผลิตภัณฑ์จากประเทศอังกฤษ) ใส่ได้ไม่เกิน 50 มก. ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม(กระทรวงสาธารณสุข, 2525)

สีแดง คือ ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4 R) ใส่ได้ไม่เกิน 50 มก. ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2525)

สีส้ม คือ มีสีเหลืองเบอร์ 2 ชันเซตเซลโลว์ เอฟซีเอฟ ใส่ได้ไม่เกิน 70 มก. ต่อ อาหาร 1 กิโลกรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2525)

เตรียมสีแต่ละชนิดเข้มข้นร้อยละ 5 โดยชั่งสีแต่ละชนิด 1 กรัมใส่บีกเกอร์ เติมน้ำลงไปละลายสีบีกเกอร์ละ 20 มล.

8.2 การย้อมสี

8.2.1 ชั่งลำไยพันธุ์เขียวเขียวชนิดเปลือกหนา 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 200 มล. เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นอย่างละ 0.7% ลงไปจำนวน 150 มล. เติมน้ำที่ต้องการย้อมลำไยลงไป 4 มล. แช่ไว้ 2 ชม.

8.2.2 นำไปดัมป์ในอ่างน้ำร้อนที่ 80°ซ 15 นาที ต่อไปนำไปแช่น้ำเย็นจน อุณหภูมิลดลงถึง 37°ซ ตักผลลำไยออกจากน้ำสี

9 การแช่อิ่มลำไย

นำลำไยที่ย้อมสีแล้วนำไปแช่น้ำเชื่อม วัดของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solid)ในน้ำเชื่อมโดยใช้ Hand Refractometer ยี่ห้อ Atago

9.1 ชั่งลำไยที่ย้อมสีแล้ว 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 200 มล. เติมน้ำเชื่อมเข้มข้นร้อยละ 40 จำนวน 150 มล. ซึ่งมีกรดซิตริกและแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นอย่างละร้อยละ 0.7 และสารละลายโซเดียมเบนโซเอทเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 10 มล. แช่น้ำเชื่อมนี้เป็นเวลา 2 วัน

9.2 กรองเอาผลลำไยออก แล้วนำน้ำเชื่อมไปต้มและเติมน้ำตาลทรายลงไปอีก เพื่อปรับให้น้ำเชื่อมมีความเข้มข้นร้อยละ 40 เช่นเดิม แช่น้ำให้น้ำเชื่อมเย็น แล้วจึงแช่ผลลำไยลงไปอีก

9.3 ค่อยๆ ปรับความหวานของน้ำเชื่อมให้สูงขึ้นเรื่อยๆ จนความเข้มข้นของน้ำเชื่อมครั้งสุดท้ายคงที่ร้อยละ 70 ใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์

9.4 ได้ลำไยระดับอาหาร สำหรับลำไยระดับอาหารที่ไม่ยอมสีก็ดำเนินการเตรียมตามข้อ 8 และ 9 ทุกประการ เพียงแต่ไม่ได้เติมสีลงไปเท่านั้น (Figure 1, 2)

10 การทดสอบความพอใจของสีลำไยทางประสาทสัมผัส

นำลำไยระดับอาหารที่เตรียมไว้ตามข้อ 9.4 ไปทดสอบความพอใจของสีทางประสาทสัมผัส โดยการดูด้วยสายตา เปรียบเทียบกับเชอร์รี่เขียว เชอร์รี่แดง มะเขือเขียว และมะเขือแดง ซึ่งซื้อจากร้านค้า โดยจัดผลไม้ที่ต้องการให้คะแนน 9 ชนิด ชนิดละแถว ใส่จานเดียวกัน แถวที่ (1) เชอร์รี่เขียว (2) ลำไยพันธุ์อู๋ค้อไม่ยอมสี (3) ลำไยพันธุ์แป้วเขียวยอมสีส้ม (4) ลำไยพันธุ์แป้ว

เขียวยอมสีเขียว (5) มะเขือยอมสีแดง (6) มะเขือยอมสีเขียว (7) ลำไยแป้วเขียวยอมสีแดง (8) ลำไยแป้วเขียวไม่ยอมสี (9) เชอร์รี่แดง มีผู้ให้คะแนน 25 คน

7 = ชอบมาก, 6 = ชอบ,
5 = ค่อนข้างชอบ, 4 = ไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ชอบ,
3 = ค่อนข้างไม่ชอบ, 2 = ไม่ชอบ,
1 = ไม่ชอบมาก

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomised Design (Snedecor and Cochran, 1974)

11 วัดความแน่นเนื้อของลำไยที่แช่อิ่มแล้ว เปรียบเทียบกับเชอร์รี่เขียว เชอร์รี่แดง มะเขือเขียว และมะเขือแดง

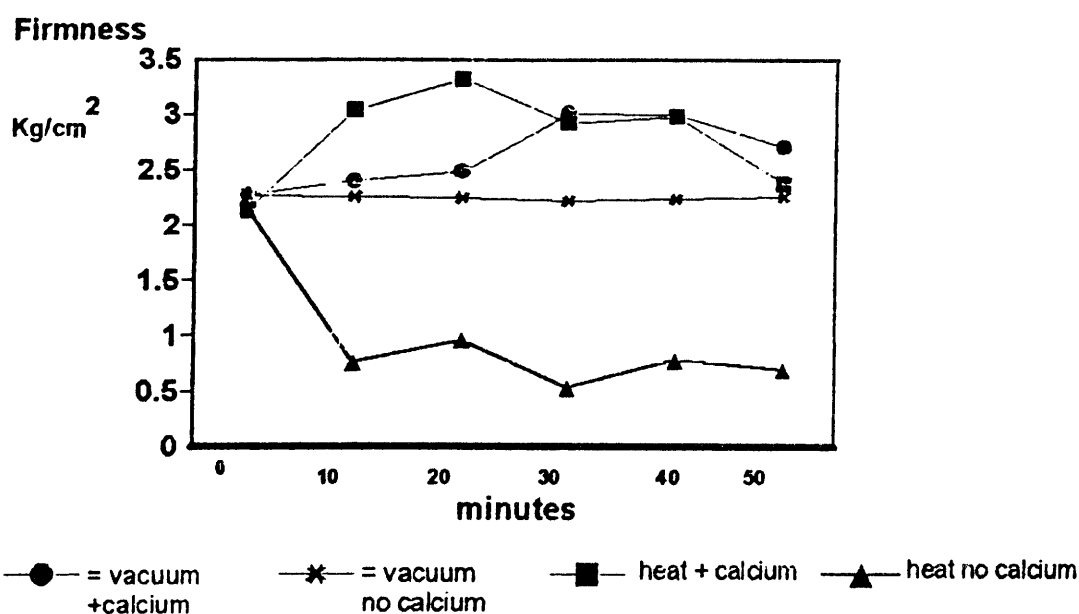


Figure 1 Firmness of longan, cv. Edoor (thick peel), treated : (1) under vacuum (20-25 mm Hg) with calcium chloride (---●---) and without calcium chloride (---×---) and (2) heated at 80°C with calcium chloride (---■---) and without calcium chloride (---▲---) for 0, 10, 20, 30, 40, and 50 minutes.

Table 1 Significance of F from analysis of variance for firmness of longan cv. Edoor (thick peel) treated for 6 periods of time at 0, 10, 20, 30, 40, and 50 minutes by each 4 methods.

Source of Variation	DF	Sig. of F
periods of time		
treated by methods :		
(1) vacuum with calcium chloride	5	0.000***
(2) vacuum without calcium chloride	5	0.920
(3) heated with calcium chloride	5	0.005***
(4) heated without calcium chloride	5	0.000***

Note Error DF of each method = 54

ผลและวิจารณ์

1 ผลการทดลองปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไยสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกหนา

โดยวิธีดูดอากาศออกและโดยวิธีต้มด้วยลำไยที่แช่อยู่ในแคลเซียมคลอไรด์ และแช่อยู่ในกรดซิตริก (ไม่มีแคลเซียมคลอไรด์) ดังแสดงใน Figure 1 และ Table 1

จาก Table 1 แสดงว่าช่วงเวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที ที่ใช้ในการ ทดลอง เพื่อปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไยโดยวิธีที่ (1) ดูดอากาศออกจากลำไย ในขณะที่แช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์, วิธีที่ (3) ต้มลำไยที่ 80°C ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และวิธีที่ (4) ต้มลำไยที่ 80°C ในสารละลายกรดซิตริก ซึ่งไม่มีสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนช่วงเวลาที่ใช้ทดลองปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไยโดยวิธีที่ (2) ดูดอากาศออกจากลำไยที่แช่ในสารละลายกรดซิตริก ซึ่งไม่มีสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ไม่มีความแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญ

จาก Figure 1 เมื่อต้มลำไยพันธุ์อีดอชนิดเปลือกหนาที่ 80°C ในสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 10 และ 20 นาที ทำให้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น 3-3.2 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร และการดูดอากาศออกจากลำไยในขณะที่แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เป็นเวลา 30 และ 40 นาที ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มเป็นประมาณ 3 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นความแน่นเนื้อสูงสุดจากการทดลองทั้ง 2 วิธีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับทดลองในระยะเวลาอื่น การทดลองดูดอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายกรดซิตริก หรือไม่มีสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ไม่ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเลย ส่วนการทดลองต้มลำไยในสารละลายกรดซิตริกหรือไม่มีสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อลดลง ผลการทดลองนี้แสดงว่าลำไยสามารถดูดตรงอุณหภูมิแคลเซียมไว้ได้ เมื่อได้รับความร้อนและถูกไล่อากาศออกโดยเครื่องปั๊มดูดอากาศที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ความแน่นเนื้อจึงเพิ่มขึ้น แต่จะไม่นับเป็นดังนั้นในตัวอย่างที่

ไม่เค็มแคลเซียมคลอไรด์ และจะลดลงเมื่อได้รับความร้อนนานเกินไปเพราะผนังเซลล์ถูกทำลายทำให้เซลล์สูญเสียความคงตัว เนื้อเยื่อจึงอ่อนนุ่มลง (วรรณิ, 2521)

2 การทดลองความแน่นเนื้อของลำไยสายพันธุ์อีคชนิคเปลือกหนา เมื่อแช่ไว้ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปดูอากาศออกที่ความดัน 20-25 มม. ของปรอท เป็นเวลา 2, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที และนำไปต้มที่ 80°C เป็นเวลา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 นาที

ผลความแน่นเนื้อจากทั้ง 2 วิธี ดังแสดงใน Table 2 ส่วน Table 3 แสดงค่า Significance of F ของช่วงเวลาทั้ง 7 ระดับ ของการทดลองทั้ง 2 วิธี ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จาก Table 2 จะเห็นว่าการแช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ชม. โดยไม่นำไปดูอากาศออก หรือนำไปต้มก็ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อสูงขึ้นจากเดิม 2.54 ก.ก./ซ.ม.² เป็น 3.66 ก.ก./ซ.ม.² เมื่อนำไปดูอากาศออกตั้งแต่ 30 นาทีขึ้นไปจนถึง 50 นาที จึงเริ่มมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น

Table 2 Firmness (Kg/cm²) of longan, cv. Edoor (thick peel), treated for 7 periods of time under vacuum and heated at 80°C.

0 minute (original sample, non-treated by vacuum or heat)	soaked in Ca Cl ₂ for 2 hr. before treated by vacuum or heat	firmness after soaked in CaCl ₂ for 2 hr. followed by treated under vacuum for					
		10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	
2.54(Kg/ cm ²)	3.66	3.46	3.43	3.93	3.77	3.78	
2.54 (Kg/ cm ²)	3.66	firmness after soaked in CaCl ₂ for 2 hr. followed by heated at 80° C for					
		5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	
2.54 (Kg/ cm ²)	3.66	3.72	3.19	4.04	3.87	3.84	

Note min = minutes

Table 3 Significance of F from analysis of variance for firmness of longan, cv. Edoor (thick peel) treated for 7 periods of time under vacuum and heated at 80°C according to Table 2.

Sources of variation	DF	Sig. of F
periods of time treated by :		
(1) under vacuum with CaCl ₂	6	0.002***
(2) heated at 80oC with CaCl ₂	6	0.000***

Note Error DF of each method = 63

อีกเล็กน้อยคือ 3.93-3.78 ก.ก./ช.ม.² และเมื่อใช้วิธีนำไปต้มที่ 80°ซ ก็จะมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย เมื่อใช้เวลาดำ 15-20 นาที คือ 4.04-3.87 ก.ก./ช.ม.²

3 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากตัวอย่างลำไยที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 4 วิธี

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น ซึ่งได้จากผลการทดลอง 2 วิธีหลังคือ (1) แช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 2 ชั่วโมงก่อน แล้วนำไปดูอากาศออก 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที และ (2) แช่ลำไยในสารละลาย

แคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 2 ชั่วโมงก่อน แล้วนำไปต้มที่ 0, 5, 10, 20 และ 25 นาที (Table 2) เปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองในข้อ 1 ซึ่งไม่ได้แช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ก่อนนำไปดูอากาศและ ต้มที่ 80°ซ คือ (1) ดูอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็น เวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที และ (3) ต้มลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 ที่ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที ผลการเปรียบเทียบแสดงใน Figure 2

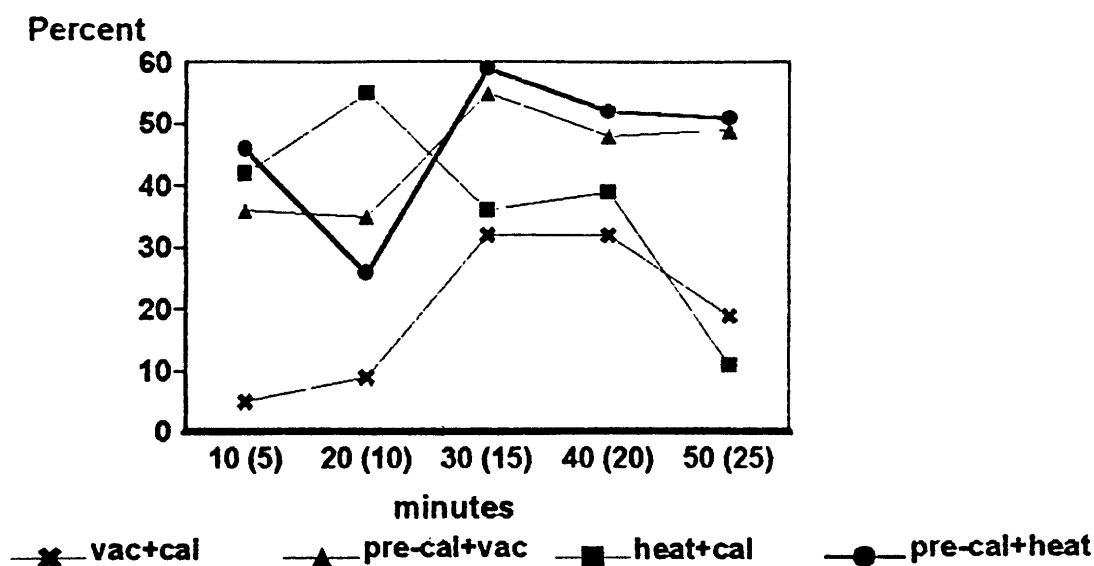


Figure 2 Percent increase of firmness of longan, cv. Edoor (thick peel).

Note

- 1)---x--- = treated under vacuum 20-25 mmHg with 0.7% CaCl_2 for 0, 10, 20, 30, 40 and 50 minutes without pre-soaked in this solution before evacuated.
- 2)---▲--- = pre-soaked in 0.7% CaCl_2 for 2 hr before evacuated for 0, 10, 20, 30, 40 and 50 minutes.
- 3)---■--- = heated at 80°C with 0.7% CaCl_2 for 0, 10, 20, 30, 40 and 50 minutes without pre-soaked in this solution before heating.
- 4)---●--- = preoaked in 0.7% CaCl_2 solution for 2 hr. before heated in 0.7% CaCl_2 solution for 0, 5, 10, 15, 20 and 25 minutes.

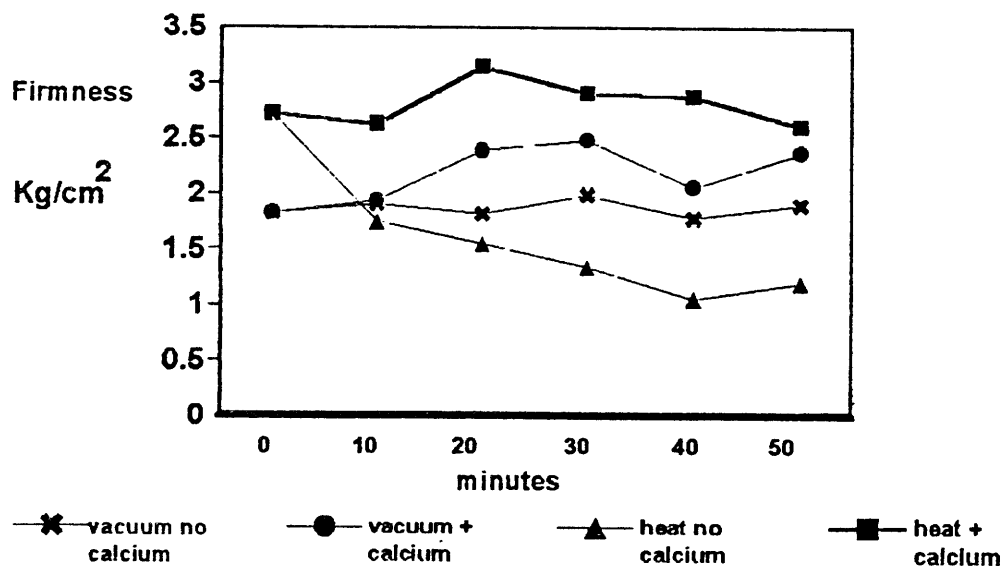


Figure 3 Firmness (Kg/cm²) of longan, cv. Edoor (thin peel), treated : (1) under vacuum (20-25 mm Hg) with calcium chloride (---●---) and without calcium chloride (---X---) and (2) heated at 80°C with calcium chloride (---▲---) and without calcium chloride (---■---) for 0, 10, 20, 30, 40, and 50 minutes.

Table 4 Significance of F from analysis of variance for firmness of longan cv. Edoor thin peel variety treated for 6 periods of time at 0, 10, 20, 30, 40, and 50 minutes by each 4 methods.

Source of Variation	DF	Sig. of F
periods of time treated by methods :		
(1) vacuum with 0.7% calcium chloride	5	0.041*
(2) vacuum without calcium chloride	5	0.889
(3) heated at 80°C with calcium chloride	5	0.369
(4) heated at 80°C without calcium chloride	5	0.000***

Note Error DF of each method = 54

จาก Figure 2 เปรอ์เซนต์ความแน่นเนื้อของลำไยพันธุ์อีดอชนิดเปลือกหนา สามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 50-60 โดยวิธีดังนี้คือ (1) ดมัลไยที่ 80°ซ ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 20 นาที โดยไม่ต้องแช่ในสารละลายนี้ก่อนดม จะทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 55 (---■---), (2) ดมัลไยที่ 80°ซ ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 15 นาที โดยแช่ลำไยในสารละลายนี้ก่อนดม 2 ชั่วโมง ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 59 (---●---), (3) ดูดอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 30 นาที โดยแช่ลำไยในสารละลายนี้ก่อนดูดอากาศออก 2 ชั่วโมง ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 55 (---▲---) ส่วนวิธีที่ (4) ดูดอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 โดยไม่แช่ในสารละลายนี้ก่อน จะทำให้การเพิ่มความแน่นเนื้อของลำไยเกิดขึ้นน้อยที่สุดคือร้อยละ 5-32 (---X---)

4 ผลการทดลองปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไยสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกบาง

โดยวิธีดูดอากาศออกและโดยวิธีดมตัวอย่างลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และแช่อยู่ในสารละลายกรดซิตริก (ไม่มีแคลเซียมคลอไรด์) ดังแสดงใน Figure 3 และ Table 4

จาก Table 4 แสดงว่าช่วงเวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที ที่ใช้ในการทดลอง เพื่อปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไยโดยวิธีที่ (1) ดูดอากาศออกจากลำไย ในขณะที่แช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ วิธีที่ (4) ดมัลไยที่ 80°ซ ในสารละลายกรดซิตริก ซึ่งไม่มีแคลเซียมคลอไรด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนช่วงเวลาที่ใช้ทดลองปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไยโดยวิธีที่ (2) ดูดอากาศออกจากลำไยที่แช่ในสารละลายกรดซิตริก ซึ่งไม่มีแคลเซียมคลอไรด์ และช่วงเวลาที่ใช้ทดลองตามวิธีที่ (3) ดมัลไยที่ 80°ซ ในสารละลายแคลเซียม

คลอไรด์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จาก Figure 3 เมื่อดมัลไยพันธุ์อีดอชนิดเปลือกบางที่ 80°ซ ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 20, 30 และ 40 นาที ทำให้มีความแน่นเนื้อ เพิ่มขึ้นเป็น 3.15-2.88 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นความแน่นเนื้อสูงสุดจากการทดลองนี้ และการดูดอากาศออกจากลำไยในขณะแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เป็นเวลา 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มเป็น 1.94, 2.39, 2.48, 2.06, และ 2.37 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ การทดลองดูดอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายกรดซิตริกหรือไม่มีสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ไม่ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเลย ส่วนการทดลองดมัลไยในสารละลายกรดซิตริกหรือไม่มีสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อลดลง

5 การทดลองความแน่นเนื้อของลำไยสายพันธุ์อีดอชนิดเปลือกบาง เมื่อแช่ไว้ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปดูดอากาศออกที่ความดัน 20-25 มม. ของปรอท เป็นเวลา 2, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที และนำไปดมที่ 80°ซ เป็นเวลา 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 นาที

ผลความแน่นเนื้อจากทั้ง 2 วิธี ดังแสดงใน Table 5 ส่วน Table 6 แสดงค่า Significance of F ของช่วงเวลาทั้ง 7 ระดับ ของการทดลองทั้ง 2 วิธี ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งโดยวิธีดูดอากาศออก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อนำไปดมที่ 80°ซ จาก Table 5 จะเห็นว่าการแช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ชม. โดยไม่นำไปดูดอากาศออก หรือนำไปดมก็ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อสูงขึ้นจากเดิม 3.24 ก.ก./ซ.ม.² เป็น 4.17 ก.ก./ซ.ม.² เมื่อนำไปดูดอากาศออกเป็นเวลา 40 นาที ก็ยังมีความแน่นเนื้อเพียง 4.19 ก.ก./ซ.ม.² ใกล้เคียงกับเมื่อแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ชม. โดยไม่นำไปดูดอากาศออก ส่วนการดูดอากาศออกเป็นเวลา 10, 20, 30, และ

Table 5 Firmness (Kg/cm²) of longan, cv. Edoor (thin peel) treated for 7 periods of time under vacuum and heated at 80°C

0 minute (original sample, non-treated by vacuum or heat)	soaked in CaCl ₂ for 2 hr. before treated by vacuum or heat	firmness after soaked in CaCl ₂ for 2 hr. followed by treated under vacuum for					
		10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	
3.24 (Kg/cm ²)	4.17	4.12	3.94	4.06	4.19	3.82	
		firmness after soaked in CaCl ₂ for 2 hr. followed by heated at 80°C for					
		5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	
3.24 (Kg/cm ²)	4.17	4.09	4.1	4.67	4.07	4.06	

Note min = minutes

Table 6 Significance of F from analysis of variance for firmness of longan, cv. Edoor, (thin peel) treated for 7 periods of time under vacuum and heated at 80°C (according to Table 5).

Sources of variation	DF	Sig. of F
periods of time treated by :		
(1) under vacuum with CaCl ₂	6	0.008***
(2) heated at 80°C with CaCl ₂	6	0.03*

Note Error DF of each method = 63

50 นาที ทำให้ความแน่นเนื้อลดลงเป็น 3.82-4.12 ก.ก./ซ.ม.² และเมื่อนำไปต้มที่ 80°C ก็จะมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย เมื่อใช้เวลาดำ 15 นาที คือ 4.67 ก.ก./ซ.ม.²

6 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากตัวอย่างลำไยอีกชนิดเปลือกบาง ที่แช่ในแคลเซียมคลอไรด์ 4 วิธี

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น ซึ่งได้จากผลการทดลอง 2 วิธีหลังตามข้อ 5 คือ (1) แช่ลำไยในแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 2 ชั่วโมงก่อน แล้วนำไปคั่วอากาศออก 0, 10, 20,

30, 40 และ 50 นาที และ (2) แช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 2 ชั่วโมงก่อน แล้วนำไปต้มที่ 0, 5, 10, 20 และ 25 นาที (Table 5) เปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นจากผลการทดลองในข้อ 4 ซึ่งไม่ได้แช่ลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนนำไปคั่วอากาศและต้มที่ 80°C คือ (1) คั่วอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็น เวลา 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที และ (3) ต้มลำไยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 0.7 ที่ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที ผลการเปรียบเทียบแสดงใน Figure 4

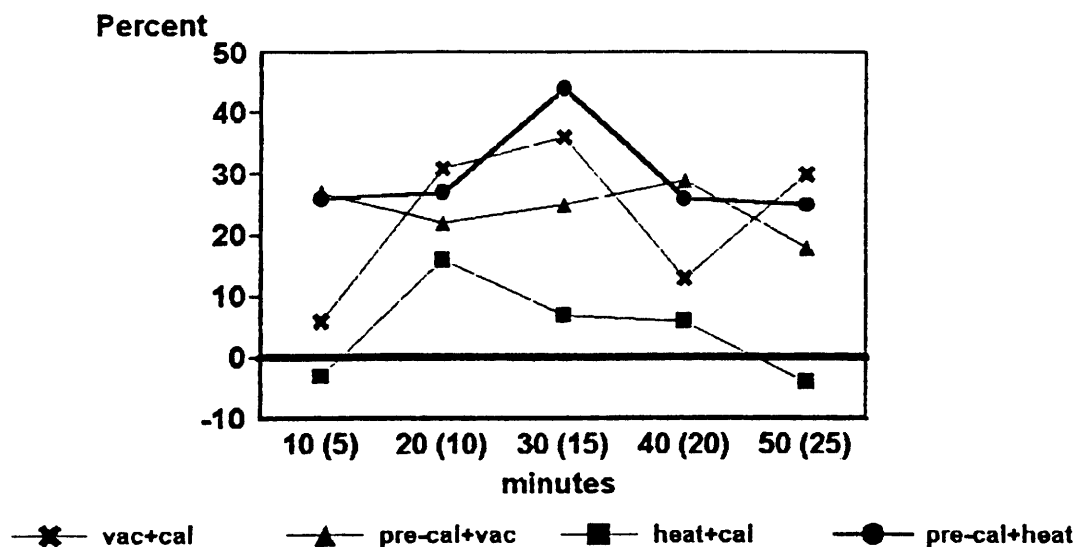


Figure 4 Percent increase of firmness of longan, cv. Edoor (thin peel).

Note

- 1)---X--- = treated under vacuum 20-25 mm Hg with 0.7% CaCl_2 for 0, 10, 20, 30, 40 and 50 minutes without pre-soaked in this solution before evacuated.
- 2)---▲--- = pre-soaked in 0.7% CaCl_2 for 2 hr before evacuated for 0, 10, 20, 30, 40 and 50 minutes.
- 3)---■--- = heated at 80°C with 0.7% CaCl_2 for 0, 10, 20, 30, 40 and 50 minutes without pre-soaked in this solution before heating.
- 4)---●--- = pre-soaked in 0.7% CaCl_2 solution for 2 hr. before heated in 0.7% CaCl_2 solution for 0, 5, 10, 15, 20 and 25 minutes.

Figure 4 เปอร์เซ็นต์ความแน่นเนื้อของลำไยพันธุ์อีดอร์ชนิดเปลือกบาง สามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 16-44 โดยวิธีดังนี้คือ (1) ต้มลำไยที่ 80°C ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 20 นาที โดยไม่ต้องแช่ในสารละลายนี้ก่อนต้ม จะทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นสูงกว่าช่วงเวลาอื่นคือร้อยละ 16 (---■---), (2) ต้มลำไยที่ 80°C ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 15 นาที

โดยแช่ลำไยในสารละลายนี้ก่อนต้ม 2 ชั่วโมง ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นสูงกว่าช่วงเวลาอื่นคือร้อยละ 44 (---●---), (3) คัดอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 40 นาที โดยแช่ลำไยในสารละลายนี้ก่อนคัดอากาศออก 2 ชั่วโมง ทำให้ลำไยมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 29 (---▲---) ส่วนวิธีที่ (4) คัดอากาศออกจากลำไยที่แช่อยู่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น

Table 7 Average hedonic scores of colour of food decorating fruit by sensory evaluation.

food decorating fruit	average hedonic scores
green cherries	5.76
red cherries	5.52
green egg-plants	5.36
orange longans (Beawkheaw)	5.2
red longans (Beawkheaw)	4.84
undyed longans (Beawkheaw)	4.6
red egg-plants	4.6
undyed longans (Edoor)	4.52
green longans (Beawkheaw)	4.04

Note: 4 = indifferent, 5 = slightly like, 6 = like

Table 8 Significance of F of colour of food decorating fruit such as longans, cherries and egg-plants according to Table 4 above.

Source of Variation	DF	Sig. of F
food decorating fruit	8	0.00***

Note Error DF = 216

ขึ้นร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 30 นาที โดยไม่แช่ในสารละลายนี้ก่อน จะทำให้ความแน่นเนื้อของลำใยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 36 (---X---) ซึ่งสูงกว่าช่วงเวลาอื่นในการทดลองนี้

7 การทดสอบสีของลำใย (Figure 5, 6) ทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับ เชอร์รี่เขียว เชอร์รี่แดง มะเขือสีเขียว และมะเขือสีแดง ดังแสดงใน Table 7, 8

จาก Table 7, 8 แสดงว่า ผู้ตัดสินทั้ง 25 คน มีความรู้สึกต่อสีของผลไม้ที่ได้ทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผู้ตัดสินส่วนใหญ่ชอบ (like) สีของเชอร์รี่เขียว และเชอร์รี่สีแดง ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 5.76 และ 5.52 ตามลำดับ ส่วนสีของมะเขือเขียว ลำใยพันธุ์เขียวเขียวสีส้ม ลำใยพันธุ์เขียวเขียวสีแดง ลำใยพันธุ์เขียวเขียวไม่ย้อมสี มะเขือแดง และลำใยพันธุ์อ็อคไม่ย้อมสี ผู้

ชิมส่วนใหญ่ให้คะแนนเฉลี่ย 5.36, 5.2, 4.84, 4.6, 4.6 และ 4.52 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างชอบ (slightly like) สำหรับลำใยพันธุ์เขียวเขียวที่ย้อมสีเขียว ผู้ตัดสินส่วนใหญ่ให้คะแนนเฉลี่ย 4.04 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ไม่แน่ใจว่าชอบหรือไม่ชอบ (indifferent)

การทดลองนี้ไม่ได้ทดลองย้อมสีลำใยพันธุ์อ็อคชนิดเปลือกหนา และเปลือกบางเนื่องจากวัตถุดิบหมดอายุเสียก่อน

8 ความแน่นเนื้อและความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำใยระดับอาหารเปรียบเทียบกับ เชอร์รี่เขียว เชอร์รี่แดง มะเขือสีเขียว และมะเขือสีแดง แสดงใน Table 9

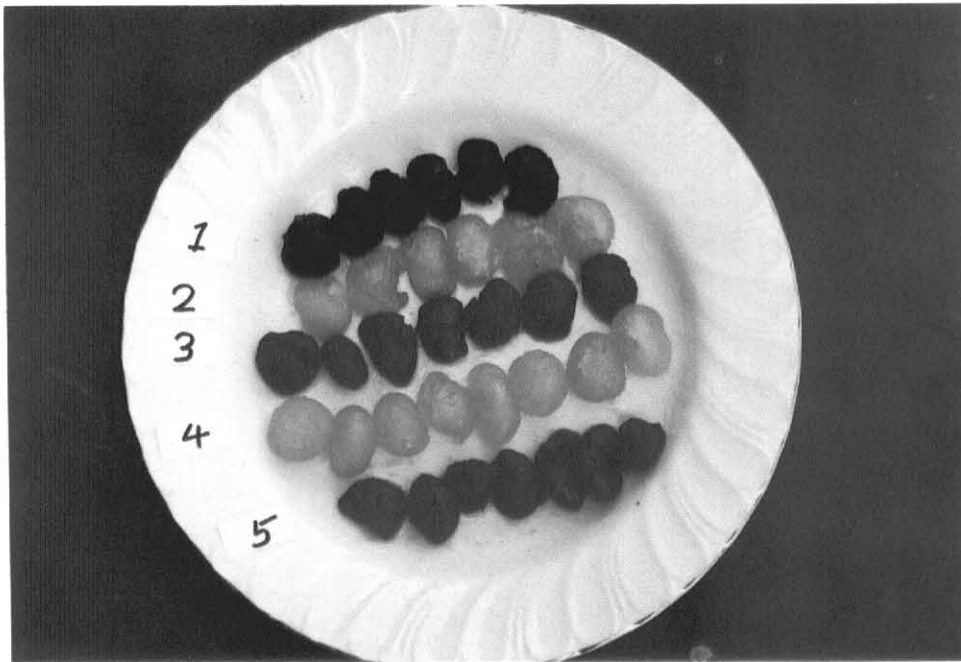


Figure 5 Food decorating longans with 70% soluble solid : row (1) green Beawkheaw, (2) undyed Beawkheaw, (3) red Beakheaw, (4) undyed Edoor, (thick peel) and (5) orange Beawkheaw.

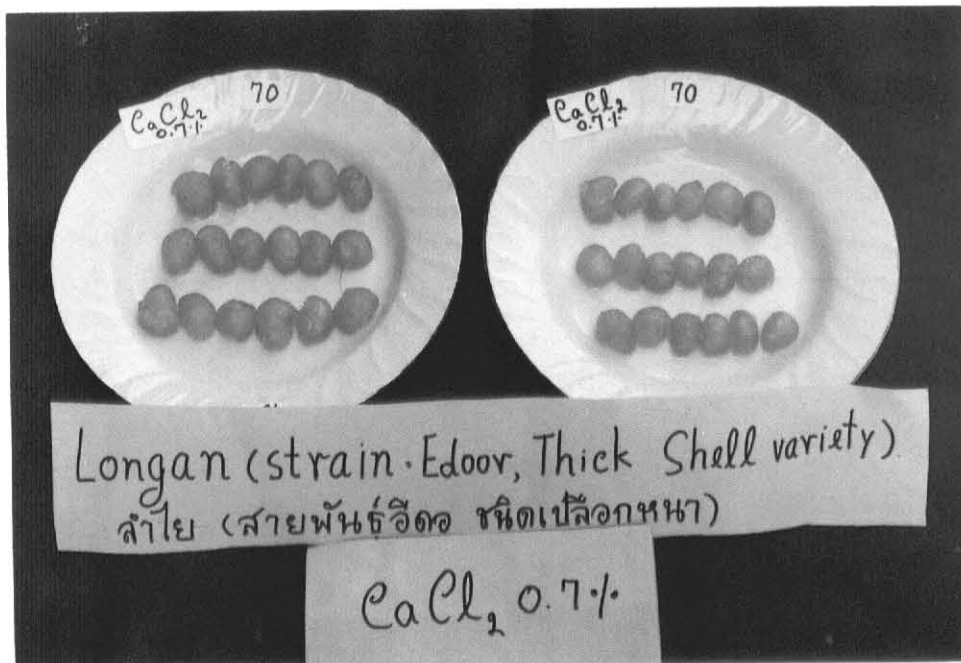


Figure 6 Undyed Edoor, (thick peel) with 70% soluble solids.

Table 9 Firmness and soluble solid content in food decorating fruit.

Food decorating fruit	Firmness (Kg/cm ²)	Soluble solid (%)
greencherries	2.66–5.32	75
redcherries	2.3–6.03	75
greenegg-plants	4.96–14.18	70
orangelongans(Beawkheaw)	0.89–2.13	70
redlongans(Beawkheaw)	0.78–1.84	70
undyedlongans(Beawkheaw)	1.06–1.88	70
redegg-plants	8.51–13.83	70
undyedlongans(Edoor)	2.41–4.04	70
greenlongans(Beawkheaw)	1.35–1.77	70

จาก Table 9 เชอร์รี่เขียว เชอร์รี่แดง มะเขือ
ย้อมสีเขียว ลำไยพันธุ์เขียวเขียว (ย้อมสีส้ม) ลำไยพันธุ์
เขียวเขียว (ย้อมสีแดง) ลำไยพันธุ์เขียวเขียว (ไม่ย้อมสี)
มะเขือย้อมสีแดง ลำไยพันธุ์อีคอดชนิดเปลือกหนา (ไม่ย้อมสี)
และลำไยพันธุ์เขียวเขียว (ย้อมสีเขียว) มีความแน่นเนื้อ
และปริมาณน้ำตาลอยู่ในช่วง 2.66–5.32 ก.ก./ชม.²,
ร้อยละ 75; 2.3–6.03 ก.ก./ชม.², ร้อยละ 75; 4.96–
14.18 ก.ก./ชม.², ร้อยละ 70; 0.89–2.13 ก.ก./ชม.²,
ร้อยละ 70; 0.78–1.84 ก.ก./ชม.², ร้อยละ 70;
1.06–1.88 ก.ก./ชม.², ร้อยละ 70; 8.51–13.83ก.ก./
ชม.², ร้อยละ 70; 2.41–4.04 ก.ก./ชม.²,ร้อยละ 70
และ 1.35–1.77 ก.ก./ชม.², ร้อยละ 70

ตามลำดับ จะเห็นว่าลำไยพันธุ์อีคอดชนิดเปลือกหนา
มีความแน่นเนื้ออยู่ในช่วงเดียวกับเชอร์รี่เขียว และเชอร์รี่แดง
และลำไยสายพันธุ์นี้จะมีมีความแน่นเนื้อน้อยกว่าเชอร์รี่เขียวและ
เชอร์รี่แดงเล็กน้อย ส่วนลำไยพันธุ์เขียวเขียวทั้งย้อมสี
และไม่ย้อมสีมีความแน่นเนื้อน้อยกว่าเชอร์รี่เขียวและเชอร์รี่แดง
มากเกินไป สำหรับมะเขือสีเขียวและสีแดงมีความแน่น
เนื้อสูงกว่าเชอร์รี่เขียวและเชอร์รี่แดงมาก เมื่อใช้ประกอบ
อาหาร หรือระดับอาหารจะมีความแข็งมาก ไม่อ่อนนุ่มเหมือน
เชอร์รี่เขียวและเชอร์รี่แดง

สรุป

1. สามารถปรับปรุงความแน่นเนื้อของลำไย
สายพันธุ์อีคอดชนิดเปลือกหนาและเปลือกบาง โดยแช่ใน
สารละลาย แคลเซียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.7 เป็น
เวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปต้มที่ 80°C 15 นาที ทำให้
เย็นทันที

2. เมื่อนำลำไยที่ย้อมสีและแช่แล้วไปทอด
สอบความพอใจของสีทางประสาทสัมผัสและวัดความแน่น
เนื้อเปรียบเทียบกับเชอร์รี่เขียว เชอร์รี่แดง มะเขือสีเขียว
และมะเขือสีแดง ปรากฏว่าผู้ตัดสินให้ความพอใจของสี
น้อยกว่าเชอร์รี่เขียว เชอร์รี่แดง และมะเขือเขียวจึงควรย้อม
สีของลำไยให้จางลงกว่าเดิม เพราะผู้ตัดสินบางคนวิจารณ์
ว่าสีเข้มเกินไป ส่วนความแน่นเนื้อก็ยังน้อยกว่าเชอร์รี่เขียว
เชอร์รี่แดง มะเขือสีเขียว และมะเขือสีแดง

3. ลำไยสายพันธุ์อีคอดชนิดเปลือกหนามี
ความเหมาะสมสำหรับใช้ทำลำไยระดับอาหาร ได้ดีกว่า
ลำไยพันธุ์เขียวเขียวเพราะเมื่อแช่แล้วมีความแน่นเนื้อ
สูงกว่า

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการหลวงที่ให้ความสนับสนุนในการทำงานวิจัยนี้ ดร. จันทน์ อุทัยบุตร และ ดร. จินดา ศรีวิชัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการวัดความแน่นเนื้อของผลลำไย คุณชาลินี ประจำดี สำหรับการถ่ายภาพ

เอกสารอ้างอิง

เรณู ปิ่นทอง, วิฑูรย์ ด้านภักดี และเมธิณี เหวซึ่งเจริญ 2532 ลำไยแฟนซีบรรจุขวดใน "กำหนดการและบทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15" มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หน้า 762-763.
กระทรวงสาธารณสุข 2525 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 66 (2525) เรื่องแก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 55 (2524) กรุงเทพฯ

วรรณิ์ จั่วเจริญศิริ 2521 เทคนิคการย้อมสีในผลไม้ (สัมมนา) ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 31 หน้า.

Snedecor, G.W. and W.G. Cochran, 1974 "Statistical Methods 6th. ed." The Iowa State University Press. Iowa, U.S.A. 593 pp.

Heinrich, Z. 1987 Color Chemistry, Synthesis, Properties and Applications of Organic Dyes and Pigments. VCH., New York 325-327 pp.