

การแปรรูปลำไยในน้ำเชื่อมด้วยกระบวนการ ความดันสูงยิ่งและการพาสเจอร์ไรซ์

Processing of Longan in Syrup by Ultra-high Pressure and Pasteurization

รัตนา ไชยมูล^{1/} อรุณี อภิชาติสรารุงกูร^{2/} และ สติระ หิรัญ^{2/}
Rattana Chamoon^{1/}, Arunee Apichatsrungkoon^{2/} and Sathira Hiran^{2/}

Abstract: Qualities of longan in syrup following ultra-high pressure (400 and 500 MPa, 30 and 40 ° C for 40 min) as well as pasteurization at 93 ° C 10 min were studied. In comparison of qualities of the pressurized and the pasteurized products data showed that the hardness, residue of vitamin C and sensory evaluation of the pressurized product were significantly better ($P \leq 0.05$) in every aspect. For microbial quality, it was found that total plate count, yeast and mould of the pressurized product were similar to those of the pasteurized samples.

Keywords: Longan in syrup, ultra-high pressure, pasteurization, hardness, vitamin C

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ศึกษาคุณภาพของลำไยในน้ำเชื่อมที่แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง (400 และ 500 MPa ร่วมกับอุณหภูมิ 30 และ 40 °C เวลา 40 นาที) และการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 93 °C เวลา 10 นาที ในการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความดันสูงยิ่งและการพาสเจอร์ไรซ์ พบว่าลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันมีค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณวิตามินซีที่เหลือ ตลอดจนคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่าลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์จากความดันสูงยิ่งพบปริมาณเชื้อ จุลินทรีย์ ยีสต์ และราใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

คำสำคัญ: ลำไยในน้ำเชื่อม ความดันสูงยิ่ง การพาสเจอร์ไรซ์ ความแน่นเนื้อ วิตามินซี

^{1/}กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย) ถนนติวานนท์ อ.เมือง จ. นนทบุรี 11000

^{2/}ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50100

^{1/}Food Control Division The Food and Drug Administration (FDA) Thanon Tiwanond, Muang Nonthaburi 11000, Thailand

^{2/}Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50100, Thailand

บทนำ

การแปรรูปลำไยด้วยความร้อนที่นิยมใช้ได้แก่ การพาสเจอร์ไรส์ แต่กระบวนการนี้ อาจทำให้ลำไยมีสีเข้มขึ้นซึ่งเกิดจากกระบวนการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเนื้อลำไยสีนี้จะเข้มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา ดังเช่น การเปลี่ยนแปลงสีของลิ้นจี่กระป๋อง (ประไพ, 2547) นอกจากนี้ยังทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และ คุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้นการแปรรูปโดยไม่ใช้ความร้อน (heatless processing) เช่น กระบวนการใช้ความดันสูงยิ่งจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่ลดการสูญเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ระดับหนึ่งแต่ไม่ได้ทำลายคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารตลอดจนโภชนาการที่มีประโยชน์ทำให้อาหารมีลักษณะใกล้เคียงกับของสด ถึงแม้ว่าการใช้กระบวนการความดันสูงยิ่งในการแปรรูปอาหารจะต้องใช้งบประมาณลงทุนค่อนข้างสูง แต่พบว่าให้ผลตอบแทนสูงในระยะยาว เนื่องจากเทคโนโลยีนี้เป็นเทคโนโลยีที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพราะทำในระบบปิดไม่มีการระบายของเสียออกจากระบบ (Ledward *et al.*, 1995)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยในน้ำเชื่อมที่แปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิโดยเปรียบเทียบกับพาสเจอร์ไรส์

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ลำไยสดพันธุ์ตอได้มาจากตลาดดอยตุง อ.เมือง จ.ลำพูน กรดซิตริกและแคลเซียมคลอไรด์ชนิด food grade

สารเคมี

กรดทาร์ทาริก (Ajax, Australia) กรดออกซาลิก (Carlo Erba) กรดแอสคอร์บิก (Asia Pacific Specialty Chemicals, Australia) 2,6-ไดคลอโรอินโดฟีนอล (Asia

Pacific Specialty Chemicals, Australia) เอทานอล (Chemical & Lab Supplies, Thailand) Peptone water (Merck, Germany) Plate count agar (Merck, Germany) และ Potato dextrose agar (Merck, Germany)

วิธีการผลิตลำไยในน้ำเชื่อม

ลำไยชุดควบคุม (control) เตรียมโดย ล้างลำไยสด พันธุ์ตอ คว้านเมล็ด และเปลือกเปลือก แช่ในสารละลายผสมระหว่าง 1 % CaCl_2 และ 0.1 % citric acid (สุนทรี, 2550) เป็นเวลา 15 นาที ล้างน้ำ จากนั้นนำมาบรรจุในถุง retort pouch เติมน้ำเชื่อม 23 °Brix ปรับ pH ด้วย citric acid จนได้ cut out pH ต่ำกว่า 4.5 (ประไพ, 2547) จากนั้นลำไยที่ได้นำมาแปรรูปด้วย โดยใช้ระดับความดัน 400 และ 500 MPa อุณหภูมิ 30 และ 40 °C ระยะเวลา คงความดัน 40 นาที (สุทธิศักดิ์, 2550) ส่วนการพาสเจอร์ไรส์ จะกระทำที่อุณหภูมิ 93 °C เป็นเวลา 10 นาที (สถาบันอาหาร, 2549)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

วัดสีเนื้อลำไย โดยใช้เครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300 Series วัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture Analyser ใช้หัววัดชนิดเจาะ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วัดปริมาณค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดด้วย Hand Refractometer ปริมาณวิตามินซี ตามวิธีของ AOAC (2000)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อยีสต์ และรา ในเนื้อลำไยทันทีหลังผ่านการพาสเจอร์ไรส์ หรือ ความดันสูงยิ่งตามวิธีของ AOAC (1998)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยวางแผนการทดสอบแบบ Random Complete Block Design (RCBD) ผู้ชิมจำนวน 50 คน

การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ CRD ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการทดลองและวิจารณ์

การตรวจสอบคุณภาพของลำไยสดพันธุ์ดอ

คุณภาพทางกายภาพ ตารางที่ 1 แสดงลำไยสดพันธุ์ดอมีค่าสี L* (ความสว่าง) ค่าสี a* (สีแดง-สีเขียว) และค่าสี b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) เท่ากับ 45.54, +1.50 และ +5.83 ตามลำดับ แสดงว่าลำไยตัวอย่างมีสีเขียวเข้ม มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.83 นิวตัน

คุณภาพทางเคมี ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพทางเคมีของลำไยสดพันธุ์ดอ ผลของการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าลำไยสดพันธุ์ดอเป็นผลไม้ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ (> 4.5) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 18.30 °Brix ซึ่งลำไยโดยทั่วไปจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 16 - 25 °Brix และส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ ซูโครส กลูโคส และ ฟรุคโตส (ชนันท์, 2545) ปริมาณวิตามินซีในลำไยพันธุ์ดอมีค่าเท่ากับ 82.64 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง รัตนและอัจฉรา (2542) ได้วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในลำไยสดพันธุ์ดอ พบว่าลำไยมีปริมาณวิตามินซีที่สูง คือ 69.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง อีกทั้งยังมีฟอสฟอรัส และ แคลเซียมอีกด้วย

การตรวจสอบคุณภาพของลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งและการพาสเจอไรซ์

คุณภาพทางกายภาพ ตารางที่ 3 แสดงเนื้อลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิและการพาสเจอไรซ์ที่มีความใสมากกว่าชุดควบคุม โดยค่าสี L* สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในส่วนของค่าสี a* พบว่าเนื้อลำไยในน้ำเชื่อมชุดควบคุมมีค่า a* สูงกว่าที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ และการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามค่า a* ของเนื้อลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิและการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุนทรี (2550) ที่ศึกษาการแปรรูปลำไยในน้ำเชื่อมด้วยความดันสูงยิ่ง 600 MPa ที่อุณหภูมิ 30 และ 50 °C เป็นเวลา 20 นาทีเปรียบเทียบกับพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 3 นาที ในส่วนของค่าสี b* พบว่าการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิและการพาสเจอไรซ์ทำให้เนื้อลำไยมีค่า b* สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามการแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์มีผลทำให้ลำไยมีค่า b* สูงกว่าแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ เพราะการพาสเจอไรซ์ใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ได้เร็วกว่า (Phunchaisri and Aprichatsrangkoon, 2005)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด ลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าลำไยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จะเห็นว่าความดันสูงยิ่งสามารถรักษาความแน่น

Table 1 Physical qualities of fresh longan.

Physical qualities	Content
Texture : Hardness (N)	0.83 ± 0.04
L*	45.54 ± 0.52
a*	1.50 ± 0.04
b*	5.83 ± 0.16

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

Table 2 Chemical qualities of fresh longan.

Chemical qualities	Content
pH	6.85 ± 0.03
Total soluble solid (°Brix)	18.30 ± 1.40
Vitamin C (mg/100 g)	82.64 ± 0.98

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

Table 3 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on color and hardness of longan in syrup.

Treatments	L*	a*	b*	Hardness (N)
Control	49.06 ^c ± 0.28	0.61 ^a ± 0.02	-0.76 ^e ± 0.20	1.15 ^a ± 0.02
Pasteurization 93 °C, 10 min	50.02 ^b ± 0.25	-0.07 ^d ± 0.01	0.81 ^a ± 0.16	0.78 ^d ± 0.01
400 MPa, 30 °C, 40 min	52.88 ^a ± 0.01	-0.37 ^c ± 0.01	0.20 ^d ± 0.08	1.01 ^b ± 0.01
400 MPa, 40 °C, 40 min	53.59 ^a ± 0.37	-0.66 ^b ± 0.12	0.51 ^{bc} ± 0.16	0.92 ^c ± 0.02
500 MPa, 30 °C, 40 min	52.69 ^a ± 0.16	-0.43 ^c ± 0.07	0.30 ^{cd} ± 0.05	1.01 ^b ± 0.01
500 MPa, 40 °C, 40 min	52.87 ^a ± 0.27	-0.66 ^b ± 0.05	0.56 ^b ± 0.05	0.94 ^c ± 0.01

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

- The different alphabet in each column indicates the significant statistical difference ($P \leq 0.05$)
- "Control" is the longan in syrup which has not been treated by pasteurized or ultra-high pressure.

เนื้อของผลิตภัณฑ์ได้ศึกษาการพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งการสูญเสียโครงสร้างพื้นฐานของอาหารที่ผ่านความร้อนเกิดจากผนังเซลล์แยกออกจากกัน เนื่องจากตาข่ายเพคตินของผนังเซลล์ถูกทำลาย (Lillford, 2000) สอดคล้องกับการทดลองของ Castro *et al.* (2008) ซึ่งพบว่าความแน่นเนื้อของพริกหยวกหลังจากผ่านความดันสูงยิ่งที่ 100 - 200 MPa นาน 10-20 นาที มีค่าสูงกว่าความแน่นเนื้อของพริกหยวกที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่ 70 - 98 °C เวลา 1 - 2.5 นาที

คุณภาพทางเคมี ตารางที่ 4 แสดงค่าไลโปในน้ำเชื่อมเมื่อแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ พบว่ามีปริมาณวิตามินซีคงเหลือโดยเฉลี่ยเท่ากับ 72 - 79 % ในขณะที่การพาสเจอร์ไรซ์ทำให้ไลโปสูญเสียวิตามินซีไปมากกว่า โดยมีปริมาณวิตามินซีคงเหลืออยู่เพียง 46 % ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุนทรี (2550) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณวิตามินซีของเนื้อลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 600 MPa อุณหภูมิ 30 และ 50 °C

เป็นเวลา 20 นาที และการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 3 นาที พบว่าลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงยิ่ง 600 MPa อุณหภูมิ 30 และ 50 °C มีปริมาณวิตามินซีคงเหลือไม่แตกต่างกัน 78.56 และ 80.53 % ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่าลิ้นจี่ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์เท่ากับ 46.63 % นอกจากนี้ Quaglia *et al.* (1996) ได้ศึกษาวิตามินซีในลิ้นจี่ที่ผ่านความดันสูง 900 MPa พบว่ามีปริมาณวิตามินซีเหลือ 82 % ส่วนลิ้นจี่ที่ผ่านการลวกมีวิตามินซีเหลือเพียง 12 % และ Castro *et al.* (2007) ศึกษาพริกหยวกที่ผ่านความดันสูง 100 - 200 MPa พบว่ามีปริมาณวิตามินซีเหลือมากกว่าพริกหยวกที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 80 และ 98 °C ตามลำดับ อีกทั้งจากรายงานของ Krebbers *et al.* (2002) พบว่าลิ้นจี่ที่ผ่านความดันสูงมีปริมาณวิตามินซีเหลือเท่ากับ 76 % ในขณะที่ลิ้นจี่ที่ผ่านความร้อน 90 °C เป็นเวลา 4 นาที มีปริมาณวิตามินซีเหลือเพียง 10 %

Table 4 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on vitamin C content of longan in syrup.

Treatments	Vitamin C (mg/100 g)	Residual of Vitamin C (%)
Control	37.96 ^a ± 2.12	100
Pasteurization 93 °C 10 min	17.46 ^c ± 0.97	46
400 MPa 30 °C 40 min	29.17 ^b ± 1.39	77
400 MPa 40 °C 40 min	28.71 ^b ± 1.61	76
500 MPa 30 °C 40 min	30.10 ^b ± 0.80	79
500 MPa 40 °C 40 min	28.24 ^b ± 2.12	74

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

- The different alphabet in each column indicates the significant statistical difference ($P \leq 0.05$)
- "Control" is longan in syrup which has not been pasteurized or treated by ultra-high pressure.

คุณภาพทางจุลชีววิทยา ตารางที่ 5 แสดงการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งยวดร่วมกับอุณหภูมิทุกหน่วยทดลอง พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่า 25 CFU/g โดยลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงยิ่งยวด 400 MPa อุณหภูมิ 30 และ 40 °C พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าที่ 500 MPa อุณหภูมิ 30 และ 40 °C เล็กน้อย ส่วนปริมาณยีสต์ และ รา ตรวจไม่พบในหน่วยทดลองที่ผ่านความดันสูงยิ่งยวดตลอดจนลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ไม่ตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ และเชื้อรา จากผลการทดลองแสดงว่าระดับความดันสูงยิ่งยวดร่วมกับอุณหภูมิมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง หรือทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมดยีสต์ และเชื้อราในผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับการพาสเจอไรซ์ ทั้งนี้อาจเกิดจากความดันสูงทำให้เอนไซม์ภายในเซลล์จุลินทรีย์เกิดการเสียสภาพ ผนังเซลล์ถูกทำลายทำให้สูญเสียการซึมผ่านของสารอาหาร (Knorr, 1995; Phunchaisri and Apichartsrangkoon, 2005) จากรายงานของ Garriga *et al.* (2004) ซึ่งศึกษาการแปรรูปน้ำมะเขือเทศ โดยใช้ระดับความดัน 300 - 500 MPa อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าที่ระดับความดัน 400 และ 500 MPa สามารถลดปริมาณยีสต์และเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ ส่วน Hoover *et al.* (1989) พบว่าการใช้ความดัน 350 MPa เป็นเวลา 30 นาที และ 400 MPa เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดปริมาณเซลล์ของแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา

ได้ถึง 10 เท่า นอกจากนั้นวัชรภรณ์ (2549) รายงานว่า การใช้ความดัน 500 - 600 MPa อุณหภูมิ 30 - 50 °C เวลา 20 นาที ในการแปรรูปแยมฝรั่งไม่ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมถึง เชื้อยีสต์และรา

คุณภาพทางประสาทสัมผัส จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และ จุลชีววิทยา จึงคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปลำไยในน้ำเชื่อม ได้แก่ ความดัน 500 MPa อุณหภูมิ 30 °C เวลาความดัน 40 นาที เพื่อศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป เนื่องจากมีค่าความแน่นเนื้อที่ดี สามารถรักษาสีของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการใช้อุณหภูมิคงความดัน 40 °C และเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ลำไยในน้ำเชื่อม

ตารางที่ 6 แสดงลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งยวดมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นรสชาติที่ไม่ต่างกัน ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Polydera *et al.* (2005) พบว่าน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการความดันสูงยิ่งยวด (600 MPa อุณหภูมิ 40 °C เวลา 4 นาที) มีกลิ่นและรสชาติใกล้เคียงกับน้ำส้มสดและได้รับการยอมรับจากผู้ชิมสูงกว่าน้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ (80 °C เวลา 60 นาที) นอกจากนี้ Laboissiere *et al.* (2007) ศึกษาผลของความดันสูงต่อ

Table 5 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on microbiological qualities of longan in syrup.

Treatments	Total plate count (CFU/g)	Yeast and moulds (CFU/g)
Control	2,619	742
Pasteurization 93 °C, 10 min	ND	ND
400 MPa, 30 °C, 40 min	2	ND
400 MPa, 40 °C, 40 min	2	ND
500 MPa, 30 °C, 40 min	1	ND
500 MPa, 40 °C, 40 min	1	ND

Note - ND : Not Detected

- "Control" is longan in syrup which has not been pasteurized or treated by ultra-high pressure.

Table 6 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on sensory evaluation of longan in syrup.

Treatments	Colour	Aroma	Texture	Flavor	Acceptancy
Ultra-high pressure 500 MPa, 30 °C, 40 min	7.92 ^a ± 0.70	7.46 ^a ± 1.16	7.54 ^a ± 1.01	6.88 ^{NS} ± 1.55	7.24 ^a ± 1.29
Pasteurization 93 °C, 10 min	7.60 ^b ± 0.88	6.54 ^b ± 1.34	6.76 ^b ± 1.35	6.72 ^{NS} ± 1.51	6.64 ^b ± 1.63

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

- The different alphabet in each column indicates the significant statistical difference ($P \leq 0.05$)
- NS: not significant statistical difference ($P > 0.05$)

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำเสาวรส โดยเปรียบเทียบน้ำเสาวรสที่ผ่านกระบวนการความดันสูง (300 MPa อุณหภูมิ 25 °C เวลา 5 นาที) กับ น้ำเสาวรสปาสเจอไรซ์ที่ได้จากห้องตลาด พบว่าการแปรรูปด้วยความดันสูงยังสามารถรักษาสีเหลืองและรสชาติของน้ำเสาวรสได้ดีกว่าการพาสเจอไรซ์

สรุป

ลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ 30°C มีความแน่นเนื้อสูงกว่าลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ นอกจากนี้ยังพบว่าความดันสูงยังสามารถถนอมวิตามินซีของผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าการ

พาสเจอไรซ์และยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และเชื้อราได้ใกล้เคียงกับการพาสเจอไรซ์อีกด้วย โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสดีกว่าการแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ในทุก ๆ ด้าน

เอกสารอ้างอิง

ประไพ ภูทนาย. 2547. ผลของภาชนะบรรจุและแอนติออกซิเดนท์ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของลิ้นจี่. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 161 หน้า.

- ชนันท์ ราษฎร์นิยม. 2545. การผลิตน้ำลำไยผงโดยวิธีอบแห้งแบบโฟมเมท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 159 หน้า.
- รัตนา อัดตปัญญา และ อัจฉราเทียมภักดี. 2542. วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานสนับสนุนกองทุนวิจัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 122 หน้า.
- วัชรภรณ์ เวียงอินทร์. 2549. การแปรรูปแยมฝรั่งด้วยเทคนิคความดันสูงและความร้อน. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 131 หน้า.
- สถาบันอาหาร. 2549. การศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในกระป๋องเพื่อกำหนดกระบวนการผลิต หน้า 2-3 ใน: เอกสารฝึกอบรมเรื่องหลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน. แผนกวิจัยและพัฒนา สถาบันอาหาร, กรุงเทพฯ.
- สุทธิศักดิ์ เจษฎาไพสิฐ. 2550. ผลของความดันสูงยิ่งและการผนึกกันอากาศต่อการเก็บรักษาระยะสั้นของน้ำพริกหนุ่มที่ผลิตจากพริกพันธุ์จักรพรรดิ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 166 หน้า.
- สุนทร สมแสง. 2550. การเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของลิ้นจี่ (พันธุ์กวางเจา) ที่ถนอมด้วยความดันสูงยิ่งและความร้อน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 108 หน้า.
- AOAC. 1998. Bacteriological Analytical Manual. 8thed. AOAC International, Gaithersburg.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC international. 17thed. AOAC International, Gaithersburg.
- Castro, S. M., J. A. Saraiva, J. A. Lopes-da-Silva, I. Delgadillo, A. van Loey, C. Smout, M. Hendrickx. 2008. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). Food Chemistry 107(4): 1436-1449.
- Garriga, M., N. Grebol, M.T. Amyrich, J.M. Monfort and M. Hugus. 2004. Microbial inactivation after high pressure processing at 600 MPa in commercial meat product over its shelf life. Innovative Food Science and Emerging Technologies 5: 135-149.
- Hoover, D. G., C. Metrick, A. M. Papineau, D. F. Farkas and D. Knorr. 1989. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms. Food Technology 43(3): 99-107.
- Knorr, D. 1995. High pressure effects on plant derived foods. pp. 123-136. In: D.A. Ledward, D.E. Johnston, R.G. Earnshaw and A.P.M. Hasting (ed.). High pressure processing of food. Nottingham University press, Nottingham.
- Krebbbers, B., A. M. Matser, M. Koets and R.W. Van den Berg. 2002. Quality and storage-stability of high-pressure preserved green beans. Journal of Food Engineering 54: 27-33.
- Laboissiere, L. H. E. S., R. Deliza, A. M. Barros-Marcellini, A. Rosenthal, L. M. A. Q. Camargo and R. G. Junqueira. 2007. Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on sensory characteristics of yellow passion fruit juice. Innovative Food Science and Emerging Technologies 8: 469-477.
- Ledward, D. A., D. E. Johnston, R. G. Earnshaw and A. P. M. Hasting. 1995. High Pressure Processing of Foods. Nottingham University Press, Loughborough. 240 pp.
- Lillford, P.J. 2000. The Materials Science of Eating and Food Breakdown. MRS Bulletin 25(12): 38-43.

- Phunchaisri, C. and A. Apichartsrangkoon. 2005. Effects of ultra-high pressure on biochemical and physical modification of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). Food Chemistry 93(1): 57-64.
- Polydera, A. C., N. G. Stoforos and P. S. Taoukis. 2005. Quality degradation kinetics of pasteurized and high pressure processed fresh navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. Innovative Food Science and Emerging Technologies 6: 1-9.
- Quaglia, G. B., R. Gravina, R. Paperi and F. Paoletti. 1996. Effect of high pressure treatments on peroxidase activity, ascorbic acid content and texture in green peas. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie 29: 552-555.
-