บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของลำไยสดพันธุ์ดอ

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางกายภาพและเคมีของเนื้อลำไยสดพันธุ์ดอโดยวิธี AOAC (2000) พบว่าลำไยที่นำมาทดสอบ มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของลำไย ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ค่าสีที่วัดได้ ของเนื้อลำไยมีค่าค่าความสว่างสี(L) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*)เท่ากับ 96.86±0.02, +0.08±0.04 และ +1.97±0.02 ตามลำดับ จากค่าที่ได้แสดงว่าเนื้อลำไยสดมีสีขาวขุ่น ออกโทนเหลือง ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยเท่ากับ 6.50±0.04 นอกจากนี้ เนื้อลำไยสดยังมีปริมาณน้ำสูง ส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นที่วัดได้มีค่าสูงถึง ร้อยละ 83.31±0.04 ปริมาณเถ้าเท่ากับร้อยละ 35.03±0.08 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ19.10±0.21 ปริมาณเพกทินที่มีอยู่ในลำไยร้อยละ 0.06 ทำให้เนื้อลำไยมีรสหวานและเหนียวหนืดติดมือ เมื่อสัมผัสด้วยมือเปล่า (สุรัสวดี, 2531) และค่า a_w ของเนื้อลำไยสดมีค่าเท่ากับ 0.89 ซึ่งเป็นช่วงที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี (Fennema, 1996)

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเนื้อลำไยสด

	ค่าตรวจวัด	ปริมาณ
สมบัติทางกายภาพ	ค่าสี L	96.86 ± 0.02
	ค่าสี a*	+0.08 ± 0.04
	ค่าสี b*	+1.97 ± 0.02
สมบัติทางเคมี	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.54 ± 0.04
	ปริมาณความชื้น(Moisture content; %)	83.31 ± 0.04
	ค่ากัมมันตภาพน้ำ (Water activity ; a_w)	0.89 ± 0.00
	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^oB)	20.00 ± 0.01
	ปริมาณเถ้า (Ash ; %)	35.03 ± 0.08
	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar ; g/100 g)	12.27 ± 0.19
	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar ; g/ 100 g)	19.10 ± 0.21
	ปริมาณเพกทิน (Total pectin ; g/ 100 g)	0.06 ± 0.01

หมายเหตุ- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การผลิตแยมลำไย

4.2.1 การศึกษาความดันร่วมกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย

ศึกษาผลของความดันและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย โดยออกแบบการทดลองเป็นแบบ factorial in CRD 2x2 โดยแปรผันปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ ที่ระดับความดัน 500 และ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองคือ 40 และ50 องศาเซลเซียส โดยคงความดันไว้เป็นระยะเวลา 20 นาที กำหนดปริมาณเพกทินเท่ากับร้อยละ 3โดยน้ำหนัก ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพโดยทำการวิเคราะห์ค่าสี ค่าการกระจายตัวของแยม ตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับของผู้บริโภคผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิและความดันต่อค่าสีของแยมลำไย

ความดัน (เมกกะปาสคาล)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่า สี (L)^{ns}	ค่าสี (a*)^{ns}	ค่า (b*)^{ns}
500	40	51.59 $\pm$ 0.75	0.33 $\pm$0.02	6.59 $\pm$ 0.15
	50	51.03 $\pm$ 0.61	0.32 $\pm$ 0.02	6.42$\pm$ 0.09
600	40	51.75 $\pm$ 0.75	0.31 $\pm$ 0.02	6.73$\pm$ 0.02
	50	51.37 $\pm$ 0.80	0.32 $\pm$ 0.03	6.69 $\pm$0.27

หมายเหตุ - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ$\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- nsไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากการตรวจสอบค่าสีของผลิตภัณฑ์พบว่าแยมลำไยที่ได้มีสีออกโทนเหลือง โดยค่าสี (L) ของหน่วยทดลอง ที่วัดได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ตาราง 4.2) เมื่อแยมผ่านความดันสูงจะมีความสว่างลดลง ในทำนองเดียวกันเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทำแยมเพิ่มขึ้นแยมก็จะมีความสว่างลดลง และแยมที่ผ่านกระบวนการความดันสูงที่ระดับความดัน 500 เมกกะปาสคาล 50 องศาเซลเซียส 20 นาที มีความสว่างน้อยที่สุด ซึ่งค่าความสว่างที่ลดลงก็สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีเหลืองของแยมที่ค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น เมื่อระดับความดันที่ใช้เพิ่มสูงขึ้นทำให้แยมที่ได้มีสีค่อนไปทางเหลือง ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดงของแยมลำไยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จึงอาจกล่าวได้ว่าค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และความดันไม่มีผลต่อค่าความสว่างของค่าสี(L) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*) และค่าความเป็นสีเหลือง(b*) ของแยมลำไยทุกหน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า ระดับความดันและอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 การศึกษาผลร่วมของอุณหภูมิและความดันต่อค่าการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์แยมลำไย

ค่าการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์แยมลำไยทำการศึกษาโดยหาแรงที่ใช้ในการทำให้แยมกระจายตัวระยะทาง 20 มิลลิเมตร โดยเครื่อง texture analyzer ค่าของแรงที่ใช้ในการกระจายตัวสูง แสดงว่าแยมมีการกระจายตัวต่ำการเกาะตัวของเนื้อแยมได้ดีหากค่าของแรงที่ใช้ต่ำแสดงว่าแยมมีการกระจายตัวสูงการเกาะตัวของเนื้อแยมไม่ดี

ตารางที่ 4.3 ผลร่วมของอุณหภูมิและความดันต่อค่าการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์แยมลำไย

ความดัน (เมกกะปาสคาล)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	แรงที่ใช้ในการกระจายตัว (dyn)
500	40	411.753 ± 0.900^{a}
	50	479.150 ± 0.285^{b}
600	40	412.467 ± 0.506^{c}
	50	491.770 ± 0.473^{d}

หมายเหตุ- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ$\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

-ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการทดลองการทำแยมโดยผ่านกระบวนการความดันสูงได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3 แยมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันระดับ 500 เมกกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที แรงที่ใช้ในการกระจายตัวเท่ากับ 411.753 ± 0.900 dyn ความดันระดับ 500 เมกกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที แรงที่ใช้ในการกระจายตัวเท่ากับ 479.150 ± 0.285 dyn ส่วนแยมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันระดับ 600 เมกกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาทีแรงที่ใช้ในการกระจายตัวเท่ากับ 412.467 ± 0.506 dyn ความดันระดับ 600 เมกกะปาสคาลที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา20นาที แรงที่ใช้ในการกระจายตัวเท่ากับ 491.770 ± 0.473 dyn

เมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ระดับความดันเดียวกันเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแรงที่ใช้ในการกระจายตัวเพิ่มสูงขึ้น และในทำนองเดียวกันการเพิ่มขึ้นของความดันก็ส่งผลทำให้แรงที่ใช้ในการกระจายตัวเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า แยมที่ผ่านความดันระดับ 600 เมกกะปาสคาล จะทำให้เกิดเจลที่แข็งกว่า แยมที่ผ่านความดันระดับ 500 เมกกะปาสคาล ทั้งนี้เนื่องจากความดันมีผลต่อโมเลกุลของเพกทินโดยจะเกิดการรวมตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำตาลและน้ำทำให้เจลที่ได้มีความแข็งแรงมากขึ้นเมื่อระดับความดันและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (Apichartsrangkoon และคณะ, 2002)

4.2.3 ผลของอุณหภูมิร่วมกับความดันต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาทำการหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และจำนวนยีสต์และรา ตามวิธีของ AOAC version 2000 (รายละเอียดขั้นตอนการหาแสดงในภาคผนวก ง) ทำการทดลอง 3 ซ้ำนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในแยมลำไยที่ผ่านกระบวนการความดันสูงร่วมกับอุณหภูมิ

ความดัน (เมกกะปาสคาล)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ชนิดของจุลินทรีย์และปริมาณที่ตรวจพบ (โคโลนีต่อกรัม)	
		จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์และรา
500	40	ND	ND
	50	ND	ND
600	40	ND	ND
	50	ND	ND

หมายเหตุ- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง แบบ duplicated ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์พบว่าหลังจากแยมลำไยที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูง 500 และ 600 เมกกะปาสคาล ร่วมกับอุณหภูมิสูง 40 และ 50 องศาเซลเซียส จะไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ดังค่าที่แสดงผลในตาราง4.4การที่ไม่ปรากฏการเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์แยมลำไยที่ผ่านกระบวนการความดันสูงนั้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความดันมีผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติการแทรกผ่านของสารต่างๆทำให้ไม่สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามความดันไม่สามารถทำลายเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างสมบูรณ์ เพียงแต่ทำให้เกิดบาดแผลหรือความเสียหายเท่านั้น ซึ่งก็ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Horie และคณะ (1991) ที่ว่าการใช้ความดัน294เมกกะปาสคาลเป็นเวลา20นาทีในการผลิตแยมสามารถกำจัดยีสต์*Sacchromyces cerevisiae, Zygosacchromyces rouxii* และแบคทีเรีย *taphylococcus spp., Salmonella spp.* และแบคทีเรียโคลิฟอร์มได้ นอกจากความดันสูงที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์แล้ว ค่า pH และปริมาณน้ำอิสระในแยมโดยทั่วไปยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ด้วยทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเมื่ออาหารมีค่า a_w เท่ากับ 0.6 หรือต่ำกว่า (นิธิยา, 2543)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.4 การยอมรับจากผู้บริโภค

ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกปัจจัยที่สำคัญในการผลิตแยม ซึ่งก็คือ อุณหภูมิและความดัน มีผลต่อคุณภาพการยอมรับของผลิตภัณฑ์อย่างไรบ้างการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทำโดยใช้แบบทดสอบ 9 point Hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบชิม 50 คน ในการศึกษาค่าการยอมรับด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ สี, กลิ่น, รสชาติ การกระจายตัว และการยอมรับโดยรวมเป็นเกณฑ์ในการตัดสินค่าการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองเป็นแบบ Random Complete Block Design (RCBD) นำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS version 14.0

ตารางที่ 4.5 ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์แยมที่ผ่านกระบวนการความดันสูง500 และ 600 เมกกะปาสคาล ร่วมกับอุณหภูมิสูง 40 และ 50 องศาเซลเซียส

หน่วยการทดลอง	สี	กลิ่น^{ns}	การกระจายตัว	การยอมรับโดยรวม
1	5.54 ± 0.67^{a}	6.72 ± 0.64	2.60 ± 0.67^{a}	4.24 ± 0.95^{a}
2	6.41 ± 0.50^{b}	6.52 ± 0.68	4.50 ± 0.61^{b}	4.14 ± 0.78^{a}
3	6.52 ± 0.90^{b}	6.46 ± 0.65	5.36 ± 0.94^{c}	5.06 ± 0.74^{b}
4	6.40 ± 0.94^{b}	6.72 ± 0.50	5.94 ± 0.65^{d}	5.52 ± 0.50^{c}

หมายเหตุ : - หน่วยการทดลองที่ 1 ความดันที่ระดับ 500 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที,หน่วยการทดลองที่ 2 ความดันที่ระดับ 500 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที, หน่วยการทดลองที่ 3 ความดันที่ระดับ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที , หน่วยการทดลองที่ 4 ความดันที่ระดับ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที

- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ$\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน
- ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P \leq 0.05$)
- ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากผลการทดลองโดยการใช้อุณหภูมิและความดันต่างกันในแต่ละหน่วยทดลอง พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการยอมรับของผู้บริโภคในด้าน สี กลิ่น การกระจายตัว และการยอมรับโดยรวม ค่าที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.5

การยอมรับของผู้บริโภคเมื่อพิจารณาจากสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าแยมที่ผ่านกระบวนการให้ความดันที่ระดับ 500 เมกกะปาสคาล ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที มีค่าการยอมรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกต่างไปจากการทดลองอีก 3 หน่วยทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) คะแนนที่ได้จากการยอมรับทางด้านสีของหน่วยการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 5.54 ± 0.67, 6.41 ± 0.50, 6.52 ± 0.90 และ 6.40 ± 0.94 ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.5

การยอมรับในด้านกลิ่นของผู้บริโภคระหว่างหน่วยทดลองทั้ง 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) ค่ายอมรับที่ได้จากการทดสอบเท่ากับ 6.72 ± 0.64, 6.52 ± 0.68, 6.46 ± 0.65 และ 6.72 ± 0.50 ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.5

การยอมรับจากการพิจารณาจากการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์พบว่าการยอมรับของผู้บริโภค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) แยมที่ผ่านกระบวนการให้ความดันที่600เมกกะปาสคาลได้รับคะแนนสูงกว่าแยมที่ผ่านกระบวนการให้ความดันที่500เมกกะปาสคาล

การยอมรับโดยรวมของแยมลำไยพบว่าแยมที่ผ่านระดับความดันเดียวกันคะแนนการยอมรับจากผู้เข้าทดสอบชิมจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) แต่คะแนนการยอมรับจากผู้เข้าทดสอบชิมในแยมที่ผ่านกระบวนการความดันที่ระดับต่างกันจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) และในทำนองเดียวกัน แยมที่ผ่านอุณหภูมิสูง 50 องศาเซลเซียส ก็ได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าแยมที่ผ่านอุณหภูมิสูง 40 องศาเซลเซียส(ตารางที่4.5)ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแยมที่ผ่านกระบวนการให้ความดันที่600เมกกะปาสคาล มีการรวมตัวกันของเนื้อแยมได้ดีกว่าแยมที่ผ่านกระบวนการให้ความดันที่500เมกกะปาสคาล(ดังแสดงในหัวข้อ 4.2.2) ทำให้ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ผลการศึกษาปริมาณกัมที่เหมาะสมในการแปรรูปแยมลำไย

4.3.1 ศึกษาปริมาณกัมร่วมกับเพกทินที่เหมาะสมในการแปรรูปแยมลำไย

จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 4.2 ได้ทำการคัดเลือกสภาวะในการผลิตที่ความดันระดับ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีมาศึกษาต่อ การทดลองเป็นแบบ CRD โดยการเติมCMC ในปริมาณร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยน้ำหนัก และเติมแซนแทนกัม ในปริมาณร้อยละ 0.5 และ1.0 โดยน้ำหนัก ลงไปในแยมที่มีปริมาณเพกทินอยู่ในปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก สีของผลิตภัณฑ์แยมลำไยที่ได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณกัมที่เติมลงไปทำการศึกษาเปรียบเทียบสีโดยใช้เครื่องมือวัดสี Minolta

4.3.1.1 ผลของปริมาณกัมร่วมกับเพกทินต่อค่าสีของแยมลำไย

จากการทดลองพบว่าค่าความสว่างของสีของผลิตภัณฑ์แยมลำไยสดจะมีความสว่างต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของกัมที่ใช้เป็นส่วนประกอบตารางที่4.6แสดงให้เห็นว่าแยมที่มีส่วนประกอบของเพกทินร่วมกับแซนแทนกัมและเพกทินร่วมกับ CMC ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ให้ค่าความสว่าง(L)ของแยมลำไยเท่ากับ 46.70+0.92 และ 47.38$\pm$1.2 ตามลำดับ และที่ความเข้มข้นของเพกทินร่วมกับแซนแทนกัมและเพกทินร่วมกับCMC ในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ให้ค่าความสว่างเท่ากับ 45.36+1.4, 46.35$\pm$1.2 ตามลำดับ และในแยมที่มีส่วนประกอบเฉพาะเพกทินให้ค่าความสว่าง(L)ของสีของแยมลำไย คือ 50.95$\pm$2.4 โดยที่ค่าความแตกต่างของสีในแยมทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$)การเปลี่ยนแปลงสีของแยมลำไยที่มีความเข้มข้นของกัมในปริมาณที่ต่างกันซึ่งก็สอดคล้องกับกรณีศึกษาของ Dervisi และคณะ (2000) ในแยมสตรอเบอรี่ที่ผ่านกระบวนการความดันสูงที่พบว่าเมื่อค่าความเข้มข้นของเพกทินเพิ่มขึ้นค่าความสว่างของสีจะลดลง ยกเว้น ที่ความเข้มข้นของเพกทิน ที่ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก จะทำให้สีของแยมเข้มขึ้น

จากการทดลองพบว่าค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)ของผลิตภัณฑ์แยมลำไยสดจะมีค่าสีต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกัมที่เติมลงไปเป็นส่วนประกอบ ตารางที่4.6แสดงให้เห็นว่า ค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)ในแยมที่มีส่วนประกอบของเพกทินมีค่าน้อยกว่าแยมที่มีแซนแทนกัมและCMC เป็นส่วนประกอบของแยมที่ประกอบด้วยCMCความเข้มข้นร้อยละ0.5และ1.0โดยน้ำหนัก จะให้ค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*) เท่ากับ 0.66$\pm$0.30 และ 0.72$\pm$0.02 ตามลำดับแซนแทนกัมที่ความเข้มข้นร้อยละ0.5และ1.0โดยน้ำหนัก จะให้แยมที่มีค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)เท่ากับ0.56$\pm$0.04และ 0.63$\pm$0.16 ตามลำดับ

ตารางที่4.6ยังแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)ของแยมลำไยที่ระดับความเข้มข้นของกัมร้อยละ1.0 โดยน้ำหนักจะให้แยมที่มีค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*) ต่ำกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แยมที่มีส่วนประกอบของกัมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ0.5 โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามค่าความแตกต่างของสีในแยมทั้ง 3 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

นอกจากนั้นยังพบว่าค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*)ของแยมลำไยที่ได้จากการทดลองจะแตกต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของกัมที่เติมลงไป จากตารางที่4.6แสดงให้เห็นว่าแซนแทนกัมที่เติมลงไปในส่วนผสมของแยมทำให้ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*)ของแยมสูงกว่าการเติมCMC โดยที่แนวโน้มของค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*)จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกัมเพิ่มขึ้น ดังนั้นแยมที่ได้จึงมีเฉดสีค่อนไปทางสีเหลืองมากกว่าแดงซึ่งส่งผลให้แยมที่ได้มีลักษณะสีเหลืองอ่อน ที่ระดับความเข้มข้นของCMCเท่ากับร้อยละ0.5 และ1.0 โดยน้ำหนัก จะให้แยมมีค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*) เท่ากับ 6.88$\pm$0.01และ 7.38$\pm$0.18 ตามลำดับ ในแยมที่มีส่วนผสมของแซนแทนกัมที่มีระดับความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 0.5และ1.0โดยน้ำหนัก จะให้แยมที่มีค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*) คือ 7.42$\pm$0.08และ 7.79$\pm$0.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ผลของชนิดและปริมาณกัมร่วมกับเพกทินต่อค่าสีของแยมลำไย

ชนิดและปริมาณกัม	ค่า สี (L)	ค่าสี (a*)	ค่า (b*)
Pectin 3%	50.95$\pm$2.4^{a}	0.29 $\pm$0.13^{a}	6.77$\pm$ 0.03^{a}
CMC 0.5%	45.36$\pm$1.4^{b}	0.67 $\pm$0.03^{b}	6.88 $\pm$0.10^{a}
CMC 1.0%	46.70$\pm$0.9^{c}	0.72 $\pm$0.02^{c}	7.38 $\pm$0.18^{b}
Xanthan 0.5%	46.53$\pm$1.2^{c}	0.56 $\pm$0.04^{d}	7.42 $\pm$0.08^{b}
Xanthan 1.0 %	47.38$\pm$1.2^{d}	0.63$\pm$ 0.16^{b}	7.79 $\pm$0.14^{c}

หมายเหตุ - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ$\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ(P$\leq$0.05)

4.3.1.2 ผลปริมาณกัมร่วมกับเพกทินต่อค่าการกระจายตัวของแยมลำไย

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นถึงค่าการกระจายตัวของแยมที่เติมกัมลงไปในปริมาณและชนิดที่ต่างกัน เมื่อนำแยมมาผ่านกระบวนการความดันสูงที่ระดับ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที พบว่าแรงที่ใช้ในการกระจายตัว(spreadability) ของแยมจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P$\leq$0.05)โดยแยมที่เติมแซนแทนกัมลงไปร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก แรงที่ใช้ในการกระจายตัวจะใกล้เคียงกับแรงที่ใช้ในการกระจายตัวของเนื้อแยมที่เติมCMCลงไป ในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก แรงที่ใช้คือ 172.66 $\pm$ 2.4, 167.29 $\pm$ 1.8dyn ตามลำดับ แรงที่ใช้ในการกระจายตัวของแยมทั้งสองสูตรมากกว่า แยมที่เติม CMC ลงไปในปริมาณ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และแยมที่เติม แซนแทนกัมลงไปร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก แรงที่ใช้ในการกระจายตัวของเนื้อแยมที่วัดได้ เท่ากับ163.246± 2.8 และ 172.86 ± 2.4 dyn ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ผลของชนิดและปริมาณกัมต่อค่าการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์แยมลำไย

สภาวะที่ทำการทดลอง	แรงที่ใช้ในการกระจายตัว (dyn)
Pectin 3%	164.366±2.1 [a]
CMC 0.5%	176.297 ± 1.8 [bc]
CMC 1.0%	163.246± 2.8 [a]
Xanthan 0.5%	178.395± 2.1 [b]
Xanthan 1.0 %	172.664± 2.4 [c]

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3.1.3 ผลปริมาณกัมร่วมกับเพกทินต่อคุณภาพทางจุลชีววิทยา

จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์พบว่า แยมลำไยที่มีปริมาณกัมต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ จากการทดลองพบว่า ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญในผลิตภัณฑ์แยมเลย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความดันที่มีผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ และสมบัติของกัมที่ช่วยในการลดการเคลื่อนตัวของน้ำ ทำให้ปริมาณน้ำอิสระที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ลดลงเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ (Prestamo *et al.*, 1999; Tedford *et. al.*, 1998) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Horie และคณะ (1991) ที่ว่าการใช้ความดันที่ 294 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 20 นาทีในการผลิตแยมสามารถกำจัดยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae, Zygosaccharomyces rouxii* และแบคทีเรีย *Staphylococcus spp., Salmonella spp.* และแบคทีเรียคลอลิฟอร์มได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Bull และคณะ(2004) ยังพบว่าการใช้ความดันที่ 300-700 เมกกะปาสคาล สามารถทำลายเชื้อยีสต์และราได้นอกจากนี้ผลของการแยมลำไยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ไม่มีการตรวจพบการเจริญของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งก็มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Houska และคณะที่พบว่าการใช้ความดัน 500 เมกกะปาสคาล เป็นเวลา 10 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำผักและผลไม้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในแยมลำไยที่ผ่านกระบวนการความดันสูงที่มีปริมาณกัมแตกต่างกัน

600 เมกกะปาสคาล 50 องศาเซลเซียส	**ชนิดของจุลินทรีย์และปริมาณที่ตรวจพบ(cfu/g)**	
	Total Plate Count	**Yeast & Mould**
Pectin 3%	ND	ND
CMC 0.5%	ND	ND
CMC 1.0%	ND	ND
Xanthan 0.5%	ND	ND
Xanthan 1.0 %	ND	ND

หมายเหตุ- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลองแบบduplicatedโดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

- ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

4.3.1.4 ผลของปริมาณกัมร่วมกับเพกทินต่อการยอมรับจากผู้บริโภค

ในขั้นตอนนี้เป็นการคัดเลือกปัจจัยที่สำคัญในการผลิตแยมซึ่งก็คือ ปริมาณและชนิดของกัม มีผลต่อคุณภาพการยอมรับของผลิตภัณฑ์อย่างไรบ้าง การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทำโดยใช้แบบทดสอบ 9 point Hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบชิม 50 คน ในการศึกษาค่าการยอมรับด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ สี, กลิ่น, รสชาติ การกระจายตัว และการยอมรับโดยรวมเป็นเกณฑ์ในการตัดสินค่าการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองเป็นแบบ Random Complete Block Design (RCBD) นำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS version 14.0

ตารางที่ 4.9 ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์แยมที่ผ่านกระบวนการความดันสูง 600 เมกกะปาสคาลอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลาคงความดัน 20 นาที

หน่วยการทดลอง	สี^{ns}	กลิ่น	การกระจายตัว	การยอมรับโดยรวม
Pectin 3%	6.42±0.85	6.72±0.85^{a}	5.94± 0.65^{a}	5.52±0.50^{a}
CMC 0.5%	6.41±0.85	6.46±0.86^{b}	6.00±0.57^{a}	6.04±0.52^{a}
CMC 1.0%	6.40±0.01	6.46±0.79^{b}	5.98±0.55^{a}	6.34±0.48^{b}
Xanthan 0.5%	6.52±0.61	6.46±0.61^{b}	5.38±0.49^{b}	6.08±0.52^{a}
Xanthan 1.0 %	6.46±0.75	6.51±0.54^{b}	5.74±0.62^{b}	6.01±0.58^{a}

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P \leq 0.05$

- ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากผลการทดลองโดยการใช้อุณหภูมิและความดันต่างกันในแต่ละหน่วยทดลองพบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการยอมรับของผู้บริโภคในด้าน สี กลิ่น การกระจายตัว และการยอมรับโดยรวม ค่าที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.10

การยอมรับของผู้บริโภคโดยพิจารณาจากกลิ่นของแยมลำไยพบว่าแยมที่มีส่วนประกอบของแซนแทนกัม มีค่าการยอมรับแตกต่างไปจากการทดลองอีก3หน่วยทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คะแนนที่ได้จากการยอมรับทางด้านสีของแยมลำไยที่มีส่วนประกอบของเพกทินในอัตราส่วนร้อยละ3โดยน้ำหนัก, CMCในอัตราส่วนร้อยละ0.5โดยน้ำหนัก, CMCในอัตราส่วนร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก, แซนแทนกัมในอัตราส่วนร้อยละ0.5โดยน้ำหนัก และแซนแทนกัมในอัตราส่วนร้อยละ1.0 โดยน้ำหนัก เท่ากับ 6.72 ± 0.85, 6.46 ± 0.86, 6.46 ± 0.79, 6.46 ± 0.61 และ 6.51 ± 0.54 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.10)

การยอมรับในด้านสีของแยมลำไยจากผู้ทดสอบชิมระหว่างหน่วยทดลองทั้ง 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่ายอมรับที่ได้จากการทดสอบเท่ากับ 6.42 ± 0.85, 6.41 ± 0.85, 6.40 ± 0.01, 6.52 ± 0.61 และ 6.46 ± 0.75 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.10)

การยอมรับจากการพิจารณาจากการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิมในตัวแยมลำไยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)แยมที่มีCMCร้อยละ3โดยน้ำหนักได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับแยมที่มีส่วนประกอบของแซนแทนกัมและเพกทิน คะแนนที่ผู้ทดสอบชิมให้เท่ากับ 6.00 ± 0.57 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน (ตารางที่ 4.10)

ค่าที่ได้จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสทำให้ทราบถึง การยอมรับของผู้ทดสอบชิมในแยมลำไย พบว่าแยมที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือแยมสูตรที่มีการเติม CMC ลงไปในการผลิตในปริมาณ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก รองลงมาคือ แยมสูตรที่มีการเติม แซนแทนกัมลงไปในการผลิตในปริมาณ ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก แยมสูตรที่มีการเติม CMC ลงไปในการผลิตในปริมาณร้อยละ 0.5โดยน้ำหนัก และแยมสูตรที่มีการเติม แซนแทนกัมลงไปในการผลิตในปริมาณ ร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยที่ผู้บริโภคให้เหตุผลในการตัดสินใจจาก ความชอบในกลิ่นและลักษณะเนื้อสัมผัสของแยมลำไยเป็นเกณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 เปรียบเทียบชนิดและปริมาณกัมที่เติมลงไปในแยมลำไย

จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 4.2 ได้คัดเลือกสภาวะในการผลิตที่ความดันระดับ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีมาศึกษาต่อ การทดลองเป็นแบบ CRD โดยการเติม CMC ในปริมาณร้อยละ 0.5, 1.0 โดยน้ำหนัก และเติมแซนแทนกัมในปริมาณร้อยละ 0.5 และ1.0โดยน้ำหนักเปรียบเทียบกับแยมที่มีปริมาณเพกทินในอัตราส่วนร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ทำการศึกษาเปรียบเทียบสี โดยใช้เครื่องมือวัดสี Minolta ค่าที่ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.11

4.3.2.1 ผลของชนิดและปริมาณกัม-CMC แซนแทนกัม และ เพกทินต่อค่าสีของแยมลำไย

ตารางที่ 4.10 ชนิดและปริมาณกัม CMC แซนแทนกัม และ เพกทินต่อค่าสีของแยมลำไย

สภาวะที่ทำการทดลอง	ค่าสี (L)	ค่าสี (a*)^{ns}	ค่าสี (b*)^{ns}
Pectin 3%	40.86±0.21^{a}	2.13±0.03	3.69+0.26
CMC 0.5%	46.77±0.04^{b}	1.79±0.01	6.57+0.02
CMC 1.0%	46.83±0.29^{b}	0.70±0.02	7.40+0.02
Xanthan 0.5%	42.07±0.10^{a}	2.04±0.02	3.40+0.01
Xanthan 1.0 %	41.64±0.11^{a}	2.39±0.01	4.31+0.05

หมายเหตุ- ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ค่าที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของกัมแต่ละชนิดต่อค่าความเป็นสีของแยมลำไย ที่ได้โดยCMCจะให้ค่าความสว่างของสี(L)ของผลิตภัณฑ์สูงที่สุดที่ปริมาณCMCร้อยละ1.0 และ 0.5 โดยน้ำหนัก เท่ากับ 46.83+0.29 และ46.77+0.04 ตามลำดับ แซนแทนกัมที่เติมลงไปในแยมปริมาณร้อยละ0.5 และ1.0โดยน้ำหนัก จะให้ค่าความสว่างของสีของแยมเท่ากับ 42.07+0.01และ 41.64+0.11 ตามลำดับ เพกทินจะให้ค่าความสว่างของสี(L)ต่ำที่สุดคือ 40.86±0.21 ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า CMC ให้ค่าความสว่างของสี(L)ของแยมสูงที่สุด รองลงมาคือ แซนแทนกัม และเพกทิน

เมื่อพิจารณาปริมาณของกัมที่เติมลงไปในแยมลำไยพบว่าชนิดของกัมที่เติมลงไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับค่าความสว่างของสี(L)พบในการเติมแซนแทนกัมค่าความสว่างของสี(L)ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$)นั่นคือค่าความสว่างของสี(L)จะลดลง เมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับการเติมCMCค่าความสว่างของสี(L)จะลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มขึ้นของค่าสี(L)ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) ดังนั้นจึงสามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล่าวได้ว่า ชนิดของกัมมีผลต่อค่าความสว่าง(L)ของสีของแยมลำไยแต่ไม่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*)

ค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย จะมีค่าสีต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของกัมที่เติมลงไป จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*) ในแยมที่เติม CMC ที่ความเข้มข้นร้อยละ0.5และ1.0โดยน้ำหนักจะให้ค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)เท่ากับ1.79$\pm$0.01และ 0.70$\pm$0.02 ตามลำดับ แซนแทนกัมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยน้ำหนัก จะให้ค่าความเป็นสีแดง-เขียว(a*)เท่ากับ 2.04$\pm$0.02 , 2.39$\pm$0.01ตามลำดับ เพกทินที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ3 โดยน้ำหนักจะให้ค่าความเป็นสีแดงสูงที่สุด เท่ากับ 2.13$\pm$0.03

ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*)ของผลิตภัณฑ์แยมลำไยจะต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของกัมที่เติมลงไป จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า CMC ที่เติมลงไปในส่วนผสมของแยมทำให้ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงินของแยมสูงกว่าการเติม แซนแทนกัม และเพกทิน โดยที่ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*)จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของกัมเพิ่มขึ้นจึงทำให้แยมที่ได้มีเฉดสีค่อนไปทางสีเหลืองจึงส่งผลให้แยมที่ได้มีลักษณะสีเหลืองอ่อน ที่ระดับความเข้มข้นของ CMC เท่ากับร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยน้ำหนัก จะได้แยมลำไยที่มีค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*) เท่ากับ 6.57$\pm$0.02 และ 7.40$\pm$0.02 ตามลำดับ ในแยมที่มีส่วนผสมของ แซนแทนกัมที่ระดับความเข้มข้นเท่ากับร้อยละ 0.5 และ 1.0 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน(b*) คือ 3.40$\pm$0.01และ4.13$\pm$0.05 ตามลำดับการเติมเพกทินที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ3 โดยน้ำหนัก จะให้ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงินเท่ากับ 3.69$\pm$0.26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2.2 ผลของชนิดและปริมาณกัมต่อค่าการกระจายตัวของแยมลำไย

นำแยมที่ได้มาจากตอนที่ 4.3.2.1 มาทำการวัดค่าการกระจายตัวของแยมโดยใช้เครื่อง texture analyzer วิธีการวัดดัดแปลงมาจากการวัดค่าการกระจายตัวของแยมลำไย ค่าของแรงที่ใช้ในการกระจายตัวสูง แสดงว่าแยมมีการกระจายตัวต่ำการเกาะตัวของเนื้อแยมได้ดี หากค่าของแรงที่ใช้ต่ำแสดงว่าแยมมีการกระจายตัวสูงการเกาะตัวของเนื้อแยมไม่ดี

ตารางที่ 4.11 ผลของชนิดและปริมาณต่อค่าการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์แยมลำไย

ชนิดและปริมาณของกัม	แรงที่ใช้ในการกระจายตัว (dyn)
Pectin 3%	224.87 ± 0.21^{a}
CMC 0.5%	89.92 ± 0.31^{b}
CMC 1.0%	97.63 ± 0.12^{c}
Xanthan 0.5%	134.78 ± 0.30^{d}
Xanthan 1.0 %	245.96 ± 0.21^{e}

หมายเหตุ- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการทดลองพบว่าแรงที่ใช้ในการกระจายตัว(spreadability)ของแยมจะมีความแตกต่างกันโดยที่การที่จะทำให้กระจายตัวของแยมเป็นระยะทาง 20 มิลลิเมตร จะใช้แรงในการทำให้กระจายตัวต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทำการเปรียบเทียบแยมที่มีส่วนประกอบของกัมทั้ง 3 ชนิดพบว่า แยมที่มีส่วนประกอบของ CMC ในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก จะใช้แรงในการทำให้กระจายตัวน้อยที่สุด รองลงมาคือ CMC ในปริมาณร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก แซนแทนกัมในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก แซนแทนกัมในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก และเพกทินที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ3 โดยน้ำหนักตามลำดับโดยแรงที่ใช้ในการกระจายตัวมีค่าเท่ากับ89.92 ± 0.31, 97.63 ± 0.12, 134.78 ± 0.30, 224.87 ± 0.21 และ 245.96 ± 0.21 dyn ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่ากัมที่ใช้เป็นส่วนประกอบของแยมและทำให้แยมมีการกระจายตัวได้มากที่สุดรองลงมาคือ การใช้ CMC แซนแทนกัม และเพกทิน

4.4 ผลการศึกษาคุณภาพของแยมลำไยที่ผ่านกระบวนการความดันสูงระหว่างการเก็บรักษา

ทำการคัดเลือกแยมลำไยที่มีส่วนประกอบของ CMC ในปริมาณร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ผ่านกระบวนการความดันสูงที่ความดันระดับ 600 เมกกะปาสคาล อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที มาทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษาคือ 4 สัปดาห์ โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า สี การกระจายตัว และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทุกๆสัปดาห์ที่ 0,1,2,3 และ 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของแยมลำไยระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่4.12 การเปลี่ยนแปลงของค่าสีของผลิตภัณฑ์แยมลำไยที่ผ่านกระบวนการความดันสูงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

	ค่าความสว่างของสี (L)	ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*)	ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*)^{ns}
สัปดาห์ที่ 0	51.40 $\pm$ 0.09^{a}	0.35 $\pm$0.04^{a}	6.55 $\pm$0.15
สัปดาห์ที่ 1	50.19 $\pm$0.09^{b}	0.32 $\pm$0.03^{ab}	6.56 $\pm$0.06
สัปดาห์ที่ 2	49.87 $\pm$0.05^{c}	0.29 $\pm$0.09^{bc}	6.72 $\pm$0.04
สัปดาห์ที่ 3	49.83 $\pm$0.01^{d}	0.25 $\pm$0.011^{cd}	6.96 $\pm$0.08
สัปดาห์ที่ 4	47.0 $\pm$0.09^{e}	0.23 $\pm$0.02^{d}	7.27 $\pm$0.05

หมายเหตุ- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ$\pm$ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

จากการทดลองเมื่อทำการเก็บรักษาแยมลำไยไว้ที่อุณหภูมิ4องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า สีของแยมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นโดยภาพรวมแล้วสีของแยมจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดค่าความสว่างของสี(L) และค่าแสดงความเป็นสีแดง-เขียว(a*) มีแนวโน้มลดลงตลอดช่วงเวลาการเก็บรักษาโดยค่าการลดลงของความสว่างของสี(L)และค่าแสดงความเป็นสีแดง-เขียว(a*) ของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง(b*)มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแต่การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ดังแสดงในตารางที่4.13)

การเปลี่ยนแปลงของสีในแยมที่ผ่านกระบวนการให้ความดันสูงนั้นเกิดจากปฏิกิริยาเอนไซม์ ในระหว่างการเก็บรักษา (Cano Hernandez *et al*., 1997) โดยที่เพกทินยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสี จากการศึกษาของ Lewis *et al*. (1995) พบว่า เพกทินทำหน้าที่เป็น co-pigment ที่มีส่วนทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น และในทางกลับกัน เพกทินก็ยังทำให้สีของผลิตภัณฑ์จางลงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรงควัตถุสี (pigment) ที่ปรากฏอยู่ในตัววัตถุดิบนั้นๆ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงค่าของสีของแยมลำไยที่เกิดขึ้นนี้อาจมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารที่มีอยู่ในผลไม้

โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเพิ่มของปฏิกิริยาเอนไซม์ที่มีเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นโดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เอนไซม์ที่เหลืออยู่ในแยมที่ผ่านกระบวนการความดันสูง อย่างไรก็ตามออกซิเจนที่มีเหลืออยู่ในแยมที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนมีอยู่ในปริมาณที่ไม่เท่ากับออกซิเจนที่มีในแยมที่ผ่านกระบวนการให้ความดันสูง ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจึงอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของแยมหลังจากเก็บไว้เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ (Fennema, 1996; Kimura *et al*., 1992)

4.4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าการกระจายตัวของแยมลำไยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ4องศาเซลเซียส

ตารางที่4.13 การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงที่ใช้ในการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์แยมลำไยที่ผ่านกระบวนการความดันสูงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

เวลาในการเก็บรักษา	แรง (dyn)
สัปดาห์ที่ 0	172.74 ± 0.24^{a}
สัปดาห์ที่ 1	172.40 ± 0.20^{a}
สัปดาห์ที่ 2	171.88 ± 0.14^{b}
สัปดาห์ที่ 3	171.77 ± 0.06^{b}
สัปดาห์ที่ 4	171.36 ± 0.13^{c}

หมายเหตุ- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากค่าที่ได้จากการทดลองพบว่าการกระจายตัวของแยมเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าการกระจายตัวที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$) โดยค่าแรงที่ใช้ในการกระจายตัวของแยมลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการที่เนื้อแยมมีการคลายตัว โดยค่าของแรงที่ใช้ในการกระจายตัวแสดงไว้ในตารางที่ 4.14 จากตารางแสดงให้เห็นว่าเนื้อของแยมมีความคงตัวในช่วง สัปดาห์ที่ 1 และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเข้าสู่ สัปดาห์ที่ 2 และในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 แยมจะมีการคงตัว การเปลี่ยนแปลงในช่วงนี้จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และเมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 แรงที่ใช้ในการกระจายตัวของแยมลดลง จากสัปดาห์ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.3 การเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลชีววิทยาของแยมลำไยที่ผ่านกระบวนการความดันสูงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.14 สมบัติทางด้านจุลินทรีย์ของแยมลำไยระหว่างการเก็บรักษา

ชนิดจุลินทรีย์	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
TPC	ND	ND	ND	ND	ND
Yeast & Mould	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ-ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง แบบ duplicated ทำการทดลอง 3ซ้ำ

- ND = ตรวจไม่พบ (Not Detected)

จากการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์พบว่าแยมลำไย เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า กระบวนการความดันสูงสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์แบคทีเรียได้ตลอดช่วงเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

4.4.4 **การยอมรับจากผู้บริโภคระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส**

ตารางที่ 4.15 ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์แยมระหว่างการเก็บรักษา

สัปดาห์ที่	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	การกระจายตัว^{ns}	การยอมรับโดยรวม^{ns}
1	6.42±0.62	6.52±0.85	5.94± 0.65	6.12±0.48
2	6.41±0.45	6.43±0.86	5.98±0.57	6.04±0.48
3	6.40±0.01	6.49±0.79	6.01±0.55	6.34±0.46
4	6.52±0.31	6.45±0.61	5.62±0.49	6.08±0.42

หมายเหตุ : - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยการทดลอง 3 ซ้ำ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน

- ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าค่าการยอมรับของผู้บริโภคไม่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P> 0.05)ทั้งนี้เนื่องจากแยมไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทั้งทางด้านสี กลิ่น และการกระจายตัวของแยมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับในตัวแยมอย่างใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากกระบวนความดันสูงที่สามารถถนอมรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ตลอดช่วงเวลาการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved