บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบ

4.1.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราในวัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบได้แก่ พริกสด กระเทียมสด มะขามเปียก เกลือ น้ำปลา น้ำตาลทราย ผงชูรส กรดมะนาว พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในวัตถุดิบมีปริมาณดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในวัตถุดิบ

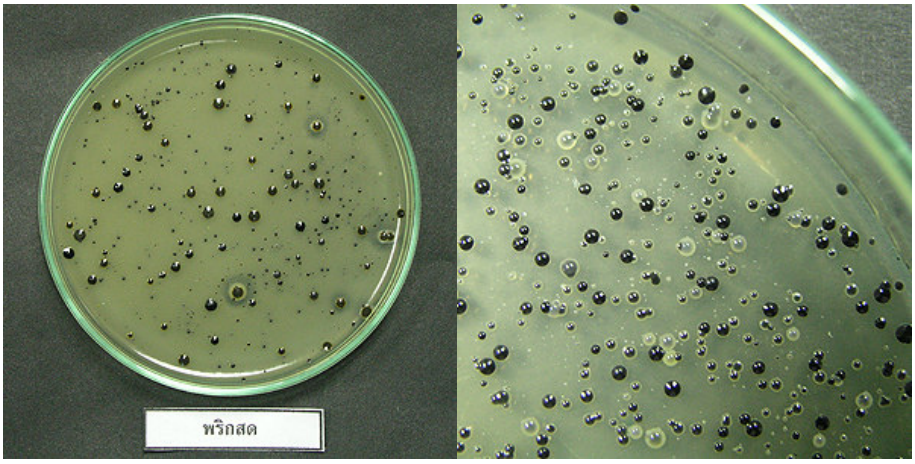
	log cfu/g	
วัตถุดิบ	TPC	Yeast & Mold
พริกขี้หนูสด	8.1 - 8.6	7.5 - 8.8
กระเทียมสด	4.7 - 6.4	5.2 - 6.0
มะขามเปียก	3.3 - 3.9	3.2 - 3.8
น้ำตาล	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 1
เกลือ	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 1
น้ำปลา	2.2 - 2.5	1.9 - 2.2
กรดมะนาว	น้อยกว่า 1	น้อยกว่า 1
ผงชูรส	น้อยกว่า 1 - 2.5	น้อยกว่า 1

จากตารางที่ 4.1 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในวัตถุดิบที่เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการแปรรูป คือ พริกสด กระเทียมสด และมะขามเปียกมีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในปริมาณที่สูง โดยพริกสดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 8.1-8.6 log cfu/g และมีปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง 7.5 - 8.8 log cfu/g กระเทียมสดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.7 - 6.4 log cfu/g และมีปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง 5.2- 6.0 log cfu/g และมะขามเปียกมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.3 - 3.9 log cfu/g และมีปริมาณยีสต์และราอยู่

ในช่วง 3.2 - 3.8 log cfu/g ส่วนวัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูปมาแล้วมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ต่ำและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยในส่วนของ เกลือ น้ำปลา กรดมะนาว และผงชูรส ไม่มีข้อกำหนดในด้านเกณฑ์ของจุลินทรีย์ มีเพียงในส่วนของน้ำตาลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.755-2531 เท่านั้นที่กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของยีสต์และราไม่เกิน 50 โคโลนีหรือ 1.7 log cfu/g

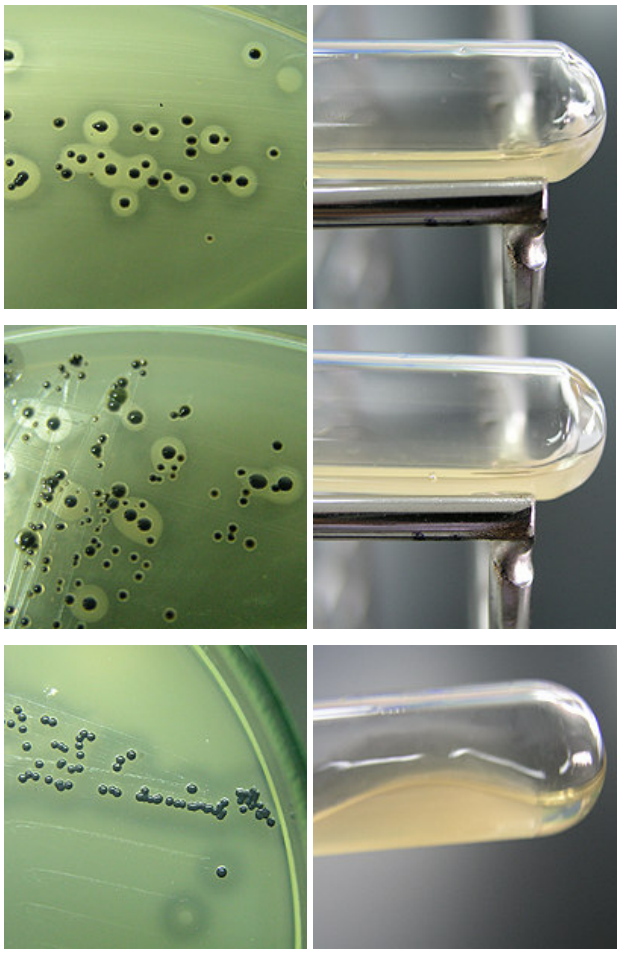
4.1.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *B. cereus, Staph. aureus, C. perfringens, Salmonella sp.* และ Coliforms ใน พริกสด กระเทียมสด และมะขามเปียก

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* โดยวิธี spread plate พบว่าในพริกสดและกระเทียมสดมีปริมาณของโคโลนีที่ใกล้เคียงตามลักษณะของเชื้อ *Staph. aureus* ในปริมาณที่สูงดังแสดงในภาพที่ 4.1 ส่วนปริมาณเชื้อในมะขามเปียกพบในปริมาณน้อย ในกรณีที่มีปริมาณเชื้อหลากหลายชนิดขึ้นปะปนกับเชื้อที่ต้องการวิเคราะห์บนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือเชื้อที่ต้องการวิเคราะห์มีปริมาณที่น้อยสามารถใช้วิธี Most Probable Number (MPN) ในการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อได้ ตามวิธีการวิเคราะห์ของ AOAC (2000)



ภาพที่ 4.1 ปริมาณของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar ที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อ *Staph. aureus* โดยวิธี spread plate

จากการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* โดยใช้วิธี MPN พบว่ามีโคโลนีที่ขึ้นบนอาหาร BP agar 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐานจึงได้ทำการทดสอบยืนยันด้วยวิธี coagulase test โดยใช้ rabbit plasma ในการทดสอบผลที่ได้พบว่ามีโคโลนีลักษณะเดียวเท่านั้นที่ให้ผลเป็นบวกคือทำให้ rabbit plasma จับตัวกันเป็นก้อนเนื่องจากเอนไซม์ coagulase ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ลักษณะของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar และผลการทดสอบ coagulase test : (ซ้าย) แสดงถึงลักษณะของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar ; (ขวา) ผลการทดสอบ coagulase test ที่ได้จากการนำโคโลนีที่ได้จากด้านซ้ายมาทำการทดสอบ

(ก) ลักษณะโคโลนีที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐาน ทดสอบ coagulase test ได้ผลเป็นลบคือไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อนของ rabbit plasma สามารถยืนยันได้ว่าไม่ใช่เชื้อ *Staph. aureus*

(ข) ลักษณะโคโลนีที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐาน ทดสอบ coagulase test ได้ผลเป็นลบคือไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อนของ rabbit plasma สามารถยืนยันได้ว่าไม่ใช่เชื้อ *Staph. aureus*

(ค) ลักษณะโคโลนีที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐาน ทดสอบ coagulase test ได้ผลเป็นบวกคือเกิดการจับตัวเป็นก้อนของ rabbit plasma สามารถยืนยันได้เป็นเชื้อ *Staph. aureus*

จากการวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและเชื้อที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะที่ดีพบว่าเชื้อ *Staph. aureus* ในพริกสดมีปริมาณสูงที่สุด คือพบตั้งแต่ 3-1100 MPN รองลงมาคือในกระเทียมสดพบตั้งแต่ น้อยกว่า 3 MPN ถึง 6 MPN และในมะขามเปียกพบน้อยกว่า 3 MPN เชื้อ Coliforms พบในพริกสดสูงที่สุด คือพบมากกว่า 1100 MPN รองลงมาคือกระเทียมสดซึ่ง พบตั้งแต่ 21 MPN ถึง 1100 MPN และในมะขามเปียกพบตั้งแต่น้อยกว่า 3 MPN ถึง 9.4 MPN ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและเชื้อที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะที่พบในวัตถุดิบแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและเชื้อที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะที่พบในวัตถุดิบ

	ปริมาณจุลินทรีย์				
วัตถุดิบ	*B. cereus* (log cfu/g)	Coliforms (MPN)	*Staph. aureus* (MPN)	*Samonella sp.*	*C. perfringens*
พริกสด	0-3.6	มากกว่า 1100	3-1100	NT	NT
กระเทียมสด	0-2.0	21-1100	น้อยกว่า 3-6	NT	NT
มะขามเปียก	0-2.5	น้อยกว่า 3-9.4	น้อยกว่า 3	NT	NT

NT = Not detect per 0.1 g

ในกรณีเชื้อ *B. cereus* พบในพริกสดสูงที่สุด คือพบตั้งแต่ 0-3.6 log cfu/g รองลงมาคือมะขามเปียกพบตั้งแต่ 0-2.5 log cfu/g และกระเทียมสดพบตั้งแต่ 0-2.0 log cfu/g สำหรับเชื้อ *C. perfringens* และ *Samonella* sp. ตรวจไม่พบในวัตถุดิบทั้งสามชนิด ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของสิริพร และคณะ (2536) ทำการวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อในวัตถุดิบของน้ำพริก ได้แก่ หัวหอม กระเทียม กุ้งแห้ง และพริกแห้ง พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ค่อนข้างสูงโดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.3 log cfu/g ถึง 7.8 log cfu/g โดยในตัวอย่างที่สิริพร และคณะ (2536) ทำการศึกษาพบทั้ง *Staph. aureus* และ *B. cereus* ทั้งนี้พริกแห้งมีปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนมากที่สุด โดยพบ *E. coli* แต่ไม่พบ *Salmonella spp.* และมีปริมาณ *C. perfringens* ปนเปื้อนสูงสุด แต่จากวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองไม่พบเชื้อ *Samonella* sp. และ *C. perfringens* และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในวัตถุดิบมีปริมาณสูงกว่า สำหรับการพบจุลินทรีย์ที่สามารถก่อให้เกิดโรคในตัวอย่างที่ทำการศึกษาผลที่ได้มีความขัดแย้งกับการศึกษาของ Limyati และ Juniar (1998) ที่เกี่ยวกับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ในยาพื้นบ้านของประเทศอินโดนีเซียมีชื่อว่า Jamu Gendong ซึ่งในตัวยานี้มีกระเทียม และมะขามเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งด้วยพบว่า หัวของกระเทียม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สูงโดยอยู่ในช่วง 1.1 log cfu/g ถึง 5.2 log cfu/g มีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0-4.6 log cfu/g มียีสต์และราอยู่ในช่วง

0 log cfu/g ถึง 2.6 log cfu/g และไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ฝักมะขามมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 0.7 log cfu/g ถึง 3.8 log cfu/g มีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0 log cfu/g ถึง 2.4 log cfu/g และมียีสต์และราอยู่ในช่วง 0 log cfu/g ถึง 5.5 log cfu/g และไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่จากผลการทดลองกระเทียมสดและมะขามเปียกที่ทำการทดลองพบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคคือ *Staph. aureus* และ *B. cereus* ซึ่งจากที่กล่าวมาปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์แตกต่างกันไปในแต่ละการทดลอง แสดงให้เห็นว่าที่มาของแหล่งวัตถุดิบที่แตกต่างกันเป็นสาเหตุให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปริมาณและชนิดที่แตกต่างกันออกไป

4.1.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในพริกบด กระเทียมบด และน้ำมะขามเปียกที่เตรียมตามขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบพริกบด กระเทียมบด และน้ำมะขามเปียก พบว่าปริมาณเชื้อในระหว่างขั้นตอนการเตรียมพริกบดประกอบด้วย พริกสด พริกล้าง และพริกบด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 8.4 7.1และ 6.7 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราที่พบใน พริกสด พริกล้าง และพริกบด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณยีสต์ราอยู่ที่ 7.3 7.0 และ5.6 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมพริกบดแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมพริกบด

ขั้นตอน	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)*	
	TPC	ยีสต์และรา
พริกสด	8.4±0.30	7.3±1.41
พริกล้าง	7.1±0.46	7.0±0.49
พริกบด	6.7±1.52	5.6±3.16

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบทางสถิติและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในกระเทียมสด กระเทียมล้าง และกระเทียมบดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยกระเทียมสดมีปริมาณมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมล้างและกระเทียมบด ส่วนกระเทียมล้างและกระเทียมบดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 5.5 2.9 และ2.7 log cfu/g ตามลำดับ ส่วนปริมาณยีสต์และราที่พบในกระเทียมสด กระเทียมล้าง และกระเทียมบดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยกระเทียมสดมีปริมาณมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมล้างและกระเทียมบด ส่วนกระเทียมล้างและกระเทียมบดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 4.4 2.1 และ 2.2 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมกระเทียมบดแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมกระเทียมบด

ขั้นตอน	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)*	
	TPC	ยีสต์และรา
กระเทียมสด	5.5^{a}±0.07	4.4^{a}±0.57
กระเทียมล้าง	2.9^{b}±0.82	2.1^{b}±0.17
กระเทียมบด	2.7^{b}±0.20	2.2^{b}±0.34

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในมะขามเปียกและน้ำมะขามเปียกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 3.4 และ 3.1 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราที่พบในมะขามเปียกและน้ำมะขามเปียกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณ ยีสต์และราที่ 3.0 และ 2.0 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมกระเทียมบดแสดงในตารางที่ 4.5

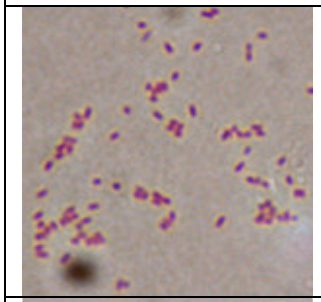
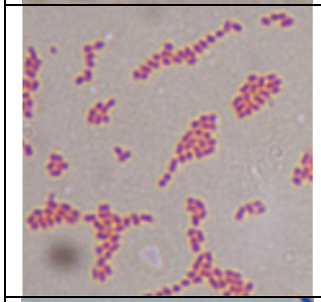
ตารางที่ 4.5 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมน้ำมะขามเปียก

ขั้นตอน	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)*	
	TPC	ยีสต์และรา
มะขามเปียก	3.4^{a}±0.05	3.0^{a}±0.02
น้ำมะขามเปียก	3.1^{a}±0.33	2.0^{b}±0.00

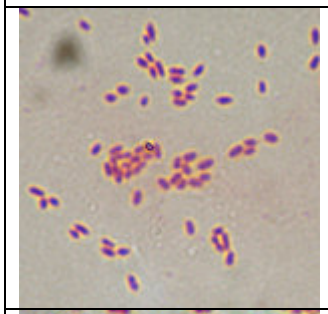
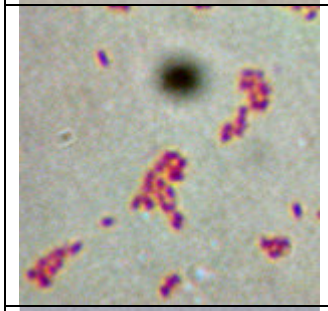
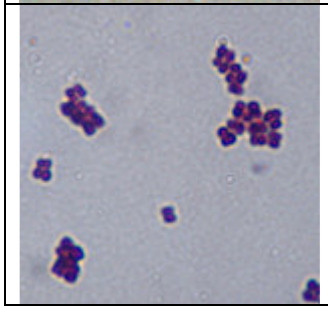
*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

จากการทดลองได้นำโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar มา streak บน NA agar slant บ่มไว้ 18 ชั่วโมงแล้วนำจุลินทรีย์ใน slant มาย้อมแกรมเพื่อทราบลักษณะของเชื้อ และลักษณะของสปอร์ที่พบ โดยลักษณะของจุลินทรีย์และสปอร์ที่พบแสดงตามตารางที่ 4.6

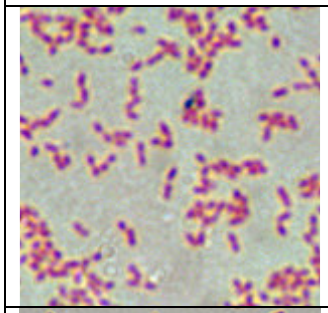
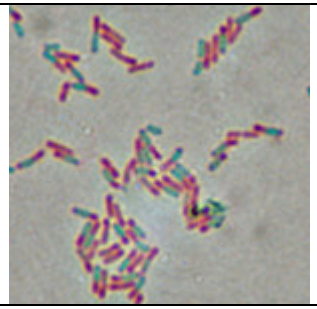
ตารางที่ 4.6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนสั้น	พริกสด พริกล้าง พริกบด
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนสั้น	พริกสด พริกล้าง พริกบด
	ไม่พบการสร้างสปอร์	บวก	กลม ติดกันเป็นพวง	พริกสด

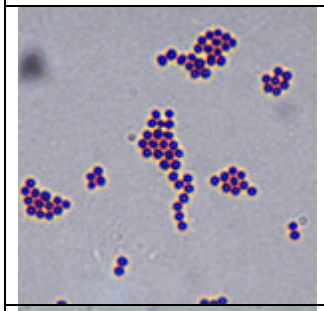
ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนสั้น	พริกสด พริกล้าง พริกบด
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนสั้น	พริกสด
	ไม่พบการสร้างสปอร์	บวก	กลม	กระเทียมสด กระเทียมล้าง กระเทียมบด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนสั้น	กระเทียมสด
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนยาว	กระเทียมสด
		บวก	ท่อนสั้น สปอร์ อยู่บริเวณ ด้านปลายของ เซลล์	กระเทียมล้าง กระเทียมบด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	บวก	กลม ติดกันเป็นพวง	กระเทียมบด
		บวก	ท่อนสั้น สปอร์ อยู่บริเวณ ด้านปลายของ เซลล์	มะขามเปียก น้ำมะขามเปียก
		บวก	ท่อนสั้น สปอร์ อยู่บริเวณ กลางเซลล์	มะขามเปียก น้ำมะขามเปียก

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	บวก	ท่อนยาว	มะขามเปียก น้ำมะขามเปียก

จากตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะของสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในแต่ละขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ พบว่าจำนวนชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ลดลงในแต่ละขั้นตอนมีจำนวนชนิดที่ลดลงเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะการเตรียมพริกบดและน้ำมะขามเปียก สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ของกระเทียมบดลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ กระเทียมสดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแตกต่างกับปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในกระเทียมล้างและกระเทียมบด จำนวนชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในการเตรียมกระเทียมบดมีจำนวนลดลงมากกว่าการเตรียมพริกบดและน้ำมะขามเปียก พบการสร้างสปอร์ของแบคทีเรียในกระเทียมล้างและกระเทียมบด แต่ไม่พบการสร้างสปอร์ของแบคทีเรียในกระเทียมสด อาจเป็นไปได้ว่ากระเทียมสดมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์สูง แต่เมื่อทำการล้างแล้วปริมาณแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์มีจำนวนลดลง จึงพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในขั้นตอนของกระเทียมล้างและกระเทียมบด สำหรับการเตรียมน้ำมะขามเปียกจำนวนชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ไม่ลดลงแม้ว่าในกระบวนการเตรียมได้ใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสผสมกับมะขามเปียกก่อนทำการกรองจนได้น้ำมะขามเปียก มีสาเหตุจากการพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในมะขามเปียกซึ่งแบคทีเรียที่สร้างสปอร์สามารถทนอุณหภูมิสูงได้ทำให้ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ไม่ลดลงในขั้นตอนการเตรียมน้ำมะขามเปียก

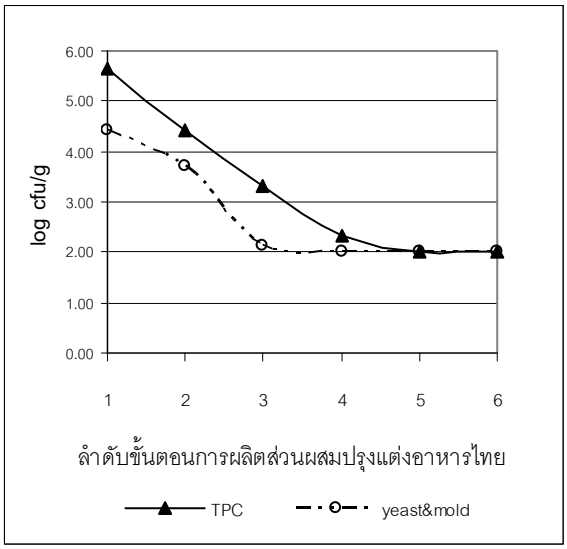
4.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

จากขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในแต่ละขั้นตอนการผสมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในขั้นตอนที่1 มีปริมาณ 5.6 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่2 ถึงขั้นตอนที่6 โดยที่ในขั้นตอนที่2 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.4 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่3 ถึงขั้นตอนที่6 ส่วนขั้นตอนที่3 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.3 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่4 ถึงขั้นตอนที่6 ในขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในขั้นตอนที่4 5 และ 6 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 2.3 log cfu/g น้อยกว่า 2.0 log cfu/g และ น้อยกว่า 2.0 log cfu/g ตามลำดับ สำหรับปริมาณยีสต์และราในขั้นตอนที่1 มีปริมาณ 4.4 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่2 ถึงขั้นตอนที่6 โดยที่ขั้นตอนที่2 มีปริมาณยีสต์และรา 3.7 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่3 ถึงขั้นตอนที่6 สำหรับขั้นตอนที่3 ถึงขั้นตอนที่6 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณยีสต์และราอยู่ที่ 2.1 log cfu/g น้อยกว่า 2.0 log cfu/g น้อยกว่า 2.0 log cfu/g และน้อยกว่า 2.0 log cfu/g ตามลำดับ ขั้นตอนการผลิตและปริมาณเชื้อที่ลดลงในแต่ละขั้นตอนแสดงในตารางที่ 4.7 สำหรับแนวโน้มการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตแสดงในภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.7 ขั้นตอนการผลิตและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอน	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)*	
	TPC	ยีสต์และรา
1. พริกบด+กระเทียมบด	5.7^{a}±0.36	4.4^{a}±0.21
2. น้ำปลา+น้ำ	4.4^{b}±0.62	3.7^{b}±0.08
3. เกลือ+น้ำตาล+กรดมะนาว+ผงชูรส	3.3^{c}±0.38	2.1^{c}±0.23
4. มะขามเปียก	2.3^{d}±0.16	2.0^{c}±0.00
5. ให้ความร้อน 70^{o}C 10 นาที	2.0^{d}±0.00	2.0^{c}±0.00
6. เติม Lime oil และบรรจุ	2.0^{d}±0.00	2.0^{c}±0.00

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

(1) ขั้นตอนนำพริกบดและกระเทียมบดผสมรวมกัน

(2) ขั้นตอนการผสมน้ำปลาและน้ำ

(3) ขั้นตอนการผสม เกลือ น้ำตาล ผงชูรสและกรดมะนาว

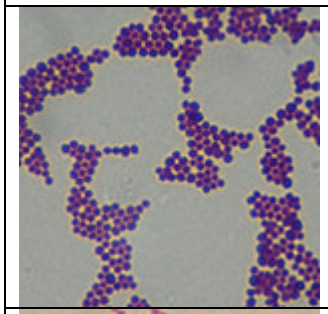
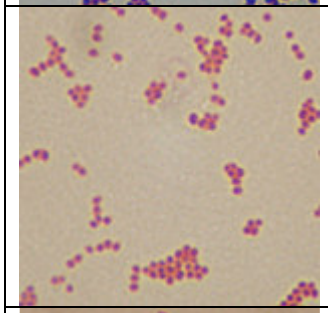
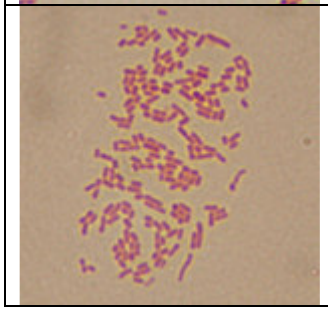
(4) ขั้นตอนการผสมน้ำมะขามเปียก

(5) ขั้นตอนการให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

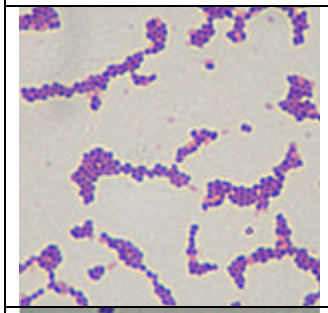
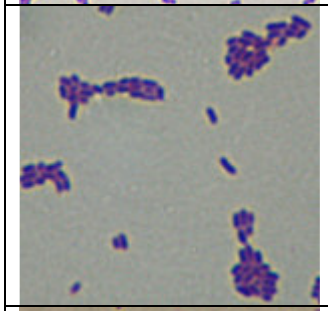
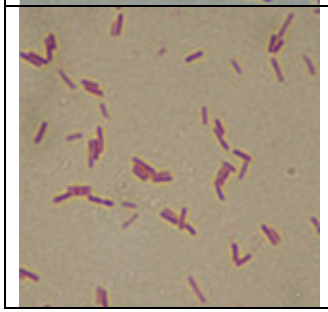
(6) ขั้นตอนการเติมLime oil ลงไปผสมก่อนการบรรจุขณะร้อน

จากการศึกษาลักษณะของจุลินทรีย์ที่พบ โดยนำโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar มา streak บน NA agar slant บ่มไว้ 18 ชั่วโมง แล้วนำจุลินทรีย์ใน slant มาย้อมแกรมเพื่อทราบลักษณะของเชื้อและลักษณะของสปอร์ที่พบ โดยลักษณะของจุลินทรีย์และสปอร์ที่พบแสดงตามตารางที่ 4.8

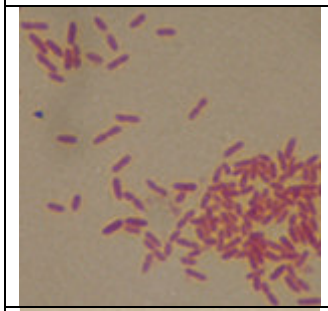
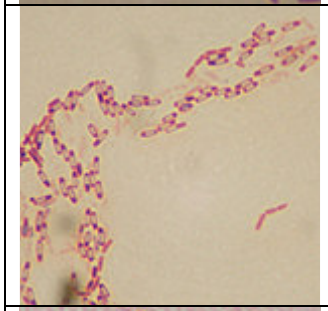
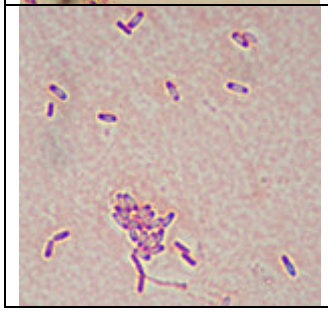
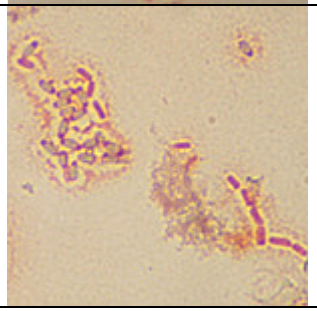
ตารางที่ 4.8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	บวก	กลม ติดกันเป็นพวง	ขั้นตอนที่1 ขั้นตอนที่4
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	กลม	ขั้นตอนที่1 ขั้นตอนที่3 ขั้นตอนที่4 ขั้นตอนที่5
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนสั้น	ขั้นตอนที่1 ขั้นตอนที่6

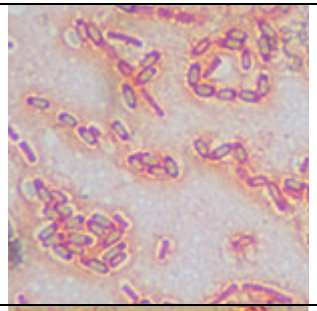
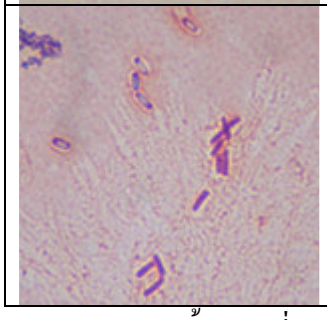
ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	บวก	กลม	ขั้นตอนที่1 ขั้นตอนที่2 ขั้นตอนที่4 ขั้นตอนที่5
	ไม่พบการสร้างสปอร์	บวก	ท่อนสั้น	ขั้นตอนที่1 ขั้นตอนที่2 ขั้นตอนที่3
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนยาว	ขั้นตอนที่2

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
	ไม่พบการสร้างสปอร์	ลบ	ท่อนสั้น	ขั้นตอนที่3
		บวก	ท่อนสั้น สปอร์ อยู่บริเวณ ด้านปลายของ เซลล์	ขั้นตอนที่4 ขั้นตอนที่5 ขั้นตอนที่6
		บวก	ท่อนสั้น สปอร์ อยู่บริเวณ ด้านปลายของ เซลล์	ขั้นตอนที่4

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

ลักษณะหลังย้อมแกรม	ลักษณะของสปอร์	แกรม	รูปร่าง	ขั้นตอนที่ตรวจพบ
		บวก	ท่อนสั้น สปอร์ อยู่บริเวณ กลางเซลล์	ขั้นตอนที่4 ขั้นตอนที่5
		บวก	ท่อนยาว สปอร์ อยู่บริเวณ กลาง และด้าน ปลายเซล์	ขั้นตอนที่5

หมายเหตุ : ขั้นตอนที่1 นำพริกบดและกระเทียมบดผสมรวมกัน; ขั้นตอนที่2 การผสมน้ำปลาและน้ำ; ขั้นตอนที่3 การผสมเกลือ น้ำตาล ผงชูรสและกรดมะนาว; ขั้นตอนที่4 การผสมน้ำมะขามเปียก; ขั้นตอนที่5 การให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ ขั้นตอนที่6 การเติม Lime oil ลงไปผสมก่อนการบรรจุขณะร้อน

จากภาพที่ 4.3 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในแต่ละขั้นตอนค่อยๆ ลดลงตามลำดับ โดยในขั้นตอนที่1 (การผสมพริกบดและกระเทียมบด)มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในปริมาณที่สูงคือ 5.7 และ 4.4 log cfu/g ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 (การผสมน้ำและน้ำปลา) มีผลทำให้ปริมาณเชื้อทั้งหมด ยีสต์และราลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในปริมาณ 4.4 และ 3.7 log cfu/g ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำปลามีเกลือเป็นส่วนผสม ผลของเกลือต่ออาหารทำให้อาหารมีรสเค็มขึ้นและทำให้ค่า a_w ของอาหารมีค่าลดลงทำให้มีสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ในบางกรณีการเติมเกลือลงในอาหารก็มีผลทำให้จุลินทรีย์สามารถต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น ทั้งนี้ดังรายงานของ Casey and Condon (2002) ที่ศึกษาผลของการใช้เกลือร่วมกับกรดในการต้านทานเชื้อ *E. coli* พบว่าเมื่อเติมเกลือ 4%ลงไปในอาหาร Tryptic Soy Broth (TSB) ที่ทำการปรับ pH ด้วยกรดแลคติกแล้วมีผลทำให้ความต้านทานต่อกรดของเชื้อเมื่อเวลาผ่านไปมีเพิ่มขึ้น ขั้นตอนที่3 (การผสมเกลือ น้ำตาล กรดมะนาว และผงชูรส) ในขั้นตอนนี้ทำให้เกิดสภาวะที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์คือ การเติมเกลือและน้ำตาลมีผลทำให้ค่า a_w ลดลงไปอีก และการเติมกรดมะนาวมีผลทำให้ pH ของอาหารมีค่าลดลงทำให้ความสามารถในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มีค่าลดลงในขั้นตอนที่3 นี้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณ 3.3 และ 2.1 log cfu/g ตามลำดับ ขั้นตอนที่4 (การผสมน้ำมะขามเปียก)มีผลทำให้ค่า pH ของอาหารลดลง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยมีปริมาณ 2.3 log cfu/g แต่สำหรับปริมาณยีสต์และราลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญโดยมีปริมาณน้อยกว่า 2 log cfu/g เนื่องจากยีสต์และราสามารถอยู่รอดได้ดีกว่าเชื้อแบคทีเรียในสภาวะที่เป็นกรด ขั้นตอนที่5 (การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที)ในขั้นตอนนี้เป็นการใช้ความร้อนในการลดปริมาณจุลินทรีย์แต่จากการทดลองปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญอาจเป็นเพราะเชื้อที่ทนผลกระทบจากเฮอร์เดิลในขั้นตอนที่ผ่านมาสามารถทนความร้อนในระดับนี้ได้ แต่ทั้งนี้ผลจากเฮอร์เดิลทั้งหมดที่ผ่านมาสามารถลดปริมาณเชื้อลงจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้ว สำหรับขั้นตอนที่6 (การเติมกลิ่น lime oil เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นตามลักษณะที่ต้องการ)จากผลการทดลองไม่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ

4.3 การหา process time ในการให้ความร้อนที่เหมาะสมก่อนบรรจุขณะร้อน

จากการทดลองหา process time ของผลิตภัณฑ์พบว่าในการให้ความร้อนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียส มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อน โดยตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 2.7 log cfu/g ในขณะที่ตัวอย่างที่ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียสมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 2.4 และ 1.9 log cfu/g ตามลำดับ ในขณะที่การให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียสให้ผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ผ่านอุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียส แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อน โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อน 70 องศาเซลเซียสเท่ากับ 1.6 log cfu/g สำหรับในกรณีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ผ่านอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อนและตัวอย่างที่ ผ่านอุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียส โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่75 องศาเซลเซียสเท่ากับ 1.1 log cfu/g ผลของการให้ความร้อนต่อการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อุณหภูมิต่างกันแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การรอดชีวิตของจุลินทรีย์ภายหลังการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่างกันเป็นเวลา 10 นาที ในขั้นตอนการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต

อุณหภูมิ	TPC (log cfu/g)*
ไม่ผ่านความร้อน	2.7^{a}±0.82
60 °C	2.4^{ab}±0.48
65 °C	1.9^{abc}±0.19
70 °C	1.6^{bc}±0.19
75 °C	1.1^{c}±0.17

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

จากตารางที่ 4.9 จึงเลือกอุณหภูมิในการให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่สามารถลดจุลินทรีย์ลงได้ในระดับที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อน และสามารถลดจุลินทรีย์ลงได้ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสยังให้ผลที่ดีกับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีโอกาสทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเป็นสีเข้มขึ้นได้น้อยกว่าการใช้อุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียสได้อีกด้วย

4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยเมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาต่างๆ มีดังนี้

4.4.1 ปริมาณเชื้อตามช่วงเวลาเก็บรักษา

จากการทดลองสามารถวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตามช่วงเวลาการเก็บรักษา โดยทำการวิเคราะห์ ปริมาณเชื้อทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา เชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *B. cereus Samonella* sp., *C. perfringens*, *Staph. aureus* และ Coliforms ได้ผลตามตารางที่ 4.10 และ 4.11 โดยพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) มีค่าอยู่ในช่วง น้อยกว่า 1 log cfu/g ถึง 1.5 log cfu/g ปริมาณยีสต์และรามีค่าอยู่ที่น้อยกว่า 1 log cfu/g ไม่พบเชื้อ *Samonella* sp. และ *C. perfringens* ปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* และ Coliforms อยู่ที่ น้อยกว่า 3 MPN ตลอดอายุการเก็บรักษาตลอด 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.10 ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 °C)

เวลา (สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์						
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	ยีสต์และรา (log cfu/g)	*B. cereus* (log cfu/g)	*Samonella* sp.	*C. perfringens*	Coliforms (MPN)	*Staph. aureus* (MPN)
0	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
2	< 1.5	< 1.0	0.7*	NT	NT	< 3	< 3
4	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
6	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
8	< 1.5	< 1.0	0.7*	NT	NT	< 3	< 3
10	< 1.0	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
12	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

< 1.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 1.0 กรัม

< 2.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 0.1 กรัม

* พบโคโลนีของ *B. cereus* เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 1-2 โคโลนี

NT = Not detect per 0.1 g

ตารางที่ 4.11 ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

เวลา (สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์						
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	ยีสต์และรา (log cfu/g)	*B. cereus* (log cfu/g)	*Samonella* sp.	*C. perfringens*	Coliforms (MPN)	*Staph. aureus* (MPN)
0	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
2	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
4	< 1.5	< 1.0	0.8*	NT	NT	< 3	< 3
6	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
8	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
10	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3
12	< 1.5	< 1.0	< 2.0	NT	NT	< 3	< 3

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

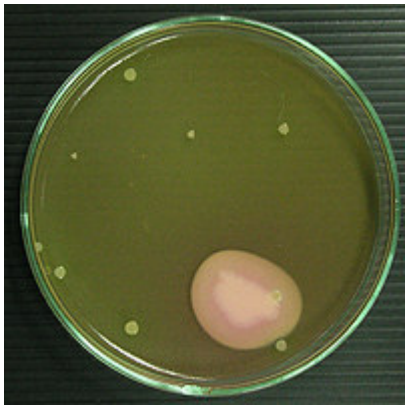
< 1.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 1.0 กรัม

< 2.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 0.1 กรัม

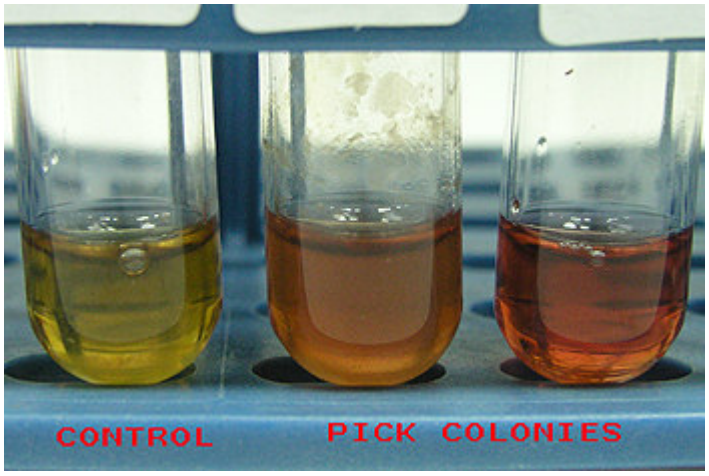
* พบโคโลนีของ *B. cereus* เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 1-2 โคโลนี

NT = Not detect per 0.1 g

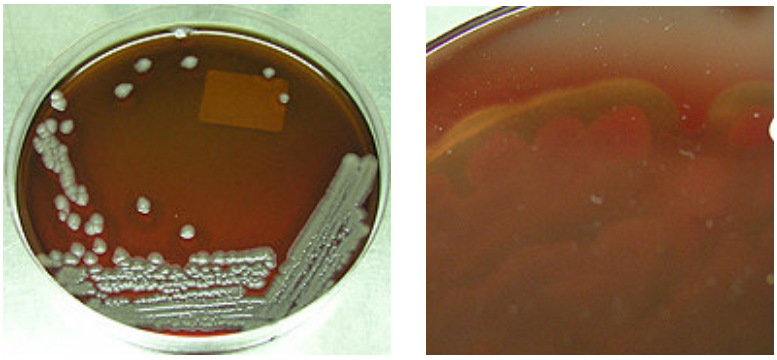
เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.6 จึงจัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตในสภาพนี้ได้ อีกทั้งในการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบก็ไม่พบเชื้อ *Samonella* sp. และ *C. perfringens* อีกด้วย จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.10 และ 4.11 พบว่าจุลินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ โดยปริมาณจุลินทรีย์มีปริมาณที่คงที่ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในกรณีของอุณหภูมิในการเก็บรักษาซึ่งปกติจะเป็นส่วนหนึ่งในปัจจัยที่ช่วยให้การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น แต่ในการทดลองนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส)และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นั้นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่ต่างกัน อาจเป็นเพราะเนื่องมาจากปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นี้มีหลายปัจจัย เช่น ปริมาณเกลือ pH และ a_w เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้อาจมีผลต่อผลิตภัณฑ์มากกว่าปัจจัยด้านอุณหภูมิในการเก็บรักษาจึงทำให้ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาแสดงออกมาได้ไม่เด่นชัด สำหรับปริมาณของเชื้อ Coliforms และ *Staph. aureus* จากผลการทดลองพบว่าปัจจัยต่างๆสามารถควบคุมปริมาณของเชื้อทั้งสองชนิดได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยปริมาณเชื้อทั้งสองไม่สามารถเจริญได้ในผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดลอง สำหรับในกรณีของเชื้อ *B. cereus* ที่ตรวจพบบนอาหาร MYP ในสัปดาห์ที่ 2 4 และ 8 นั้นเมื่อนำโคโลนีที่พบบนอาหารมาทำการทดสอบยืนยันโดยการทดสอบการย่อยสลายเจลาติน ทดสอบกับอาหาร VP และทดสอบปฏิกิริยา haemolytic กับอาหารเลี้ยงเชื้อ blood agar ซึ่งจากการทดสอบโคโลนีที่นำมาทดสอบสามารถย่อยสลายเจลาตินได้ ทดสอบกับอาหาร VP ได้สีส้มค่อนข้างแดงให้ผลเป็นลบ และสามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดงทำให้เกิด clear zone บนอาหารเลี้ยงเชื้อ blood agar จึงสามารถยืนยันได้ว่าโคโลนีที่พบบนอาหารเป็นเชื้อ *B. cereus* ดังแสดงในภาพที่ 4.4 ถึง 4.6



ภาพที่ 4.4 ลักษณะของโคโลนีที่ขึ้นบนอาหาร MYP



ภาพที่ 4.5 ผลการทดสอบกับอาหาร VP



ภาพที่ 4.6 ลักษณะการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงบนอาหาร blood agar

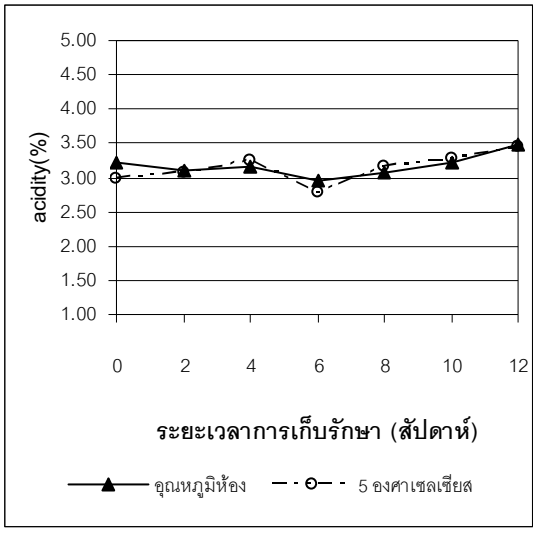
จากการทดลองวิเคราะห์เชื้อ *B. cereus* ตามระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่ายังมีการพบการเจริญของเชื้อบนอาหาร MYP ตามช่วงเวลาการเก็บรักษา แต่ทั้งนี้จำนวนโคโลนีที่พบมีจำนวนเพียง 1-2 โคโลนีเท่านั้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเชื้อที่พบในระหว่างการทดลองไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากมีจำนวนโคโลนีที่น้อยเกินไป ทั้งนี้การทดสอบยืนยันผลตามวิธีของ AOAC (2000) ต้องเลือกโคโลนีที่ต้องการทดสอบมา 5 โคโลนีขึ้นไป หรืออาจเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์เชื้อโดยวิธี Most Probable Number (MPN) แทน อนึ่งผลปริมาณเชื้อทั้งหมดที่พบในระหว่างการเก็บรักษาพบว่ามีจำนวนที่คงที่แสดงว่ากระบวนการเฮอร์เดิลสามารถควบคุมปริมาณของเชื้อให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้

4.4.2 คุณภาพทางเคมีตามช่วงเวลาเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีตามช่วงเวลาการเก็บรักษาประกอบด้วย ปริมาณกรดทั้งหมด pH ปริมาณเกลือทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (^{o}Brix) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย ค่าที่วิเคราะห์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส

4.4.2.1 ปริมาณกรดทั้งหมด (%)

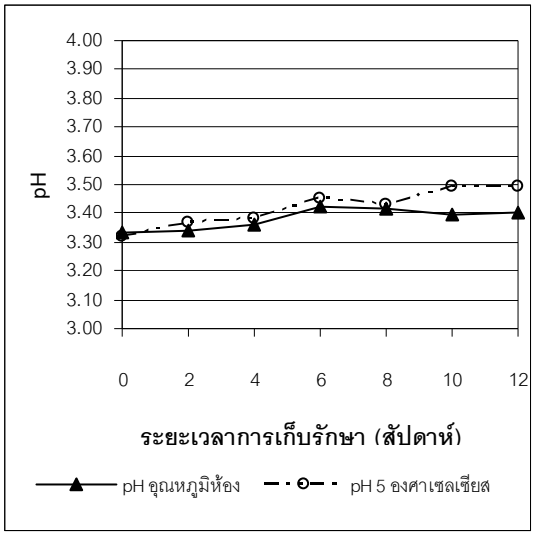
ปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 2.9% ถึง 3.5% ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 2.8% ถึง 3.5% ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.7 โดยพบว่าปริมาณกรดมีการเปลี่ยนแปลงค่าเพียงเล็กน้อยและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องกับอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของกรดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์โดยกรดส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กรดมะนาวที่เติมลงไปและกรดทาร์ทาร์ลิคที่สามารถพบได้ในมะขาม



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.2.2 pH

ค่า pH ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษาทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3 ถึง 3.4 ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3 ถึง 3.5 ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.8 โดยพบว่า pH มีแนวโน้มสูงขึ้น และที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส มีค่า pH มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อาจมีสาเหตุจากกรดที่ใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์มีความสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออนได้น้อยลงในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาทำให้ค่า pH มีแนวโน้มสูงขึ้น

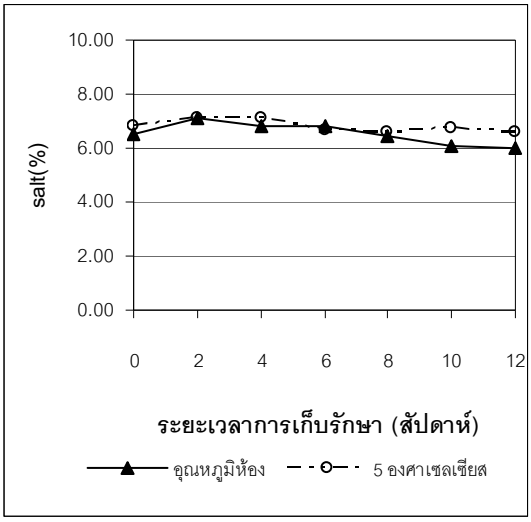


ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.2.2.4 ปริมาณเกลือ (%)

ปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 5.9% ถึง 7.1% ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 6.6% ถึง 7.1% ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.9 โดยพบว่าปริมาณเกลือมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และปริมาณของเกลือในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้

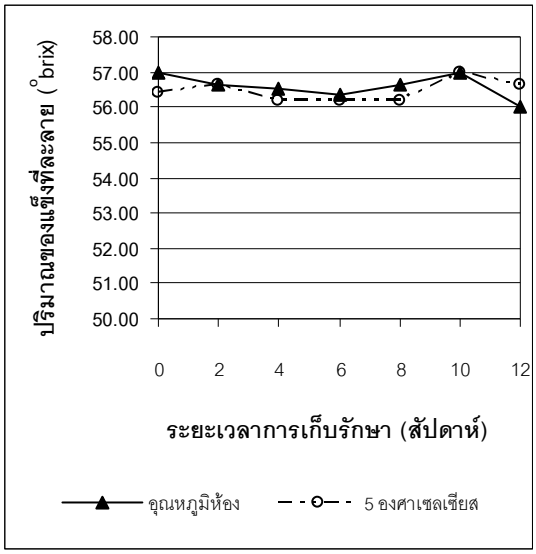
เห็นว่าระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเกลือในผลิตภัณฑ์ โดยเกลือส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์ได้แก่ เกลือบริสุทธิ์ที่เติมลงไปและเกลือที่พบในน้ำปลา



ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.2.2.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (^{o}Brix)

ปริมาณของแข็งที่ละลาย (^{o}Brix) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษาทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 56.0 ถึง 57.0 Brix^{o} ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 56.2 ถึง 57.0 Brix^{o} ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.10 โดยพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และปริมาณของของแข็งที่ละลายทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของของแข็งที่ละลายทั้งหมดในผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลาย (^{o}Brix) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

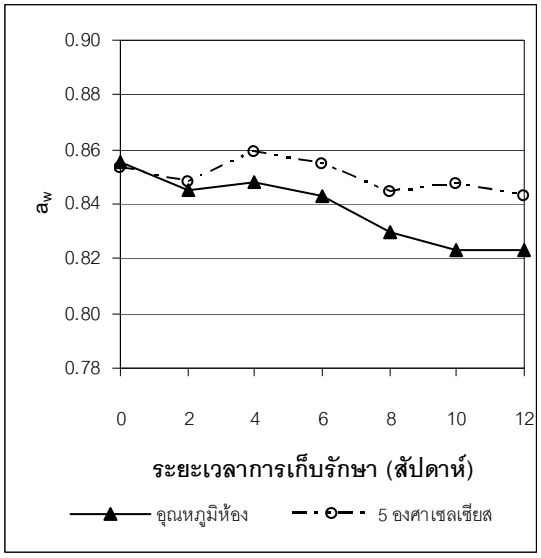
4.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพตามช่วงเวลาเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพซึ่งประกอบด้วย water activity ความหนืด และสีพบว่าจากผลการทดลองวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย ค่าที่วิเคราะห์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ยกเว้นค่า water activity ในผลิตภัณฑ์ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

4.4.3.1 Water activity

Water activity ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.82 ถึง 0.85 ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.84 ถึง 0.86 ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของ a_w ในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.11 โดยพบว่าค่า a_w มีแนวโน้มลดลง และที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสมีค่า a_w มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อาจเนื่องจากการสูญเสียความชื้นในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ทำให้ค่า a_w มีค่าลดลง สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w ที่น้อยกว่า เนื่องจากการเก็บรักษาในตู้เย็นมีความชื้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจึงเกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์น้อยกว่าเป็นสาเหตุให้ค่า a_w มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งความหนืดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่สูงขึ้นด้วยเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง

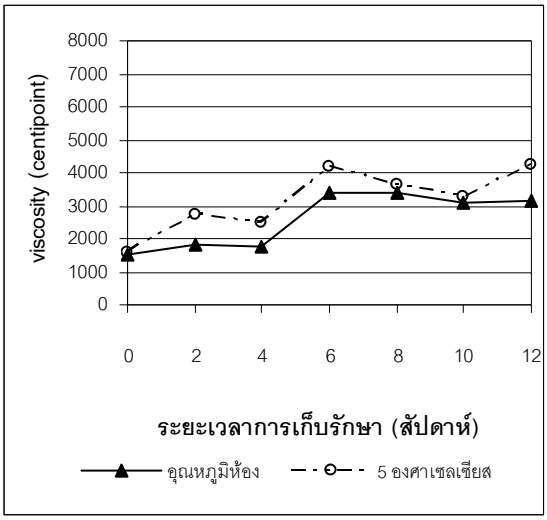


ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงของ water activity ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.3.2 ความหนืด (Viscosity)

ความหนืดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 1528.3 ถึง 3418.0 เซนติพอยท์ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 1591.7 ถึง 4212.7 เซนติพอยท์ ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีความหนืดมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การเปลี่ยนแปลงของความหนืดในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงของความหนืดในระหว่างการเก็บรักษา อาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการผลิตซึ่งมีการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดและน้ำตาลซูโครสทำให้เกิดการไฮโดรไลซ์จากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตส ซึ่งเรียกว่า Invert sugar มีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมข้นเหนียว และช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล กิตติพงษ์ (2535) เป็นสาเหตุทำให้ความหนืดของ

ผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้นและทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์ไม่ลดลงเนื่องจากการตกผลึกของน้ำตาล การที่แนวโน้มของความหนืดมีค่าสูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับค่า a_w ที่มีแนวโน้มลดลงอีกด้วย



ภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงของความหนืดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.3.2 สี

การวิเคราะห์ค่าสี (L* a* b*) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูประหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา โดยนำตัวอย่างทำการกรองพริกบด และกระเทียมบดก่อนแล้วจึงทำการวัด ค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสีของผลิตภัณฑ์สามารถอธิบายได้ดังนี้

ค่า L* แสดงถึงความมืด-สว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย L=0 เป็นสีดำ L=100 เป็นสีขาว

ค่า a* แสดงถึงสีแดง-เขียว a มีค่าเป็นบวกเป็นสีแดง a มีค่าเป็นลบเป็นสีเขียว

ค่า b* แสดงถึงสีเหลือง-น้ำเงิน b มีค่าเป็นบวกเป็นสีเหลือง b มีค่าเป็นลบเป็นสีน้ำเงิน

จากภาพที่4.13 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งพบว่าสีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเข้มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงของสีที่เข้มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆกันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

(ก) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

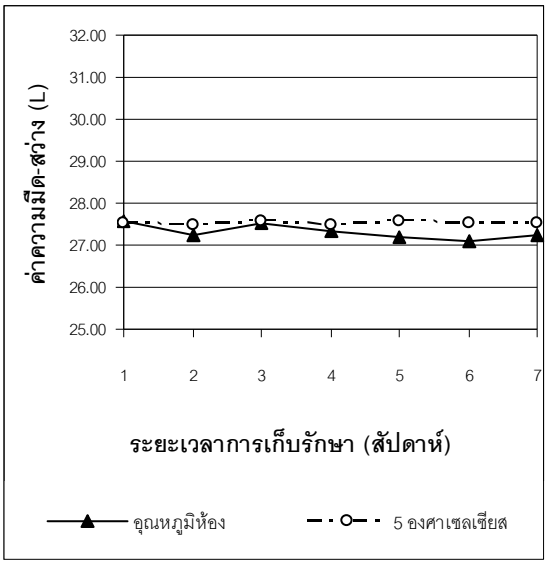
(ข) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

(ค) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผ่านการกรองพริกและกระเทียมออก

(ง) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและผ่านการกรองพริกและกระเทียมออก

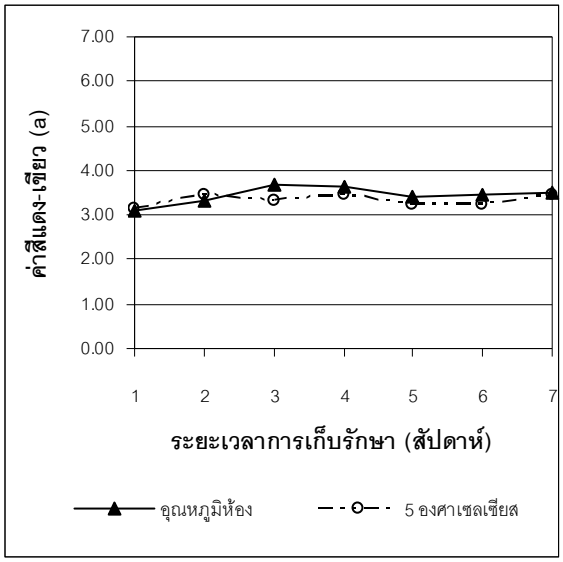
เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าของสีที่วัดได้จากการทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าความมืด-สว่าง (L) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่าง แสดงในภาพที่ 4.14 โดยพบว่า ค่าความมืด-สว่างของ

ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่ลดลงแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างที่มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การลดลงของค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์มีสาเหตุมาจากการเกิดการ browning ของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ และกรดอะมิโนที่พบในน้ำปลาทำปฏิกิริยาคอนเดนเซชั่นกับน้ำตาล กรดอะมิโนยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอีนอลไลเซชั่น และดีไฮเดรชัน วรรณา (2536) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น



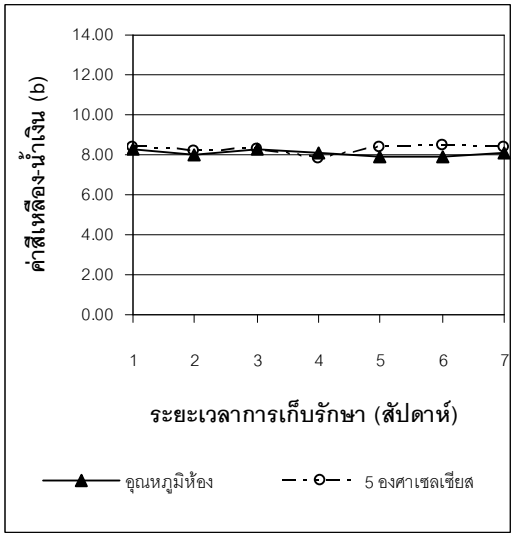
ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่าง (L) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีแดง-เขียว (a) ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าค่าสีแดง-เขียวของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียวแสดงในภาพที่ 4.15 พบว่าค่าสีแดง-เขียวของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียว (a) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงิน แสดงในภาพที่ 4.16 พบว่าค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป พบว่าการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้าน ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมด pH ปริมาณเกลือ และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการแตกตัวของเกลือในผลิตภัณฑ์ให้ Na^+ โดย Kimball (1991) กล่าวว่าองค์ประกอบที่เป็นเกลือ K^+ และ Na^+ ในน้ำผลไม้ตระกูลส้มทำให้ระบบมีสภาพเป็นบัฟเฟอร์สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ได้ ซึ่งจากการทดลองของอรุณรัศมี (2546) ศึกษาการพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำมะนาวเข้มข้นพบว่า เมื่อเติมโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต (SHMP) ซึ่งแตกตัวให้ Na^+ ลงในน้ำมะนาวที่ทำการศึกษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำมะนาวที่เติม SHMP มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่าน้ำมะนาวที่ไม่ได้เติม SHMP การเปลี่ยนแปลงความหนืดมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กลายเป็น Invert sugar ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมข้นเหนียว สาเหตุของการเพิ่มความหนืดอีกประการหนึ่งอาจมาจากเพคตินที่พบในมะขามเปียกเมื่อผ่านกระบวนการผลิตเกิดการรวมตัวกับน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ในสภาวะที่เป็นกรดทำให้เกิดเป็นเจลขึ้นในผลิตภัณฑ์ มีผลให้ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ลดลงทำให้ความหนืดสูงขึ้น และเป็นสาเหตุให้ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ทั้งนี้ในระยะแรกของการเก็บรักษาสภาวะอาจยังไม่เหมาะสมต่อการเกิดเจล เมื่อเวลาผ่านไปอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบภายในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมความหนืดจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความหนืดในผลิตภัณฑ์ยังคงต้องทำการศึกษาต่อไป

จากการทดลอง พบว่าการเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการผลิตมีปัจจัยของเฮอร์เดิล ได้แก่ natural preservative, a_w, pH, temperature และ packaging จากตารางที่ 4.12 พบว่าการเตรียมวัตถุดิบ (ขั้นตอนที่1) ซึ่งประกอบไปด้วยการเตรียมพริกบดสามารถลดปริมาณเชื้อในพริกสดได้ร้อยละ 20.3 การเตรียมกระเทียมบดสามารถลดปริมาณเชื้อในกระเทียมสดได้ร้อยละ 50.9 และการเตรียมน้ำมะขามเปียกสามารถลดปริมาณเชื้อในมะขามเปียกได้ร้อยละ 8.8 แต่ทั้งนี้เมื่อเทียบอัตราส่วนร้อยละของปริมาณการผสมพริกบด กระเทียมบด และน้ำมะขามเปียกลงในผลิตภัณฑ์แล้ว ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนนำไปผสมกับส่วนผสมชนิดอื่นได้ร้อยละ 7.8 ดังนั้นเมื่อมองโดยรวมแล้วปริมาณเชื้อที่ลดลงในระหว่างการเตรียมวัตถุดิบก็ยังจัดได้ว่าเป็นปริมาณที่ไม่สูงมาก สำหรับในขั้นตอนการเตรียมวัตดิบมีปัจจัยของเฮอร์เดิลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ natural preservative และ pH สำหรับขั้นตอนการผสมพริกบดและกระเทียมบดเป็นขั้นตอนต่อเนื่องมาจากการเตรียมโดยเริ่มต้นมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นที่ 5.7 log cfu/g ขั้นตอนการผสมน้ำปลาและน้ำ (ขั้นตอนที่2) เป็นการเติมส่วนผสมที่สามารถลดค่า a_w ให้ลดลงได้โดยมีผลทำให้ จุลินทรีย์ที่

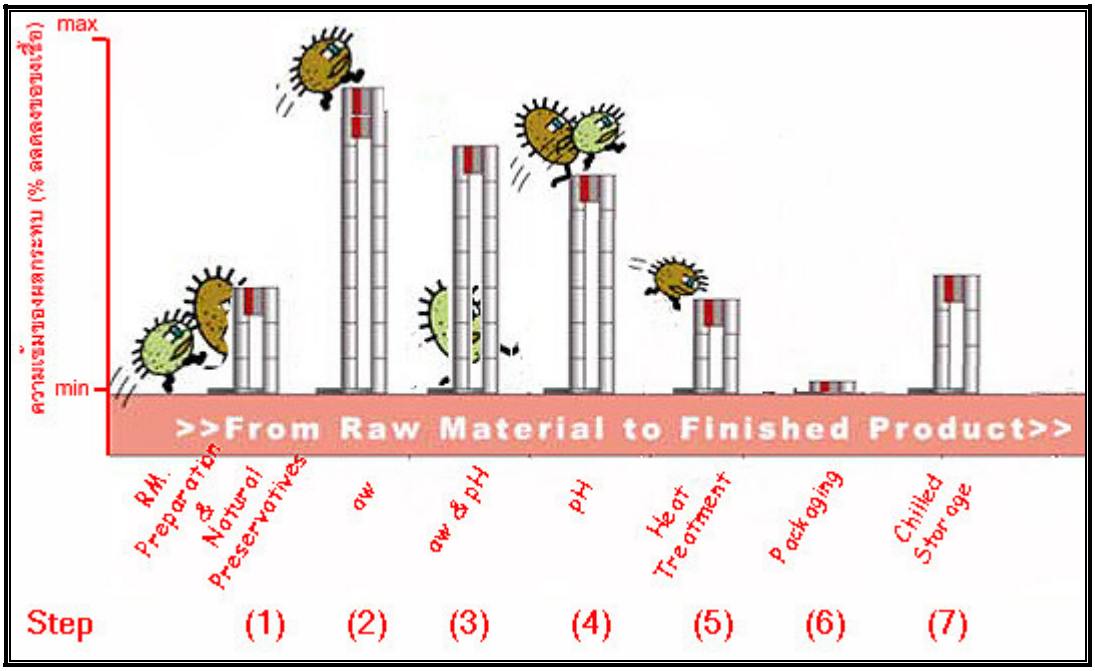
พบในผลิตภัณฑ์สามารถเจริญได้น้อยลง เนื่องจากสภาวะที่ไม่เหมาะสมในขั้นตอนนี้ สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 22.8 ขั้นตอนการเติมเกลือ น้ำตาล กรดมะนาว และผงชูรส (ขั้นตอนที่3) ขั้นตอนนี้มีปัจจัยของเฮอร์เดิลสองชนิดได้แก่ a_w และ pH ในขั้นตอนนี้ทำให้ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ลดลงอีกและยังลด pH ของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำลง เป็นผลให้การต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์มีค่าลดลงและมีสภาวะในการเจริญที่ไม่เหมาะสม ในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 19.3 ขั้นตอนการเติมน้ำมะขามเปียก (ขั้นตอนที่4) ขั้นตอนนี้ทำให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลดลงอีกในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 17.5 ขั้นตอนการให้ความร้อน (ขั้นตอนที่5) เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตอาหารซึ่งในการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อโดยทั่วไปถ้าใช้ความร้อนสูงก็จะสามารถลดปริมาณเชื้อได้มากจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัย แต่จากการทดลองนี้สามารถใช้อุณหภูมิฆ่าเชื้อที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีได้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ปัจจัยของเฮอร์เดิลหลายปัจจัยร่วมกัน ทำให้สามารถควบคุมปริมาณของจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยก่อนที่จะทำการผ่านความร้อนอีกด้วย ในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 5.6 ขั้นตอนการเติมกลิ่นและการบรรจุ (ขั้นตอนที่6) ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อได้เนื่องจากกลิ่นที่เติมลงไปต้องการเพื่อให้กลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์เท่านั้นปริมาณที่เติมจึงไม่สารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้แต่ทั้งนี้ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภคแล้ว การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ขั้นตอนที่7) เป็นเป็นการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ให้คงที่ในระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาอีกด้วยโดยทำงานร่วมกับปัจจัยอื่นๆได้แก่ a_w pH package ในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 8.8 ปริมาณของเชื้อทั้งหมดที่ลดลงโดยปัจจัยของเฮอร์เดิลแสดงในตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.17

ตารางที่ 4.12 ปริมาณเชื้อที่ลดลงในแต่ละปัจจัยของเฮอร์เดิลในขั้นตอนของกระบวนการผลิต

ขั้นตอน	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)		ร้อยละ ปริมาณเชื้อที่ลดลง	ปัจจัยเฮอร์เดิล
	ปริมาณเชื้อเริ่มต้น	ปริมาณเชื้อที่เหลือ		
การเตรียมวัตถุดิบ				raw material preparation
พริกสด	8.4	8.4	-	-
พริกล้าง		7.1	15.5	การล้าง
พริกบด		6.7	4.8	natural preservatives
กระเทียมสด	5.5	5.5	-	-
กระเทียมล้าง		2.9	47.3	การล้าง
กระเทียมบด		2.7	3.6	natural preservatives
มะขามเปียก	3.4	3.4	-	-
น้ำมะขามเปียก		3.1	8.8	pH

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ปริมาณเชื้อที่ลดลงในแต่ละปัจจัยของเฮอร์เดิล ในขั้นตอนของกระบวนการผลิต

ขั้นตอน	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)		ร้อยละ	ปัจจัยเฮอร์เดิล
	ปริมาณเชื้อเริ่มต้น	ปริมาณเชื้อที่เหลือ	ปริมาณเชื้อที่ลดลง	
กระบวนการผลิต				
พริกบด+กระเทียมบด	5.7	5.7	-	-
น้ำปลา+น้ำ		4.4	22.8	a_w
น้ำตาล+เกลือ+กรดมะนาว+ชูรส		3.3	19.3	a_w / pH
มะขามเปียก		2.3	17.5	pH
ให้ความร้อน 70°C 10 นาที		2.0	5.6	heat treatment
เติม Lime oil และบรรจุ		2.0	0.0	packaging
Chilled storage		1.5	8.8	chilled storage



ภาพที่ 4.17 แผนภูมิจำลองผลกระทบของปัจจัยเฮอร์เดิลที่มีต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

(1) ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (raw material preparation) และการผสมพริกบดและกระเทียมบด (natural preservatives)

(2) ขั้นตอนการผสมน้ำปลา น้ำ (a_w)

(3) ขั้นตอนการผสมเกลือ น้ำตาล กรดมะนาว และผงชูรส (a_w & pH)

(4) ขั้นตอนการผสมน้ำมะขามเปียก (pH)

(5) ขั้นตอนการให้ความร้อน 70 ^{o}C (heat treatment)

(6) ขั้นตอนการเติมกลิ่นและการบรรจุ (packaging)

(7) ขั้นตอนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (chilled storage)

ที่มา : ดัดแปลงจาก SPG Media Limited (2006)

4.4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.4.4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่างกับตัวอย่างควบคุม โดยใช้สเกลการยอมรับแบบ Hedonic scale 5 point กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน โดยในการทดสอบได้แบ่งทำการทดสอบตัวอย่างออกเป็น

2 ขั้นตอนคือคือ ขั้นตอนแรกทำการทดสอบ โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมาทำการทดสอบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมซึ่งทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น และการยอมรับโดยรวม ขั้นตอนที่สอง นำผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบจากแบบแรกมาผสมกับมะละกอดิบขูดเป็นเส้นที่เตรียมไว้ แล้วทดสอบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมที่โดยทำการทดสอบในด้าน สี กลิ่น รสชาติโดยรวม และการยอมรับโดยรวม สำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ในด้านของสีพบว่า ความแตกต่างของสีจากตัวอย่างควบคุมที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่ 5 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามอายุการเก็บรักษา แต่ที่อุณหภูมิเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสมีค่าความแตกต่างน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องซึ่งสอดคล้องกับการวัดสีในด้านของค่า L โดยจากภาพที่ 4.15 พบว่าแนวโน้มของสีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่เข้มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาแต่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มเข้มขึ้นน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องผู้ทดสอบจึงสามารถแยกความแตกต่างของสีตามระยะเวลาที่ผ่านไปได้

การทดสอบในด้านกลิ่นของตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมพบว่าคะแนนความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีคะแนนค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยในสัปดาห์ที่ 12 ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ซึ่งคะแนนที่ได้ต่ำกว่าระดับ 3 (แตกต่างปานกลาง) ซึ่งกล่าวได้ว่าผู้ทดสอบเริ่มไม่ยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์

การทดสอบทางด้านการยอมรับโดยรวมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เพื่อทราบผลของการยอมรับของผู้ทดสอบโดยไม่ได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม พบว่าคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษาอีกด้วย

สำหรับคะแนนทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างที่ทำการผสมกับมะละกอดิบขูดเป็นเส้นก่อนทำการทดสอบ โดยทดสอบทางด้าน สี กลิ่น รสชาติโดยรวม และการยอมรับโดยรวม พบว่าคะแนนด้านประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น และการยอมรับโดยรวม มีคะแนนเป็นไปในทางที่สอดคล้องกับคะแนนด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างที่ไม่ได้ผสมกับมะละกอดิบขูดเส้น โดยตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีคะแนนเฉลี่ยในทุกด้านที่สูงกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แต่ทั้งนี้หลังทำการผสมกับมะละกอดิบแล้วคะแนนเฉลี่ยของทุกด้านจะสูงขึ้นทั้งการเก็บรักษาทั้งสองแบบ ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากหลังจากทำการผสมกับมะละกอดิบแล้วสีและกลิ่นของ

ผลิตภัณฑ์เจือจางลง เพราะมีสีและกลิ่นของมะละกอดิบมาผสมด้วยค่าความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมจึงมีค่าลดลง สำหรับในด้านการยอมรับโดยรวมของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส คะแนนที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งไม่สอดคล้องกับคะแนนในด้านการยอมรับโดยรวมของตัวอย่างที่ไม่ได้ผสมกับมะละกอดิบ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเมื่อผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นแล้วทำการชิมทำให้รสชาติมีผลต่อการตัดสินใจต่อคะแนนการยอมรับโดยรวมซึ่งต่างจากการทดสอบตัวอย่างแบบแรกที่ใช้ประสาทสัมผัสด้านการมองเห็นและด้านการสูดดม ในการตัดสินใจยอมรับในผลิตภัณฑ์เท่านั้น รวมไปถึงรสชาติของมะละกอดิบขูดเส้นที่นำไปผสมทำให้มีผลต่อประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบอีกด้วย

สำหรับคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติโดยรวมนั้น ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งยังไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษาอีกด้วย แต่ทั้งนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องก็ยังมีค่าเฉลี่ยที่สูงอยู่คือ 3.2 ซึ่งยังถือว่ายังไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมมาก คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.13 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

สัปดาห์	ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย*			ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยผสมมะละกอดิบขูดเส้น*			
	สี	กลิ่น	การยอมรับ	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับ
0	4.15^{a}±0.47	3.38^{a}±1.17	3.68^{a}±0.88	4.27^{a}±0.47	3.82^{a}±0.71	3.77^{a}±0.70	3.94^{a}±0.39
2	3.44^{bc}±0.73	3.00^{ab}±0.85	3.51^{a}±0.64	3.80^{b}±0.80	3.28^{bc}±0.88	3.52^{ab}±0.85	3.56^{abc}±0.73
4	3.26^{bc}±0.74	3.30^{ab}±0.93	3.43^{a}±0.64	3.88^{ab}±0.81	3.40^{ab}±0.89	3.50^{ab}±0.83	3.72^{ab}±0.67
6	3.62^{b}±1.18	3.52^{a}±0.89	3.56^{a}±0.74	3.94^{ab}±0.89	3.76^{a}±0.71	3.67^{a}±0.97	3.68^{ab}±0.75
8	3.15^{c}±1.02	3.07^{ab}±0.92	3.32^{ab}±0.74	3.60^{bc}±0.87	3.16^{bc}±0.96	3.16^{b}±0.87	3.19^{c}±0.84
10	3.04^{c}±.98	3.15^{ab}±0.98	3.27^{ab}±0.95	3.74^{b}±0.86	3.56^{ab}±0.93	3.39^{ab}±0.88	3.51^{bc}±0.90
12	2.50^{d}±1.08	2.78^{b}±1.06	2.98^{b}±0.86	3.25^{c}±1.21	2.85^{c}±0.1.16	3.20^{b}±0.97	3.24^{c}±0.96

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย DMRT

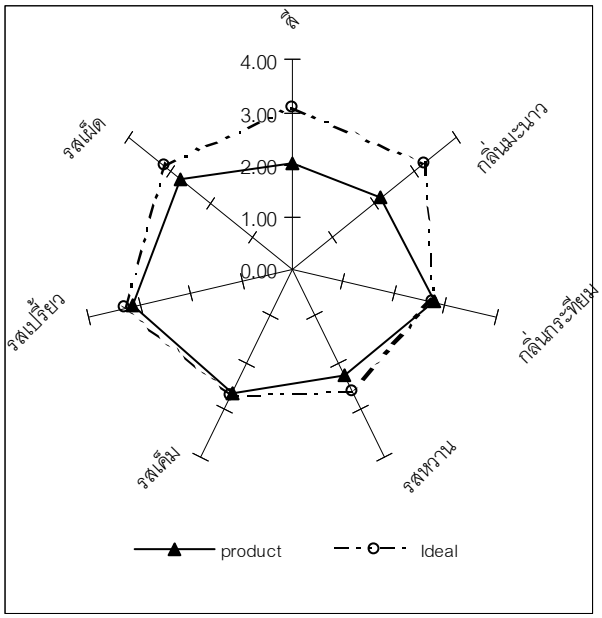
ตารางที่ 4.14 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

	ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย*			ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยผสมมะละกอดิบขูดเส้น*			
สัปดาห์	สี	กลิ่น	การยอมรับ	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับ
0	3.88^{ab}±0.62	3.89^{a}±1.01	3.75^{a}±0.66	4.26^{a}±0.59	3.97^{a}±0.58	3.95^{a}±0.48	3.95^{a}±0.46
2	3.78^{ab}±0.67	3.39^{b}±0.86	3.62^{a}±0.83	3.9^{ab}±0.78	3.74^{abc}±0.85	3.79^{a}±0.87	3.81^{ab}±0.81
4	3.65^{bc}±0.64	3.63^{ab}±1.02	3.78^{a}±0.58	4.08^{a}±0.89	3.77^{abc}±0.89	3.79^{a}±0.90	4.08^{a}±0.61
6	4.19^{a}±1.05	3.96^{a}±0.73	3.92^{a}±0.56	4.13^{a}±0.64	3.74^{abc}±0.67	3.98^{a}±0.72	3.90^{ab}±0.55
8	3.65^{bc}±0.80	3.34^{b}±0.89	3.79^{a}±0.1.12	3.93^{ab}±0.89	3.38^{bc}±0.89	3.70^{a}±0.73	3.74^{ab}±0.67
10	3.75^{b}±0.69	3.59^{ab}±0.88	3.66^{a}±0.67	4.01^{ab}±0.68	3.80^{ab}±0.79	3.84^{a}±0.69	3.88^{ab}±0.69
12	3.25^{c}±1.19	3.35^{b}±1.11	3.5^{a}±0.75	3.67^{b}±0.91	3.35^{c}±0.95	3.78^{a}±0.82	3.59^{b}±0.82

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย DMRT

4.4.4.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์

จากการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 61 คนทดสอบชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนตามความรู้สึก (product) และให้คะแนนตามความต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะตามต้องการ (Ideal) ได้ผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับความต้องการของผู้ทดสอบ

จากภาพที่ 4.18 พบว่าคะแนนทางด้านกลิ่นกระเทียม รสเค็ม รสเปรี้ยว รสหวาน และรสเผ็ด มีคะแนนใกล้เคียงกับลักษณะที่ผู้ทดสอบต้องการพบในตัวผลิตภัณฑ์ โดยมีคะแนนใกล้เคียงจากมากไปน้อยตามลำดับ สำหรับกลิ่นมะนาวและสียังคงมีความแตกต่างกับความต้องการของผู้ทดสอบอยู่ โดยคะแนนที่ได้มีคะแนนน้อยกว่าความต้องการของผู้ทดสอบ ซึ่งในด้านของสีพบว่าความต้องการของผู้ทดสอบต้องการให้สีของผลิตภัณฑ์มีลักษณะเข้มมากกว่าตัวอย่างที่ทดสอบ ซึ่งกรณีนี้มีผลทำให้ค่าการยอมรับของผลิตภัณฑ์โดยรวมที่ได้ทำการทดสอบในระหว่างการเก็บรักษามีค่าสูงขึ้นโดยค่าที่ได้มีค่ามากกว่าค่าเริ่มต้น ทั้งนี้เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์มีความเข้มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษานั่นเอง ในด้านของกลิ่นมะนาวมีค่าน้อยกว่าความต้องการของผู้ทดสอบทั้งนี้สามารถแก้ไขได้โดยเพิ่มปริมาณของ Lime oil ลงในผลิตภัณฑ์โดยในการใส่ต้องคำนึงถึงปริมาณในการใช้เนื่องจากใน Lime oil มีสารลิโมนิน (limonin) เป็นสารสำคัญที่ทำให้เกิดรสขมในผลไม้ตระกูลส้มพบมากในเมล็ดและผิวของผล (Kimball, 1991) การใช้ปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดรสขมในผลิตภัณฑ์