บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความแก่อ่อนและองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์เชียงใหม่ 1 ที่ปลูกจากไร่ใน อ. เมือง จ. นครปฐม โดยเก็บเกี่ยวในตอนเช้าและส่งถึงอาคารปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ภาควิชาการเทคโนโลยีทางอาหารในช่วงบ่ายนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความแก่อ่อนและองค์ประกอบทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 4.1และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความแก่อ่อนของเมล็ดถั่ว

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน*
ความชื้น (%)	69.39 ± 0.39
สารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (%)	12.04 ± 0.90
ขนาดเมล็ด (ซ.ม.)	
ความยาว	1.50 ± 0.90
ความกว้าง	0.97 ± 0.06
ความหนา	0.74 ± 0.02
จำนวนเมล็ด / 100 กรัม	204.00 ± 6.00
ความแน่นเนื้อของเมล็ด (g-force)	885.13 ± 30.70
ปริมาณคลอโรฟิลล์ รวม (mg/l)	4.67 ± 0.07
ค่าสี	
ความสว่าง (L)	64.60 ± 2.70
ค่าสีเขียว (-a)	-14.65 ± 0.48
ค่าสีเหลือง (b)	29.55 ± 0.52
อัตราส่วนความเข้มสีเขียว(-a/b)	0.50 ± 0.01
ค่าพีเอช (pH)	6.27 ± 0.02
ปริมาณกรดทั้งหมด (%) กรดซิตริก	0.041 ± 0.002

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองฝักสด

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)*
ความชื้น	69.39 ± 0.39
โปรตีน (Nx6.25)	13.22 ± 1.28
ไขมัน	7.21 ± 0.12
เส้นใย	1.54 ± 0.04
เถ้า	1.89 ± 0.03
คาร์โบไฮเดรต	6.75 ± 0.81

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

4.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลวกถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการทำความสะอาดและแกะเปลือกเอาเฉพาะเมล็ด นำมาลวกครั้งละ 1 กิโลกรัม โดยใช้ไอน้ำที่เวลา 1, 2, 3, 4 และ 5 นาที นำมาทดสอบประสิทธิภาพการลวกโดยการวัดกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลทดสอบแอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

เวลาที่ใช้ในการลวก (นาที)	ผลการทดสอบ
1	Positive
2	Negative
3	Negative
4	Negative
5	Negative

Positive หมายถึง เปลี่ยนสีทันทีหรือเปลี่ยนสีภายใน 3.5 นาที
แสดงว่าแอคติวิตีของเอนไซม์ยังคงอยู่

Negative หมายถึง ไม่เปลี่ยนสีภายใน 3.5 นาที
แสดงว่า แอคติวิตีของเอนไซม์ถูกทำลาย

จากการทดสอบแอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ของเมล็ดถั่วที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำพบว่าการลวกด้วยไอน้ำที่เวลา 2 , 3, 4 และ 5 นาที สามารถยับยั้งแอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ในขั้นตอนนี้จึงเลือกใช้เวลาในการลวกที่ 2 นาที เนื่องจากเป็นเวลาที่สั้นที่สุดที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ได้

4.3 การผลิตถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

4.3.1 ผลของการศึกษาความคงตัวของสีเขียวของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

โดยใช้เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการแกะเปลือกมาแช่สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับ 0.5 % (w/w) เป็นเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และตัวอย่างควบคุมที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C ระยะเวลา 60 นาที เท่ากัน ก่อนที่จะนำมาลวกและบรรจุกระป๋อง ประเมินผลโดย วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม ค่าสี ความแน่นเนื้อ น้ำหนักเนื้อ ความใสของน้ำเกลือ พีเอช และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.4, 4.6, 4.8 และ 4.10

ตารางที่ 4.4 ผลของสารแช่ชนิดต่างๆต่อค่าพีเอช และ ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ชนิดของสารแช่	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	พีเอช ของทั้งหมด	คลอโรฟิลล์รวม (mg / l)
ควบคุม	6.21 ± 0.01^{b}	2.73 ± 0.05^{ab}
โซเดียมคาร์บอเนต	6.30 ± 0.01^{b}	2.65 ± 0.04^{bc}
แคลเซียมไฮดรอกไซด์	6.59 ± 0.12^{a}	2.60 ± 0.06^{c}
แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์	6.22 ± 0.01^{b}	2.73 ± 0.05^{ab}
แคลเซียมคลอไรด์	6.19 ± 0.01^{b}	2.78 ± 0.03^{a}

a,b,...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.5 พบว่า ชนิดของสารแช่มีผลต่อค่าพีเอช และปริมาณคลอโรฟิลล์ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าถั่วที่แช่ด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ จะมีค่าพีเอชสูงสุด แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมต่ำสุด และถั่วที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์มีปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมากที่สุด

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนพีเอช และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋องที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่าง ๆ

SOV	d.f.	MS	
		พีเอช	คลอโรฟิลล์รวม
ชนิดของสารแช่	4	0.08*	0.01*
Error	10	0.003	0.002

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาด้านน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ จากผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลของสารแช่ชนิดต่าง ๆต่อน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ชนิดของสารแช่	น้ำหนักเนื้อ (%)	ความแน่นเนื้อ (g – force)	ความใส (%T)
ควบคุม	59.32 ± 0.31^{b}	79.85 ± 0.81^{d}	93.23 ± 2.60^{b}
โซเดียมคาร์เบอร์เนต	61.70 ± 0.28^{a}	76.03 ± 3.75^{d}	92.93 ± 0.50^{b}
แคลเซียมไฮดรอกไซด์	55.93 ± 0.18^{e}	200.68 ± 2.45^{a}	97.13 ± 0.72^{a}
แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์	58.35 ± 0.35^{c}	90.31 ± 5.57^{c}	96.93 ± 1.29^{a}
แคลเซียมคลอไรด์	57.60 ± 0.06^{d}	119.20 ± 3.01^{b}	98.23 ± 1.03^{a}

a ,b ,...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังตารางที่ 4.7 พบว่า การแช่ถั่วด้วยสารแช่ชนิดต่างๆ และตัวอย่างควบคุมจะมีผลต่อน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อของเมล็ดถั่ว และความใสของน้ำเกลืออย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยถั่วที่แช่ด้วยโซเดียมคาร์บอเนต มีน้ำหนักเนื้อมากที่สุด จึงทำให้เมล็ดถั่วมีความแน่นเนื้อน้อยที่สุด ความใสของน้ำเกลือมีน้อยที่สุด ส่วนถั่วที่แช่ด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีน้ำหนักเนื้อน้อยที่สุดและมีความใสของน้ำเกลือมากที่สุด จึงทำให้ความแน่นเนื้อมากที่สุดเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือของถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋องที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่าง ๆ

SOV	d.f.	MS		
		น้ำหนักเนื้อ	ความใสของน้ำเกลือ	ความแน่นเนื้อ
ชนิดของสารแช่	4	12.64*	13.94*	8030.13*
Error	10	0.09	1.09	12.156

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ส่วนผลของสารแช่ชนิดต่าง ๆ ต่อค่าสี (L, a, b และค่า – a / b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลของสารแช่ชนิดต่างๆ ต่อค่าสี (L, a, b, และ -a /b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ชนิดของสารแช่	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	L	a^{ns}	b^{ns}	$-a/b^{ns}$
ควบคุม	57.12 ± 0.52^{abc}	-3.12 ± 0.52	30.18 ± 0.29	0.10 ± 0.01
โซเดียมคาร์บอเนต	56.42 ± 0.27^{bc}	-3.01 ± 0.52	29.40 ± 0.41	0.10 ± 0.01
แคลเซียมไฮดรอกไซด์	56.31 ± 0.62^{c}	-3.51 ± 0.42	30.01 ± 0.95	0.12 ± 0.01
แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์	57.99 ± 0.95^{ab}	-3.18 ± 0.78	30.44 ± 0.68	0.10 ± 0.02
แคลเซียมคลอไรด์	58.25 ± 0.92^{a}	-3.13 ± 0.53	29.48 ± 1.72	0.10 ± 0.01

a ,b,..ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.9) พบว่า การแช่ถั่วด้วยสารชนิดต่างๆ และตัวควบคุมจะมีผลต่อค่า ความสว่าง (L) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.9 การวิเคราห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b และ -a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋อง ที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่าง ๆ

SOV	d.f.	MS			
		L	a	b	-a/b
ชนิดของสารแช่	4	2.34*	0.10	0.60	0.001
Error	10	0.73	0.32	0.91	0.0002

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลของสารแช่ชนิดต่าง ๆ ต่อคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

การทดลอง	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สีของเมล็ดถั่ว	ความแน่นเนื้อ	การแตกของเมล็ดถั่ว	ความใสน้ำเกลือ	การยอมรับรวม
ตัวควบคุม	4.64 ± 1.16^{b}	3.34 ± 1.34^{d}	0.94 ± 0.78^{a}	6.44 ± 1.06^{b}	6.17 ± 1.34^{c}
โซเดียมคาร์บอเนต	4.77 ± 1.11^{b}	2.64 ± 1.28^{e}	1.03 ± 0.79^{a}	5.85 ± 1.09^{c}	5.54 ± 1.57^{c}
แคลเซียมไฮดรอกไซด์	5.39 ± 1.35^{a}	6.77 ± 0.69^{a}	0.42 ± 0.45^{b}	8.51 ± 0.28^{a}	5.83 ± 1.49^{c}
แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์	4.77 ± 1.26^{b}	4.94 ± 1.16^{c}	0.50 ± 0.48^{b}	8.30 ± 0.78^{a}	7.45 ± 0.99^{b}
แคลเซียมคลอไรด์	4.67 ± 1.03^{b}	5.84 ± 0.80^{b}	0.46 ± 0.46^{b}	8.54 ± 0.75^{a}	8.25 ± 1.08^{a}

a ,b ,...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.11 พบว่า การแช่ถั่วด้วยสารแช่ชนิดต่างๆ และตัวอย่างควบคุมจะมีผลต่อคะแนนด้าน สีของเมล็ดถั่ว ความแน่นเนื้อ การแตกของเมล็ดถั่ว ความใสของน้ำเกลือ และการยอมรับรวม ($p \leq 0.05$) โดยถั่วที่แช่ด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีคะแนนสีของเมล็ดถั่ว ความแน่นเนื้อมากที่สุด แต่ถั่วที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์มีคะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด

ตาราง 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ที่ได้จากการแช่ด้วยสารชนิดต่าง ๆ

SOV	d.f.	MS				
		สีของเมล็ดถั่ว	ความแน่นเนื้อ	การแตกของเมล็ดถั่ว	ความใสน้ำเกลือ	การยอมรับรวม
ชนิดของสารแช่	4	2.82*	88.02*	2.54*	49.38*	40.03*
Panelist	29	4.18	3.14	1.45	2.24	2.95
Error	116	10.71	0.61	0.10	0.45	1.42

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3.2 ผลศึกษาเปรียบเทียบการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

โดยการแช่เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด ในแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w เป็นเวลา 60 นาที ก่อนที่จะนำมาลวกและบรรจุกระป๋อง โดยนำมาเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองฝักสด ที่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w ในน้ำเกลือ ในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง ประเมินผลโดยวัดค่าสี พีเอช น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ ความใสของน้ำเกลือ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 4.12, 4.14และ 4.16

ตารางที่ 4.12 ผลของการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าสี (L , a , b และ -a / b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	L^{ns}	a^{ns}	b^{ns}	$-a/b^{ns}$
แช่ $CaCl_2$ 0.5%เป็นเวลา 60 นาที	60.36 ± 0.69	-2.27 ± 0.04	24.41 ± 0.82	0.09 ± 0.01
เติม $CaCl_2$ 0.5%ในน้ำเกลือ	59.10 ± 1.09	-2.04 ± 1.67	24.75 ± 1.67	0.08 ± 0.01

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังตารางที่ 4.13 พบว่า การแช่ถั่วเหลืองฝักสดในคลอเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w ในน้ำเกลือ ในขั้นตอนการบรรจุกระป๋อง ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีเขียว (-a) ค่าสีเหลือง (b) และอัตราส่วนความเข้มสีเขียว (-a / b) (p>0.05)

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบ T – Test ของค่าสี (L, a, b และ –a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่เปรียบเทียบการแช่และเติมแคลเซียมคลอไรด์

Paired sample	d.f.	T จากการคำนวณ	T (0.05,5)
L	5	2.09	2.571
a	5	-0.764	
b	5	-0.426	
-a/b	5	1.083	

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องทุกการทดลองมาวัดค่าพีเอช น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ ความใสของน้ำเกลือ ได้ผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลของการแช่ และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าพีเอช น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	พีเอช	น้ำหนักเนื้อ %	ความแน่นเนื้อ g-force	ความใส %T
แช่ $CaCl_2$ 0.5% เป็นเวลา 60 นาที	6.15 ± 0.03^a	57.80 ± 0.65^a	116.84 ± 3.23^b	96.82 ± 2.02^a
เติม $CaCl_2$ 0.5%ในน้ำเกลือ	5.82 ± 0.02^b	56.58 ± 0.84^b	196.28 ± 3.49^a	87.12 ± 1.68^b

a และ b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแถวในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.15 พบว่า การแช่ถั่วเหลืองฝักสดในแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w ในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องมีผลต่อค่าพีเอช น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ อย่างมีนัยสำคัญ

($p \leq 0.05$) โดยถั่วเหลืองฝักสดที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w ก่อนที่จะนำมาลวกและบรรจุกระป๋องมีค่าพีเอช น้ำหนักเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ มากกว่าถั่วเหลืองฝักสดที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5%w/wในน้ำเกลือในระหว่างบรรจุกระป๋องแต่จะมีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่า

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบ T – Test ของค่าพีเอช น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ ความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่เปรียบเทียบการแช่และเติมแคลเซียมคลอไรด์

Paired sample	d.f.	T จากการคำนวณ	T (0.05,5)
พีเอช	5	23.78*	2.571
น้ำหนักเนื้อ	5	2.93*	
ความแน่นเนื้อ	5	-55.86*	
ความใสของน้ำเกลือ	5	10.13*	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ส่วนคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องได้ผลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลของการแช่และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

การทดลอง	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สีของเมล็ดถั่ว^{NS}	ความแน่นเนื้อ	การแตกของเมล็ดถั่ว^{NS}	ความใสของน้ำเกลือ	การยอมรับรวม
แช่ $CaCl_2$ 0.5% เป็นเวลา 60 นาที	5.35 ± 0.84	5.35 ± 0.84^{b}	0.93 ± 0.71	8.10 ± 0.86^{a}	6.21 ± 1.35^{b}
เติม $CaCl_2$ 0.5% ในน้ำเกลือ	5.35 ± 0.83	6.39 ± 0.81^{a}	0.88 ± 0.74	7.98 ± 0.89^{b}	8.23 ± 1.09^{a}

a และ b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.17) พบว่า การแช่ถั่วเหลืองฝักสดในแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w และการเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w ในน้ำเกลือในขั้นตอนบรรจุกระป๋อง มีผลต่อคะแนนความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือและการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยถั่วที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% w/w จะมีคะแนนความแน่นเนื้อ และการยอมรับรวม มากกว่าแต่มีคะแนนความใสน้ำเกลือน้อยกว่าถั่วที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบ T – Test คะแนนเฉลี่ย ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่เปรียบเทียบการแช่และเติมแคลเซียมคลอไรด์

Paired sample	d.f.	T จากการคำนวณ	T (0.05,29)
สีของเมล็ด	29	-0.16	2.045
ความแน่นเนื้อ	29	-13.50*	
การแตกของเมล็ดถั่ว	29	0.61	
ความใสของน้ำเกลือ	29	-2.10*	
การยอมรับรวม	29	-6.74*	

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3.3 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ต่อความแน่นเนื้อของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ผลการศึกษาความแน่นเนื้อโดยการเติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 , 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 %w/w ในน้ำเกลือและนำมาบรรจุกระป๋องประเมินโดยวัดด้านค่าสี น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ ความใสของน้ำเกลือ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตาราง 4.18, 4.20 และ 4.22 จากการเติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋องและนำถั่วมาวัดค่าสี ได้ผลดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลของระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าสี (L, a ,b และ-a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ระดับแคลเซียมคลอไรด์ (%)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	L^{ns}	a^{ns}	b^{ns}	$-a/b^{ns}$
0	58.56 ± 0.53	-3.17 ± 0.15	29.29 ± 0.58	0.12 ± 0.07
0.10	59.27 ± 1.17	-3.13 ± 0.15	29.48 ± 0.28	0.14 ± 0.05
0.20	58.26 + 0.86	-3.37 ± 0.57	29.23 ± 0.21	0.13 ± 0.02
0.30	59.23 ± 1.97	-3.46 ± 0.29	28.89 ± 1.21	0.12 ± 0.09
0.40	58.89 ± 1.46	-3.73 ± 0.09	29.45 ± 0.58	0.13 ± 0.05
0.50	59.87 ± 1.30	-3.44 ± 0.35	29.13 ± 1.43	0.12 ± 0.01

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.19 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าสี (L , a , b และ -a/b) ของถั่วเหลืองในน้ำเกลือที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ

SOV	d.f.	MS			
		L	a	b	-a/b
ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์	5	0.89	0.14	0.14	0.0002
Error	12	1.68	0.09	0.71	0.0006

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.19) พบว่า การเติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 , 0.1 , 0.2 , 0.3 , 0.4 และ 0.5 % w/w ในน้ำเกลือที่ใช้บรรจุถั่วเหลืองฝักสดกระป๋อง ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีเขียว (-a) ค่าสีเหลือง (b) และอัตราส่วนความเข้มของสีเขียว (-a / b) ($p>0.05$)

ส่วนผลของระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อและความใสของน้ำเกลือ ในผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดบรรจุกระป๋อง แสดงดังตาราง 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลของระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ ความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ระดับแคลเซียมคลอไรด์ (%)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	น้ำหนักเนื้อ (%)	ความแน่นเนื้อ (g – force)	ความใสของน้ำเกลือ (% T)
0	58.75 ± 0.38[a]	84.87 ± 3.14[f]	67.56 ± 1.87[f]
0.1	56.84 ± 0.10[b]	115.37 ± 1.05[e]	79.23 ± 1.05[e]
0.2	56.51 ± 0.14[b]	135.80 ± 1.67[d]	82.80 ± 0.26[d]
0.3	56.09 ± 0.17[c]	173 .92 ± 1.83[c]	84.70 ± 0.43[c]
0.4	55.80 ± 0.03[c]	185.95 ± 2.93[b]	86.50 ± 0.50[b]
0.5	55.39 ± 0.02[d]	193.63 ± 0.29[a]	88.50 ± 0.45[a]

a ,b , ...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังตารางที่ 4.21 พบว่าการเติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 , 0.1 , 0.2 , 0.3 , 0.4 และ 0.5 % w/w ในน้ำเกลือ มีผลต่อน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อของเมล็ดถั่ว และความใสของน้ำเกลือ ($p \leq 0.05$) ถั่วที่ไม่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ มีน้ำหนักเนื้อมากที่สุด แต่มีความแน่นเนื้อและความใสของน้ำเกลือน้อยที่สุด ส่วนถั่วที่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% จะมีความแน่นเนื้อและความใสของน้ำเกลือมากที่สุด รองลงมาคือถั่วที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.4 , 0.3 , 0.2 , และ 0.1 %w/w ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21 วิเคราะห์ความแปรปรวน ปริมาณน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ

SOV	d.f.	MS		
		น้ำหนักเนื้อ	ความแน่นเนื้อ	ความใสของน้ำเกลือ
ปริมาณแคลเซียมคลอไรด์	5	4.21*	5635.85*	171.11*
Error	12	0.03	4.29	0.89

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ ในระดับต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลของปริมาณแคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ปริมาณการแคลเซียมคลอไรด์ (%)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สีของเมล็ดถั่ว^{ns}	ความแน่นเนื้อ	การแตกของเมล็ดถั่ว	ความใสของน้ำเกลือ	การยอมรับรวม
0	4.98 ± 1.27	2.96 ± 1.42^{f}	0.49 ± 0.60^{a}	6.62 ± 0.75^{b}	5.74 ± 1.04^{c}
0.1	4.99 ± 1.41	4.14 ± 1.20^{e}	0.24 ± 0.31^{b}	8.08 ± 1.03^{a}	6.70 ± 0.86^{b}
0.2	4.88 ± 1.33	4.91 ± 1.29^{d}	0.22 ± 0.29^{b}	7.83 ± 1.19^{a}	7.02 ± 0.63^{b}
0.3	4.80 ± 1.56	5.94 ± 1.25^{c}	0.21 ± 0.30^{b}	7.85 ± 0.96^{a}	7.80 ± 0.73^{a}
0.4	5.25 ± 1.30	6.46 ± 1.11^{b}	0.19 ± 0.28^{b}	7.74 ± 1.06^{a}	7.51 ± 0.89^{a}
0.5	5.07 ± 1.71	7.05 ± 1.28^{a}	0.19 ± 0.26^{b}	7.95 ± 0.82^{a}	7.75 ± 1.20^{a}

a ,b , ...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.23 พบว่าการเติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆ จะมีผลต่อคะแนนด้านความแน่นเนื้อของเมล็ด การแตกของเมล็ดถั่ว ความใสของน้ำเกลือ และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยถั่วที่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ทุกระดับจะมีคะแนนการแตกของเมล็ดถั่วน้อยกว่า และความใสของน้ำเกลือมากกว่าที่ไม่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ และที่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% จะมีคะแนนความแน่นเนื้อมากที่สุด ส่วนที่ไม่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์จะมีคะแนนความแน่นเนื้อน้อยที่สุด และความใสของน้ำเกลือน้อยที่สุด และมีคะแนนการแตกของเมล็ดถั่วสูงสุดและที่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.3% มีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุดแต่ไม่แตกต่างจากถั่วที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.4 และ0.5% ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ที่เติมแคลเซียมคลอไรด์ระดับต่างๆ

SOV	d.f.	MS				
		สีของเมล็ดถั่ว	ความแน่นเนื้อ	การแตกของเมล็ดถั่ว	ความใสน้ำเกลือ	การยอมรับรวม
ระดับแคลเซียมคลอไรด์	5	0.71	70.59*	0.41*	8.51*	18.59*
Panelist	29	9.17	4.89	0.56	2.12	2.82
Error	145	0.68	0.93	0.04	0.72	0.43

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ต่อความแน่นเนื้อของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง พบว่าเมื่อเติมแคลเซียมคลอไรด์ 0.5% จะได้ถั่วที่มีน้ำหนักเนื้อต่ำสุด จึงทำให้มีความแน่นเนื้อและความใสของน้ำเกลือสูงที่สุด ส่วนผลการยอมรับรวม พบว่ามีการแคลเซียมคลอไรด์ 0.3, 0.4 และ 0.5% จะมีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดังนั้นจึงเลือกการเติมแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0.3% ซึ่งมีปริมาณต่ำสุดเพื่อศึกษาในขั้นต่อไป

4.3.4 ผลของการศึกษาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อสำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

โดยนำเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการลวกเป็นเวลา 2 นาที บรรจุในกระป๋อง C– enamel ขนาด 300 x 407 ซึ่งเจาะรูด้านข้างที่ตำแหน่ง 19 mm จากก้นกระป๋องเพื่อเสียบเทอร์โมคัปเปิลโดยใช้น้ำหนักถั่ว 233 g ต่อน้ำเกลือ 192 g ซึ่งประกอบด้วย เกลือ 1.25% น้ำตาล 1.56% และแคลเซียมคลอไรด์ 0.3% บรรจุให้เหลือ Head space ไว้ประมาณ 10/32 นิ้ว ไล่อากาศใน Steam exhauster เป็นเวลา 5 นาที ควบคุมอุณหภูมิตอนปิดกระป๋อง ประมาณ 75 – 80 ^{0}C นำไปทดลองฆ่าเชื้อในรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C บันทึกเวลาและอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างด้วยเครื่องบันทึกเวลาและอุณหภูมิ (ภาคผนวก จ) เพื่อนำไปเขียน Heat penetration curve แล้วคำนวณเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโดย Formula method โดยกำหนด

Fo = 6 นาที วิธีการคำนวณแสดงใน (ภาคผนวก จ) สำหรับเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่คำนวณได้ ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง (ดังตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.24 เวลาที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรและข้อมูลที่ได้จาก Heat penetration curveของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องโดยกำหนดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 121 ^{0}C และ Fo = 6 นาที

การทดลอง	เวลาฆ่าเชื้อจากสูตรคำนวณ (B_B)	เวลาฆ่าเชื้อหลังอุณหภูมิในหม้อไอน้ำขึ้นถึงอุณหภูมิกำหนด (Pt)
1	13.19	9.41
2	11.58	8.22
3	13.04	8.84
ค่าเฉลี่ย	12.61	8.82

จากการคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อ พบว่า ที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C และ Fo = 6 นาที ได้เวลาในการฆ่าเชื้อ Process time (B_B) 13 นาที และเวลาฆ่าเชื้อหลังจากอุณหภูมิในหม้อไอน้ำขึ้นถึงอุณหภูมิกำหนด Operator's process time (Pt) 9 นาที

4.3.5 ผลของการศึกษาผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ผลิตถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง โดยใช้เมล็ดถั่ว 233 g น้ำเกลือ 192 g ที่ประกอบด้วยเกลือ 1.25% น้ำตาล 1.56% แคลเซียมคลอไรด์ 0.30% ใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 121 ^{0}C เวลา 15 นาที

นำผลิตภัณฑ์มาเก็บไว้ในสภาวะปกติของอุณหภูมิห้อง (25 – 30 ^{0}C) เพื่อรอตรวจวิเคราะห์เป็นเวลา 4 เดือน และสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพตามอายุการเก็บที่ 0, 1, 2 , 3 , และ 4 เดือน ประเมินผล การเปลี่ยนแปลงเคมีกายภาพ ได้แก่ สี,น้ำหนักเนื้อ,ความแน่นเนื้อ พีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.25, 4.27, 4.29, 4.31และ 4.33

ผลการวัดค่าสี (L, a, b, และ –a / b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่า (L, a, b และ-a/b) ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน			
(เดือน)	L	a	b	-a/b
0	57.36 ± 0.81^{c}	-3.15 ± 0.20^{ab}	27.21 ± 0.69^{c}	0.13 ± 0.005^{a}
1	57.70 ± 0.17^{c}	-3.57 ± 0.19^{b}	28.00 ± 2.06^{bc}	0.13 ± 0.01^{a}
2	58.97 + 0.85^{c}	-2.93 ± 0.03^{a}	29.18 ± 0.51^{abc}	0.10 ± 0.005^{b}
3	59.94 ± 0.82^{ab}	-2.92 ± 0.56^{a}	29.46 ± 0.99^{ab}	0.10 ± 0.02^{b}
4	61.42 ± 2.28^{a}	-2.98 ± 0.25^{a}	30.38 ± 0.70^{a}	0.09 ± 0.01^{b}

a ,b , ...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย L , a , b และ –a/b ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องเมื่อเก็บรักษาที่เวลาต่างๆ

SOV	d.f.	MS			
		L	a	b	-a/b
ระยะเวลาเก็บรักษา	4	8.32*	0.31*	4.65*	0.0007*
Error	10	1.46	0.09	1.30	0.0001

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.26 พบว่า ระยะเวลาเก็บรักษามีผลต่อค่าสี (L , a , b , –a/b) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีเขียว (-a) และอัตราความเข้มสีเขียว (-a/b) จะลดลง

และผลของการเก็บรักษาถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องต่อน้ำหนักเนื้อ และความแน่นเนื้อได้ผลดังตาราง 4.27

ตารางที่ 4.27 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าน้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย + เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
(เดือน)	น้ำหนักเนื้อ	ความแน่นเนื้อ^{ns}
0	55.81 ± 9.43^{b}	175.30 ± 4.59
1	55.70 ± 1.12^{b}	170.80 ± 5.69
2	55.65 ± 1.33^{ab}	172.71 ± 6.25
3	56.69 ± 0.62^{ab}	173.76 ± 4.14
4	57.53 ± 0.56^{a}	165.38 ± 5.45

a และ b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Completely Randomized Design ได้ผลดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวน น้ำหนักเนื้อ ความแน่นเนื้อ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องเมื่อเก็บรักษาที่เวลาต่างๆ

SOV	d.f.	MS	
		น้ำหนักเนื้อ	ความแน่นเนื้อ
ระยะเวลาการเก็บ	4	2.01*	44.33
Error	10	0.78	27.88

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.28 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อน้ำหนักเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าในช่วง 2 เดือนแรก น้ำหนักเนื้อจะไม่เปลี่ยนแปลงแต่จะเริ่มเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 และ 4

เมื่อนำถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่เก็บไว้ มาวัดค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดในเมล็ดถั่วในรูปของ % กรดซิตริก ได้ผลดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่า พีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
(เดือน)	พีเอช^{ns}	ปริมาณกรดทั้งหมด(%)^{ns}
0	5.98 ± 0.06	0.036 ± 0.003
1	5.96 ± 0.09	0.035 ± 0.004
2	5.96 ± 0.04	0.034 ± 0.003
3	5.95 ± 0.05	0.035 ± 0.001
4	5.97 ± 0.06	0.033 ± 0.002

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังตารางที่ 4.30 พบว่า ระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมด

ตารางที่ 4.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของระยะเก็บรักษาต่อค่าพีเอช ปริมาณกรดของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

		MS	
SOV	d.f.	พีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด
ระยะเวลาเก็บ	4	0.0003	0.000004
Error	10	0.0008	0.000008

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง ได้ผลดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สีของเมล็ดถั่ว	ความแน่นเนื้อ	การแตกของเมล็ดถั่ว	ความใสของน้ำเกลือ	การยอมรับรวม
0	5.54 ± 0.83^{a}	5.88 ± 1.12^{a}	0.21 ± 0.53^{b}	7.26 ± 0.98^{a}	7.71 ± 0.88^{a}
1	5.30 ± 0.64^{a}	5.86 ± 1.13^{a}	0.22 ± 0.31^{b}	7.21 ± 0.82^{ab}	7.68 ± 0.83^{ab}
2	4.96 ± 0.93^{b}	5.80 ± 1.07^{a}	0.21 ± 0.28^{b}	7.06 ± 1.00^{ab}	7.69 ± 0.82^{ab}
3	4.66 ± 0.94^{c}	5.62 ± 1.10^{b}	0.24 ± 0.29^{b}	6.94 ± 0.92^{b}	7.68 ± 0.83^{ab}
4	4.41 ± 0.91^{c}	5.60 ± 1.14^{b}	0.40 ± 0.28^{a}	6.92 ± 0.83^{b}	7.65 ± 0.82^{b}

a, b,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังตารางที่ 4.32 พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนสีของเมล็ดถั่ว ความแน่นเนื้อ และความใสของน้ำเกลือจะลดลงส่วนคะแนนการยอมรับรวมจะน้อยที่สุดเมื่ออายุการเก็บเข้าสู่เดือนที่ 4

ตารางที่ 4.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องเมื่อเก็บรักษาที่เวลาต่างๆ

SOV	d.f.	MS				
		สีของเมล็ดถั่ว	ความแน่นเนื้อ	การแตกของเมล็ดถั่ว	ความใสของน้ำเกลือ	การยอมรับรวม
ระยะเวลาเก็บ	4	6.39*	0.43*	0.20*	0.70*	0.01*
Panelist	29	2.48	6.08	0.51	3.08	3.53
Error	116	0.37	0.03	0.03	0.28	0.009

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สำหรับผลวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ ของถั่วเหลืองฝักสดในน้ำเกลือบรรจุกระป๋องที่ระยะเวลาเก็บรักษา 0, 1, 2, 3, และ 4 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อจำนวนเชื้อ Total plate count, Flat sour, Thermophilic anaerobe และ Putrefactive anaerobe

เชื้อที่ตรวจ	ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)				
	0	1	2	3	4
Total plate count	-ve	-Ve	-ve	-Ve	-Ve
Flat sour	-Ve	-Ve	-Ve	-Ve	-Ve
Thermophilic anaerobe	-Ve	-Ve	-Ve	-Ve	-Ve
Putrefactive anaerobe	-Ve	-Ve	-Ve	-Ve	-Ve

-ve คือ Negative

จากการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่า ได้ผลNegative ทั้งหมด แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการฆ่าเชื้ออย่างเพียงพอ เพราะผลิตภัณฑ์ไม่มีเชื้อที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ Flat sour Thermophilic anaerobe และ Putrefactive anaerobe

4.4 การผลิตถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

4.4.1 เลือกสูตรต้นแบบซอสมะเขือเทศสำหรับการใช้ในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

โดยใช้สูตรต้นแบบ 5 สูตร (หน้า 35 – 37) นำมาผลิตเป็นซอสมะเขือเทศ ตามกระบวนการผลิต (ภาพที่ 3.1) และนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องตามกระบวนการผลิต (ภาพที่ 3.2)

ประเมินผลโดยวิเคราะห์ค่าสีของซอสมะเขือเทศ (L, a, b) ความหนืดของซอสมะเขือเทศ ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตาราง 4.34, 4.36, 4.38 และสำหรับการวัดสีจะวัดเฉพาะสีของซอสมะเขือเทศ ที่แยกออกมาจากถั่วกระป๋อง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ค่าสี (L, a, b)ของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบหลังผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

สูตร	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L^{ns}	a^{ns}	b^{ns}
1	33.73 ± 1.03	4.29 ± 0.26	7.29 ± 0.25
2	33.36 ± 0.49	4.20 ± 0.18	7.18 ± 0.34
3	33.49 ± 0.57	4.38 ± 0.47	7.18 ± 0.05
4	33.82 ± 0.29	4.19 ± 0.07	7.14 ± 0.28
5	33.82 ± 0.59	4.36 ± 0.11	7.10 ± 0.16

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

ตาราง 4.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L , a , b) ของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบหลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS		
		L	a	b
สูตรต้นแบบ	4	0.12	0.09	0.61
Error	10	0.42	0.19	0.67

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.35 พบว่า ค่าสี (L, a, b) ของซอสมะเขือเทศของสูตรต้นแบบทั้ง 5 สูตร หลังจากการผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

สำหรับซอสมะเขือเทศที่เหลือจากการวัดสี นำมาวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืด ส่วนการวัดพีเอชจะวัดจากส่วนผสมของถั่วและซอสมะเขือเทศ ได้ผลดังตารางที่ 4.36

ตาราง 4.36 ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืดของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบ หลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

สูตรต้นแบบ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ค่าพีเอช	ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^{o} Brix)	ความหนืด (cps)
1	5.44 ± 0.04^{b}	7.26 ± 0.64^{d}	2258.33 ± 114.70^{d}
2	5.44 ± 0.04^{b}	11.66 ± 0.58^{b}	4101.00 ± 112.66^{b}
3	5.03 ± 0.03^{c}	14.16 ± 0.73^{a}	7638.33 ± 135.49^{a}
4	5.40 ± 0.05^{b}	11.07 ± 0.90^{bc}	3946.66 ± 119.30^{b}
5	5.60 ± 0.02^{a}	9.67 ± 1.33^{c}	2870.00 ± 150.99^{c}

a ,b, ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าพีเอช ,ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความหนืดของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบหลังการผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS		
		พีเอช	ของแข็งที่ละลายน้ำได้	ความหนืด
สูตรต้นแบบ	4	0.13*	19.44*	13071142.433*
Error	10	0.001	0.77	16248.600

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.37 ของซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบทั้ง 5 สูตร หลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องพบว่า พีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืดของซอสมะเขือเทศทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยในสูตรที่ 3 จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืดมากที่สุด แต่จะมีค่าพีเอช ต่ำสุด

สำหรับการทดสอบทางด้านคุณภาพทางประสาทสมผัสโดยทดสอบปัจจัยดังต่อไปนี้คือ สีของซอสมะเขือเทศ กลิ่นรสเครื่องเทศ ความหวาน ความเปรี้ยว ความเค็ม ความหนืดของซอสมะเขือเทศ และการยอมรับรวม จะทดสอบด้วยกันทั้งเมล็ดถั่วและซอสมะเขือเทศ
ได้ผลดังตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 ผลการทดสอบทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศสูตรต้นแบบ 5 สูตร

ผลการทดสอบ	สูตรต้นแบบ				
	1	2	3	4	5
สี	0.89 ± 0.43^{b}	0.58 ± 0.29^{c}	1.05 ± 0.42^{a}	0.62 ± 0.35^{c}	0.57 ± 0.47^{c}
กลิ่นรส	0.74 ± 0.46^{b}	0.63 ± 0.52^{c}	0.86 ± 3.71^{a}	$0.84 + 0.54^{ab}$	0.57 ± 0.42^{c}
ความหวาน	0.58 ± 1.05^{b}	0.97 ± 0.41^{b}	1.26 ± 0.47^{a}	0.70 ± 0.43^{c}	0.68 ± 0.42^{cd}
ความเปรี้ยว	0.61 ± 0.42^{b}	0.60 ± 0.35^{b}	0.84 ± 6.56^{a}	0.64 ± 0.43^{b}	0.46 ± 0.39^{c}
ความเค็ม	1.49 ± 1.08^{a}	1.17 ± 0.74^{b}	0.85 ± 0.40^{d}	1.44 ± 1.10^{a}	1.04 ± 0.80^{c}
ความหนืด	0.64 ± 0.26^{c}	0.72 ± 0.26^{b}	0.84 ± 0.24^{a}	0.88 ± 0.23^{a}	0.33 ± 0.22^{d}
ความชอบรวม	0.49 ± 0.25^{c}	0.58 ± 0.25^{b}	0.71 ± 0.25^{a}	0.58 ± 0.24^{b}	0.39 ± 0.24^{d}

a ,b, ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

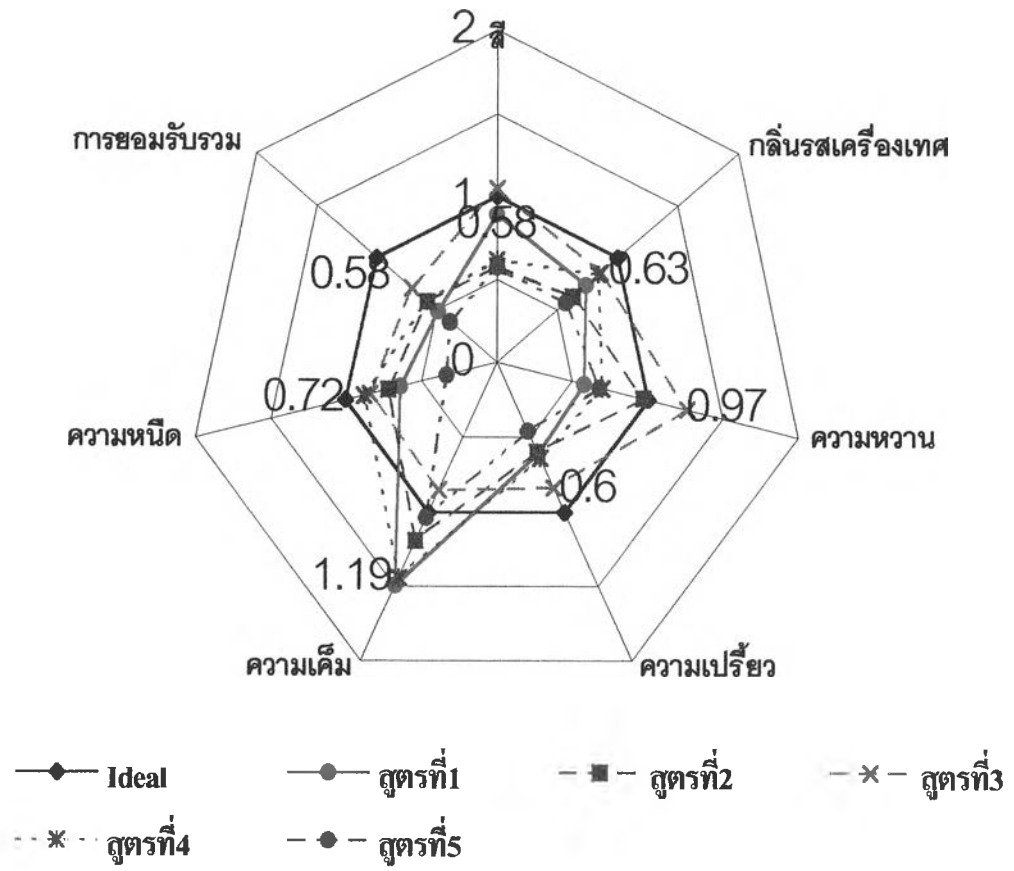
จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสดังตารางที่ 4.39 พบว่า สูตรต้นแบบทั้ง 5 แบบ มีผลต่อคะแนนสีของซอสมะเขือเทศ กลิ่นรสเครื่องเทศ ความหวาน ความเปรี้ยว ความเค็ม ความหนืดของซอสมะเขือเทศ และคะแนนการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง สูตรต้นแบบ 5 สูตร

SOV	d.f.	MS						
		สี	กลิ่นรสเครื่องเทศ	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ความเค็ม	ความหนืด	การยอมรับ
สูตรต้นแบบ	4	4.80*	1.64*	7.71*	1.86*	7.35*	4.80*	1.48*
Panelist	100	0.47	0.62	0.42	0.38	2.20	0.13	0.11
Error	400	0.08	0.13	0.12	0.09	0.37	0.03	0.04

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สำหรับคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่ได้เป็นคะแนนที่ได้จากคะแนนของตัวอย่างที่ทดสอบ (Sample score) หารด้วยคะแนนในอุดมคติที่ผู้ทดสอบอยากให้มีในผลิตภัณฑ์ (Ideal score) ซึ่งเรียกว่า Ideal Ratio score และนำมาสร้างเป็นกราฟใยแมงมุมได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลการทดสอบทางประสาทประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองผักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องในสูตรต้นแบบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติถั่วเหลืองผักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องสูตรต้นแบบ 5 สูตร จากกราฟใยแมงมุม กำหนดให้ Ideal หรือผลิตภัณฑ์ในอุดมคติมีค่าเท่า 1 พบว่าถั่วเหลืองผักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องในสูตรที่ 3 มีคะแนนการยอมรับรวมอยู่ใกล้ Ideal มากที่สุด แสดงว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดแต่คะแนนด้านความเค็ม ความเปรี้ยว และความหนืดน้อยกว่า Ideal และคะแนนความหวานมากว่า Ideal ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่ดีที่สุด แต่ต้องนำไปปรับปรุงรสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยว ความเค็ม ในการทดลองขั้นต่อไป

4.4.2 ปรับปรุงสูตรต้นแบบของซอสมะเขือเทศสำหรับใช้ในการผลิตถั่วเหลืองผักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

สูตรต้นแบบที่ดีเลือกได้จากข้อ 4.1.1 นำมาปรับปรุงรสชาติโดยแปรปริมาณน้ำตาลทราย 2 –10% น้ำส้มสายชู 5 – 10% และเกลือ 2 – 3%ใช้ Mixture design ในการพัฒนาจากพื้นที่เป็นไปตามข้อกำหนด เลือกสูตรสำหรับการทดลองผลิต 5 สูตร เพื่อใช้ในการทำซอสมะเขือเทศสำหรับผลิตเป็นถั่วเหลืองผักสดในซอสบรรจุกระป๋อง ประเมินผลโดยวัดค่าสี (L, a, b) ของซอสมะเขือเทศ พีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืด และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ดังตารางที่ 4.40, 4.42, และ 4.44

ตาราง 4.40 ค่าสี (L, a, b) ของซอสมะเขือเทศที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชูและเกลือหลังจากการผลิตเป็นถั่วเหลืองผักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

น้ำตาลทราย : น้ำส้มสายชู : เกลือ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L^{ns}	a^{ns}	b^{ns}
8.30 : 10 : 3	33.43 ± 0.52	4.29 ± 0.26	7.29 ± 0.25
9.30 : 10 : 2	33.40 ± 0.47	4.20 ± 0.18	7.18 ± 0.33
10 : 9.30 : 2	33.49 ± 0.58	4.38 ± 0.48	7.18 ± 0.05
10 : 8.30 : 3	33.82 ± 0.30	4.19 ± 0.06	7.14 ± 0.27
9.30 : 9.50 : 2.50	33.81 ± 0.60	4.36 ± 0.11	7.10 ± 0.16

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี (L , a , b)ของซอสมะเขือเทศที่แปรน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือหลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS		
		L	a	b
น้ำตาล : น้ำส้มสายชู : เกลือ	4	0.14	0.02	0.01
Error	10	0.25	0.07	0.05

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.41) พบว่าอัตราส่วนของน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ ไม่มีผลต่อค่าความสว่าง(L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.42 ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืดของซอสมะเขือเทศที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชูและเกลือหลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

น้ำตาลทราย : น้ำส้มสายชู : เกลือ	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	พีเอช^{ns}	ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^{o}Brix)	ความหนืด (cps)^{ns}
8.30 : 10 : 3	5.03 ± 0.01	11.27 ± 0.32^{b}	5391.67 ± 207
9.30 : 10 : 2	5.02 ± 0.03	11.27 ± 0.57^{b}	5513.33 ± 124
10 : 9.30 : 2	5.04 ± 0.01	11.73 ± 0.47^{ab}	5509.67 ± 156
10 : 8.30 : 3	5.05 ± 0.02	12.16 ± 0.50^{a}	5531.67 ± 152
9.30 : 9.50 : 2.50	5.03 ± 0.01	11.40 ± 0.40^{b}	5482.40 ± 144

a , b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในตารางที่ 4.43 พบว่าอัตราส่วนของน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ จะมีผลต่อปริมาณของแข็งหมดที่ละลายน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 4.43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืดของซอสมะเขือเทศที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ หลังจากผลิตเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS		
		พีเอช	ของแข็งที่ละลายน้ำได้	ความหนืด
น้ำตาล : น้ำส้มสายชู : เกลือ	4	0.001	0.36	15594.4
Error	10	0.0005	0.16	23994.9

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรอัตราส่วนของน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ โดยจะทดสอบปัจจัยด้านต่างๆ คือ สีของซอสมะเขือเทศ กลิ่นรสเครื่องเทศ ความหวาน ความเปรี้ยว ความเค็ม ความหนืด การยอมรับรวม ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.44

ตารางที่4.44 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ

ลักษณะที่ทดสอบ	น้ำตาลทราย : น้ำส้มสายชู : เกลือ				
	8.30 : 10 : 3	9.30 : 10 : 2	10 : 9.30 : 2	10 : 8.30 : 3	9.30 : 9.50 : 2.50
สี^{ns}	5.15 ± 1.22	5.58 ± 1.32	5.43 ± 0.86	5.40 ± 1.41	5.62 ± 1.45
กลิ่นรส	5.29 ± 1.28^{a}	5.19 ± 1.25^{ab}	5.73 ± 1.23^{b}	5.35 ± 1.04^{a}	5.24 ± 1.15^{a}
ความหวาน	4.18 ± 1.11^{b}	4.65 ± 1.19^{b}	5.60 ± 1.29^{a}	4.72 ± 1.51^{b}	4.57 ± 1.43^{b}
ความเปรี้ยว^{ns}	5.19 ± 1.28	4.91 ± 1.43	4.64 ± 1.56	4.73 ± 1.29	4.84 ± 1.30
ความเค็ม	4.90 ± 1.2^{a}	4.09 ± 1.35^{b}	4.06 ± 1.48^{b}	5.01 ± 1.48^{a}	5.30 ± 1.45^{a}
ความหนืด^{ns}	5.04 ± 1.07	5.02 ± 0.72	4.81 ± 0.97	4.99 ± 0.76	5.14 ± 0.74
การยอมรับรวม	6.38 ± 1.76^{d}	7.93 ± 1.27^{a}	7.71 ± 0.83^{b}	7.14 ± 1.80^{bc}	6.68 ± 1.59^{cd}

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ ทั้ง 5 สูตร ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ดังตารางที่ 4.45) พบว่า คะแนนด้านสี ความเปรี้ยว ความหนืด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่คะแนนด้านกลิ่นรสเครื่องเทศ ความเค็ม ความหวานและการยอมรับรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยสูตรที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ 10 : 9.30 : 2 มีคะแนนความหวานมากที่สุด แต่ด้านความชอบรวมของสูตร 9.30 : 10 : 2 มีระดับคะแนนมากที่สุด จึงเลือกสูตรดังกล่าวเป็นสูตรที่ดีที่สุดเพื่อนำไปศึกษาการเติมปริมาณสารให้ความคงตัวสำหรับผลิตภัณฑ์ในข้อ 4.4.3 ต่อไป

ตารางที่ 4.45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรปริมาณน้ำตาลทราย 2-10%น้ำส้มสายชู 5-10% และเกลือ 2-3%

SOV	d.f.	MS						
		สี	กลิ่นรสเครื่องเทศ	ความหวาน	ความเปรี้ยว	ความเค็ม	ความหนืด	การยอมรับรวม
น้ำทรายทราย: น้ำส้มสายชู: เกลือ	4	1.23	1.85*	10.06*	1.30	9.56*	0.68	12.93*
Panelist	29	3.18	3.65	3.51	2.85	3.71	1.38	4.49
Error	116	1.24	0.88	0.88	1.66	1.53	0.59	1.69

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

4.4.3 ผลของการศึกษาปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ผลิตซอสมะเขือเทศโดยเติมแป้งข้าวโพดดัดแปรเป็นสารให้ความคงตัวที่ระดับ 0 , 0.7 , 1.0 , 1.4 , และ 1.7 % w/w โดยใช้สูตรซอสมะเขือเทศที่คัดเลือกได้จากข้อ 4.4.2 และนำมาบรรจุเป็นถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง ประเมินโดยวิเคราะห์ พีเอช ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความหนืด ค่าสี (L, a , b) และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลดังตารางที่ 4.46 , 4.48 , 4.50

สำหรับวิธีการทดสอบผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรปริมาณสารให้ความคงตัวที่ระดับต่างๆ โดยการแยกน้ำซอสมะเขือเทศออกจากเมล็ดถั่ว และนำซอสมะเขือเทศไปวัดสี ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ความหนืด ส่วนพีเอช วัดจากถั่วและซอสมะเขือเทศที่นำมาบดรวมกัน ปริมาณสารให้ความคงตัว จะมีผลต่อสีของซอสมะเขือเทศอย่างไร ดูได้จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.46 ผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อค่าสี (L, a ,b) ของถั่วในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ปริมาณสารให้ความคงตัว	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
(%)	L	a	b
0	32.31 ± 0.74^{d}	4.14 ± 0.20^{b}	6.78 ± 0.09^{c}
0.7	33.08 ± 1.18^{cd}	4.99 ± 0.36^{a}	7.53 ± 0.73^{bc}
1.0	34.27 + 0.68^{bc}	5.23 ± 0.16^{a}	8.65 ± 0.76^{a}
1.4	35.22 ± 0.05^{ab}	5.31 ± 0.06^{a}	8.34 ± 0.34^{b}

a , b , ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.47) พบว่า ปริมาณสารให้ความคงตัวจะมีผลต่อสีของซอสมะเขือเทศโดยเมื่อปริมาณของสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) จะเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.47 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลของปริมาณสารให้ความคงตัว ต่อค่าสี (L, a, b) ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS		
		L	a	b
ปริมาณสารให้ความคงตัว	4	5.90*	0.75*	1.95*
Error	10	0.48	0.04	0.25

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ผ่านมาพบว่าปริมาณสารให้ความคงตัวมีผลต่อสี ของซอสมะเขือเทศ ดังนั้นจึงน่าจะมีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และความหนืดด้วยเช่นกันแต่จะมีผลอย่างไรดูได้จากตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายน้ำได้และความหนืดของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ปริมาณสารให้ความคงตัว (%)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	พีเอช^{ns}	ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (^{o}Brix)	ความหนืด (cps)
0	4.91 ± 0.05	11.06 ± 0.11^{b}	3977 ± 144^{d}
0.7	4.89 ± 0.01	11.73 ± 0.11^{b}	7548 ± 127^{c}
1.0	4.86 ± 0.01	12.73 ± 0.11^{a}	10153 ± 851^{b}
1.4	4.87 ± 0.02	12.80 ± 0.20^{a}	10625 ± 342^{ab}
1.7	4.90 ± 0.03	12.93 ± 0.11^{a}	11283 ± 480^{a}

a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.49 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อค่าพีเอชปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความหนืดของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS		
		พีเอช	ของแข็งละลายน้ำได้	ความหนืด
ปริมาณสารให้ความคงตัว	4	0.001	2.00*	27092090.56*
Error	10	0.0009	0.01	222123.86

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ตารางที่ 4.49) พบว่า ปริมาณสารให้ความคงตัว จะมีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืดของซอสมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)โดยเมื่อปริมาณสารให้ความคงตัวเพิ่มขึ้นจะทำให้ซอสมะเขือเทศมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และความหนืดเพิ่มขึ้นเช่นกัน

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋องที่แปรปริมาณสารให้ความคงตัวที่ระดับต่างๆ ได้ผลดังตาราง 4.50

ตารางที่4.50 ผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ปริมาณสารให้ความคงตัว (%)	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สีของเมล็ดถั่ว^{ns}	สีซอสมะเขือเทศ^{ns}	ความหนืด	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
0	5.75 + 1.15	7.50 + 0.93	6.54 + 1.42^{b}	5.92 + 1.19^{c}	5.82 + 1.01^{c}
0.7	5.84 + 1.26	7.53 + 1.00	7.03 + 0.72^{b}	6.94 + 1.07^{b}	6.36 + 1.02^{b}
1.0	5.69 + 1.35	7.50 + 0.79	7.72 + 0.90^{a}	7.80 + 0.65^{a}	8.65 + 0.72^{a}
1.4	6.09 + 1.17	7.69 + 0.88	7.87 + 1.09^{a}	7.73 + 0.61^{a}	8.30 + 0.77^{a}
1.7	6.16 + 1.34	7.74 + 1.19	7.89 + 0.90^{a}	7.54 + 0.71^{a}	8.57 + 0.78^{a}

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของปริมาณสารให้ความคงตัวต่อคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส

SOV	d.f.	MS				
		สีของเมล็ดถั่ว	สีซอสมะเขือเทศ	ความหนืด	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
ปริมาณสารให้ความคงตัว	4	1.32	0.40	10.87*	17.38*	54.19*
Panelist	29	4.40	1.80	1.83	1.63	2.00
Error	116	0.89	0.73	0.89	0.57	0.45

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางสถิติดังตารางที่ 4.51 พบว่า ปริมาณสารให้ความคงตัว มีผลต่อคะแนนความหนืดของซอสมะเขือเทศ ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณสารให้ความคงตัว ทำให้คะแนนความหนืด ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นด้วย

4.4.4 ผลของการศึกษาหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อสำหรับผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

โดยใช้เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำเป็นเวลา 2 นาที บรรจุในกระป๋อง C – enamel ขนาด 300 x 407 ซึ่งเจาะรูด้านข้างที่ตำแหน่ง ½ ของความสูงของกระป๋อง เพื่อเสียบเทอร์โมคับเปิล โดยใช้น้ำหนักถั่ว 210 g ต่อซอสมะเขือเทศ 190 g ซึ่งประกอบด้วยมะเขือเทศเข้มข้น 13% น้ำตาลทราย 9.30 % น้ำส้มสายชู 10% เกลือ 2% แป้งข้าวโพดดัดแปร 1.0% น้ำ 65% และเครื่องเทศ 0.2% (ของส่วนผสมทั้งหมด) โดยบรรจุให้เหลือ Head space ไว้ประมาณ 15/32 นิ้ว ไล่อากาศใน steam exhauster เป็นเวลา 5 นาที ควบคุมอุณหภูมิตอนปิดกระป๋อง ประมาณ 65 – 75 ^{0}C นำไปทดลองฆ่าเชื้อในรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C บันทึกเวลาและอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (ภาคผนวก จ) เพื่อนำไปเขียน Heat penetration curve แล้วคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ โดย Formula method โดยกำหนด Fo = 6 นาที (วิธีการคำนวณแสดงใน ภาคผนวก จ)

สำหรับเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่คำนวณได้ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง (ดังตารางที่ 4.52)

ตารางที่ 4.52 เวลาที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรและข้อมูลที่ได้จาก Heat penetration curve ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง โดยกำหนดอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 121 ^{0}C และ Fo = 6 นาที

การทดลอง	เวลาฆ่าเชื้อจากสูตรคำนวณ (B_B)	เวลาฆ่าเชื้อหลังอุณหภูมิในหม้อไอน้ำขึ้นถึงอุณหภูมิกำหนด (Pt)
1	60.28	57.34
2	60.81	57.45
เฉลี่ย	60.54	57.39

จากการศึกษาหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C และ Fo = 6 นาที จะได้เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ (Process time) 60 นาที และเวลาฆ่าเชื้อหลังอุณหภูมิในหม้อไอน้ำขึ้นถึงอุณหภูมิกำหนด Operator's process time (Pt) 57 นาที

4.4.5 ผลของการศึกษาระยะเวลาเก็บรักษาต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ผลิตถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศ โดยใช้เมล็ดถั่ว 210 g ซอสมะเขือเทศ 190 g ซอสมะเขือเทศประกอบด้วย มะเขือเทศเข้มข้น 13% น้ำ 65% น้ำตาลทราย 9.30% น้ำส้มสายชู 10% เกลือ 2% แป้งข้าวโพดดัดแปร 1.0% เครื่องเทศ 0.2% (ของส่วนผสมทั้งหมด) ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 ^{0}C เวลา 60 นาที เก็บผลิตภัณฑ์ภายใต้อุณหภูมิห้อง (25 – 30 ^{0}C) เพื่อรอตรวจวิเคราะห์เป็นระยะเวลา 5 เดือน และสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพ ตามอายุการเก็บที่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน ประเมินผล 1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพ ได้แก่ พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด สี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ความหนืด 2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส 3. การเปลี่ยนแปลงจุลินทรีย์ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.53, 4.55, 4.57, 4.59 และ 4.61

ตารางที่4.53 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าสี (L , a , b) ของถั่งเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L	a	b
0	34.49 ± 0.85[b]	5.11 ± 0.12[a]	8.02 ± 0.57[a]
1	34.79 ± 0.13[b]	4.12 ± 0.15[b]	7.63 ± 0.55[a]
2	36.81 ± 0.49[b]	3.79 ± 0.43[b]	7.01 ± 0.29[b]
3	36.81 ± 0.56[a]	4.37 ± 0.67[b]	5.99 ± 0.91[b]
4	34.26 ± 0.18[b]	4.15 ± 0.03[b]	7.61 ± 0.17[a]
5	33.79 ± 0.64[b]	4.14 ± 0.37[b]	7.83 ± 0.74[a]

a และ b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันจากแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.54 พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น จะทำให้ซอสมะเขือเทศมีค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ลดลง

ตารางที่ 4.54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าสี (L , a , b) ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS		
		L	a	b
ระยะเวลาเก็บ	5	3.50*	0.59*	1.67*
Error	12	0.29	0.13	0.35

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ซอสมะเขือเทศที่เหลือจากการวัดสี นำมาวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และความหนืด ได้ผลดังตารางที่ 4.55

ตารางที่ 4.55 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และความหนืดของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าเฉลี่ย + เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ของแข็งที่ละลายน้ำได้^{ns} (^{o}Brix)	ความหนืด (cps)
0	12.60 ± 0.20	9923.33 ± 156.95^{a}
1	12.53 ± 0.11	9870.00 ± 153.94^{b}
2	12.60 ± 0.20	9795.00 ± 169.04^{bc}
3	12.46 ± 0.11	9745.00 ± 82.61^{bc}
4	12.60 ± 0.20	9533.33 ± 57.73^{c}
5	12.60 ± 0.20	9495.66 ± 288.67^{c}

a , b , c ,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.56 พบว่า ระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($p > 0.05$) แต่มีผลต่อความหนืดของซอสมะเขือเทศ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จะทำให้ความหนืดของซอสมะเขือเทศลดลง

ตารางที่ 4.56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของระยะเก็บรักษาต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และความหนืดของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS	
		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้	ความหนืด
ระยะเวลาเก็บ	5	0.009	2385452.22*
Error	12	0.003	28400.00

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.57 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าพีเอช และปริมาณกรด ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	พีเอช^{ns}	ปริมาณกรดทั้งหมด^{ns} (%)
0	4.86 ± 0.06	0.069 ± 0.003
1	4.88 ± 0.05	0.066 ± 0.005
2	4.87 ± 0.05	0.072 ± 0.003
3	4.89 ± 0.05	0.067 ± 0.007
4	4.89 ± 0.02	0.067 ± 0.002
5	4.88 ± 0.02	0.070 ± 0.002

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.58 พบว่า ระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีผลต่อพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด ($p>0.05$)

ตารางที่4.58 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าพีเอชและปริมาณกรดทั้งหมด ของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS	
		พีเอช	ปริมาณกรดทั้งหมด
ระยะเวลาเก็บ	5	0.0003	0.00001
Error	12	0.002	0.00001

ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง ที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.59

ตารางที่ 4.59 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

ระยะเวลาเก็บ	คะแนนเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สีเมล็ดถั่ว^{ns}	สีซอสมะเขือเทศ	ความหนืดซอสมะเขือเทศ	ลักษณะปรากฏ^{ns}	การยอมรับรวม^{ns}
0	4.80 ± 1.43	7.94 ± 0.82^{a}	7.83 ± 0.78^{a}	6.22 ± 0.68	7.26 ± 1.07
1	4.89 ± 1.51	8.08 ± 1.03^{a}	7.71 ± 1.06^{a}	6.15 ± 0.66	7.35 ± 0.97
2	4.79 ± 1.42	7.83 ± 1.19^{a}	7.76 ± 0.88^{a}	6.33 ± 0.64	7.62 ± 0.78
3	4.71 ± 1.52	7.85 ± 0.96^{a}	7.87 ± 1.17^{a}	6.22 ± 0.71	7.51 ± 0.70
4	5.17 ± 1.24	7.73 ± 1.05^{a}	8.03 ± 1.05^{a}	6.44 ± 0.56	7.44 ± 1.02
5	4.99 ± 1.62	6.61 ± 0.75^{b}	6.69 ± 0.80^{b}	6.42 ± 0.67	7.45 ± 0.69

a , b , c ,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันจากแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.60 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของระยะเก็บรักษาต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

SOV	d.f.	MS				
		สีเมล็ดถั่ว	สีซอสมะเขือเทศ	ความหนืดซอสมะเขือเทศ	ลักษณะปรากฏ	การยอมรับรวม
ระยะเวลาเก็บ	5	0.83	8.51*	7.02*	0.41	0.46
Panelist	29	9.11	2.12	1.86	1.15	1.82
Error	145	0.75	0.72	0.76	0.58	0.58

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังตารางที่ 4.60 ของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง พบว่า อายุการเก็บรักษาในเดือนที่ 5 จะทำให้คะแนนความหนืดและสีของซอสมะเขือเทศน้อยกว่าในช่วง 4 เดือนแรก ส่วนคะแนนสีของเมล็ดถั่ว ลักษณะปรากฏ และการยอมรับรวม ไม่แตกต่างกันตลอดช่วงอายุ การ

เก็บรักษา ส่วนผลวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง ตามระยะเวลาเก็บรักษา 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.61

ตารางที่ 4.61 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อจำนวนเชื้อ Total plate count, Flat sour, Thermophilic anaerobe และ putrefactive anaerobe ของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง

เชื้อที่ตรวจ	ระยะเวลาเก็บรักษา(เดือน)					
	0	1	2	3	4	5
Total plate count	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve
Flat sour	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve
Thermophilic anaerobe	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve
Putrefctive anaerobe	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve	-ve

-ve คือ negative

จากการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่า ได้ผล Negative ทั้งหมด แสดงว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการฆ่าเชื้ออย่างเพียงพอ เพราะผลิตภัณฑ์ไม่มีเชื้อที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ Flat sour Thermophilic anaerobe และ Putrefctive anaerobe